

**Бюджетное общеобразовательное учреждение  
Ханты-Мансийского автономного округа - Югры  
«Лицей им. Г. Ф. Атякшева»**

Приложение к  
основной образовательной программе  
среднего общего образования  
(приказ от 29.08.2025 № 10/52-ОД-477)

**Рабочая программа учебного курса  
«Алгебра и начала математического анализа» (углубленный уровень)  
10-11 классы**

---

(наименование учебного предмета, классы)

---

**Иванов Николай Александрович, учитель математики**

(Ф.И.О. учителя, составившего рабочую программу)

Югорск, 2025 г.

## 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 рабочей 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.

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.

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.

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 приближенные 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

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
	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: четность и нечетность 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

<b>Код проверяемого результата</b>	<b>Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования</b>
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
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



<b>Код проверяемого результата</b>	<b>Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования</b>
	вероятностей, диаграмма распределения
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 объемных 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

<b>Код проверяемого результата</b>	<b>Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования</b>
7.14	Вычислять объемы и площади поверхностей многогранников (призма, пирамида) с применением формул, вычислять соотношения между площадями поверхностей, объемами 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

Проверяемые элементы содержания (10 класс)

<b>Код</b>	<b>Проверяемый элемент содержания</b>
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. Приближенные 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

Код	Проверяемый элемент содержания
	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. Четные и нечетные функции
3.3	Степенная функция с натуральным и целым показателем. Ее 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

Код	Проверяемый элемент содержания
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
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 и 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
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 трех прямых, параллельность прямой и плоскости. Углы с 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

Код	Проверяемый элемент содержания
	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 трех перпендикулярах
7.4	Понятие многогранника, основные элементы многогранника, выпуклые и невыпуклые многогранники, развертка 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 усеченная 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: ребра, 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 усеченной пирамиды. Понятие об объеме. Объем пирамиды, призмы
7.7	Подобные тела в пространстве. Соотношения между площадями поверхностей, объемами подобных тел

Проверяемые требования к результатам освоения основной образовательной программы (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

<b>Код проверяемого результата</b>	<b>Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования</b>
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 ее 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

<b>Код проверяемого результата</b>	<b>Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования</b>
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
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 примеры того, как применяется математическое ожидание случайной величины, находить математическое ожидание по данному распределению
5.3	Иметь представление о законе больших чисел
5.4	Иметь представление о нормальном распределении
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 объемы и площади поверхностей тел вращения,

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
	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 объемами подобных тел
6.9	Изображать изучаемые фигуры от руки и с применением простых чертежных инструментов
6.10	Выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объемных 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



<b>Код проверяемого результата</b>	<b>Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования</b>
	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 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

Проверяемые элементы содержания (11 класс)

<b>Код</b>	<b>Проверяемый элемент содержания</b>
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

Код	Проверяемый элемент содержания
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
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

Код	Проверяемый элемент содержания
	распределения. Задачи, приводящие к нормальному распределению. Понятие о нормальном распределении
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. Усеченный 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. Развертка 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 объеме. Основные свойства объемов тел. Теорема об объеме прямоугольного параллелепипеда и следствия из нее. Объем цилиндра, конуса. Объем шара и площадь сферы
6.7	Подобные тела в пространстве. Соотношения между площадями поверхностей, объемами 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 трем 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

Для проведения единого государственного экзамена по математике (далее - ЕГЭ по математике) используется перечень (кодификатор) проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания. При проведении ЕГЭ по математике базового уровня из перечня (кодификатора) выбираются позиции, соответствующие федеральной рабочей программе по математике (базовый уровень)

**Проверяемые на ЕГЭ по математике**  
 требования к результатам освоения основной образовательной программы  
 среднего общего образования

<b>Код проверяемого требования</b>	<b>Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования</b>
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 прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия; умение задавать последовательности, в том числе с помощью рекуррентных формул; умение оперировать понятиями: комплексное число, сопряженные 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:</p>

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
	тождество, тождественное преобразование, уравнение, неравенство, система уравнений и неравенств, равносильность уравнений, неравенств и систем; умение решать уравнения, неравенства и системы с помощью различных приемов; 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, четность 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, определенный 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 объемы 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

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
	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, трехгранный 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

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
10	<p>Умение оперировать понятиями: площадь фигуры, объем 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, объем куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара, развертка 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</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, объем) при решении задач из других учебных предметов и из реальной жизни; умение вычислять геометрические величины (длина, угол, площадь, объем, площадь поверхности), используя изученные формулы и методы, в том числе: площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, площадь сферы; объем куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара; умение находить отношение объемов 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. Приближенные 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



Код	Проверяемый элемент содержания
	функции. Четные и нечетные 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. Ее 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

Код	Проверяемый элемент содержания
7.4	Тела и поверхности вращения
7.5	Координаты и векторы

## СИСТЕМА ОЦЕНКИ ДОСТИЖЕНИЯ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

### Оценка устных ответов

Ответ оценивается **отметкой «5»**, если обучающийся:

- полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебником;
- изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности, точно, без ошибок используя математическую терминологию и символику;
- правильно выполнил рисунки, чертежи, графики, необходимые для изложения теории или решения задачи;
- продемонстрировал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при выполнении практического задания (если такое предусмотрено);
- продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость использованных при ответе умений и навыков; отвечал самостоятельно, без наводящих вопросов учителя, демонстрируя сформированность монологической речи и полное владение содержанием.

Возможны 1–2 неточности при освещении второстепенных вопросов или недочетов в решении задач (если такие предусмотрены), которые ученик легко исправил по замечанию учителя.

Ответ оценивается **отметкой «4»**, если обучающийся:

- раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой и учебником;
  - изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности;
  - выполнил рисунки, чертежи, графики, необходимые для изложения теории или решения задачи;
  - продемонстрировал умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их при решении задач (если такие предусмотрены);
  - продемонстрировал усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость использованных при ответе умений и навыков;
- но при этом:
- допустил небольшие неточности в формулировке математических утверждений, не искажившие математического содержания ответа, исправленные по замечанию учителя;
  - допустил ошибки или более 2 неточностей при освещении второстепенных вопросов/недочетов в решении задач (если такие предусмотрены), которые ученик легко исправил по замечанию учителя.

**Отметка «3»** за ответ ставится в следующих случаях:

- неполно или непоследовательно раскрыл содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения программного материала;
- демонстрировал затруднения или допускал ошибки в определении понятий и использовании математической терминологии, символике, чертежах, выкладках, исправленные после нескольких наводящих вопросов учителя;
- не справился с применением теории при решении задач, но выполнил задания обязательного уровня сложности по данной теме (если такие предусмотрены).

**Отметка «2»** за ответ ставится в следующих случаях:

- не раскрыл основное содержание учебного материала;
- обнаружил незнание или непонимание обучающимся большей или наиболее важной части учебного материала;
- допустил ошибки в определении понятий, при использовании математической терминологии, в рисунках, чертежах или графиках, в выкладках, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов учителя;
- обнаружил незнание и непонимание изучаемого материала или не смог ответить ни на один из поставленных вопросов по изучаемому материалу.

#### **Оценка письменных работ**

- обучающийся не достиг удовлетворительного (обязательного) уровня подготовки (**отметка «2»**), если он набрал менее 55% баллов;
- обучающийся достиг удовлетворительного (обязательного) уровня подготовки (**отметка не ниже «3»**), если он набрал не менее 55% баллов;
- обучающийся достиг повышенного уровня (**отметка не ниже «4»**), если он набрал не менее 65% общего числа баллов;
- обучающийся достиг высокого уровня (**отметка «5»**), если он набрал не менее 85% общего числа баллов.

#### **Оценка тестовых заданий**

- не менее 70% – **отметка «3»**;
- не менее 80% – **отметка «4»**;
- не менее 90% – **отметка «5»**.

# ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

## 10 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1.	Повторение.	5	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
2.	Действительные числа	14	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
3.	Числовые функции	7	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
4.	Степени и корни. Степенные функции.	17	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
5.	Показательная и логарифмическая функции	29	2		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
6.	Тригонометрические функции	23	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
7.	Преобразование тригонометрических выражений	30	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
8.	Повторение	11	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		<b>136</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	

# 11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Повторение	4	1		Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/f11c4afd">https://m.edsoo.ru/f11c4afd</a>
2	Многочлены.	10	1	1	Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/f11c4afd">https://m.edsoo.ru/f11c4afd</a>
3	Производная	23	1	1	Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/f11c4afd">https://m.edsoo.ru/f11c4afd</a>
4	Применение производной	10	1	1	Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/f11c4afd">https://m.edsoo.ru/f11c4afd</a>
5	Первообразная и интеграл	12	1	1	Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/f11c4afd">https://m.edsoo.ru/f11c4afd</a>
6	Уравнения и неравенства. Системы уравнений и неравенств	31	2	1	Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/f11c4afd">https://m.edsoo.ru/f11c4afd</a>
7	Действительные числа	11	1	1	Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/1568aba3">https://m.edsoo.ru/1568aba3</a>
8	Обобщающее повторение курса алгебры и начала анализа за 11 класс	35	1	1	Библиотека ЦОК <a href="https://m.edsoo.ru/f11c4afd">https://m.edsoo.ru/f11c4afd</a>
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		136	9	7	

# ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

## 10 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
1	Решение уравнений.	1			сентябрь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
2	Неравенства. Система неравенств.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
3	Функция. Графики функций.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
4	Решение уравнений и неравенств	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
5	Стартовая контрольная работа	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
6	Натуральные и целые числа	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
7	Делимость чисел. Простые, составные числа. Признаки делимости.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8	Наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
9	Основная теорема арифметики натуральных чисел	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
10	Рациональные числа.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
11	Свойства рациональных чисел. Самостоятельная работа.	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
12	Иррациональные числа. Действия с иррациональными числами	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
13	Модуль действительного числа. Свойства и геометрический смысл модуля действительного числа.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
14	Уравнения с модулем	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
15	Неравенства с модулем	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
16	Метод математической индукции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
17	Применение математической индукции при решении задач	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
18	Контрольная работа №1 по теме «Действительные числа»	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
19	Анализ контрольной работы	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
20	Определение числовой функции.	1			октябрь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	Способы задания числовой функции.					
21	Убывание и возрастание функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
22	Ограниченность функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
23	Периодические функции. Свойства периодических функции. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
24	Обратная функция. Монотонность обратной функции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
25	График обратной функции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
26	Контрольная работа №2 по теме «числовые функции»	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
27	Понятие корня $n$ -ой степени из действительного числа.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
28	Корень $n$ -ой степени из действительного числа	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
29	Функция корня $n$ -й степени, её свойства	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>



№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	и график.					
30	Функция корня $n$ -й степени, её свойства и график.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
31	Свойства корня $n$ -ой степени. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
32	Приведение радикалов к одинаковому показателю Корня.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
33	Внесение переменной под знак корня	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
34	Преобразование выражений, содержащих радикалы.	1			ноябрь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
35	Вынесение множителя из-под знака корня	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
36	Разложение на множители	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
37	Обобщение понятия о показателе степени.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
38	Представление степени с дробным	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	показателем					
39	Сокращение дробей	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
40	Степенные функции, их свойства и графики.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
41	Свойства степенных функций	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
42	Графики степенных функций	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
43	Контрольная работа № 3 по теме "Степени и корни. Степенные функции".	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
44	Показательная функция, её свойства и график.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
45	Свойства показательной функции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
46	График показательной функции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
47	Показательные уравнения.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
48	Решение показательных уравнений	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
49	Упражнение в решении показательных	1		1	декабрь	<a href="http://school-">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	уравнений. Практическая работа					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
50	Показательные неравенства.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
51	Решение показательных неравенств	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
52	Понятие логарифма.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
53	Применение логарифма	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
54	Логарифмическая функция, её свойства и график.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
55	Свойства логарифмической функции. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
56	График логарифмической функции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
57	Контрольная работа № 4	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
58	Анализ контрольной работы	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
59	Свойства логарифмов.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
60	Нахождение десятичного логарифма	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	числа					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
61	Построение графиков функций	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
62	Решение уравнений, содержащих логарифм	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
63	Логарифмические уравнения.	1			январь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
64	Решение логарифмических уравнений	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
65	Упражнение в решении логарифмических уравнений. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
66	Нахождение корней логарифмических уравнений	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
67	Логарифмические неравенства.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
68	Решение логарифмических неравенств	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
69	Упражнение в решении логарифмических неравенств. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
70	Показательные уравнения и неравенства	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
71	Логарифмические уравнения и неравенства	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
72	Контрольная работа № 5	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
73	Числовая окружность.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
74	Радианное измерение углов	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
75	Числовая окружность на координатной плоскости.	1			февраль	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
76	Решение неравенств	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
77	Расположение точек на числовой окружности. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
78	Понятие синус	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
79	Понятие косинуса	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
80	Тангенс и котангенс.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
81	Основное тригонометрическое	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	тождество					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
82	Тригонометрические функции числового аргумента.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
83	Применение основного тождества для решения задач.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
84	Радианная мера угла.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
85	Функция $y = \sin x$ , Функция $y = \cos x$ .	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
86	Зачет №1. Тригонометрические функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
87	Контрольная работа № 6 по теме «Тригонометрические функции»	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
88	Анализ контрольной работы.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
89	Свойства функции $y = \sin(x)$ .	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
90	График функции $y = f(kx)$ .	1			март	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
91	Свойства функции $y = f(kx)$ . Построение	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	графика функции $f(kx)$ .					
92	Функции $y = \operatorname{tg} x$ , $y = \operatorname{ctg} x$ . График, свойства.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
93	Функции $y = \operatorname{tg} x$ , $y = \operatorname{ctg} x$ . Практическая работа	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
94	Функция $y = \arcsin x$ . Функция $y = \arccos x$ .	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
95	Функция $y = \operatorname{arctg} x$ . Функция $y = \operatorname{arcctg} x$ .	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
96	Первые представления о простейших тригонометрических уравнениях.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
97	Простейшие тригонометрические уравнения.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
98	Метод замены переменной при решении тригонометрических уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
99	Метод разложения на множители при решении тригонометрических уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
100	Метод группировки, разложение на	1				<a href="http://school-">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	множители.					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
101	Метод группировки, разложение на множители.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
102	Однородные тригонометрические уравнения.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
103	Решение тригонометрических уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
104	Обобщающий урок по теме «тригонометрические уравнения». Практическая работа	1		1	апрель	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
105	Синус и косинус разности аргументов.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
106	Синус и косинус разности аргументов.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
107	Теорема сложения.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
108	Тангенс суммы и разности аргументов	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
109	Формула приведения	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>



№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
110	Формула двойного угла.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
111	Формула понижения степени для синуса и косинуса	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
112	Формула понижения степени для тангенса.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
113	Преобразование суммы разности синуса в произведение	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
114	Преобразование суммы косинусов в произведение	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
115	Преобразование суммы тангенсов, котангенсов.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
116	Преобразование произведений синусов в сумму.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
117	Теорема сложения.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
118	Преобразование произведений косинусов в сумму.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
119	Преобразование выражений.	1		1		<a href="http://school-">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	Практическая работа					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
120	Преобразование выражения $a\sin x + b\cos x$	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
121	Методы решения тригонометрических уравнений	1			май	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
122	Методы решения тригонометрических уравнений	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
123	Введение универсальной подстановки.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
124	Метод разложения на множители	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
125	Контрольная работа по теме «Преобразование тригонометрических выражений»	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
126	Действительные числа.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
127	Тригонометрические функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
128	Преобразование тригонометрических выражений	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
129	Применение тригонометрических функций при решении геометрических задач. Интегрированный с геометрией.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
130	Решение тригонометрических уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
131	Решение тригонометрических уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
132	Решение геометрических задач с применением производной. Интегрированный с геометрией	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
133	Итоговая контрольная работа.	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
134	Анализ контрольной работы	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
135	Решение простейших тригонометрических неравенств.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
136	Решение тригонометрических неравенств методом интервалов.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ		136	9	11		

## 11 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
1	Повторение по теме «Тригонометрические уравнения	1			сентябрь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
2	Повторение по теме «Производная»	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
3	Повторение по теме «Уравнение касательной». «Исследование функции»	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
4	Стартовая контрольная работа	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
5	Многочлены от одной переменной.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
6	Деление многочленов	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
7	Деление многочленов с остатком	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
8	Многочлены от нескольких переменных.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
9	Формулы сокращенного умножения для старших степеней. Бином Ньютона.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
10	Симметрические многочлены.	1		1		<a href="http://school-">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	Практическая работа					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
11	Уравнения высших степеней. Рациональные корни многочленов с целыми коэффициентами.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
12	Решение целых алгебраических уравнений. Схема Горнера. Теорема Безу	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
13	Число корней многочлена.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
14	Контрольная работа № 1.	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
15	Определение числовой последовательности.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
16	Свойства числовых последовательностей.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
17	Исследование последовательности на монотонность	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
18	Определение предела последовательности.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
19	Вычисление пределов последовательности. Сумма бесконечности геометрической прогрессии. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
20	Предел функции в точке	1			октябрь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
21	Приращение аргумента. Приращение	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	функции					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
22	Задачи, приводящие к понятию производной.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
23	Определение производной.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
24	Формулы дифференцирования.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
25	Правила дифференцирования.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
26	Применение правил дифференцирования.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
27	Понятие и вычисление производной n-го порядка. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
28	Дифференцирование сложной функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
29	Применение свойств дифференцирования к сложной функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
30	Дифференцирование обратной функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
31	Дифференцирование функций.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
32	Применение формул дифференцирования. Практическая работа	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
33	Уравнение касательной к графику функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
34	Вычисление углового коэффициента, тангенса угла	1			ноябрь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
35	Подготовка к контрольной работе.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
36	Контрольная работа №2 по теме «Производная»	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
37	Анализ контрольной работы	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
38	Исследование функций на монотонность.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
39	Отыскание точек экстремумы.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
40	Построение графиков функций с помощью производной.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
41	Построение графиков функций с помощью производной.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
42	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
43	Применение производной. Монотонность.	1				<a href="http://school-">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	Наибольший и наименьший.					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
44	Задачи на отыскание наибольших и наименьших значений величин. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
45	Задачи на отыскание наибольшего и наименьшего значения функции.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
46	Подготовка к контрольной работе.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
47	Контрольная работа №3 по теме «Применение производной»	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
48	Первообразная.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
49	Неопределенный интеграл	1			декабрь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
50	Нахождение первообразной	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
51	Определенный интеграл.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
52	Вычисление определенного интеграла	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
53	Вычисление интеграла по графику	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
54	Вычисление площади фигуры,	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>



№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	ограниченной заданными линиями					
55	Нахождение площади фигуры, ограниченной графиком функции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
56	Нахождение площади фигуры, ограниченной графиком функции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
57	Вычисление площади фигуры, ограниченной заданными линиями. Практическая работа	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
58	Вычисление определенного интеграла	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
59	Контрольная работа № 4 по теме «Певрообразная и интеграл».	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
60	Равносильность уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
61	Решение уравнений с радикалами	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
62	Упражнения в решении уравнений, содержащих радикалы	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
63	Нахождение целочисленных корней уравнений	1			январь	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
64	Общие методы решения уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
65	Метод разложения на множители	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
66	Функционально-графический способ решения уравнений. Практическая работа	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
67	Равносильность неравенств.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
68	Решение совокупности неравенств	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
69	Метод введения новой переменной	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
70	Решение неравенств.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
71	Уравнения и неравенства с модулями.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
72	Решение уравнений, содержащих знак модуля	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
73	Решение неравенств, содержащих знак модуля	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
74	Контрольная работа № 5	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
75	Анализ контрольной работы	1			февраль	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
76	Иррациональные уравнения	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
77	Неравенства с модулем.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
78	Геометрический смысл модуля	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
79	Решение иррациональных уравнений и неравенств	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
80	Уравнения с двумя переменными.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
81	Неравенства с двумя переменными. Практическая работа.	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
82	Доказательство неравенств.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
83	Доказательство неравенств с помощью производной	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
84	Метод математической индукции	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
85	Системы уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
86	Решение систем уравнений	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
87	Решение систем трех уравнений с тремя переменными	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
88	Решение задач на составление систем уравнений	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
89	Контрольная работа № 6	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
90	Анализ контрольной работы	1			март	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
91	Натуральные и целые числа	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
92	Делимость чисел. Простые, составные числа. Признаки делимости.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
93	Наибольший общий делитель и наименьшее общее кратное.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
94	Основная теорема арифметики натуральных чисел	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
95	Рациональные числа.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
96	Свойства рациональных чисел. Самостоятельная работа.	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
97	Иррациональные числа. Действия с иррациональными числами	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
98	Модуль действительного числа. Свойства	1				<a href="http://school-">http://school-</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	и геометрический смысл модуля действительного числа.					<a href="http://collection.edu.ru/">collection.edu.ru/</a>
99	Уравнения с модулем	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
100	Неравенства с модулем	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
101	Контрольная работа №7 по теме «Действительные числа»	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
102	Задачи с параметрами.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
103	Решение задач с параметрами	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
104	Задачи с параметрами.	1			апрель	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
105	Решение задач с параметрами	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
106	Задачи с параметрами.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
107	Решение задач с параметрами. Практическая работа.	1		1		<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
108	Решение неравенств с параметрами	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
109	Упражнения в решении задач с параметрами	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
110	Свойства степеней	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
111	Свойство корней	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
112	Логарифмическая функция, её свойства и график.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
113	Виды решения уравнений	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
114	Степень числа	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
115	Система уравнений и неравенств	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
116	Производная. Решение задач.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
117	Применение производной	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
118	Решение выражений с параметром	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
119	Итоговая контрольная работа	1	1			<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
120	Система уравнений.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
121	Система уравнений с параметрами.	1			май	<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
122	Система неравенств.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
123	Система неравенств с параметрами.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
124	Текстовые задачи на совместную работу.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
125	Текстовые задачи на движение.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
126	Повторение. Решение задач.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
127	Повторение. Решение задач.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
128	Решение экономических задач математическими методами.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
129	Решение экономических задач математическими методами.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
130	Решение задач на оптимизацию производства.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
131	Решение задач на оптимизацию производства. Контрольная работа.	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
132	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>
133	Повторение, обобщение, систематизация	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school-collection.edu.ru/</a>

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
	знаний					
134	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
135	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
136	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				<a href="http://school-collection.edu.ru/">http://school- collection.edu.ru/</a>
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		136	9	7		



## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

### **ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧЕНИКА**

1. Алимов Ш.А., Колягин Ю.М., Ткачёва М.В. и др. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа (базовый / углублённый) - М.: АО «Издательство «Просвещение».

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ**

1. Математика: Алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа, 10 класс. Самостоятельные работы для учащихся общеобразовательных организаций (базовый и углубленный уровни) / Л. А. Александрова под ред. А. Г. Мордковича. - 2-е изд., стер. – М: Мнемозина, 2021- 207 с.
2. Математика: Алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа, 11 класс. Самостоятельные работы для учащихся общеобразовательных организаций (базовый и углубленный уровни) / Л. А. Александрова под ред. А. Г. Мордковича.- 2-е изд., стер. – М.: Мнемозина, 2021. 213 с.

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

1. <http://school-collection.edu.ru/>
2. Библиотека ЦОК <https://m.edsoo.ru/>
3. <https://resh.edu.ru>
4. <https://edu.skysmart.ru/>
5. <https://nsportal.ru/>
6. <https://infourok.ru/>
7. <https://multiurok.ru/>

## КИМ 10- 11 класс

## Контрольная работа № 1

1. Вычислите:

а)  $\sin \frac{9\pi}{4}$ ;                      в)  $\operatorname{tg}\left(-\frac{7\pi}{6}\right)$ ;

б)  $\cos\left(-\frac{4\pi}{3}\right)$ ;                      г)  $\operatorname{ctg} \frac{5\pi}{4}$ .

2. Решите уравнения:

а)  $\sin t = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ;                      б)  $\cos t = -\frac{1}{2}$ .

3. Упростите выражение

$$\operatorname{tg} t \cdot \cos(-t) + \sin(\pi + t).$$

4. Докажите тождество

$$\frac{\operatorname{tg} t}{\operatorname{tg} t + \operatorname{ctg} t} = \sin^2 t.$$

5. Вычислите

$$4 \sin^2 120^\circ - 2 \cos 600^\circ + \sqrt{27} \operatorname{tg} 660^\circ.$$

6. Известно, что  $\sin t = \frac{3}{5}$ ,  $\frac{\pi}{2} < t < \pi$ .Вычислите:  $\cos t$ ,  $\operatorname{tg} t$ ,  $\operatorname{ctg} t$ .

## Контрольная работа № 2

1. Найдите наименьшее и наибольшее значения функ-

ции  $y = \cos x$  на отрезке  $\left[\frac{\pi}{4}, \frac{5\pi}{3}\right]$ .

2. Упростите выражения:

а)  $\cos^2(2\pi - t) + \cos^2\left(\frac{3\pi}{2} + t\right)$ ;

б)  $\frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} + t\right) \operatorname{ctg}(-t)}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - t\right)}.$

3. Решите уравнение

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} + t\right) - \sin(\pi - t) = 1.$$

4. Постройте график функции

$$y = \cos\left(x - \frac{\pi}{3}\right) + 2.$$

5. Постройте график функции

$$y = 2 \sin \frac{x}{2}.$$

6. Известно, что  $f(x) = 2x^2 + 3x - 1$ . Докажите, что

$$f(\cos x) = 3 \cos x - 2 \sin^2 x + 1.$$

### Контрольная работа № 3

Решите уравнения:

1.  $2\cos x - \sqrt{2} = 0$ .

2.  $\sin\left(\frac{x}{2} - \frac{\pi}{6}\right) = 1$ .

3.  $\cos^2 x + 2\sin x + 2 = 0$ .

4.  $6\sin^2 x = 5\sin x \cos x - \cos^2 x$ .

---

5. Решите уравнение

$$5\sin^2 x + 2\sin x \cos x - \cos^2 x = 1.$$

---

6. Найдите корни уравнения  $\sin 3x + \cos 3x = 0$ , принадлежащие отрезку  $[0, 6]$ .

### Контрольная работа № 4

1. Найдите значения выражений:

а)  $\sin \frac{5\pi}{14} \cos \frac{\pi}{7} + \cos \frac{5\pi}{14} \sin \frac{\pi}{7}$ .

б)  $\cos 78^\circ \cos 18^\circ + \sin 78^\circ \sin 18^\circ$ .

2. Упростите выражения:

а)  $\sin \alpha \cos \beta - \sin (\alpha - \beta)$ ;

б)  $\cos\left(\frac{\pi}{3} + x\right) + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin x$ .

3. Докажите тождество

$$\cos (\alpha + \beta) - \cos (\alpha - \beta) = -2 \sin \alpha \sin \beta.$$

4. Решите уравнение

$$\cos 4x \cos x + \sin 4x \sin x = 0.$$

---

5. Зная, что  $\sin \alpha = \frac{4}{5}$ ,  $\frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$ , найдите  $\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + \alpha\right)$ .

## Контрольная работа № 5

1. Упростите выражение

$$\frac{\cos 2t}{\cos t - \sin t} - \sin t.$$

2. Решите уравнение

$$\cos 6x = \cos 4x.$$

3. Докажите тождество

$$2 \sin^2 (45^\circ - 3t) + \sin 6t = 1.$$

4. Вычислите

$$\sin 84^\circ + \cos 234^\circ - \sin 24^\circ.$$

---

5. Решите уравнение

$$\sin x - \sqrt{3} \cos x = 1.$$

---

6. Решите уравнение

$$2\cos^2 2x + \cos 2x + \cos 6x = 1.$$

## Контрольная работа № 6

1. Найдите производные функций:

а)  $y = x^7$ ;      г)  $y = 4x + 5$ ;

б)  $y = 5$ ;      д)  $y = \sin x + \frac{\sqrt{x}}{2}$ .

в)  $y = -\frac{6}{x}$ ;

2. Найдите производные функций:

а)  $y = \frac{\cos x}{x}$ ;      в)  $y = (3x - 4)^6$ .

б)  $y = x \operatorname{tg} x$ ;

3. Вычислите  $f'\left(\frac{\pi}{3}\right)$ , если  $f(x) = 1,5x^2 + 6\sin x - \pi x + 4$ .

4. Прямолинейное движение точки описывается законом  $s = t^6 - 4t^4$  (м). Найдите ее скорость в момент времени  $t = 2$  с.

---

5. Найдите все значения  $x$ , при которых выполняется неравенство  $f'(x) \geq 0$ , если  $f(x) = 7,5x^2 - x^3$ .

## Контрольная работа № 7

1. Дана функция  $y = 0,25x^4 - 2x^2$ . Найдите:
- а) промежутки возрастания и убывания функции;
  - б) точки экстремума;
  - в) наибольшее и наименьшее значения функции на отрезке  $[-3, 1]$ .

2. Постройте график функции

$$y = 0,25x^4 - 2x^2.$$

3. Составьте уравнение касательной к графику функции  $y = \frac{9}{x}$  в точке  $x = 3$ .

- 
4. Длина, ширина и высота прямоугольного параллелепипеда с квадратным основанием составляют в сумме 36 см. Чему равен наибольший объем такого параллелепипеда?
- 

5. Постройте график функции

$$y = \frac{4x}{x^2 + 1}.$$

## Контрольная работа № 8

1. Докажите, что  $F(x) = x^6 - 2\cos x$  является первообразной для  $f(x) = 6x^5 + 2\sin x$ .

2. Найдите неопределенный интеграл

$$\int \left( \frac{5}{x^2} - 4\sin x \right) dx.$$

3. Вычислите интегралы:

$$\text{а) } \int_0^1 x^{10} dx \qquad \text{б) } \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3\pi}{2}} \cos \frac{x}{2} dx$$

4. Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями:

$$y = 1 - x^2, \quad y = 0.$$

- 
5. Вычислите площадь фигуры, ограниченной графиком функции  $y = x^3 - 3$ , касательной к этому графику в точке с абсциссой  $x = 1$  и прямой  $x = 0$ ; фигура расположена в правой координатной полуплоскости.

## Контрольная работа № 9

1. Вычислите:

$$\text{а) } \sqrt{0,81} + \sqrt[3]{-4\frac{12}{125}} + \sqrt[4]{16}; \quad \text{б) } \sqrt[4]{3^5 \cdot 7^3} \cdot \sqrt[3]{3^3 \cdot 7}.$$

2. Упростите выражение

$$\left(\sqrt[4]{x} + 3\sqrt[4]{y}\right)^2 - 6\sqrt[8]{x^5 y^7} : \sqrt[8]{x^3 y^5}.$$

3. Постройте и прочитайте график функции

$$y = \sqrt[3]{x+2} + 1.$$

4. Решите уравнение

$$\sqrt[4]{x} = 2x - 1.$$

5. Вычислите значение выражения

$$\sqrt[4]{81y^4} - \sqrt[5]{32y^5} + \sqrt{16y^2} \text{ при } y = -\frac{2}{9}.$$

6. Решите уравнение

$$4 + \sqrt[5]{64y^2} = \sqrt[5]{128y^4}.$$

## Контрольная работа № 10

1. Вычислите:

$$\begin{array}{ll} \text{а) } 4^{-2}; & \text{в) } 27^{\frac{1}{3}} - 25^{\frac{1}{5}}; \\ \text{б) } \left(\frac{1}{5}\right)^{-1}; & \text{г) } \left(1 - 2^{\frac{4}{3}}\right) \left(1 + 2^{\frac{4}{3}} + 2^{\frac{8}{3}}\right). \end{array}$$

2. Упростите выражения:

$$\text{а) } \left(\sqrt[3]{a^4}\right)^{-1,25}; \quad \text{б) } a^{\frac{5}{4}} \cdot \sqrt[8]{a^3}.$$

3. Составьте уравнение касательной к графику функции

$$y = x^{-\frac{1}{3}} \text{ в точке } x = \frac{1}{8}.$$

4. Вычислите площадь фигуры, ограниченной линиями:

$$y = \frac{1}{x^4}, \quad x = 1, \quad x = 2, \quad y = 0.$$

5. Упростите выражение

$$\left(\frac{4}{b - 4b^{0,5}} - \frac{b^{1,5}}{b^2 - 16b}\right) \cdot \frac{b^{0,5}}{b^{0,5} + 4}.$$

## Контрольная работа № 11

1. Постройте графики функций:

а)  $y = 3^{x-4}$ ;      б)  $y = \log_{\frac{1}{3}} x + 3$ .

2. Решите уравнение

$$2^{x+5} - 2^x = 62.$$

3. Решите неравенство

$$\left(\frac{3}{5}\right)^{3x^2-1} \geq \left(\frac{9}{25}\right)^{13}.$$

4. Вычислите  $\log_3 81\sqrt[4]{3}$ .

---

5. Решите уравнение

$$8 \cdot 2^{2x-1} - 28 \cdot 2^{x-3} = 0,5.$$

---

6. Решите неравенство

$$9 \cdot 6^x + 8 \cdot 18^x > 54^x.$$

## Контрольная работа № 12

1. Решите уравнения:

а)  $\log_4 (x+1) + \log_4 (x+1)^2 = 3$ ;  
б)  $5 + \lg^2 x = -4 \lg x$ .

2. Решите неравенство

$$\log_{\frac{2}{3}} (2-5x) < -2.$$

3. Найдите точки экстремума функции  $y = x \cdot e^{-x}$ .

---

4. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} \log_2 (x+y) + 2\log_4 (x-y) = 5, \\ 3^{1+2\log_3 (x-y)} = 48. \end{cases}$$

---

5. Составьте уравнение той касательной к графику функции  $y = \ln ex$ , которая проходит через начало координат.

Контрольная работа № 13

1. Решите уравнения:

а)  $\sqrt{8x+1} - \sqrt{3+x} = \sqrt{3x-2}$ ;

б)  $4\left(\cos^2 \frac{x}{3} + \sin \frac{x}{3}\right) = 1$ .

2. Решите неравенство

$$\log_3(5-2x) - \log_3(25-x) > \log_3(x+5) - 2.$$

---

3. Решите неравенство

$$18 - 2x^2 \geq |x^2 + 3x|.$$

---

4. Решите неравенство

$$(x^2 + 6x + 8) \log_{\frac{1}{4}} \left( 3 + \sin^2 \frac{\pi x}{6} \right) \geq 1.$$