Приложение № 3
к приказу МБОУ «Лицей №39»
от 05 августа 2026 г. № 73

Приложение № 5
к образовательной программе
среднего общего образования
МБОУ «Лицей №39»

Рабочая программа по алгебре и началам математического анализа для 10-11 классов (углубленный уровень)

Срок реализации программы: 2 года

Авторы:
Ананьина Е.В. учитель математики высшей категории;
Барбасова Н.А., учитель математики первой категории.

Озерск
2026

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 2×2, 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 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 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 2×2 и его геометрический смысл, использовать свойства определителя 2×2 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

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Множество действительных чисел. Многочлены. Рациональные уравнения и неравенства. Системы линейных уравнений	24	1		https://m.edsoo.ru/H4K5B0W8G
2	Функции и графики. Степенная функция с целым показателем	12	1		https://m.edsoo.ru/D7Q8L6H1S
3	Арифметический корень n-ой степени. Иррациональные уравнения	15	1		https://m.edsoo.ru/L3V7E4L5M
4	Показательная функция. Показательные уравнения	10	1		https://m.edsoo.ru/F9I4Y5S9U
5	Логарифмическая функция. Логарифмические уравнения	18	1		https://m.edsoo.ru/N7H0F2B5C
6	Тригонометрические выражения и уравнения	22	1		https://m.edsoo.ru/K7E4S7O5L
7	Последовательности и прогрессии	10	1		https://m.edsoo.ru/V7Q9M3S3I
8	Непрерывные функции. Производная	20	1		https://m.edsoo.ru/M4N9R7U9B
9	Повторение, обобщение, систематизация знаний	5	2		https://m.edsoo.ru/H9R3J3V5Z
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		136	10	0	

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Исследование функций с помощью производной	22	1		https://m.edsoo.ru/J8O4F4A4N
2	Первообразная и интеграл	12	1		https://m.edsoo.ru/A7O1V8N6B
3	Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства	14	1		https://m.edsoo.ru/Z3Z5B8O0S
4	Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства	24	1		https://m.edsoo.ru/O5X0F9S5I
5	Комплексные числа	10	1		https://m.edsoo.ru/G8D3L1V9O
6	Натуральные и целые числа	10	1		https://m.edsoo.ru/I5R5I3W1I
7	Системы рациональных, иррациональных показательных и логарифмических уравнений	12	1		https://m.edsoo.ru/H5K2I7Y9P
8	Задачи с параметрами	16	1		https://m.edsoo.ru/V0F6U4J9O
9	Повторение, обобщение, систематизация знаний	16	2		https://m.edsoo.ru/E7S8L0G9K
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				https://m.edsoo.ru/P0X8P2G6S
2	Диаграммы Эйлера-Венна	1				https://m.edsoo.ru/P2W3Q9S5B
3	Применение теоретико-множественного аппарата для решения задач	1				https://m.edsoo.ru/Y5X8U3O9G
4	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби	1				https://m.edsoo.ru/U5O2O1E8M
5	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби	1				https://m.edsoo.ru/D1X9K8L4B
6	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач	1				https://m.edsoo.ru/D5U2X2C4O
7	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач	1				https://m.edsoo.ru/N2J4Z0L1U

8	Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа	1				https://m.edsoo.ru/U8Y9R5C5V
9	Арифметические операции с действительными числами	1				https://m.edsoo.ru/U7O8K5P3C
10	Модуль действительного числа и его свойства	1				https://m.edsoo.ru/G6T8I1D9U
11	Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений	1				https://m.edsoo.ru/K0Z3N6R9R
12	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств	1				https://m.edsoo.ru/R5S8Q5T8M
13	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств	1				https://m.edsoo.ru/N6R2W7S4L
14	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств	1				https://m.edsoo.ru/W0E0Q9B4F
15	Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу	1				https://m.edsoo.ru/T4C7J0N5Q
16	Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема Виета	1				https://m.edsoo.ru/H9Y1O9K3S

17	Решение систем линейных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/H1Z4L6X0W
18	Решение систем линейных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/T1B6D5U2N
19	Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы 2×2, его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения	1				https://m.edsoo.ru/J3P6L5Z4V
20	Определитель матрицы 2×2, его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения	1				https://m.edsoo.ru/L2H2I8J8G
21	Применение определителя для решения системы линейных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/E7C4F6O1T
22	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/N4C4O1N2W
23	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/B4B5W6C5H
24	Контрольная работа: "Рациональные уравнения и неравенства. Системы линейных уравнений"	1	1			https://m.edsoo.ru/H6D1L7H7T

25	Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция функций	1				https://m.edsoo.ru/K6L1J3A2G
26	График функции. Элементарные преобразования графиков функций	1				https://m.edsoo.ru/A5Q8V7E1M
27	Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знак постоянства	1				https://m.edsoo.ru/V9K3Z4D4Z
28	Чётные и нечётные функции. Периодические функции. Промежутки монотонности функции	1				https://m.edsoo.ru/R8Q2O5Y5T
29	Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке	1				https://m.edsoo.ru/M0N7Y8I2G
30	Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции	1				https://m.edsoo.ru/V0E1D7H6M
31	Элементарное исследование и построение графиков этих функций	1				https://m.edsoo.ru/E0G6Q5A7H
32	Элементарное исследование и построение графиков этих функций	1				https://m.edsoo.ru/H9A5N8D6U

33	Степень с целым показателем. Бином Ньютона	1				https://m.edsoo.ru/T4G1F6E7T
34	Степень с целым показателем. Бином Ньютона	1				https://m.edsoo.ru/H8I4T5F2L
35	Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график	1				https://m.edsoo.ru/U3K6Y1B3G
36	Контрольная работа: "Степенная функция. Её свойства и график"	1	1			https://m.edsoo.ru/Y2H3M0Y1T
37	Арифметический корень натуральной степени и его свойства	1				https://m.edsoo.ru/W4I0S2M5F
38	Арифметический корень натуральной степени и его свойства	1				https://m.edsoo.ru/R5B4W2A2W
39	Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни	1				https://m.edsoo.ru/I7F9E7C0F
40	Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни	1				https://m.edsoo.ru/S6Q3Z4A0A
41	Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни	1				https://m.edsoo.ru/A0X3S8Q8W

42	Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/A7T8G9X0I
43	Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/P6N6Z9V8R
44	Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/L9L1G1J7I
45	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/V1G7S2L8E
46	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/G0D3V7H3G
47	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/V1X2U1A6R
48	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/M5P0K4L0H
49	Свойства и график корня n-ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем	1				https://m.edsoo.ru/F0F4M1V2J
50	Свойства и график корня n-ой степени как функции обратной	1				https://m.edsoo.ru/P4H4G7E0U

	степени с натуральным показателем					
51	Контрольная работа: "Свойства и график корня n-ой степени. Иррациональные уравнения"	1	1			https://m.edsoo.ru/S4L4W3Y5R
52	Степень с рациональным показателем и её свойства	1				https://m.edsoo.ru/O7U7I6M9E
53	Степень с рациональным показателем и её свойства	1				https://m.edsoo.ru/R0N5V1A8V
54	Степень с рациональным показателем и её свойства	1				https://m.edsoo.ru/D1G9T5X4A
55	Показательная функция, её свойства и график	1				https://m.edsoo.ru/N7K9X3D8T
56	Использование графика функции для решения уравнений	1				https://m.edsoo.ru/E2W2R0M0D
57	Использование графика функции для решения уравнений	1				https://m.edsoo.ru/K7U0A5Q2H
58	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/H1W1O8A0F
59	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/S0D5H5N2I

60	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/A1R9U6L9O
61	Контрольная работа: "Показательная функция. Показательные уравнения"	1	1			https://m.edsoo.ru/U4U2I6K7C
62	Логарифм числа. Свойства логарифма	1				https://m.edsoo.ru/R3H3P7Z5W
63	Логарифм числа. Свойства логарифма	1				https://m.edsoo.ru/X4R9X0W6K
64	Логарифм числа. Свойства логарифма	1				https://m.edsoo.ru/D7J3Y8P2H
65	Десятичные и натуральные логарифмы	1				https://m.edsoo.ru/N0O6D3C8Z
66	Десятичные и натуральные логарифмы	1				https://m.edsoo.ru/M0Y4O5A9B
67	Преобразование выражений, содержащих логарифмы	1				https://m.edsoo.ru/W5C5L0J9J
68	Преобразование выражений, содержащих логарифмы	1				https://m.edsoo.ru/T8O6U9V6X
69	Преобразование выражений, содержащих логарифмы	1				https://m.edsoo.ru/O4J3K5L7G
70	Логарифмическая функция, её свойства и график	1				https://m.edsoo.ru/V1B5J7P6R
71	Логарифмическая функция, её свойства и график	1				https://m.edsoo.ru/K7C7X5S3I

72	Использование графика функции для решения уравнений	1				https://m.edsoo.ru/Z6A2Z6S0F
73	Использование графика функции для решения уравнений	1				https://m.edsoo.ru/I3N1N6A1P
74	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/C3A5D7A4F
75	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/I4A0Z2Y6O
76	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/H6M2C1L4C
77	Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/Z2C9V6C4N
78	Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/E8C1K2X7B
79	Контрольная работа: "Логарифмическая функция. Логарифмические уравнения"	1	1			https://m.edsoo.ru/X2F1R6F9R
80	Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента	1				https://m.edsoo.ru/H5I6I2F2Z
81	Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента	1				https://m.edsoo.ru/W8U1V3Y6L

82	Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента	1				https://m.edsoo.ru/P3M6W9Q2O
83	Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента	1				https://m.edsoo.ru/X3P6U9I8K
84	Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента	1				https://m.edsoo.ru/O1N9F4B7T
85	Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента	1				https://m.edsoo.ru/S0B0F1O5L
86	Основные тригонометрические формулы	1				https://m.edsoo.ru/L7A0K3Z7T
87	Основные тригонометрические формулы	1				https://m.edsoo.ru/S0C3A6P9Z
88	Основные тригонометрические формулы	1				https://m.edsoo.ru/T9L9J6L9R
89	Основные тригонометрические формулы	1				https://m.edsoo.ru/K9A8H6J9Z
90	Преобразование тригонометрических выражений	1				https://m.edsoo.ru/X9Q8I7N6B
91	Преобразование тригонометрических выражений	1				https://m.edsoo.ru/X4F8I9Q5T

92	Преобразование тригонометрических выражений	1				https://m.edsoo.ru/A6J1N1I8K
93	Преобразование тригонометрических выражений	1				https://m.edsoo.ru/O2L9S4M4J
94	Решение тригонометрических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/K2Y6M4N9A
95	Решение тригонометрических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/I3U0Q9F7X
96	Решение тригонометрических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/B8G5N7Y9A
97	Решение тригонометрических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/E4M9U4C7M
98	Решение тригонометрических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/K3A9Q7T4Q
99	Решение тригонометрических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/M0A2I5M3O
100	Решение тригонометрических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/P3S5X4D1N
101	Контрольная работа: "Тригонометрические выражения и тригонометрические уравнения"	1	1			https://m.edsoo.ru/U9W0W2P3H
102	Последовательности, способы задания последовательностей.	1				https://m.edsoo.ru/U1Q9W3H4E

	Метод математической индукции					
103	Монотонные и ограниченные последовательности. История анализа бесконечно малых	1				https://m.edsoo.ru/I1U4M3U1Q
104	Арифметическая прогрессия	1				https://m.edsoo.ru/H5G9X6E0K
105	Геометрическая прогрессия	1				https://m.edsoo.ru/S7R0L1J8J
106	Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия	1				https://m.edsoo.ru/I8J1U7I0A
107	Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии	1				https://m.edsoo.ru/T3T0V6K5V
108	Линейный и экспоненциальный рост. Число e. Формула сложных процентов	1				https://m.edsoo.ru/E6E2B9K1Z
109	Линейный и экспоненциальный рост. Число e. Формула сложных процентов	1				https://m.edsoo.ru/T1M4W6U4N
110	Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера	1				https://m.edsoo.ru/Y6U4F2O9W
111	Контрольная работа: "Последовательности и прогрессии"	1	1			https://m.edsoo.ru/R1F6U9J9O
112	Непрерывные функции и их свойства	1				https://m.edsoo.ru/O6G0Q1N3C

113	Точка разрыва. Асимптоты графиков функций	1				https://m.edsoo.ru/P7B3T3K2W
114	Свойства функций непрерывных на отрезке	1				https://m.edsoo.ru/E3A4J3B3T
115	Свойства функций непрерывных на отрезке	1				https://m.edsoo.ru/T8J5G6L8M
116	Метод интервалов для решения неравенств	1				https://m.edsoo.ru/A1Q0Q9J1Y
117	Метод интервалов для решения неравенств	1				https://m.edsoo.ru/I2A1E0W4Z
118	Метод интервалов для решения неравенств	1				https://m.edsoo.ru/S5L2G6A1N
119	Применение свойств непрерывных функций для решения задач	1				https://m.edsoo.ru/V9G7L1E1J
120	Применение свойств непрерывных функций для решения задач	1				https://m.edsoo.ru/S9V4E5N6E
121	Первая и вторая производные функции	1				https://m.edsoo.ru/C3B7M4G9C
122	Определение, геометрический смысл производной	1				https://m.edsoo.ru/I4D1T3B0Y
123	Определение, физический смысл производной	1				https://m.edsoo.ru/J0V3D5K5R
124	Уравнение касательной к графику функции	1				https://m.edsoo.ru/Z5B1F4L7P
125	Уравнение касательной к графику функции	1				https://m.edsoo.ru/U8D8N5P9K

126	Производные элементарных функций	1				https://m.edsoo.ru/G2J4D3N7B
127	Производные элементарных функций	1				https://m.edsoo.ru/I6O5U3U7X
128	Производная суммы, произведения, частного и композиции функций	1				https://m.edsoo.ru/L3Q9U9S9X
129	Производная суммы, произведения, частного и композиции функций	1				https://m.edsoo.ru/M3D2H9F6L
130	Производная суммы, произведения, частного и композиции функций	1				https://m.edsoo.ru/P7G0U6U3P
131	Контрольная работа: "Производная"	1	1			https://m.edsoo.ru/T0W6X2C7S
132	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"	1				https://m.edsoo.ru/G8X3F0S9N
133	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"	1				https://m.edsoo.ru/X3D4V0X7C
134	Итоговая контрольная работа	1	1			https://m.edsoo.ru/X6Y5I9Z2W
135	Итоговая контрольная работа	1	1			https://m.edsoo.ru/J0D7J5X0F
136	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				https://m.edsoo.ru/Z3N5H5S9Y
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		136	10	0		

11 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
1	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				https://m.edsoo.ru/D4G4E0Q0N
2	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				https://m.edsoo.ru/S1A9Z1Q8E
3	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				https://m.edsoo.ru/W9V4O6S6Z
4	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				https://m.edsoo.ru/E4K3Q0H3D
5	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				https://m.edsoo.ru/P4P9P7H6A
6	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				https://m.edsoo.ru/H7P5C9U1S
7	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				https://m.edsoo.ru/U1K2I2W4Z

8	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				https://m.edsoo.ru/E6H8S5K4I
9	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				https://m.edsoo.ru/R5Z7X0W9S
10	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				https://m.edsoo.ru/Z0W5E0S3U
11	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				https://m.edsoo.ru/A2Y2Q5Y7W
12	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				https://m.edsoo.ru/N0M1F5G7K
13	Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах	1				https://m.edsoo.ru/U9D9V9N0Q
14	Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах	1				https://m.edsoo.ru/S1L9V4A6S

15	Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком	1				https://m.edsoo.ru/G5M1V7B5P
16	Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком	1				https://m.edsoo.ru/U3I4B6I8N
17	Композиция функций	1				https://m.edsoo.ru/K4Z0D8I0W
18	Композиция функций	1				https://m.edsoo.ru/H5V7H3Y1U
19	Композиция функций	1				https://m.edsoo.ru/P0A1N9E2Z
20	Геометрические образы уравнений на координатной плоскости	1				https://m.edsoo.ru/K0N5Z5L8M
21	Геометрические образы уравнений на координатной плоскости	1				https://m.edsoo.ru/Q7U3M8B5I
22	Контрольная работа: "Исследование функций с помощью производной"	1	1			https://m.edsoo.ru/Z1V5I5Y0G
23	Первообразная, основное свойство первообразных	1				https://m.edsoo.ru/G6P1P7Z4C
24	Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных	1				https://m.edsoo.ru/G4P5E1L2S
25	Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных	1				https://m.edsoo.ru/Q8M9D6D8M

26	Интеграл. Геометрический смысл интеграла	1				https://m.edsoo.ru/J7Z3W3T1H
27	Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница	1				https://m.edsoo.ru/Q9M9P2I8W
28	Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница	1				https://m.edsoo.ru/T1U9E4X8N
29	Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур	1				https://m.edsoo.ru/T9W1Z4M6J
30	Применение интеграла для нахождения объёмов геометрических тел	1				https://m.edsoo.ru/R8J8E1F8P
31	Примеры решений дифференциальных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/U0D9U6J1E
32	Примеры решений дифференциальных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/A7E8L5H6G
33	Математическое моделирование реальных процессов с помощью дифференциальных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/L8T9L8C7U
34	Контрольная работа: "Первообразная и интеграл"	1	1			https://m.edsoo.ru/V1N6Z7D9F
35	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				https://m.edsoo.ru/M5T6Q1R6W
36	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				https://m.edsoo.ru/R0O2V9H7T

37	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				https://m.edsoo.ru/Q3Y7V4C5L
38	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				https://m.edsoo.ru/R6O4Z3D1Z
39	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				https://m.edsoo.ru/Y3Q9I1F8K
40	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	1				https://m.edsoo.ru/B0G4G3V3K
41	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	1				https://m.edsoo.ru/C0D3S5N0R
42	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	1				https://m.edsoo.ru/U2O3R2E1A
43	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	1				https://m.edsoo.ru/C4P3C7B7H
44	Решение тригонометрических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/R2B0X4R6W

45	Решение тригонометрических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/B0I9O0L5A
46	Решение тригонометрических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/I2R3M9N1N
47	Решение тригонометрических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/E7R6N4R1M
48	Контрольная работа: "Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства"	1	1			https://m.edsoo.ru/Y8L6M9T2I
49	Основные методы решения показательных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/Q4S7I5X7N
50	Основные методы решения показательных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/F0K0Q9W2B
51	Основные методы решения показательных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/Z1C9E8D7S
52	Основные методы решения показательных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/S7P6D1H0V
53	Основные методы решения логарифмических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/V3Y3F1Q2F
54	Основные методы решения логарифмических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/T3Z6W4U9X
55	Основные методы решения логарифмических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/R4M0G4Y6B
56	Основные методы решения логарифмических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/N8G9W8B1E
57	Основные методы решения иррациональных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/W1J6H3Z4V

58	Основные методы решения иррациональных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/L2A5K7S9C
59	Основные методы решения иррациональных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/Z1T0D3S3X
60	Основные методы решения иррациональных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/F9R8G7Y9N
61	Графические методы решения иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/S4D9J0Y0H
62	Графические методы решения иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/H8B8M0D1R
63	Графические методы решения показательных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/F4G3F2H9W
64	Графические методы решения показательных неравенств	1				https://m.edsoo.ru/A0R9W8Q5Z
65	Графические методы решения логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/U7X4F7Q4A
66	Графические методы решения логарифмических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/P7M9G8T9B
67	Графические методы решения логарифмических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/B2C2T3K2J
68	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/R0T6O9B6F
69	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/E8F3N4G6Q

70	Графические методы решения показательных и логарифмических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/W8C2J6C5H
71	Графические методы решения показательных и логарифмических неравенств	1				https://m.edsoo.ru/B9J1O3M7K
72	Контрольная работа: "Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства"	1	1			https://m.edsoo.ru/H3H8K1L3O
73	Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа	1				https://m.edsoo.ru/U3K1W8R1H
74	Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа	1				https://m.edsoo.ru/Z0N3D2E6R
75	Арифметические операции с комплексными числами	1				https://m.edsoo.ru/U0R3T7P3N
76	Арифметические операции с комплексными числами	1				https://m.edsoo.ru/J6Y6V9T4Q
77	Изображение комплексных чисел на координатной плоскости	1				https://m.edsoo.ru/G3A1H9N2P

78	Изображение комплексных чисел на координатной плоскости	1				https://m.edsoo.ru/L6J5W0A8M
79	Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа	1				https://m.edsoo.ru/B7A7H2C1G
80	Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа	1				https://m.edsoo.ru/S3N4M7H8S
81	Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач	1				https://m.edsoo.ru/B2G9C7F9A
82	Контрольная работа: "Комплексные числа"	1	1			https://m.edsoo.ru/N9R7V6L0F
83	Натуральные и целые числа	1				https://m.edsoo.ru/V7T4W2X5X
84	Натуральные и целые числа	1				https://m.edsoo.ru/K0C7K3B9Y
85	Применение признаков делимости целых чисел	1				https://m.edsoo.ru/B4A1T9D4Q
86	Применение признаков делимости целых чисел	1				https://m.edsoo.ru/E5I8F1I3G
87	Применение признаков делимости целых чисел: НОД и НОК	1				https://m.edsoo.ru/T3J8U4U5T
88	Применение признаков делимости целых чисел: НОД и НОК	1				https://m.edsoo.ru/U2K4F2P2K

89	Применение признаков делимости целых чисел: остатки по модулю	1				https://m.edsoo.ru/C3U0V4B2M
90	Применение признаков делимости целых чисел: остатки по модулю	1				https://m.edsoo.ru/C3I3J6Y1I
91	Применение признаков делимости целых чисел: алгоритм Евклида для решения задач в целых числах	1				https://m.edsoo.ru/K0F0L1D7Y
92	Контрольная работа: "Теория целых чисел"	1	1			https://m.edsoo.ru/P8T9H7C5H
93	Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия	1				https://m.edsoo.ru/H6P6H9M4I
94	Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия	1				https://m.edsoo.ru/Z7S3I7Y1U
95	Основные методы решения систем и совокупностей рациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/M8J5B4S8H
96	Основные методы решения систем и совокупностей иррациональных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/C3H2I6D5T
97	Основные методы решения систем и совокупностей показательных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/I0Y6W4K3C

98	Основные методы решения систем и совокупностей показательных уравнений	1				https://m.edsoo.ru/S8W7K8Z8N
99	Основные методы решения систем и совокупностей логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/O6C6S7T8K
100	Основные методы решения систем и совокупностей логарифмических уравнений	1				https://m.edsoo.ru/R3C9Z8U9E
101	Применение систем к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов	1				https://m.edsoo.ru/D0J4M5J5Z
102	Применение систем к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов	1				https://m.edsoo.ru/D5S5L8Z6D
103	Применение неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов	1				https://m.edsoo.ru/Q8B0E8N1L
104	Контрольная работа: "Системы рациональных,	1	1			https://m.edsoo.ru/Z1V1S0C2Q

	иррациональных показательных и логарифмических уравнений"					
105	Рациональные уравнения с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/C5T4V7Z1I
106	Рациональные неравенства с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/P2N1T3U5V
107	Рациональные системы с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/S3H8J5K4D
108	Иррациональные уравнения, неравенства с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/K3J5H6X0V
109	Иррациональные системы с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/T1W6L4X6H
110	Показательные уравнения, неравенства с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/J3T1U2T3O
111	Показательные системы с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/K5S9F0M8O
112	Логарифмические уравнения, неравенства с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/L0Y4V6T5B
113	Логарифмические системы с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/Z7F2J8C9M
114	Тригонометрические уравнения с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/N0I0D1P2U
115	Тригонометрические неравенства с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/A7K7E0B6J
116	Тригонометрические системы с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/J4K4X7O3C

117	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью уравнений с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/O4M3H3Q6D
118	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью систем уравнений с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/D6G2V3W5H
119	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью систем уравнений с параметрами	1				https://m.edsoo.ru/B8C6W7G9T
120	Контрольная работа: "Задачи с параметрами"	1	1			https://m.edsoo.ru/A4D3F8S9T
121	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"	1				https://m.edsoo.ru/V1A1A2M5F
122	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"	1				https://m.edsoo.ru/C3L9S7X8K
123	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения. Системы уравнений"	1				https://m.edsoo.ru/O4R8T8V1Z

124	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"	1				https://m.edsoo.ru/L1E5P1A6T
125	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"	1				https://m.edsoo.ru/D3N7G5F3Q
126	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"	1				https://m.edsoo.ru/C6X2P0X9N
127	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"	1				https://m.edsoo.ru/I4W0G7K4T
128	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"	1				https://m.edsoo.ru/J8X0V1T5P
129	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"	1				https://m.edsoo.ru/W7M6B6K1G
130	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Интеграл и его применение"	1				https://m.edsoo.ru/B4H6U7V4R
131	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"	1				https://m.edsoo.ru/L7Z9N4A7I

132	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"	1				https://m.edsoo.ru/Z8K1P1H6O
133	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"	1				https://m.edsoo.ru/D5X7D4S6U
134	Итоговая контрольная работа	1	1			https://m.edsoo.ru/H4K1B5U2S
135	Итоговая контрольная работа	1	1			https://m.edsoo.ru/L2R9Y1Q0C
136	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				https://m.edsoo.ru/R6A8L3A6R
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	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
2	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 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 2×2 и 3×3, определитель матрицы, геометрический смысл определителя
3	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
4	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

	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 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
9	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
10	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, 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
11	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
12	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
13	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

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
3.2	Область определения и множество значений функции. Нули функции.
3.3	Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и
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,
3.7	Последовательности, способы задания последовательностей
3.8	Арифметическая и геометрическая прогрессии. Формула сложных
4	Начала математического анализа
4.1	Производная функции. Производные элементарных функций
4.2	Применение производной к исследованию функций на монотонность и
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