

2.1.4. МАТЕМАТИКА (углубленный уровень)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа по учебному предмету «Математика» углублённого уровня для обучающихся 10—11 классов разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, с учётом современных мировых требований, предъявляемых к математическому образованию, и традиций российского образования. Реализация программы обеспечивает овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу для саморазвития и непрерывного образования, целостность общекультурного, личностного и познавательного развития личности обучающихся.

В программе по математике учтены идеи и положения концепции развития математического образования в Российской Федерации. Математическое образование должно решать задачу обеспечения необходимого стране числа обучающихся, математическая подготовка которых была бы достаточна для продолжения образования по различным направлениям, включая преподавание математики, математические исследования, работу в сфере информационных технологий и других, а также обеспечения для каждого обучающегося возможности достижения математической подготовки в соответствии с необходимым ему уровнем. На решение этих задач нацелена программа по математике углубленного уровня.

ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «МАТЕМАТИКА»

Приоритетными целями обучения математике в 10—11 классах на углублённом уровне продолжают оставаться:

формирование центральных математических понятий (число, величина, геометрическая фигура, переменная, вероятность, функция, производная, интеграл), обеспечивающих преемственность и перспективность математического образования обучающихся;

подведение учащихся на доступном для них уровне к осознанию взаимосвязи математики и окружающего мира, пониманию математики как части общей культуры человечества;

развитие интеллектуальных и творческих способностей учащихся, познавательной активности, исследовательских умений, критичности мышления, интереса к изучению математики;

формирование функциональной математической грамотно-сто: умения распознавать математические аспекты в реальных жизненных ситуациях и при изучении других учебных предметов, проявления зависимостей и закономерностей, формулировать

их на языке математики и создавать математические модели, применять освоенный математический аппарат для решения практико-ориентированных задач, интерпретировать и оценивать полученные результаты.

Основные линии содержания курса математики в 10—11 классах углублённого уровня: «Числа и вычисления», «Алгебра» («Алгебраические выражения», «Уравнения и неравенства»), «Начала математического анализа», «Геометрия» («Геометрические фигуры и их свойства», «Измерение геометрических величин»), «Вероятность и статистика». Данные линии развиваются параллельно, каждая в соответствии с собственной логикой, однако не независимо одна от другой, а в тесном контакте и взаимодействии. Кроме этого, их объединяет логическая составляющая, традиционно присущая математике и пронизывающая все математические курсы и содержательные линии. Сформулированное в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования требование «умение оперировать понятиями: определение, аксиома, теорема, следствие, свойство, признак, доказательство, равносильные формулировки; умение формулировать обратное и противоположное утверждение, приводить примеры и контрпримеры, использовать метод математической индукции; проводить доказательные рассуждения при решении задач, оценивать логическую правильность рассуждений» относится ко всем курсам, а формирование логических умений распределяется по всем годам обучения на уровне среднего общего образования.

МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «МАТЕМАТИКА» В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования математика является обязательным предметом на данном уровне образования. Настоящей рабочей программой предусматривается изучение учебного предмета «Математика» в рамках трёх учебных курсов: «Алгебра», «Геометрия», «Вероятность и статистика». Формирование логических умений осуществляется на протяжении всех лет обучения в старшей школе, а элементы логики включаются в содержание всех названных выше курсов.

В учебном плане на изучение математики в 10—11 классах на углублённом уровне отводится 8 учебных часов в неделю в течение каждого года обучения, всего 544 учебных часа.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «МАТЕМАТИКА»

Освоение учебного предмета «Математика» должно обеспечивать достижение на уровне среднего общего образования следующих личностных, метапредметных и

предметных образовательных результатов:

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Личностные результаты освоения программы учебного предмета «Математика» характеризуются:

Гражданское воспитание:

сформированностью гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества, представлением о математических основах функционирования различных структур, явлений, процедур гражданского общества (выборы, опросы и пр.), умением взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением.

Патриотическое воспитание:

сформированностью российской гражданской идентичности, уважения к прошлому и настоящему российской математики, ценностным отношением к достижениям российских математиков и российской математической школы, к использованию этих достижений в других науках, технологиях, сферах экономики.

Духовно-нравственное воспитание:

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

Эстетическое воспитание:

эстетическим отношением к миру, включая эстетику математических закономерностей, объектов, задач, решений, рассуждений; восприимчивостью к математическим аспектам различных видов искусства.

Физическое воспитание:

сформированностью умения применять математические знания в интересах здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью (здоровое питание, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность); физического совершенствования при занятиях спортивно-оздоровительной деятельностью.

Трудовое воспитание:

готовностью к труду, осознанием ценности трудолюбия; интересом к различным сферам профессиональной деятельности, связанным с математикой и её приложениями, умением совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы; готовностью и способностью к математическому образованию и

самообразованию на протяжении всей жизни; готовностью к активному участию в решении практических задач математической направленности.

Экологическое воспитание:

сформированностью экологической культуры, пониманием влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, осознанием глобального характера экологических проблем; ориентацией на применение математических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды.

Ценности научного познания:

сформированностью мировоззрения, соответствующего со-временному уровню развития науки и общественной практики, пониманием математической науки как сферы человеческой деятельности, этапов её развития и значимости для развития цивилизации; овладением языком математики и математической культурой как средством познания мира; готовностью осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Метапредметные результаты освоения программы учебного предмета «Математика» характеризуются овладением универсальными познавательными действиями, универсальными коммуникативными действиями, универсальными регулятивными действиями.

1) Универсальные познавательные действия, обеспечивают формирование базовых когнитивных процессов обучающихся (освоение методов познания окружающего мира; применение логических, исследовательских операций, умений работать с информацией) .

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.

2) Универсальные коммуникативные действия, обеспечивают сформированность социальных навыков обучающихся.

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.

Сотрудничество:

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 т.п.); выполнять свою часть работы и координировать свои действия с другими членами команды; оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, сформулированным участниками взаимодействия.

3) Универсальные регулятивные действия, обеспечивают формирование смысловых установок и жизненных навыков личности.

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:

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 не достижения результатов деятельности, находить ошибку, давать оценку приобретённому опыту.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Предметные результаты освоения рабочей программы по математике представлены по годам обучения в рамках отдельных курсов в соответствующих разделах

настоящей Программы.

2.1.4.1 Алгебра и начала математического анализа (углубленный уровень)

ЦЕЛИ ИЗУЧЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА

Курс «Алгебра» является одним из наиболее значимых в программе старшей школы, поскольку, с одной стороны, он обеспечивает инструментальную базу для изучения всех естественнонаучных курсов, а с другой стороны, формирует логическое и абстрактное мышление учащихся на уровне, необходимом для освоения информатики, обществознания, истории, словесности и других дисциплин. В рамках данного курса учащиеся овладевают универсальным языком современной науки, которая формулирует свои достижения в математической форме.

Курс алгебры 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 тоже 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.

МЕСТО УЧЕБНОГО КУРСА В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Согласно учебному плану в 10—11 классах изучается учебный курс «Алгебра», который включает в себя следующие основные разделы содержания: «Числа и вычисления», «Уравнения и неравенства», «Функции и графики», «Начала математического анализа», «Множества и логика».

В учебном плане на изучение углублённого курса алгебры и начал математического анализа в 10—11 классах отводится 4 учебных часа в неделю в течение каждого года обучения, всего за два года обучения — 272 учебных часов.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА (ПО ГОДАМ ОБУЧЕНИЯ)

10 КЛАСС

Числа и вычисления

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

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

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

Арифметический корень натуральной степени и его свойства. Степень с рациональным показателем и её свойства; степень с действительным показателем.

Логарифм числа. Свойства логарифма. Десятичные и натуральные логарифмы.

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

Уравнения и неравенства

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

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

Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни.

Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений

Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений.

Преобразование выражений, содержащих логарифмы. Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений.

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

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

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

Функции и графики

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

Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знак постоянства. 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, НОД и 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 ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ КУРСА (ПО ГОДАМ ОБУЧЕНИЯ)

Освоение учебного курса «Алгебра» на уровне среднего общего образования должно обеспечивать достижение следующих предметных образовательных результатов:

10 КЛАСС

Числа и вычисления

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

Применять дроби и проценты для решения прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни.

Применять приближённые вычисления, правила округления, прикидку и оценку результата вычислений.

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

Свободно оперировать понятием: арифметический корень натуральной степени.

Свободно оперировать понятием: степень с рациональным показателем.

Свободно оперировать понятиями: логарифм числа; десятичные и натуральные логарифмы.

Свободно оперировать понятиями: синус, косинус, тангенс, котангенс числового аргумента.

Оперировать понятиями: арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента.

Уравнения и неравенства

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

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

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

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

Использовать свойства действий с корнями для преобразования выражений.

Выполнять преобразования числовых выражений, содержащих степени с рациональным показателем.

Использовать свойства логарифмов для преобразования логарифмических выражений

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

Применять основные тригонометрические формулы для преобразования тригонометрических выражений.

Свободно оперировать понятием: тригонометрическое уравнение; применять необходимые формулы для решения основных типов тригонометрических уравнений.

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

Функции и графики

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

Свободно оперировать понятиями: область определения и множество значений функции, нули функции, промежутки знак постоянства.

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.

11 КЛАСС

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.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН 10 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Конт рольн ые работ ы	Практ ическ ие работ ы	
Раздел 1.					
1.1	Множество действительных чисел. Многочлены. Рациональные уравнения и неравенства. Системы линейных уравнений	24	1		Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		24			
Раздел 2.					
2.1	Функции и графики. Степенная функция с целым показателем	12	1		Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		12			

Раздел 3.					
3.1	Арифметический корень n-ой степени. Иррациональные уравнения	15	1		Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		15			
Раздел 4.					
4.1	Показательная функция. Показательные уравнения	10	1		Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		10			
Раздел 5.					
5.1	Логарифмическая функция. Логарифмические уравнения	18	1		Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		18			
Раздел 6.					
6.1	Тригонометрические выражения и уравнения	22	1	1	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		22			
Раздел 7.					
7.1	Последовательности и прогрессии	10	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		10			
Раздел 8.					
8.1	Непрерывные функции. Производная	20	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		20			
Раздел 9.					
9.1	Повторение, обобщение, систематизация знаний	5	2	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		1			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		136	10	7	

11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	

Раздел 1.					
1.1	Исследование функций с помощью производной	22	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		22			
Раздел 2.					
2.1	Первообразная и интеграл	12	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		12			
Раздел 3.					
3.1	Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства	14	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		16			
Раздел 4.					
4.1	Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства	24	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		24			
Раздел 5.					
5.1	Комплексные числа	10	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		10			
Раздел 6.					
6.1	Натуральные и целые числа	10	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		10			
Раздел 7.					
7.1	Системы рациональных, иррациональных показательных и логарифмических уравнений	12	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		12			
Раздел 8.					
8.1	Задачи с параметрами	16	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		16			

Раздел 9.					
9.1	Повторение, обобщение, систематизация знаний	16	2	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		16			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		136	10	8	

Поурочное планирование 10 класс.

№ урока	Тема урока
1.	Множество, операции над множествами и их свойства
2.	Диаграммы Эйлера-Венна
3.	Применение теоретико-множественного аппарата для решения задач
4.	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби
5.	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби
6.	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач
7.	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач
8.	Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа
9.	Арифметические операции с действительными числами
10.	Модуль действительного числа и его свойства
11.	Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений
12.	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств
13.	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств
14.	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств
15.	Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу
16.	Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема Виета
17.	Решение систем линейных уравнений
18.	Решение систем линейных уравнений
19.	Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы 2×2 , его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения
20.	Определитель матрицы 2×2 , его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения
21.	Применение определителя для решения системы линейных уравнений
22.	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений
23.	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений
24.	Контрольная работа: "Рациональные уравнения и неравенства. Системы линейных уравнений"
25.	Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция

	функций
26.	График функции. Элементарные преобразования графиков функций
27.	Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знак постоянства
28.	Чётные и нечётные функции. Периодические функции. Промежутки монотонности функции
29.	Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке
30.	Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции
31.	Элементарное исследование и построение графиков этих функций
32.	Элементарное исследование и построение графиков этих функций
33.	Степень с целым показателем. Бином Ньютона
34.	Степень с целым показателем. Бином Ньютона
35.	Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график
36.	Контрольная работа: "Степенная функция. Её свойства и график"
37.	Арифметический корень натуральной степени и его свойства
38.	Арифметический корень натуральной степени и его свойства
39.	Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни
40.	Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни
41.	Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни
42.	Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений
43.	Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений
44.	Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений
45.	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений
46.	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений
47.	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений
48.	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений
49.	Свойства и график корня n -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем
50.	Свойства и график корня n -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем
51.	Контрольная работа: "Свойства и график корня n -ой степени. Иррациональные уравнения"
52.	Степень с рациональным показателем и её свойства
53.	Степень с рациональным показателем и её свойства
54.	Степень с рациональным показателем и её свойства
55.	Показательная функция, её свойства и график
56.	Использование графика функции для решения уравнений
57.	Использование графика функции для решения уравнений
58.	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений
59.	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений

60.	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений
61.	Контрольная работа: "Показательная функция. Показательные уравнения"
62.	Логарифм числа. Свойства логарифма
63.	Логарифм числа. Свойства логарифма
64.	Логарифм числа. Свойства логарифма
65.	Десятичные и натуральные логарифмы
66.	Десятичные и натуральные логарифмы
67.	Преобразование выражений, содержащих логарифмы
68.	Преобразование выражений, содержащих логарифмы
69.	Преобразование выражений, содержащих логарифмы
70.	Логарифмическая функция, её свойства и график
71.	Логарифмическая функция, её свойства и график
72.	Использование графика функции для решения уравнений
73.	Использование графика функции для решения уравнений
74.	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений
75.	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений
76.	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений
77.	Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений
78.	Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений
79.	Контрольная работа: "Логарифмическая функция. Логарифмические уравнения"
80.	Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента
81.	Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента
82.	Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента
83.	Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента
84.	Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента
85.	Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента
86.	Основные тригонометрические формулы
87.	Основные тригонометрические формулы
88.	Основные тригонометрические формулы
89.	Основные тригонометрические формулы
90.	Преобразование тригонометрических выражений
91.	Преобразование тригонометрических выражений
92.	Преобразование тригонометрических выражений
93.	Преобразование тригонометрических выражений
94.	Решение тригонометрических уравнений
95.	Решение тригонометрических уравнений
96.	Решение тригонометрических уравнений
97.	Решение тригонометрических уравнений
98.	Решение тригонометрических уравнений

99.	Решение тригонометрических уравнений
100.	Решение тригонометрических уравнений
101.	Контрольная работа: "Тригонометрические выражения и тригонометрические уравнения"
102.	Последовательности, способы задания последовательностей. Метод математической индукции
103.	Монотонные и ограниченные последовательности. История анализа бесконечно малых
104.	Арифметическая прогрессия
105.	Геометрическая прогрессия
106.	Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия
107.	Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии
108.	Линейный и экспоненциальный рост. Число e . Формула сложных процентов
109.	Линейный и экспоненциальный рост. Число e . Формула сложных процентов
110.	Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера
111.	Контрольная работа: "Последовательности и прогрессии"
112.	Непрерывные функции и их свойства
113.	Точка разрыва. Асимптоты графиков функций
114.	Свойства функций непрерывных на отрезке
115.	Свойства функций непрерывных на отрезке
116.	Метод интервалов для решения неравенств
117.	Метод интервалов для решения неравенств
118.	Метод интервалов для решения неравенств
119.	Применение свойств непрерывных функций для решения задач
120.	Применение свойств непрерывных функций для решения задач
121.	Первая и вторая производные функции
122.	Определение, геометрический смысл производной
123.	Определение, физический смысл производной
124.	Уравнение касательной к графику функции
125.	Уравнение касательной к графику функции
126.	Производные элементарных функций
127.	Производные элементарных функций
128.	Производная суммы, произведения, частного и композиции функций
129.	Производная суммы, произведения, частного и композиции функций
130.	Производная суммы, произведения, частного и композиции функций
131.	Контрольная работа: "Производная"
132.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"
133.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"
134.	Итоговая контрольная работа
135.	Итоговая контрольная работа
136.	Повторение, обобщение, систематизация знаний

Поурочное планирование 11 класс.

N	Тема урока
---	------------

урока	
1.	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы
2.	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы
3.	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы
4.	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы
5.	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы
6.	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы
7.	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке
8.	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке
9.	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке
10.	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке
11.	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке
12.	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке
13.	Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах
14.	Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах
15.	Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком
16.	Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком
17.	Композиция функций
18.	Композиция функций
19.	Композиция функций
20.	Геометрические образы уравнений на координатной плоскости
21.	Геометрические образы уравнений на координатной плоскости
22.	Контрольная работа: "Исследование функций с помощью производной"
23.	Первообразная, основное свойство первообразных
24.	Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных
25.	Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных
26.	Интеграл. Геометрический смысл интеграла
27.	Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница
28.	Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница
29.	Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур
30.	Применение интеграла для нахождения объёмов геометрических тел
31.	Примеры решений дифференциальных уравнений
32.	Примеры решений дифференциальных уравнений
33.	Математическое моделирование реальных процессов с помощью

	дифференциальных уравнений
34.	Контрольная работа: "Первообразная и интеграл"
35.	Тригонометрические функции, их свойства и графики
36.	Тригонометрические функции, их свойства и графики
37.	Тригонометрические функции, их свойства и графики
38.	Тригонометрические функции, их свойства и графики
39.	Тригонометрические функции, их свойства и графики
40.	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности
41.	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности
42.	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности
43.	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности
44.	Решение тригонометрических неравенств
45.	Решение тригонометрических неравенств
46.	Решение тригонометрических неравенств
47.	Решение тригонометрических неравенств
48.	Контрольная работа: "Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства"
49.	Основные методы решения показательных неравенств
50.	Основные методы решения показательных неравенств
51.	Основные методы решения показательных неравенств
52.	Основные методы решения показательных неравенств
53.	Основные методы решения логарифмических неравенств
54.	Основные методы решения логарифмических неравенств
55.	Основные методы решения логарифмических неравенств
56.	Основные методы решения логарифмических неравенств
57.	Основные методы решения иррациональных неравенств
58.	Основные методы решения иррациональных неравенств
59.	Основные методы решения иррациональных неравенств
60.	Основные методы решения иррациональных неравенств
61.	Графические методы решения иррациональных уравнений
62.	Графические методы решения иррациональных уравнений
63.	Графические методы решения показательных уравнений
64.	Графические методы решения показательных неравенств
65.	Графические методы решения логарифмических уравнений
66.	Графические методы решения логарифмических неравенств
67.	Графические методы решения логарифмических неравенств
68.	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений
69.	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений
70.	Графические методы решения показательных и логарифмических неравенств
71.	Графические методы решения показательных и логарифмических неравенств

72.	Контрольная работа: "Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства"
73.	Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа
74.	Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа
75.	Арифметические операции с комплексными числами
76.	Арифметические операции с комплексными числами
77.	Изображение комплексных чисел на координатной плоскости
78.	Изображение комплексных чисел на координатной плоскости
79.	Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа
80.	Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа
81.	Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач
82.	Контрольная работа: "Комплексные числа"
83.	Натуральные и целые числа
84.	Натуральные и целые числа
85.	Применение признаков делимости целых чисел
86.	Применение признаков делимости целых чисел
87.	Применение признаков делимости целых чисел: НОД и НОК
88.	Применение признаков делимости целых чисел: НОД и НОК
89.	Применение признаков делимости целых чисел: остатки по модулю
90.	Применение признаков делимости целых чисел: остатки по модулю
91.	Применение признаков делимости целых чисел: алгоритм Евклида для решения задач в целых числах
92.	Контрольная работа: "Теория целых чисел"
93.	Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия
94.	Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия
95.	Основные методы решения систем и совокупностей рациональных уравнений
96.	Основные методы решения систем и совокупностей иррациональных уравнений
97.	Основные методы решения систем и совокупностей показательных уравнений
98.	Основные методы решения систем и совокупностей показательных уравнений
99.	Основные методы решения систем и совокупностей логарифмических уравнений
100.	Основные методы решения систем и совокупностей логарифмических уравнений
101.	Применение систем к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов
102.	Применение систем к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов
103.	Применение неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов
104.	Контрольная работа: "Системы рациональных, иррациональных показательных и логарифмических уравнений"
105.	Рациональные уравнения с параметрами
106.	Рациональные неравенства с параметрами
107.	Рациональные системы с параметрами

108.	Иррациональные уравнения, неравенства с параметрами
109.	Иррациональные системы с параметрами
110.	Показательные уравнения, неравенства с параметрами
111.	Показательные системы с параметрами
112.	Логарифмические уравнения, неравенства с параметрами
113.	Логарифмические системы с параметрами
114.	Тригонометрические уравнения с параметрами
115.	Тригонометрические неравенства с параметрами
116.	Тригонометрические системы с параметрами
117.	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью уравнений с параметрами
118.	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью систем уравнений с параметрами
119.	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью систем уравнений с параметрами
120.	Контрольная работа: "Задачи с параметрами"
121.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"
122.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"
123.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения. Системы уравнений"
124.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"
125.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"
126.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"
127.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"
128.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"
129.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"
130.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Интеграл и его применение"
131.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"
132.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"
133.	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"
134.	Итоговая контрольная работа
135.	Итоговая контрольная работа
136.	Повторение, обобщение, систематизация знаний

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

10 КЛАСС

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Числа и вычисления
1.1	Оперировать понятиями: рациональное и действительное число, обыкновенная и десятичная дробь, проценты
1.2	Выполнять арифметические операции с рациональными и действительными числами

1.3	Выполнять приближённые вычисления, используя правила округления, делать прикидку и оценку результата вычислений
1.4	Оперировать понятиями: степень с целым показателем, стандартная форма записи действительного числа, корень натуральной степени; использовать подходящую форму записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных
1.5	Оперировать понятиями: синус, косинус и тангенс произвольного угла; использовать запись произвольного угла через обратные тригонометрические функции
2	Уравнения и неравенства
2.1	Оперировать понятиями: тождество, уравнение, неравенство, целое, рациональное, иррациональное уравнение, неравенство, тригонометрическое уравнение
2.2	Выполнять преобразования тригонометрических выражений и решать тригонометрические уравнения
2.3	Выполнять преобразования целых, рациональных и иррациональных выражений и решать основные типы целых, рациональных и иррациональных уравнений и неравенств
2.4	Применять уравнения и неравенства для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни
2.5	Моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры
3	Функции и графики
3.1	Оперировать понятиями: функция, способы задания функции, область определения и множество значений функции, график функции, взаимно обратные функции
3.2	Оперировать понятиями: чётность и нечётность функции, нули функции, промежутки знакопостоянства
3.3	Использовать графики функций для решения уравнений
3.4	Строить и читать графики линейной функции, квадратичной функции, степенной функции с целым показателем
3.5	Использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни, выражать формулами зависимости между величинами
4	Начала математического анализа
4.1	Оперировать понятиями: последовательность, арифметическая и геометрическая прогрессии
4.2	Оперировать понятиями: бесконечно убывающая геометрическая прогрессия, сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии
4.3	Задавать последовательности различными способами
4.4	Использовать свойства последовательностей и прогрессий для решения реальных задач прикладного характера
5	Множества и логика
5.1	Оперировать понятиями: множество, операции над множествами
5.2	Использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов

5.3	Оперировать понятиями: определение, теорема, следствие, доказательство
-----	--

11 КЛАСС

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Числа и вычисления
1.1	Оперировать понятиями: натуральное, целое число; использовать признаки делимости целых чисел, разложение числа на простые множители для решения задач
1.2	Оперировать понятием: степень с рациональным показателем
1.3	Оперировать понятиями: логарифм числа, десятичные и натуральные логарифмы
2	Уравнения и неравенства
2.1	Применять свойства степени для преобразования выражений, оперировать понятиями: показательное уравнение и неравенство; решать основные типы показательных уравнений и неравенств
2.2	Выполнять преобразования выражений, содержащих логарифмы; оперировать понятиями: логарифмическое уравнение и неравенство; решать основные типы логарифмических уравнений и неравенств
2.3	Находить решения простейших тригонометрических неравенств
2.4	Оперировать понятиями: система линейных уравнений и её решение; использовать систему линейных уравнений для решения практических задач
2.5	Находить решения простейших систем и совокупностей рациональных уравнений и неравенств
2.6	Моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства и системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры
3	Функции и графики
3.1	Оперировать понятиями: периодическая функция, промежутки монотонности функции, точки экстремума функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке; использовать их для исследования функции, заданной графиком
3.2	Оперировать понятиями: графики показательной, логарифмической и тригонометрических функций; изображать их на координатной плоскости и использовать для решения уравнений и неравенств
3.3	Изображать на координатной плоскости графики линейных уравнений и использовать их для решения системы линейных уравнений
3.4	Использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей из других учебных дисциплин
4	Начала математического анализа
4.1	Оперировать понятиями: непрерывная функция, производная функции; использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач
4.2	Находить производные элементарных функций, вычислять производные

	суммы, произведения, частного функций
4.3	Использовать производную для исследования функции на монотонность и экстремумы, применять результаты исследования к построению графиков
4.4	Использовать производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах
4.5	Оперировать понятиями: первообразная и интеграл; понимать геометрический и физический смысл интеграла
4.6	Находить первообразные элементарных функций, вычислять интеграл по формуле Ньютона – Лейбница
4.7	Решать прикладные задачи, в том числе социально-экономического и физического характера, средствами математического анализа

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ

10 КЛАСС

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

3.2	Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции
3.3	Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня n -ой степени
3.4	Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента
4	Начала математического анализа
4.1	Последовательности, способы задания последовательностей. Монотонные последовательности
4.2	Арифметическая и геометрическая прогрессии. Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии. Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера
5	Множества и логика
5.1	Множество, операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна. Применение теоретико-множественного аппарата для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов
5.2	Определение, теорема, следствие, доказательство

11 КЛАСС

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

	жизни
4	Начала математического анализа
4.1	Непрерывные функции. Метод интервалов для решения неравенств
4.2	Производная функции. Геометрический и физический смысл производной
4.3	Производные элементарных функций. Формулы нахождения производной суммы, произведения и частного функций
4.4	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке
4.5	Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах, для определения скорости процесса, заданного формулой или графиком
4.6	Первообразная. Таблица первообразных
4.7	Интеграл, его геометрический и физический смысл. Вычисление интеграла по формуле Ньютона – Лейбница

2.1.4.2 Геометрия (углубленный уровень)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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

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

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

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

формирование представления о пространственных фигурах как о важнейших математических моделях, позволяющих описывать и изучать разные явления окружающего

мира; знание понятийного аппарата по разделу «Стереометрия» школьного курса геометрии;

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

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

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

формирование умения владеть методами доказательств и алгоритмов решения; умения их применять, проводить доказательные рассуждения в ходе решения стереометрических задач и задач с практическим содержанием; формирование представления о необходимости доказательств при обосновании математических утверждений и роли аксиоматики в проведении дедуктивных рассуждений;

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

формирование функциональной грамотности, релевантной геометрии: умения распознавать проявления геометрических понятий, объектов и закономерностей в реальных жизненных ситуациях и при изучении других учебных предметов, проявления зависимостей и закономерностей, моделирования реальных ситуаций,

исследования построенных моделей, интерпретации полученных результатов. Основные содержательные линии курса «Геометрии» в 10—11 классах: «Прямые и плоскости в пространстве», «Многогранники», «Тела вращения», «Векторы и координаты в пространстве», «Движения в пространстве».

Сформулированное в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования требование «уметь оперировать понятиями», релевантных геометрии на углублённом уровне обучения в 10—11 классах, относится ко всем содержательным линиям учебного курса, а формирование логических умений распределяется не только по содержательным линиям, но и по годам обучения. Содержание образования, соответствующее предметным результатам освоения рабочей программы, распределённым по годам обучения, структурировано таким образом, чтобы ко всем основным, принципиальным вопросам обучающиеся обращались неоднократно. Это позволяет организовать овладение геометрическими понятиями и

навыками последовательно и поступательно, с соблюдением принципа преемственности, а новые знания включать в общую систему геометрических представлений обучающихся, расширяя и углубляя её, образуя прочные множественные связи.

Переход к изучению геометрии на углублённом уровне позволяет:

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

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

МЕСТО УЧЕБНОГО КУРСА В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

В учебном плане на изучение углублённого курса геометрии в 10—11 классах отводится 3 учебных часа в неделю в течение каждого года обучения, всего за два года обучения — 204 учебных часа.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА (ПО ГОДАМ ОБУЧЕНИЯ)

10 КЛАСС

Прямые и плоскости в пространстве

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

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

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

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

Многогранники

Виды многогранников; развёртка многогранника. Призма: n -угольная призма; прямая и наклонная призмы; боковая и полная поверхность призмы. Параллелепипед, прямоугольный параллелепипед и его свойства. Кратчайшие пути на поверхности многогранника. Теорема Эйлера. Пространственная теорема Пифагора. Пирамида: n -угольная пирамида; правильная и усечённая пирамиды. Свойства рёбер и боковых граней правильной пирамиды. Правильные многогранники: правильная призма и правильная пирамида; правильная треугольная пирамида и правильный тетраэдр; куб. Представление о правильных многогранниках: октаэдр, додекаэдр и икосаэдр.

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

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

Векторы и координаты в пространстве

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

11 КЛАСС.

Тела вращения

Понятия: цилиндрическая поверхность, коническая поверхность, сферическая поверхность, образующие поверхностей. Тела вращения: цилиндр, конус, усечённый конус, сфера, шар. Взаимное расположение сферы и плоскости; касательная плоскость к

сфере. Изображение тел вращения на плоскости. Развёртка цилиндра и конуса. Симметрия сферы и шара.

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

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

Площадь поверхности цилиндра, конуса; площадь сферы и её частей.

Подобие в пространстве. Отношение объёмов, площадей поверхностей подобных фигур. Преобразование подобия, гомотетия. Решение задач на плоскости с использованием стереометрических методов.

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

Векторы и координаты в пространстве

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

Движения в пространстве

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ КУРСА (ПО ГОДАМ ОБУЧЕНИЯ)

Освоение учебного курса «Геометрия» на уровне среднего общего образования должно обеспечивать достижение следующих предметных образовательных результатов:

10 КЛАСС. К концу 10 класса обучающийся научится:

Свободно оперировать основными понятиями стереометрии при решении задач и проведении математических рассуждений.

Применять аксиомы стереометрии и следствия из них при решении геометрических задач.

Классифицировать взаимное расположение прямых в пространстве; плоскостей в пространстве; прямых и плоскостей в пространстве.

Свободно оперировать понятиями, связанными с углами в пространстве: между прямыми в пространстве; между прямой и плоскостью.

Свободно оперировать понятиями, связанными с многогранниками.

Свободно распознавать основные виды многогранников (призма, пирамида, прямоугольный параллелепипед, куб).

Классифицировать многогранники, выбирая основания для классификации.

Свободно оперировать понятиями, связанными с сечением многогранников плоскостью.

Выполнять параллельное, центральное и ортогональное проектирование фигур на плоскость; выполнять изображения фигур на плоскости.

Строить сечения многогранников различными методами, выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу.

Вычислять площади поверхностей многогранников (призма, пирамида), геометрических тел с применением формул.

Свободно оперировать понятиями: симметрия в пространстве; центр, ось и плоскость симметрии; центр, ось и плоскость симметрии фигуры.

Свободно оперировать понятиями, соответствующими векторам и координатам в пространстве.

Выполнять действия над векторами.

Решать задачи на доказательство математических отношений и нахождение геометрических величин, применяя известные методы при решении математических задач повышенного и высокого уровня сложности.

Применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач.

Извлекать, преобразовывать и интерпретировать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках.

Применять полученные знания на практике: сравнивать и анализировать реальные ситуации, применять изученные понятия в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем,

аппарата алгебры; решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин.

Иметь представления об основных этапах развития геометрии как составной части фундамента развития технологий.

11 КЛАСС. К концу 11 класса обучающийся научится:

Свободно оперировать понятиями, связанными с цилиндрической, конической и сферической поверхностями; объяснять способы получения.

Оперировать понятиями, связанными с телами вращения: цилиндром, конусом, сферой и шаром.

Распознавать тела вращения (цилиндр, конус, сфера и шар) и объяснять способы получения тел вращения.

Классифицировать взаимное расположение сферы и плоскости.

Вычислять величины элементов многогранников и тел вращения; объёмы и площади поверхностей многогранников и тел вращения, геометрических тел с применением формул.

Свободно оперировать понятиями, связанными с комбинациями тел вращения и многогранников: многогранник, вписанный в сферу и описанный около сферы; сфера, вписанная в многогранник или тело вращения.

Вычислять соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел.

Изображать изучаемые фигуры; выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу; строить сечения тел вращения.

Извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках.

Свободно оперировать понятием вектор в пространстве.

Выполнять операции над векторами.

Задавать плоскость уравнением в декартовой системе координат.

Решать геометрические задачи на вычисление углов между прямыми и плоскостями; вычисление расстояний от точки до плоскости; в целом, на применение векторно-координатного метода при решении.

Свободно оперировать понятиями, связанными с движением в пространстве; знать свойства движений.

Выполнять изображения многогранником и тел вращения при параллельном переносе, центральной симметрии, зеркальной симметрии, при повороте вокруг прямой; преобразования подобия.

Строить сечения многогранников и тел вращения: сечения цилиндра (параллельно и перпендикулярно оси), сечения конуса (параллельное основанию и проходящее через вершину), сечения шара.

Использовать методы построения сечений: метод следов, метод внутреннего проектирования, метод переноса секущей плоскости.

Доказывать геометрические утверждения.

Применять геометрические факты для решения стереометрических задач, предполагающих несколько шагов решения, если условия применения заданы в явной и неявной форме.

Решать задачи на доказательство математических отношений и нахождение геометрических величин.

Применять программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач.

Применять полученные знания на практике: сравнивать, анализировать и оценивать реальные ситуации; применять изученные понятия, теоремы, свойства в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем, аппарата алгебры; решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин

Иметь представления об основных этапах развития геометрии как составной части фундамента развития технологий.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

10 КЛАСС

№ п/ п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Раздел 1.					
1.1	Введение в стереометрию	23	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		23			
Раздел 2.					
2.1	Взаимное расположение прямых в пространстве	6	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		6			

Раздел 3.					
3.1	Параллельность прямых и плоскостей в пространстве	8	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		8			
Раздел 4.					
4.1	Перпендикулярность прямых и плоскостей в пространстве	25		0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		25			
Раздел 5.					
5.1	Углы и расстояния	16	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		16			
Раздел 6.					
6.1	Многогранники	7	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		7			
Раздел 7.					
7.1	Векторы в пространстве	12		0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		12			
Раздел 8.					
8.1	Повторение, обобщение и систематизация знаний	5	2	0	
Итого по разделу		4			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		102	6	0	

11 КЛАСС

№ п/ п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
Раздел 1.					

1. 1	Аналитическая геометрия	15	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		15			
Раздел 1.					
2. 1	Повторение, обобщение и систематизация знаний	15	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		15			
Раздел 3.					
3. 1	Объём многогранника	17	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		17			
Раздел 4.					
4. 1	Тела вращения	24	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		24			
Раздел 5.					
5. 1	Площади поверхности и объёмы круглых тел	9	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		9			
Раздел 6.					
6. 1	Движения	5	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
7	Повторение, обобщение и систематизация знаний	17	2	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		22			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		102	8	0	

Поурочное планирование 10 класс.

№ урока	Тема урока
1.	Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка
2.	Понятия стереометрии: точка, прямая, плоскость, пространство. Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка

3.	Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство
4.	Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство
5.	Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов
6.	Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов
7.	Аксиомы стереометрии и первые следствия из них
8.	Аксиомы стереометрии и первые следствия из них
9.	Аксиомы стереометрии и первые следствия из них. Способы задания прямых и плоскостей в пространстве. Обозначения прямых и плоскостей
10.	Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами
11.	Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами
12.	Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами
13.	Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами
14.	Метод следов для построения сечений
15.	Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей
16.	Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей
17.	Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения
18.	Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения
19.	Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения
20.	Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения
21.	Повторение планиметрии: Теорема о пропорциональных отрезках. Подобие треугольников
22.	Повторение планиметрии: Теорема Менелая. Расчеты в сечениях на выносных чертежах. История развития планиметрии и стереометрии
23.	Контрольная работа "Аксиомы стереометрии. Сечения"
24.	Взаимное расположение прямых в пространстве. Скрещивающиеся прямые. Признаки скрещивающихся прямых. Параллельные прямые в пространстве
25.	Теорема о существовании и единственности прямой параллельной данной прямой, проходящей через точку пространства и не лежащей на данной прямой. Лемма о пересечении параллельных прямых плоскостью
26.	Параллельность трех прямых. Теорема о трёх параллельных прямых. Теорема о скрещивающихся прямых
27.	Параллельное проектирование. Основные свойства параллельного проектирования. Изображение разных фигур в параллельной проекции

28.	Центральная проекция. Угол с сонаправленными сторонами. Угол между прямыми
29.	Задачи на доказательство и исследование, связанные с расположением прямых в пространстве
30.	Понятия: параллельность прямой и плоскости в пространстве. Признак параллельности прямой и плоскости. Свойства параллельности прямой и плоскости
31.	Геометрические задачи на вычисление и доказательство, связанные с параллельностью прямых и плоскостей в пространстве
32.	Построение сечения, проходящего через данную прямую на чертеже и параллельного другой прямой. Расчёт отношений
33.	Параллельная проекция, применение для построения сечений куба и параллелепипеда. Свойства параллелепипеда и призмы
34.	Параллельные плоскости. Признаки параллельности двух плоскостей
35.	Теорема о параллельности и единственности плоскости, проходящей через точку, не принадлежащую данной плоскости и следствия из неё
36.	Свойства параллельных плоскостей: о параллельности прямых пересечения при пересечении двух параллельных плоскостей третьей
37.	Свойства параллельных плоскостей: об отрезках параллельных прямых, заключённых между параллельными плоскостями; о пересечении прямой с двумя параллельными плоскостями
38.	Повторение: теорема Пифагора на плоскости
39.	Повторение: тригонометрия прямоугольного треугольника
40.	Свойства куба и прямоугольного параллелепипеда
41.	Вычисление длин отрезков в кубе и прямоугольном параллелепипеде
42.	Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости
43.	Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости
44.	Теорема о существовании и единственности прямой, проходящей через точку пространства и перпендикулярной к плоскости
45.	Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках
46.	Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках
47.	Перпендикуляр и наклонная. Построение перпендикуляра из точки на прямую
48.	Перпендикуляр и наклонная. Построение перпендикуляра из точки на прямую
49.	Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная)
50.	Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная)
51.	Угол между скрещивающимися прямыми
52.	Поиск перпендикулярных прямых с помощью перпендикулярных плоскостей
53.	Ортогональное проектирование
54.	Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью ортогональной проекции
55.	Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью ортогональной проекции
56.	Симметрия в пространстве относительно плоскости. Плоскости симметрий в многогранниках
57.	Признак перпендикулярности прямой и плоскости как следствие симметрии
58.	Правильные многогранники. Расчёт расстояний от точки до плоскости
59.	Правильные многогранники. Расчёт расстояний от точки до плоскости
60.	Способы опустить перпендикуляры: симметрия, сдвиг точки по параллельной прямой

61.	Сдвиг по непараллельной прямой, изменение расстояний
62.	Контрольная работа "Взаимное расположение прямых и плоскостей в пространстве"
63.	Повторение: угол между прямыми на плоскости, тригонометрия в произвольном треугольнике, теорема косинусов
64.	Повторение: угол между скрещивающимися прямыми в пространстве
65.	Геометрические методы вычисления угла между прямыми в многогранниках
66.	Двугранный угол. Свойство линейных углов двугранного угла
67.	Перпендикулярные плоскости. Свойства взаимно перпендикулярных плоскостей
68.	Признак перпендикулярности плоскостей; теорема о прямой пересечения двух плоскостей перпендикулярных третьей плоскости
69.	Прямоугольный параллелепипед; куб; измерения, свойства прямоугольного параллелепипеда
70.	Теорема о диагонали прямоугольного параллелепипеда и следствие из неё
71.	Стереометрические и прикладные задачи, связанные со взаимным расположением прямых и плоскости
72.	Повторение: скрещивающиеся прямые, параллельные плоскости в стандартных многогранниках
73.	Пара параллельных плоскостей на скрещивающихся прямых, расстояние между скрещивающимися прямыми в простых ситуациях
74.	Расстояние от точки до плоскости, расстояние от прямой до плоскости
75.	Вычисление расстояний между скрещивающимися прямыми с помощью перпендикулярной плоскости
76.	Трёхгранный угол, неравенства для трёхгранных углов. Теорема Пифагора, теоремы косинусов и синусов для трёхгранного угла
77.	Элементы сферической геометрии: геодезические линии на Земле
78.	Контрольная работа "Углы и расстояния"
79.	Систематизация знаний "Многогранник и его элементы"
80.	Пирамида. Виды пирамид. Правильная пирамида
81.	Призма. Прямая и наклонная призмы. Правильная призма
82.	Прямой параллелепипед, прямоугольный параллелепипед, куб
83.	Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера
84.	Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера. Правильные и полуправильные многогранники
85.	Контрольная работа "Многогранники"
86.	Понятие вектора на плоскости и в пространстве
87.	Сумма векторов
88.	Разность векторов
89.	Правило параллелепипеда
90.	Умножение вектора на число
91.	Разложение вектора по базису трёх векторов, не лежащих в одной плоскости
92.	Скалярное произведение
93.	Вычисление угла между векторами в пространстве
94.	Простейшие задачи с векторами
95.	Простейшие задачи с векторами
96.	Простейшие задачи с векторами
97.	Простейшие задачи с векторами
98.	Обобщение и систематизация знаний
99.	Обобщение и систематизация знаний
100.	Итоговая контрольная работа
101.	Итоговая контрольная работа

102.	Обобщение и систематизация знаний
------	-----------------------------------

Поурочное планирование 11 класс.

N урока	Тема урока
1.	Повторение темы "Координаты вектора на плоскости и в пространстве"
2.	Повторение темы "Скалярное произведение векторов"
3.	Повторение темы "Вычисление угла между векторами в пространстве"
4.	Повторение темы "Уравнение прямой, проходящей через две точки"
5.	Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках
6.	Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках
7.	Векторное произведение
8.	Линейные неравенства, линейное программирование
9.	Линейные неравенства, линейное программирование
10.	Аналитические методы расчёта угла между прямыми в многогранниках
11.	Аналитические методы расчёта угла между плоскостями в многогранниках
12.	Формула расстояния от точки до плоскости в координатах
13.	Нахождение расстояний от точки до плоскости в кубе
14.	Нахождение расстояний от точки до плоскости в правильной пирамиде
15.	Контрольная работа "Аналитическая геометрия"
16.	Сечения многогранников: стандартные многогранники
17.	Сечения многогранников: метод следов
18.	Сечения многогранников: стандартные плоскости, пересечения прямых и плоскостей
19.	Параллельные прямые и плоскости: параллельные сечения
20.	Параллельные прямые и плоскости: расчёт отношений
21.	Параллельные прямые и плоскости: углы между скрещивающимися прямыми
22.	Перпендикулярные прямые и плоскости: стандартные пары перпендикулярных плоскостей и прямых, симметрии многогранников
23.	Перпендикулярные прямые и плоскости: теорема о трех перпендикулярах
24.	Перпендикулярные прямые и плоскости: вычисления длин в многогранниках
25.	Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия
26.	Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия
27.	Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия
28.	Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия
29.	Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия
30.	Контрольная работа "Повторение: многогранники, сечения многогранников"
31.	Объём тела. Объем прямоугольного параллелепипеда
32.	Задачи об удвоении куба, о квадратуре куба; о трисекции угла
33.	Стереометрические задачи, связанные с объёмом прямоугольного параллелепипеда
34.	Прикладные задачи, связанные с вычислением объёма прямоугольного параллелепипеда
35.	Объём прямой призмы
36.	Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов прямой призмы
37.	Прикладные задачи, связанные с объёмом прямой призмы

38.	Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём наклонной призмы
39.	Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём пирамиды
40.	Формула объёма пирамиды. Отношение объёмов пирамид с общим углом
41.	Формула объёма пирамиды. Отношение объёмов пирамид с общим углом
42.	Стереометрические задачи, связанные с объёмами наклонной призмы
43.	Стереометрические задачи, связанные с объёмами пирамиды
44.	Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом наклонной призмы
45.	Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом пирамиды
46.	Применение объёмов. Вычисление расстояния до плоскости
47.	Контрольная работа "Объём многогранника"
48.	Цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности
49.	Цилиндр. Прямой круговой цилиндр. Площадь поверхности цилиндра
50.	Коническая поверхность, образующие конической поверхности. Конус
51.	Сечение конуса плоскостью, параллельной плоскости основания
52.	Усечённый конус. Изображение конусов и усечённых конусов
53.	Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса
54.	Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса
55.	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конуса
56.	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конуса
57.	Прикладные задачи, связанные с цилиндром
58.	Прикладные задачи, связанные с цилиндром
59.	Сфера и шар
60.	Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара
61.	Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара
62.	Уравнение сферы. Площадь сферы и её частей
63.	Симметрия сферы и шара
64.	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром, построением их сечений плоскостью
65.	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром, построением их сечений плоскостью
66.	Прикладные задачи, связанные со сферой и шаром
67.	Повторение: окружность на плоскости, вычисления в окружности, стандартные подоби
68.	Различные комбинации тел вращения и многогранников
69.	Задачи по теме "Тела и поверхности вращения"
70.	Задачи по теме "Тела и поверхности вращения"
71.	Контрольная работа "Тела и поверхности вращения"
72.	Объём цилиндра. Теорема об объёме прямого цилиндра
73.	Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём конуса
74.	Площади боковой и полной поверхности конуса
75.	Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов цилиндра, конуса
76.	Прикладные задачи по теме "Объёмы и площади поверхностей тел"
77.	Объём шара и шарового сектора. Теорема об объёме шара. Площадь сферы. Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов шара, шарового сегмента и шарового сектора

78.	Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом шара и площадью сферы. Соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел
79.	Подобные тела в пространстве. Изменение объёма при подобии. Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов тел и площадей поверхностей
80.	Контрольная работа "Площади поверхности и объёмы круглых тел"
81.	Движения пространства. Отображения. Движения и равенство фигур. Общие свойства движений
82.	Виды движений: параллельный перенос, центральная симметрия, зеркальная симметрия, поворот вокруг прямой
83.	Преобразования подобия. Прямая и сфера Эйлера
84.	Геометрические задачи на применение движения
85.	Контрольная работа "Векторы в пространстве"
86.	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Параллельность прямых и плоскостей в пространстве"
87.	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Векторы в пространстве"
88.	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Векторы в пространстве"
89.	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Объём многогранника"
90.	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Объём многогранника"
91.	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Площади поверхности и объёмы круглых тел"
92.	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Площади поверхности и объёмы круглых тел"
93.	Итоговая контрольная работа
94.	Итоговая контрольная работа
95.	Повторение, обобщение и систематизация знаний
96.	История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий
97.	История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий
98.	История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий
99.	История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий
100.	История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий
101.	История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий
102.	История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

10 КЛАСС

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

7.17	Применять геометрические факты для решения стереометрических задач, предполагающих несколько шагов решения, если условия применения заданы в явной форме
7.18	Применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач
7.19	Приводить примеры математических закономерностей в природе и жизни, распознавать проявление законов геометрии в искусстве
7.20	Применять полученные знания на практике: анализировать реальные ситуации и применять изученные понятия в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем, аппарата алгебры, решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин

11 КЛАСС

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
6	Геометрия
6.1	Оперировать понятиями: цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности, цилиндр, коническая поверхность, образующие конической поверхности, конус, сферическая поверхность
6.2	Распознавать тела вращения (цилиндр, конус, сфера и шар)
6.3	Объяснять способы получения тел вращения
6.4	Классифицировать взаимное расположение сферы и плоскости
6.5	Оперировать понятиями: шаровой сегмент, основание сегмента, высота сегмента, шаровой слой, основание шарового слоя, высота шарового слоя, шаровой сектор
6.6	Вычислять объёмы и площади поверхностей тел вращения, геометрических тел с применением формул
6.7	Оперировать понятиями: многогранник, вписанный в сферу и описанный около сферы, сфера, вписанная в многогранник или тело вращения
6.8	Вычислять соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел
6.9	Изображать изучаемые фигуры от руки и с применением простых чертёжных инструментов
6.10	Выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу; строить сечения тел вращения
6.11	Извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках
6.12	Применять геометрические факты для решения стереометрических задач, предполагающих несколько шагов решения, если условия применения заданы в явной форме

6.13	Оперировать понятием: вектор в пространстве
6.14	Выполнять действия сложения векторов, вычитания векторов и умножения вектора на число, объяснять, какими свойствами они обладают
6.15	Применять правило параллелепипеда при сложении векторов
6.16	Оперировать понятиями: декартовы координаты в пространстве, вектор, модуль вектора, равенство векторов, координаты вектора, угол между векторами, скалярное произведение векторов, коллинеарные и компланарные векторы
6.17	Находить сумму векторов и произведение вектора на число, угол между векторами, скалярное произведение, раскладывать вектор по двум неколлинеарным векторам
6.18	Задавать плоскость уравнением в декартовой системе координат
6.19	Решать простейшие геометрические задачи на применение векторно-координатного метода
6.20	Решать задачи на доказательство математических отношений и нахождение геометрических величин по образцам или алгоритмам, применяя известные методы при решении стандартных математических задач
6.21	Применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач
6.22	Приводить примеры математических закономерностей в природе и жизни, распознавать проявление законов геометрии в искусстве
6.23	Применять полученные знания на практике: анализировать реальные 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

Код	Проверяемый элемент содержания
7	Геометрия
7.1	Основные понятия стереометрии. Точка, прямая, плоскость, пространство. Понятие об аксиоматическом построении стереометрии: аксиомы стереометрии и следствия из них
7.2	Взаимное расположение прямых в пространстве: пересекающиеся, параллельные и скрещивающиеся прямые. Параллельность прямых и плоскостей в пространстве: параллельные прямые в пространстве, параллельность трёх прямых, параллельность прямой и плоскости. Углы сонаправленными сторонами, угол между прямыми в пространстве. Параллельность плоскостей: параллельные плоскости, свойства параллельных плоскостей. Простейшие пространственные фигуры на плоскости: тетраэдр, куб, параллелепипед, построение сечений
7.3	Перпендикулярность прямой и плоскости: перпендикулярные прямые в

	пространстве, прямые параллельные и перпендикулярные к плоскости, признак перпендикулярности прямой и плоскости, теорема о прямой перпендикулярной плоскости. Углы в пространстве: угол между прямой и плоскостью, двугранный угол, линейный угол двугранного угла. Перпендикуляр и наклонные: расстояние от точки до плоскости, расстояние от прямой до плоскости, проекция фигуры на плоскость. Перпендикулярность плоскостей: признак перпендикулярности двух плоскостей. Теорема о трёх перпендикулярах
7.4	Понятие многогранника, основные элементы многогранника, выпуклые и невыпуклые многогранники, развёртка многогранника. Призма: n -угольная призма, грани и основания призмы, прямая и наклонная призмы, боковая и полная поверхность призмы. Параллелепипед, прямоугольный параллелепипед и его свойства. Пирамида: n -угольная пирамида, грани и основание пирамиды, боковая и полная поверхность пирамиды, правильная и усечённая пирамида. Элементы призмы и пирамиды. Правильные многогранники: понятие правильного многогранника, правильная призма и правильная пирамида, правильная треугольная пирамида и правильный тетраэдр, куб. Представление о правильных многогранниках: октаэдр, додекаэдр и икосаэдр. Сечения призмы и пирамиды
7.5	Симметрия в пространстве: симметрия относительно точки, прямой, плоскости. Элементы симметрии в пирамидах, параллелепипедах, правильных многогранниках
7.6	Вычисление элементов многогранников: рёбра, диагонали, углы. Площадь боковой поверхности и полной поверхности прямой призмы, площадь оснований, теорема о боковой поверхности прямой призмы. Площадь боковой поверхности и поверхности правильной пирамиды, теорема о площади усечённой пирамиды. Понятие об объёме. Объём пирамиды, призмы
7.7	Подобные тела в пространстве. Соотношения между площадями поверхностей, объёмами подобных тел

11 КЛАСС

Код	Проверяемый элемент содержания
6	Геометрия
6.1	Цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности, ось цилиндрической поверхности. Цилиндр: основания и боковая поверхность, образующая и ось, площадь боковой и полной поверхности
6.2	Коническая поверхность, образующие конической поверхности, ось и вершина конической поверхности. Конус: основание и вершина, образующая и ось, площадь боковой и полной поверхности. Усечённый конус: образующие и высота, основания и боковая поверхность
6.3	Сфера и шар: центр, радиус, диаметр, площадь поверхности сферы. Взаимное расположение сферы и плоскости, касательная плоскость к сфере, площадь сферы
6.4	Изображение тел вращения на плоскости. Развёртка цилиндра и конуса
6.5	Комбинации тел вращения и многогранников. Многогранник, описанный около сферы, сфера, вписанная в многогранник, или тело вращения
6.6	Понятие об объёме. Основные свойства объёмов тел. Теорема об объёме прямоугольного параллелепипеда и следствия из неё. Объём цилиндра, конуса. Объём шара и площадь сферы
6.7	Подобные тела в пространстве. Соотношения между площадями поверхностей, объёмами подобных тел

6.8	Сечения цилиндра (параллельно и перпендикулярно оси), сечения конуса (параллельное основанию и проходящее через вершину), сечения шара
6.9	Вектор на плоскости и в пространстве. Сложение и вычитание векторов. Умножение вектора на число. Разложение вектора по трём некомпланарным 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

2.1.4.3 Вероятность и статистика (углубленный уровень)

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

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

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

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

Содержание линии «Случайные события и вероятности» служит основой для формирования представлений о распределении вероятностей между значениями случайных величин. Важную часть в этой содержательной линии занимает изучение геометрического и биномиального распределений и знакомство с их непрерывными аналогами — показательным и нормальным распределениями.

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

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

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

МЕСТО КУРСА В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

В учебном плане на изучение учебного курса «Вероятность и статистика» на углублённом уровне отводится 1 учебный час в неделю в течение каждого года обучения, всего 68 учебных часов.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА (ПО ГОДАМ ОБУЧЕНИЯ)

10 КЛАСС

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

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

Операции над событиями: пересечение, объединение, противоположные события.

Диаграммы Эйлера. Формула сложения вероятностей.

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

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

Серия независимых испытаний Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности.

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

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

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

11 КЛАСС

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

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

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

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ КУРСА (ПО ГОДАМ ОБУЧЕНИЯ)

Освоение учебного курса «Вероятность и статистика» на уровне среднего общего образования должно обеспечивать достижение следующих предметных образовательных результатов:

10 КЛАСС

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

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

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

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

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

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

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

Оперировать понятиями: совместное распределение двух случайных величин, использовать таблицу совместного распределения двух случайных величин для выделения распределения каждой величины, определения независимости случайных величин; свободно оперировать понятием математического ожидания случайной величины (распределения), применять свойства математического ожидания при решении задач, вычислять математическое ожидание биномиального и геометрического распределений; свободно оперировать понятиями: дисперсия, стандартное отклонение случайной величины, применять свойства дисперсии случайной величины (распределения) при решении задач, вычислять дисперсию и стандартное отклонение геометрического и биномиального распределений.

11 КЛАСС

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

Приводить примеры задач, приводящих к показательному распределению, задач, приводящих к нормальному распределению. Оперировать понятиями: функция плотности вероятности показательного распределения, функция плотности вероятности нормального распределения, функция плотности и свойства нормального распределения; определять коэффициент линейной корреляции, выборочный коэффициент корреляции

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

10 КЛАСС

№ п/ п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контроль ные работы	Практическ ие работы	
Раздел 1.					
1.1	Элементы теории графов	3	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		3			
Раздел 2.					
2.1	Случайные опыты, случайные события и вероятности событий	3	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/

Итого по разделу		3			
Раздел 3.					
3.1	Операции над множествами и событиями. Сложение и умножение вероятностей. Условная вероятность. Независимые события	5	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		5			
Раздел 4.					
4.1	Элементы комбинаторики	4	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		4			
Раздел 5.					
5.1	Серии последовательных испытаний. Испытания Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности	5	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		5			
Раздел 6.					
6.1	Случайные величины и распределения	14	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		14			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34	2	0	

11 КЛАСС

№ п/ п	Наименован ие разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всег о	Контрольн ые работы	Практическ ие работы	
Раздел 1.					
1. 1	Закон больших чисел	5	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/

Итого по разделу		5			
Раздел 1.					
2.1	Элементы математической статистики	6	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		6			
Раздел 3.					
3.1	Непрерывные случайные величины (распределения), показательные и нормальное распределения	4	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		4			
Раздел 4.					
4.1	Распределение Пуассона	2	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		2			
Раздел 5.					
5.1	Связь между случайными величинами	6	0	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		6			
Раздел 6.					
6.1	Обобщение и систематизация знаний	11	1	0	Библиотека ЦОК https://resh.edu.ru/subject/16/
Итого по разделу		11			
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34	1	0	

Поурочное планирование 10 класс.

№ урока	Тема урока
1.	Граф, связный граф, представление задачи с помощью графа
2.	Степень (валентность) вершины. Путь в графе. Цепи и циклы
3.	Графы на плоскости. Дерево случайного эксперимента
4.	Случайные эксперименты (опыты) и случайные события. Элементарные события (исходы)
5.	Вероятность случайного события. Вероятности событий в опытах с равновозможными элементарными событиями
6.	Вероятность случайного события. Вероятности событий в опытах с

	равновозможными элементарными событиями
7.	Пересечение, объединение множеств и событий, противоположные события. Формула сложения вероятностей
8.	Условная вероятность. Умножение вероятностей. Формула условной вероятности
9.	Условная вероятность. Умножение вероятностей. Формула условной вероятности
10.	Формула полной вероятности
11.	Формула Байеса. Независимые события
12.	Комбинаторное правило умножения. Перестановки и факториал
13.	Число сочетаний. Треугольник Паскаля
14.	Формула бинома Ньютона
15.	Контрольная работа №1: "Графы, вероятности, множества, комбинаторика"
16.	Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого успеха
17.	Серия независимых испытаний до первого успеха
18.	Серия независимых испытаний Бернулли
19.	Случайный выбор из конечной совокупности
20.	Практическая работа с использованием электронных таблиц
21.	Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения
22.	Операции над случайными величинами. Примеры распределений. Бинарная случайная величина
23.	Геометрическое распределение. Биномиальное распределение
24.	Математическое ожидание случайной величины. Совместное распределение двух случайных величин
25.	Независимые случайные величины. Свойства математического ожидания. Математическое ожидание бинарной случайной величины
26.	Математическое ожидание геометрического и биномиального распределений
27.	Дисперсия и стандартное отклонение
28.	Дисперсия бинарной случайной величины. Свойства дисперсии
29.	Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин
30.	Дисперсия биномиального распределения. Практическая работа с использованием электронных таблиц
31.	Дисперсия и стандартное отклонение геометрического распределения. . Практическая работа с использованием электронных таблиц
32.	Обобщение и систематизация знаний
33.	Контрольная работа №2: "Испытания Бернулли. Случайные величины и распределения"
34.	Обобщение и систематизация знаний

Поурочное планирование 11 класс.

№ урока	Тема урока
1.	Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел
2.	Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел
3.	Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел
4.	Выборочный метод исследований
5.	Практическая работа с использованием электронных таблиц
6.	Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство с выборочными

	характеристиками. Оценка среднего и дисперсии генеральной совокупности с помощью выборочных характеристик
7.	Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство с выборочными характеристиками. Оценка среднего и дисперсии генеральной совокупности с помощью выборочных характеристик
8.	Оценивание вероятностей событий по выборке
9.	Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений
10.	Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений
11.	Практическая работа с использованием электронных таблиц
12.	Примеры непрерывных случайных величин. Функция плотности вероятности
13.	Равномерное распределение. Примеры задач, приводящих к показательному и к нормальному распределениям
14.	Функция плотности вероятности показательного распределения
15.	Функция плотности вероятности нормального распределения
16.	Последовательность одиночных независимых событий. Пример задачи, приводящей к распределению Пуассона
17.	Практическая работа с использованием электронных таблиц
18.	Ковариация двух случайных величин. Коэффициент корреляции
19.	Совместные наблюдения двух величин
20.	Выборочный коэффициент корреляции
21.	Различие между линейной связью и причинно-следственной связью
22.	Линейная регрессия
23.	Практическая работа с использованием электронных таблиц
24.	Представление данных с помощью таблиц и диаграмм, описательная статистика
25.	Опыты с равновозможными элементарными событиями
26.	Вычисление вероятностей событий с применением формул
27.	Вычисление вероятностей событий с применением графических методов: координатная прямая, дерево, диаграмма Эйлера
28.	Случайные величины и распределения
29.	Математическое ожидание случайной величины
30.	Математическое ожидание случайной величины
31.	Контрольная работа: "Вероятность и статистика"
32.	Вычисление вероятностей событий с применением формул и графических методов
33.	Вычисление вероятностей событий с применением формул и графических методов
34.	Случайные величины и распределения. Математическое ожидание случайной величины

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

10 КЛАСС

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
6	Теория вероятностей и статистика
6.1	Читать и строить таблицы и диаграммы

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

11 КЛАСС

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

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ

10 КЛАСС

Код	Проверяемый элемент содержания
6	Теория вероятностей и статистика
6.1	Представление данных с помощью таблиц и диаграмм. Среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия и стандартное отклонение числовых наборов
6.2	Случайные эксперименты (опыты) и случайные события. Элементарные события (исходы). Вероятность случайного события. Близость частоты вероятности

	событий. Случайные опыты с равновозможными элементарными событиями. Вероятности событий в опытах с равновозможными элементарными событиями
6.3	Операции над событиями: пересечение, объединение, противоположные события. Диаграммы Эйлера. Формула сложения вероятностей
6.4	Условная вероятность. Умножение вероятностей. Дерево случайного эксперимента. Формула полной вероятности. Независимые события
6.5	Комбинаторное правило умножения. Перестановки и факториал. Число сочетаний. Треугольник Паскаля. Формула бинома Ньютона
6.6	Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого успеха. Серия независимых испытаний Бернулли
6.7	Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения. Примеры распределений, в том числе геометрическое и биномиальное

11 КЛАСС

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

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

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Владение методами доказательств, алгоритмами решения задач; умение формулировать и оперировать понятиями: определение, аксиома, теорема, следствие, свойство, признак, доказательство, равносильные формулировки; применять их; умение формулировать обратное и противоположное утверждение, приводить примеры и контрпримеры, использовать метод математической индукции; проводить доказательные рассуждения при решении задач, оценивать логическую правильность рассуждений; умение оперировать понятиями: множество, подмножество, операции над множествами; умение использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и

	явлений и при решении задач, в том числе из других учебных предметов; умение оперировать понятиями: граф, связный граф, дерево, цикл, граф на плоскости; умение задавать и описывать графы различными способами; использовать графы при решении задач
2	Умение оперировать понятиями: натуральное число, целое число, степень с целым показателем, корень натуральной степени, степень с рациональным показателем, степень с действительным показателем, логарифм числа, синус, косинус и тангенс произвольного числа, остаток по модулю, рациональное число, иррациональное число, множества натуральных, целых, рациональных, действительных чисел; умение использовать признаки делимости, наименьший общий делитель и наименьшее общее кратное, алгоритм Евклида при решении задач; знакомство с различными позиционными системами счисления; умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений со степенями и логарифмами, преобразования дробно-рациональных выражений; умение оперировать понятиями: последовательность, арифметическая прогрессия, геометрическая прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия; умение задавать последовательности, в том числе с помощью рекуррентных формул; умение оперировать понятиями: комплексное число, сопряжённые комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, форма записи комплексных чисел (геометрическая, тригонометрическая и алгебраическая); уметь производить арифметические действия с комплексными числами; приводить примеры использования комплексных чисел; оперировать понятиями: матрица 2×2 и 3×3 , определитель матрицы, геометрический смысл определителя
3	Умение оперировать понятиями: рациональные, иррациональные, показательные, степенные, логарифмические, тригонометрические уравнения и неравенства, их системы; умение оперировать понятиями: тождество, тождественное преобразование, уравнение, неравенство, система уравнений и неравенств, равносильность уравнений, неравенств и систем; умение решать уравнения, неравенства и системы с помощью различных приёмов; решать уравнения, неравенства и системы с параметром; применять уравнения, неравенства, их системы для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни
4	Умение оперировать понятиями: функция, чётность функции, периодичность функции, ограниченность функции, монотонность функции, экстремум функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке, непрерывная функция, асимптоты графика функции, первая и вторая производная функции, геометрический и физический смысл производной, первообразная, определённый интеграл; умение находить асимптоты графика функции; умение вычислять производные суммы, произведения, частного и композиции функций, находить уравнение касательной к графику функции; умение находить производные элементарных функций; умение использовать производную для исследования функций, находить наибольшие и наименьшие значения функций; строить графики многочленов с использованием аппарата математического анализа; применять производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических и физических задачах; находить площади и объёмы фигур

	с помощью интеграла; приводить примеры математического моделирования с помощью дифференциальных уравнений
5	Умение оперировать понятиями: график функции, обратная функция, композиция функций, линейная функция, квадратичная функция, рациональная функция, степенная функция, тригонометрические функции, обратные тригонометрические функции, показательная и логарифмическая функции; умение строить графики изученных функций, выполнять преобразования графиков функций, использовать графики для изучения процессов и зависимостей, при решении задач из других учебных предметов и задач из реальной жизни; выражать формулами зависимости между величинами; использовать свойства и графики функций для решения уравнений, неравенств и задач с параметрами; изображать на координатной плоскости множества решений уравнений, неравенств и их систем
6	Умение решать текстовые задачи разных типов (в том числе на проценты, доли и части, на движение, работу, стоимость товаров и услуг, налоги, задачи из области управления личными и семейными финансами); составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов; умение моделировать реальные ситуации на языке математики; составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат
7	Умение оперировать понятиями: среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия, стандартное отклонение числового набора; умение извлекать, интерпретировать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках, отражающую свойства реальных процессов и явлений; представлять информацию с помощью таблиц и диаграмм; исследовать статистические данные, в том числе с применением графических методов и электронных средств; графически исследовать совместные наблюдения с помощью диаграмм рассеивания и линейной регрессии
8	Умение оперировать понятиями: случайный опыт и случайное событие, вероятность случайного события; умение вычислять вероятность с использованием графических методов; применять формулы сложения и умножения вероятностей, формулу полной вероятности, формулу Бернулли, комбинаторные факты и формулы; оценивать вероятности реальных событий; умение оперировать понятиями: случайная величина, распределение вероятностей, математическое ожидание, дисперсия и стандартное отклонение случайной величины, функции распределения и плотности равномерного, показательного и нормального распределений; умение использовать свойства изученных распределений для решения задач; знакомство с понятиями: закон больших чисел, методы выборочных исследований; умение приводить примеры проявления закона больших чисел в природных и общественных явлениях; умение оперировать понятиями: сочетание, перестановка, число сочетаний, число перестановок; бином Ньютона; умение применять комбинаторные факты и рассуждения для решения задач; оценивать вероятности реальных событий; составлять вероятностную модель и интерпретировать полученный результат
9	Умение оперировать понятиями: точка, прямая, плоскость, пространство,

	<p>отрезок, луч, величина угла, плоский угол, двугранный угол, трёхгранный угол, скрещивающиеся прямые, параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей, угол между прямыми, угол между прямой и плоскостью, угол между плоскостями, расстояние от точки до плоскости, расстояние между прямыми, расстояние между плоскостями; умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии; умение оценивать размеры объектов окружающего мира; строить математические модели с помощью геометрических понятий и величин, решать связанные с ними практические задачи</p>
10	<p>Умение оперировать понятиями: площадь фигуры, объём фигуры, многогранник, правильный многогранник, сечение многогранника, куб, параллелепипед, призма, пирамида, фигура и поверхность вращения, цилиндр, конус, шар, сфера, площадь сферы, площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, объём куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара, развёртка поверхности, сечения конуса и цилиндра, параллельные оси или основанию, сечение шара, плоскость, касающаяся сферы, цилиндра, конуса; умение строить сечение многогранника, изображать многогранники, фигуры и поверхности вращения, их сечения, в том числе с помощью электронных средств; умение применять свойства геометрических фигур, самостоятельно формулировать определения изучаемых фигур, выдвигать гипотезы о свойствах и признаках геометрических фигур, обосновывать или опровергать их; умение проводить классификацию фигур по различным признакам, выполнять необходимые дополнительные построения</p>
11	<p>Умение оперировать понятиями: движение в пространстве, параллельный перенос, симметрия на плоскости и в пространстве, поворот, преобразование подобия, подобные фигуры; умение распознавать равные и подобные фигуры, в том числе в природе, искусстве, архитектуре; использовать геометрические отношения при решении задач; находить геометрические величины (длина, угол, площадь, объём) при решении задач из других учебных предметов и из реальной жизни; умение вычислять геометрические величины (длина, угол, площадь, объём, площадь поверхности), используя изученные формулы и методы, в том числе: площадь поверхности пирамиды, призмы, конуса, цилиндра, площадь сферы; объём куба, прямоугольного параллелепипеда, пирамиды, призмы, цилиндра, конуса, шара; умение находить отношение объёмов подобных фигур</p>
12	<p>Умение оперировать понятиями: прямоугольная система координат, вектор, координаты точки, координаты вектора, сумма векторов, произведение вектора на число, разложение вектора по базису, скалярное произведение, векторное произведение, угол между векторами; умение использовать векторный и координатный метод для решения геометрических задач и задач других учебных предметов</p>
13	<p>Умение выбирать подходящий метод для решения задачи; понимание значимости математики в изучении природных и общественных процессов и явлений; умение распознавать проявление законов математики в искусстве, умение приводить примеры математических открытий российской и мировой математической науки</p>

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ

ПО МАТЕМАТИКЕ

Код	Проверяемый элемент содержания
1	Числа и вычисления
1.1	Натуральные и целые числа. Признаки делимости целых чисел
1.2	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби
1.3	Арифметический корень натуральной степени. Действия с арифметическими корнями натуральной степени
1.4	Степень с целым показателем. Степень с рациональным показателем. Свойства степени
1.5	Синус, косинус и тангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента
1.6	Логарифм числа. Десятичные и натуральные логарифмы
1.7	Действительные числа. Арифметические операции с действительными числами. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений
1.8	Преобразование выражений
1.9	Комплексные числа
2	Уравнения и неравенства
2.1	Целые и дробно-рациональные уравнения
2.2	Иррациональные уравнения
2.3	Тригонометрические уравнения
2.4	Показательные и логарифмические уравнения
2.5	Целые и дробно-рациональные неравенства
2.6	Иррациональные неравенства
2.7	Показательные и логарифмические неравенства
2.8	Тригонометрические неравенства
2.9	Системы и совокупности уравнений и неравенств
2.10	Уравнения, неравенства и системы с параметрами
2.11	Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы
3	Функции и графики
3.1	Функция, способы задания функции. График функции. Взаимно обратные функции. Чётные и нечётные функции. Периодические функции
3.2	Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке
3.3	Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня n -ой степени
3.4	Тригонометрические функции, их свойства и графики
3.5	Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики
3.6	Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций, непрерывных на отрезке
3.7	Последовательности, способы задания последовательностей

3.8	Арифметическая и геометрическая прогрессии. Формула сложных процентов
4	Начала математического анализа
4.1	Производная функции. Производные элементарных функций
4.2	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке
4.3	Первообразная. Интеграл
5	Множества и логика
5.1	Множество, операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна
5.2	Логика
6	Вероятность и статистика
6.1	Описательная статистика
6.2	Вероятность
6.3	Комбинаторика
7	Геометрия
7.1	Фигуры на плоскости
7.2	Прямые и плоскости в пространстве
7.3	Многогранники
7.4	Тела и поверхности вращения
7.5	Координаты и векторы