

Приложение к Основной образовательной программе среднего общего образования МАОУ СОШ № 1 «Полифорум»

УТВЕРЖДЕНА
приказом директора
№ 315/1-ОД от 29.08.2025

Рабочая программа
учебного предмета «Математика» (углублённый уровень)
Для 10-11 классов

Серов, 2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая программа курса «Математика» для 10-11 классов (углубленный уровень) (далее по тексту – программа) является компонентом Основной образовательной программы среднего общего образования МАОУ СОШ № 1 «Полифорум».

Программа разработана на основе требований к результатам освоения Основной образовательной программы среднего общего образования МАОУ СОШ № 1 «Полифорум» с учетом программ, включенных в ее структуру.

Программа соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования и обеспечивает достижение планируемых результатов освоения Основной образовательной программы среднего общего образования МАОУ СОШ № 1 «Полифорум».

Программа по математике углублённого уровня для обучающихся на уровне среднего общего образования разработана на основе ФГОС СОО с учётом современных мировых требований, предъявляемых к математическому образованию, и традиций российского образования. Реализация программы по математике 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».

В соответствии с названием концепции математическое образование должно, в частности, решать задачу обеспечения необходимого стране числа обучающихся, математическая подготовка которых 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. Именно на решение этих задач нацелена программа по математике углублённого уровня. В эпоху цифровой трансформации всех сфер человеческой деятельности невозможно стать образованным современным человеком без хорошей математической подготовки. Это обусловлено тем, что в наши дни растёт число специальностей, связанных с непосредственным применением математики: и в сфере экономики, и в бизнесе, и в технологических областях, и даже в гуманитарных сферах. Таким образом, круг обучающихся, для которых математика становится значимым предметом, фундаментом образования, существенно расширяется. В него входят не только обучающиеся, планирующие заниматься творческой и исследовательской работой в области математики, информатики, физики, экономики и в других областях, но и те, кому математика нужна для использования в профессиях, не связанных непосредственно с ней.

Прикладная значимость математики обусловлена тем, что её предметом являются фундаментальные структуры нашего мира: пространственные формы и количественные отношения, функциональные зависимости и категории неопределённости, от простейших, усваиваемых в непосредственном опыте, до достаточно сложных, необходимых для развития научных и технологических идей. Без конкретных математических знаний затруднено понимание принципов устройства и использования современной техники, восприятие и интерпретация разнообразной социальной, экономической, политической информации, малоэффективна повседневная практическая деятельность. Во многих сферах профессиональной деятельности требуются умения выполнять расчёты, составлять алгоритмы, применять формулы, проводить геометрические измерения и построения, читать, обрабатывать, интерпретировать и представлять информацию в виде таблиц, диаграмм и графиков, понимать вероятностный характер случайных событий. Одновременно с расширением сфер применения математики в современном обществе всё более важным становится математический стиль мышления, проявляющийся в определённых умственных навыках. В процессе изучения математики в арсенал приёмов и методов мышления человека естественным образом включаются индукция и дедукция, обобщение и конкретизация, анализ и синтез, классификация и систематизация, абстрагирование и аналогия. Объекты

математических умозаключений, правила их конструирования раскрывают механизм логических построений, способствуют выработке умения формулировать, обосновывать и доказывать суждения, тем самым формируют логический стиль мышления. Ведущая роль принадлежит математике в формировании алгоритмической компоненты мышления и воспитании умений действовать по заданным алгоритмам, совершенствовать известные и конструировать новые. В процессе решения задач – основы для организации учебной деятельности на уроках математики – развиваются творческая и прикладная стороны мышления.

Обучение математике даёт возможность развивать у обучающихся точную, рациональную и информативную речь, умение отбирать наиболее подходящие языковые, символические, графические средства для выражения суждений и наглядного их представления.

Необходимым компонентом общей культуры в современном толковании является общее знакомство с методами познания действительности, представление о предмете и методе математики, его отличиях от методов естественных и гуманитарных наук, об особенностях применения математики для решения научных и прикладных задач. Таким образом, математическое образование вносит свой вклад в формирование общей культуры человека.

Изучение математики способствует эстетическому воспитанию человека, пониманию красоты и изящества математических рассуждений, восприятию геометрических форм, усвоению идеи симметрии.

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 обучающихся на доступном для них уровне к осознанию взаимосвязи математики и окружающего мира, пониманию математики как части общей культуры человечества; развитие интеллектуальных и творческих способностей обучающихся, познавательной активности, исследовательских умений, критичности мышления, интереса к изучению математики;

формирование функциональной математической грамотности: 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.

Основными линиями содержания математики в 10–11 классах углублённого уровня являются: «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 во ФГОС СОО 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 учебным курсам, а формирование логических умений распределяется по всем годам обучения на уровне среднего общего образования. В соответствии с ФГОС СОО математика является обязательным предметом на данном уровне образования.

Настоящей программой по математике предусматривается изучение учебного предмета «Математика» в рамках трёх учебных курсов: «Алгебра и начала математического анализа», «Геометрия», «Вероятность и статистика». Формирование логических умений осуществляется на протяжении всех лет обучения на уровне среднего общего образования, а элементы логики включаются в содержание всех названных выше учебных курсов. Общее количество часов, направленных на изучение математики на углубленном уровне – **544: в 10 классе – 272 часа (8 часов в неделю), в 11 классе – 272 часа (8 часов в неделю).**

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ ПО МАТЕМАТИКЕ НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1) гражданского воспитания:

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

2) патриотического воспитания:

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

3) духовно-нравственного воспитания:

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

4) эстетического воспитания:

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

5) физического воспитания:

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

6) трудового воспитания:

готовность к труду, осознание ценности трудолюбия, интерес к различным сферам профессиональной деятельности, связанным с математикой и её приложениями, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы, готовность и способность к математическому образованию и самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к активному участию в решении практических задач математической направленности;

7) экологического воспитания:

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

8) ценности научного познания:

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

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате изучения математики на уровне среднего общего образования у обучающегося будут сформированы познавательные универсальные учебные действия, коммуникативные универсальные учебные действия, регулятивные универсальные учебные действия, совместная деятельность.

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия:

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

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

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

делать выводы с использованием законов логики, дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии; проводить самостоятельно доказательства математических утверждений (прямые и от противного), выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры, обосновывать собственные суждения и выводы;

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

Базовые исследовательские действия:

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

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

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

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

Работа с информацией:

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

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

структурировать информацию, представлять её в различных формах, иллюстрировать графически; оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

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

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

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

Регулятивные универсальные учебные действия

Самоорганизация:

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

Самоконтроль:

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

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

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

Совместная деятельность:

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

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

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

Учебный курс «Алгебра и начало математического анализа» является одним из наиболее значимых в программе среднего общего образования, поскольку с одной стороны он предоставляет инструментальные основы для изучения всех естественно-научных курсов, а с другой стороны формирует логическое и абстрактное мышление обучающихся на уровень, необходимый для освоения информатики, сознания, истории, словесности и других дисциплин. В рамках данного курса обучающиеся владеют универсальным языком современной науки, который формулирует свои достижения в математической форме.

Учебный курс алгебры и начального математического анализа закладывает основы для получения знаний законов физики, химии, биологии, понимания основных принципов развития экономики и общественной жизни, позволяет ориентироваться в современных цифровых и компьютерных технологиях, уверенно использовать их для дальнейшего образования и в повседневной жизни. В то же время владение абстрактными и логическими строгими конструкциями алгебры и математического анализа развивает умение находить закономерности, обосновывать истинность, доказывать условия с помощью индукции и рассуждать дедуктивно, использовать обобщение и конкретизацию, абстрагирование и аналогию, формирует креативное и критическое мышление.

В ходе изучения учебного курса «Алгебра и начало математического анализа» учащиеся получают новый опыт решения прикладных задач, самостоятельного построения математических моделей ситуаций, одинаковые выводы, знакомятся с примерами математических закономерностей в природе, науке и искусстве, с выдачей математических открытий и их авторов. .

Учебный курс позволяет реализовать воспитательный потенциал, который реализуется как через учебный материал, способствующий формированию научного мировоззрения, так и через специфику учебной деятельности, требующую продолжительного внимания, самостоятельности, осторожности и ответственности за полученный результат.

В основе методики алгебраического обучения и начала математического анализа лежит деятельностный принцип обучения.

В нынешнем курсе курса «Алгебра и начало математического анализа» выделяются следующие содержательно-методические линии: «Числа и вычисления», «Функции и графики», «Уравнения и преобразования», «Начала математического анализа», «Множества и логика». Все основные содержательно-методические линии изучаются на протяжении двух лет обучения на уровне среднего общего образования, естественно дополняя друг друга и постепенно насыщаясь новыми темами и разделами.

Данный учебный курс является интегративным, поскольку в него входят несколько математических дисциплин, таких как алгебра, тригонометрия, математический анализ, теория множеств, математическая логика и другие. По мере того, как обучающиеся владеют всё более широким математическим аппаратом,

Содержательно-методическая линия «Числа и использование» завершает навыки имеющихся чисел, которые были начаты на уровне основного общего образования. На уровне среднего общего образования особое внимание уделяется формированию функций рациональных вычислений, включающих в себя использование форм различных чисел, умение делать прикидку, выполнять приближённые вычисления, оценивать числовые выражения, работать с математическими константами. Знакомые обучающиеся природные, целевые, рациональные и физические числа объединяются в множество сложных чисел. В каждом из этих множественных исследований различаются характерные задачи и операции: деление нацело, оперирование остатками на множестве целых чисел, необычные свойства рациональных и иррациональных чисел, арифметические операции, а также извлечение первой степени тяжести на множестве комплексных чисел. Благодаря постепенному расширению круга охвата чисел и знакомству с возможностями их применения для решения различных задач представление о единстве математики как науки и ее роли в построении моделей реального мира, широко используется обобщение и конкретизация.

Линия «Уравнения и рисунки» осуществляется на всем протяжении обучения на уровне среднего общего образования, поскольку в каждом разделе Программы предусмотрено решение соответствующих задач. В результате обучающиеся владеют различными методами решения рациональных, иррациональных, показательных, логарифмических и тригонометрических моделей, уравнений и систем, а также задач, содержащих параметры. Полученные методы широко используются при разработке функций с помощью производной, при применении прикладных задач и задач по преодолению высших и наименьших результатов функций. Данная содержательная линия включает в себя также способность умений выполнять расчёты по формулам, преобразовывать рациональные, иррациональные и тригонометрические выражения, а также выражений, содержащих степеней и логарифм. Благодаря изучению алгебраического материала происходит дальнейшее развитие алгоритмического и абстрактного мышления у обучающихся, сложные навыки дедуктивных рассуждений, работа с символьными формами, проявление закономерностей и зависимостей в виде равенств и закономерностей. Алгебра предлагает эффективные инструменты для решения практических и естественно-научных задач, используя свои возможности в области языковой науки.

Содержательно-методическая линия «Функции и графики» плотно переплетается с другими линиями курса, поскольку в каком-то смысле задается последовательность изучения материала. Изучение степенной, показательной, логарифмической и тригонометрических функций, их свойств и графиков, использование функций для решения задач из других физических веществ и определение жизни тесно связано как с математическим анализом, так и с математическими моделями и примерами. При этом большое внимание уделяется формированию навыков выражения формул в зависимости от различных величин, полученных функций, построения их графиков. Этот материал содержит содержательную линию, ориентированную на развитие умений и навыков, которые можно выражать в зависимости от крупных величин в различных формах: аналитической, графической и словесной.

Содержательная линия «Начала математического анализа» позволяет увеличить масштаб круга как математических, так и прикладных задач, доступных для обучения, так как у них появляется возможность строить графики простых функций, определять их самые большие и наименьшие значения, измерять площади и объёмы фигур тела, находить скорость и ускорения процессов. Данная содержательная линия открывает новые возможности построения математических моделей ситуаций, позволяющих найти наилучшее решение в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах. Знакомство с основами математического анализа способствует развитию абстрактного, формально-логического и креативного мышления, формированию умений, распознаванию проявлений естественной математики в науке, технике и искусстве. Обучающиеся узнают о выдающихся результатах, полученных в ходе развития математики как науки, и об их авторах.

Содержательно-методическая линия «Множества и логика» включает в себя элементы теории множества и математической логики. Теоретико-множественные представления пронизывают весь курс школьной математики и предлагают наиболее универсальный язык, объединяющий все разделы математики и ее приложения, они связывают разные математические дисциплины и их приложения в единых принципах. Поэтому важно дать обучающимся возможность понимать теоретико-множественный язык современной математики и использовать его для выражения своих мыслей. Следовательно, причиной проблемы математики является то, что наука должна приносить ей признание строгой обоснованности и следования определенным правилам построения доказательств. Знакомство с элементами математической логики способствует развитию логического мышления обучающихся, позволяет им строить свои рассуждения на основе логических правил,

В учебном курсе «Алгебра и начало математического анализа» заложены основы математического анализа, цели которых обеспечивают формирование методов построения моделей ситуации, исследование этих моделей с помощью алгебраических устройств и математического анализа, имеющих сходные результаты. Такие задания вплетены в каждый раздел программы, поскольку весь материал

учебного курса широко используется для решения прикладных задач. При определении различных практических задач обучающиеся наблюдают за развитием, умение выйти за рамки формальности, абстрагировать, использовать аналогию, обсуждать и конкретизировать проблему. Деятельность по формированию навыков решения прикладных задач завершается в процессе изучения всей темы учебного курса «Алгебра и начало математического анализа».

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

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

10 КЛАСС

Числа и вычисления

Рациональные числа.

Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби.

Применение дробей и процентов для решения прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни.

Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа. Арифметические операции с действительными числами.

Модуль действительного числа и его свойства.

Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений.

Степень с целым показателем.

Бином Ньютона.

Использование подходящей формы записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных

Арифметический корень натуральной степени и его свойства.

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

Логарифм числа. Свойства логарифма. Десятичные и натуральные логарифмы.

Синус, косинус, тангенс, котангенс числового аргумента.

Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента.

Уравнения и неравенства.

Тождества и тождественные преобразования. Уравнение, корень уравнения.

Равносильные уравнения и уравнения-следствия. Неравенство, решение неравенства.

Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств.

Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу.

Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема Виета.

Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни.

Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений.

Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений.

Преобразование выражений, содержащих логарифмы.

Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений.

Основные тригонометрические формулы. Преобразование тригонометрических выражений.

Решение тригонометрических уравнений.

Решение систем линейных уравнений.

Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы 2×2 , его геометрический смысл и свойства, вычисление его значения, применение определителя для решения системы линейных уравнений.

Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений.

Исследование построенной модели с помощью матриц и определителей.

Построение математических моделей реальной ситуации с помощью уравнений и неравенств.

Применение уравнений и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни.

Функции и графики

Функция, способы задания функции.

Взаимно обратные функции. Композиция функций. График функции. Элементарные преобразования графиков функций.

Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции.

Периодические функции. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке. Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции.

Элементарное исследование и построение их графиков.

Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график.

Свойства и график корня n -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем.

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

Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений. 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 значений, применение определителя для решения систем линейных уравнений. Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений. Исследование построения модели с помощью матриц и определителей.

Построение математических моделей, представляющих ситуации с помощью уравнений и неравенств. Применение метода и описания для решения математических задач и задач из различных областей науки и описания жизни.

Функции и графики

Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция функций.

График функции. Элементарные преобразования графиков функций.

Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции.

Периодические функции. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке. Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции.

Элементарное исследование и построение их графиков.

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

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

Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента.

Функциональные зависимости в различных процессах и явлениях. Графики индивидуальных зависимостей.

Начала математического анализа

Последовательности, способы задания последовательностей.

Метод математической индукции.

Монотонные и ограниченные последовательности. История возникновения математического анализа как анализа бесконечно малых.

Арифметическая и геометрическая прогрессии. Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии.

Линейный и экспоненциальный рост. Число e . Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера.

Непрерывные функции и их свойства. Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций непрерывных на отрезке.

Метод интервалов для решения неравенств.

Применение свойств непрерывных функций для решения задач.

Первая и вторая производные функции.

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

Производные элементарных функций.

Производная суммы, произведения, частного и композиции функций.

Множества и логика

Множество, операции над множествами и их свойства. Диаграммы Эйлера–Венна.

Применение теоретико-множественного аппарата для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов. Определение, теорема, свойство математического объекта, следствие, доказательство, равносильные уравнения.

11 КЛАСС

Числа и вычисления

Натуральные и целые числа.

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

Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа. Арифметические операции с комплексными числами. Изображение комплексных чисел на координатной плоскости. Формула Муавра.

Корни n -ой степени из комплексного числа. Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач.

Уравнения и неравенства

Система и совокупность уравнений и неравенств. равносильные системы и системы-следствия.

равносильные неравенства.

Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности.

Решение тригонометрических неравенств.

Основные методы решения показательных и логарифмических неравенств.

Основные методы решения иррациональных неравенств.

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

Уравнения, неравенства и системы с параметрами.

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

Функции и графики График композиции функций.

Геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости.

Тригонометрические функции, их свойства и графики.

Графические методы решения уравнений и неравенств.

Графические методы решения задач с параметрами.

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

Начала математического анализа

Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы.

Нахождение наибольшего и наименьшего значений непрерывной функции на отрезке.

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

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

Интеграл. Геометрический смысл интеграла.

Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона–Лейбница. Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур и объёмов геометрических тел.

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

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

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1) высшее образование:

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества, представление математических основ развития различных структур, направления, процедур общества (выборы, опросы и другое), умение взаимодействовать с конкретными институтами в соответствии с их особенностями и назначением;

2) патриотического воспитания:

сформированность российской гражданской идентичности, поддержка прошлого и современной российской математики, ценностное отношение к достижениям российских математиков и российской математической школы, использование этих достижений в других науках, технологиях, принципах экономики;

3) духовно-нравственного воспитания:

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

4) эстетического воспитания:

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

5) физического воспитания:

разработанные методы применения математических знаний в здоровом и безопасном образе жизни, ответственное отношение к своему здоровью (здоровое питание, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная динамическая активность), обоснование совершенствования при занятиях спортивно-оздоровительной территорией;

6) трудового воспитания:

готовность к труду, осознание ценностей трудолюбия, интерес к различным сферам профессиональной деятельности, переход с математикой и ее приложениями, умение осознать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы, готовность и способность к математическому образованию и самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к активному развитию в практических условиях задачи математической направленности;

7) экологического воспитания:

сформулированная культура, понимание социально-экономических процессов в состоянии природной и социальной среды, понимание глобального характера экологических проблем, ориентация на применение математических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирование последующих действий и оценка их возможных последствий для окружающей среды;

8) ценности научного познания:

сформированность мировоззрения, стандартный подход развития науки и практики, понимание математической науки как сфера деятельности, этапы ее развития и инновационности для развития цивилизации, владение языком математики и математической культурой как средство познания мира, готовность изучать проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе .

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Познавательные универсальные технологические действия

Базовые логические действия:

выявлять и характеризовать основные признаки математических объектов, пояснения, связи между понятиями, формулировать определение понятий, сохранять существенный признак классификации, основания для обобщения и сравнения связей, критерий проведения анализа;

воспринимать, формулировать и преобразовывать суждения: предвзятые 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 логики сохранения, дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии;

проводить самостоятельные доказательства математических утверждений (прямые и противные), выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры, обосновывать собственные мнения и выводы;

выбрать способ решения учебной задачи (сравнивать несколько вариантов решений, выбирать наиболее подходящие варианты с учетом, самостоятельно выделенных).

Базовые исследовательские действия:

использовать вопросы в качестве исследовательского инструмента познания, формулировать вопросы, фиксировать противоречие, проблему, сохранять истинное и существующее, формировать гипотезу, аргументировать свою позицию, мнение;

проведение самостоятельно спланированного эксперимента, 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 результатов, выводов и обобщений;

спрогнозировать возможное развитие процесса, а также выдвинуть борьбу о его развитии в новых условиях.

Работа с информацией:

выявлять дефицит информации, данных, необходимых для ответа на вопрос и решения задач;

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

структурировать информацию, ее высокое положение в различных формах, иллюстрировать графически;

оценить надежность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

Коммуникативные универсальные технологические действия

Общение:

воспринимать и формулировать суждения в соответствии с положениями и критериями общения, ясно, точно, грамотно выражать свою точку зрения в устных и письменных текстах, давать объяснения по ходу решения задач, комментировать полученный результат;

в ходе обсуждения задавать вопросы по существующей обсуждаемой теме, проблемам, решаемой задаче, высказывать идеи, целенаправленные поисковые решения, сопоставлять свои мнения с обсуждениями других участников диалога, находить аргументы и сопоставлять позиции, в корректной форме формулировать разногласия, свои возражения;

высота результатов решения задачи, эксперимента, исследования, проекта, самостоятельно Председатель для отображения с учётом задач презентации и снаружи.

Регулятивные универсальные технологические действия

Самоорганизация:

составить план, алгоритм решения задачи, выбрать способ решения с учётом имеющихся ресурсов и естественных возможностей, аргументировать и корректировать варианты решений с учётом новой информации.

Самоконтроль, эмоциональный интеллект:

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания происходящих действий и мыслительных процессов, их результатов, владеть методами самопроверки, самоконтроля процесса и получения результатов решения математической задачи;

предвидеть трудности, которые могут возникнуть при возникновении проблем, внести коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, данных, обнаруженных ошибок, выявленных потребностей;

оценить соответствие результата цели и условиям, объяснить причины достижения или недостижения результатов деятельности, совершить ошибку, дать оценку приобретенному опыту.

Совместная деятельность:

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при определении общих задач, цель совместной деятельности, планировать организацию совместной работы, определять виды работ, договариваться, обсуждать процесс и результаты работы, обсуждать мнения нескольких людей;

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

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

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

Числа и вычисления:

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

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

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

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

свободно оперировать понятием: арифметический корень натуральной степени;

свободно оперировать понятием: степень с рациональным показателем;

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

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

оперировать понятиями: арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента.

Уравнения и неравенства:

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

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

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

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

использовать свойства действий с корнями для преобразования выражений;

выполнять преобразования числовых выражений, содержащих степени с рациональным показателем;

использовать свойства логарифмов для преобразования логарифмических выражений;

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

применять основные тригонометрические формулы для преобразования тригонометрических выражений;

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

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

Функции и графики:

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

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

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

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

оперировать понятиями: линейная, квадратичная и дробно-линейная функции, выполнять элементарное исследование и построение их графиков; свободно оперировать понятиями: показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики, использовать их графики для решения уравнений;

свободно оперировать понятиями: тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента; использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни, выражать формулами зависимости между величинами;

Начала математического анализа:

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

использовать прогрессии для решения реальных задач прикладного характера;

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

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

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

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

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

использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач.

Множества и логика:

свободно оперировать понятиями: множество, операции над множествами;

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

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

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

Числа и вычисления:

свободно оперировать понятиями: натуральным числом и связями чисел, множеством натуральных и целых чисел, использовать признаки делимости целых чисел, натуральными числами НОД и НОК для решения задач, применять алгоритм Евклида;

свободно оперировать концепцией остатка по модулю, записывать числа в различных позиционных содержательных вычислениях;

свободно оперировать понятиями: комплексным числом и множеством комплексных чисел, записывать комплексные числа в алгебраической и тригонометрической формах, выполнять с ними арифметические операции и изображать на координатной плоскости.

Уравнения и неравенства:

свободно оперировать понятиями: иррациональными, показательными и логарифмическими уравнениями, находить их решения с помощью равносильных переходов;
 изучить отбор корней при составлении тригонометрических уравнений;
 свободно оперировать понятием тригонометрического цвета, применять необходимые формулы для решения основных типов тригонометрических цветов;
 свободно оперировать понятиями: системой и обоснованностью и обоснованностью, равносильными системами и системами-следствиями, нахождением решений систем и обоснованностью рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических моделей и приведений;
 решать рациональные, иррациональные, показательные, логарифмические и тригонометрические уравнения и цвета, содержащие модули и параметры;
 применять графические методы для решения математических и графических задач, а также задач с параметрами;
 моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, символы и их системы для решения поставленной задачи, рассматривать построенные модели с использованием алгебры устройства, интерпретировать полученный результат.

Функции и графики:

строить графики функций композиции с помощью элементарного исследования и свойства двух функций композиции;
 строить геометрические образы и цвета на координатной плоскости;
 свободно оперировать понятиями: графики тригонометрических функций;
 применять функции для моделирования и исследования других процессов.

Начала математического анализа:

производную для исследования функций на монотонность и экстремумы;
 нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке;
 производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданной формулой или графиком;
 свободно оперировать понятиями: первообразная, определённый интеграл, находить первообразные элементарные функции и рассчитывать интеграл по формуле Ньютона-Лейбница;
 находить квадратные плоские фигуры и объёмы тел с помощью интеграла;
 иметь представление о математическом моделировании схемы составления дифференциальных результатов;
 решать прикладные задачи, в том числе социально-экономического и социального характера, с помощью математического анализа.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ п/п	Раздел (содержание)	Тема урока	Электронные цифровые образовательные ресурсы	Количество часов
				Всего
1	Множество действительных	Множество, операции над множествами и их	https://resh.edu.ru/subject/lesson/47	1

	чисел. Многочлены.	свойства	26/start/198194/	
2	Рациональные уравнения и неравенства.	Диаграммы Эйлера-Венна	https://resh.edu.ru	1
3	Системы линейных уравнений	Применение теоретико-множественного устройства для решения задач	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5100/start/326934/	1
4	Множество, операции над множествами и их свойства.	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби		1
5	Диаграммы Эйлера – Венна.	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби		1
6	Применение теоретико-множественного аппарата для решения задач. Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби.	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4730/start/149073/	1
7	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач.	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач		1
8	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач.	Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа		1
9	Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа. Арифметические операции с действительными числами.	Арифметические операции с действительными числами		1
10	Модуль действительного числа и его свойства	Модуль действительного числа и его свойства	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3798/start/159138/ https://resh.edu.ru/subject/lesson/3768/start/158113/	1
11	Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений	Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений		1
12	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств		1
13	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств.	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств		1
14	Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу	Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4726/start/198194/	1
15	Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема	Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема	https://resh.edu.ru	1

	остатком.	Виета		
17	Теорема Безу. Многочлены с целыми коэффициентами.	Решение систем линейных уравнений	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5100/start/326934/	1
18	Теорема Виета. Решение систем	Решение систем линейных уравнений		1
19	линейных уравнений. Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы 2×2 , его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения	Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы 2×2 , его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения		1
20	геометрический смысл и свойства; вычисление его значения; применение определителя для решения	Определитель матрицы 2×2 , его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4730/start/149073/	1
21	системы линейных уравнений.	Применение определителя для систем решения линейных уравнений		1
22	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений		1
23	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений		1
24		Контрольная работа: "Рациональные уравнения и неравенства. Системы линейных уравнений"	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3798/start/159138/ https://resh.edu.ru/subject/lesson/3768/start/158113/	1
25	Функции и графики.	Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция функций		1
26	Степенная функция с целым показателем.	График функции. Элементарные функции, преобразования графиков	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6124/start/38973/	1
27	Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция функций. График функции.	Область определения и множество значений функций. Нули функции. Промежутки знакопостоянства		1
28	Элементарные преобразования графиков функций.	Чётные и нечётные функции. Периодические функции. Промежутки монотонности функции	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4729/start/159013/	1
29	Область определения и множество значений функции.	Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке		1
30	Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции.	Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5540/start/327000/	1
31	Периодические функции.	Элементарное исследование и построение графиков этих функций		1

32	Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции.	Элементарное исследование и построение графиков этих функций	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5498/start/272542/	1
33	Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке.	Степень с целым показателем. Бином Ньютона	https://resh.edu.ru	1
34		Степень с целым показателем. Бином Ньютона	https://resh.edu.ru	1
35		Степенная функция с натуральным и целым показателями. Ее свойства и график	https://resh.edu.ru	1
36		Контрольная работа: "Степенная функция. Ее свойства и график"	https://resh.edu.ru	1
37	Арифметический корень n-ой степени.	Арифметический корень натуральной степени и его свойства	https://resh.edu.ru	1
38	Иррациональные уравнения. Арифметический корень натуральной степени и его свойства. Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни.	Арифметический корень натуральной степени и его свойства	https://resh.edu.ru	1
39		Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни	https://resh.edu.ru	1
40		Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни	https://resh.edu.ru	1
41		Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни	https://resh.edu.ru	1
42		Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений	https://resh.edu.ru	1
43		Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5569/start/159263/	1
44		Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений		1

45	степени с натуральным показателем	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений		1
46		Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений		1
47		Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений		1
48		Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений		1
49		Свойства и графики степенной функции	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6019/start/199181/	1
50		Свойства и графики степенной функции	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3863/start/327031/	1
51		Контрольная работа: "Свойства и графики степенной функции. Иррациональные уравнения"		1
52	Показательная функция. Показательные уравнения. Степень с рациональным показателем и её свойства. Показательная функция, её свойства и график. Использование графика функции для решения уравнений. Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	Степень с рациональным показателем и ее свойства	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6322/start/114653/	1
53		Степень с рациональным показателем и ее свойства	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4733/start/199150/	1
54		Степень с рациональным показателем и ее свойства		1
55		Показательная функция, ее свойства и график	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3876/start/199243/	1
56		Использование показательной функции для решения математических задач	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4735/start/199274/	1
57		Использование показательной функции для решения математических задач	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4734/start/199305/	1
58		Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3489/start/292739/ https://resh.edu.ru/subject/lesson/3887/start/199367/	1
59		Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3490/start/199398/	1
60		Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4238/start/107826/	1

61		Контрольная работа: "Показательная функция. Показательные уравнения"	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4324/start/199618/	1
62	Логарифмическая функция.	Логарифм числа. Свойства логарифма		1
63	Логарифмические уравнения	Логарифм числа. Свойства логарифма		1
64	Логарифм числа. Свойства логарифма.	Логарифм числа. Свойства логарифма	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6317/start/199681/	1
65	Десятичные и натуральные логарифмы.	Десятичные и натуральные логарифмы	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4736/start/199743/	1
66	Преобразование выражений, содержащих логарифмы.	Десятичные и натуральные логарифмы	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4737/start/199804/	1
67	Логарифмическая функция, её свойства и график.	Преобразование выражений, содержащих логарифмы	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6314/start/199928/	1
68	Использование графика функции для решения	Преобразование выражений, содержащих логарифмы	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6321/start/199989/	1
69	уравнений. Логарифмические уравнения. Основные методы	Преобразование выражений, содержащих логарифмы		1
70	решения логарифмических	Логарифмическая функция, ее свойства и график		1
71	уравнений. Равносильные	Логарифмическая функция, ее свойства и график		1
72	переходы в решении логарифмических уравнений	Использование графика логарифмической функции для решения уравнений		1
73		Использование графика логарифмической функции для решения уравнений		1
74		Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений		1
75		Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений		1
76		Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений		1
77		Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений		1
78		Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений		1
79		Контрольная работа: "Логарифмическая функция.		1

		Логарифмические уравнения"		
80	Тригонометрические выражения и уравнения Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента. Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента. Основные тригонометрические формулы. Преобразование тригонометрических выражений. Решение тригонометрических уравнений	Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента		1
81		Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента		1
82		Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента		1
83		Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента		1
84		Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента		1
85		Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента		1
86		Основные тригонометрические формулы		1
87		Основные тригонометрические формулы		1
88		Основные тригонометрические формулы		1
89		Основные тригонометрические формулы		1
90		Преобразование тригонометрических выражений		1
91		Преобразование тригонометрических выражений		1
92		Преобразование тригонометрических выражений		1
93		Преобразование тригонометрических выражений		1
94		Решение тригонометрических уравнений		1
95		Решение тригонометрических уравнений		1
96		Решение тригонометрических уравнений		1
97		Решение тригонометрических уравнений		1
98		Решение тригонометрических уравнений		1
99		Решение тригонометрических уравнений		1
100		Решение тригонометрических уравнений		1
101		Контрольная работа: "Тригонометрические выражения и тригонометрические уравнения"		1
102	Последовательности и	Последовательности, способы задания		1

	прогрессии	последовательностей. Метод математической индукции		
103	Последовательности, способы задания последовательностей. Метод математической индукции.	Монотонные и ограниченные последовательности. История анализа бесконечно малых		1
104		Арифметическая прогрессия		1
105	Монотонные и ограниченные последовательности. История анализа бесконечно малых.	Геометрическая прогрессия		1
106		Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия		1
107	Арифметическая и геометрическая прогрессии.	Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии		1
108	Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия.	Линейный и экспоненциальный рост. Число e . Формула сложных процентов		1
109	Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии.	Линейный и экспоненциальный рост. Число e . Формула сложных процентов		1
110	Линейный и экспоненциальный рост. Число e .	Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера		1
111	Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера	Контрольная работа: "Последовательности и прогрессии"		1
112	Непрерывные функции.	Непрерывные функции и их свойства		1
113	Производная.	Точка разрыва. Асимптоты графиков функций		1
114	Непрерывные функции и их свойства. Точка разрыва.	Свойства функций непрерывных на отрезке		1
115		Свойства функций непрерывных на отрезке		1
116	Асимптоты графиков функций.	Метод интервалов для решения неравенств		1
117	Свойства функций непрерывных на отрезке	Метод интервалов для решения неравенств		1
118		Метод интервалов для решения неравенств		1
119	. Метод интервалов для решения неравенств.	Применение свойств непрерывных функций для решения задач		1
120	Применение свойств непрерывных функций для решения задач.	Применение свойств непрерывных функций для решения задач		1
121	Первая и вторая производные функции.	Первая и вторая производные функции		1
122		Определение, геометрический смысл производной		1
123		Определение, физический смысл производной		1

124	Определение, геометрический и физический смысл производной. Уравнение касательной к графику функции. Производные элементарных функций. Производная суммы, произведения, частного и композиции функций	Уравнение касательной к графику функции		1
125		Уравнение касательной к графику функции		1
126		Производные элементарных функции		1
127		Производные элементарных функции		1
128		Производная суммы, произведения и частного. Производная сложной функции		1
129		Производная суммы, произведения и частного. Производная сложной функции		1
130		Производная суммы, произведения и частного. Производная сложной функции		1
131		Контрольная работа: "Производная"		1
132	Повторение, обобщение, систематизация знаний Основные понятия курса алгебры и начал математического анализа 10 класса, обобщение и систематизация знаний	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"		1
133		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"		1
134		Итоговая контрольная работа		1
135		Итоговая контрольная работа		1
136		Повторение, обобщение, систематизация знаний		1
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ				136

11 КЛАСС

№ п/п	Раздел (содержание)	Тема урока	Электронные цифровые образовательные ресурсы	Количество часов
1	Исследование функций с помощью производной Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке. Применение производной для нахождения наилучшего решения	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	https://resh.edu.ru	1
2		Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	https://resh.edu.ru	1
3		Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	https://resh.edu.ru	1
4		Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	https://resh.edu.ru	1
5		Применение производной к исследованию функций	https://resh.edu.ru	1

	в прикладных задачах, для	на монотонность и экстремумы		
6	определения скорости и ускорения	Применение производной к исследованию функций	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5627/start/159321/	1
7	процесса, заданного формулой или графиком.	на монотонность и экстремумы		
	Композиция функций.	Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции непрерывности на отрезке	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4731/start/159355/	1
8	Геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости.	Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции непрерывности на отрезке		1
9		Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции непрерывности на отрезке		1
10		Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции непрерывности на отрезке	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3841/start/225573/	1
11		Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции непрерывности на отрезке		1
12		Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции непрерывности на отрезке		1
13		Применение производной для нахождения наилучшего решения прикладных задач	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3823/start/198625/	1
14		Применение производной для нахождения наилучшего решения прикладных задач		1
15		Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданной формулой или графиком	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5753/start/272574/	1
16		Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданной формулой или графиком		1
17		Композиция функций		1
18		Композиция функций		1
19		Композиция функций	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4732/start/198842/	1
20		Геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости		1
21		Геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3852/start/199119/	1

22		Контрольная работа: "Исследование функции с помощью производной"	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3834/start/198687/	1
23	Первообразная и интеграл. 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	Первообразная, основное свойство первообразных		1
24		Первообразные элементарные функции. Правила нахождения первообразных	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6111/start/200545/ https://resh.edu.ru/subject/lesson/3923/start/200607/	1
25		Первообразные элементарные функции. Правила нахождения первообразных	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4920/start/200702/	1
26		Интеграл. Геометрический смысл интеграла	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5570/start/200795/	1
27		Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3943/start/200825/	1
28		Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница	https://resh.edu.ru	1
29		Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур	https://resh.edu.ru	1
30		Применение интеграла для нахождения объёмов геометрических тел	https://resh.edu.ru	1
31		Примеры решений дифференциальных уравнений	https://resh.edu.ru	1
32		Примеры решений дифференциальных уравнений	https://resh.edu.ru	1
33		Математическое моделирование реальных процессов с помощью дифференциальных уравнений	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6112/start/200949/	1
34		Контрольная работа: "Первообразная и интеграл"	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4923/start/200980/	1
35	Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства . Тригонометрические функции, их свойства и графики. Отбор корней	Тригонометрические функции, их свойства и графики		1
36		Тригонометрические функции, их свойства и графики	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4922/start/201042/	1
37		Тригонометрические функции, их свойства и графики		1

38	тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности. Решение тригонометрических неравенств	Тригонометрические функции, их свойства и графики		1
39		Тригонометрические функции, их свойства и графики	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3976/start/201104/	1
40		Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6114/start/201073/	1
41		Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности		1
42		Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности		1
43		Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3954/start/201011/	1
44		Решение тригонометрических неравенств		1
45		Решение тригонометрических неравенств	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3966/start/201135/	1
46		Решение тригонометрических неравенств		1
47		Решение тригонометрических неравенств	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3987/start/273810/	1
48		Контрольная работа: "Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства"	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4016/start/225682/	1
49	Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства . Основные методы решения показательных и логарифмических неравенств. Основные методы решения иррациональных неравенств. Графические методы решения иррациональных, показательных и логарифмических уравнений и неравенств	Основные методы решения показательных неравенств		1
50		Основные методы решения показательных неравенств	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6115/start/36346/	1
51		Основные методы решения показательных неравенств		1
52		Основные методы решения показательных неравенств		1
53		Основные методы решения логарифмических неравенств		1
54		Основные методы решения логарифмических неравенств		1

55	Основные методы решения логарифмических неравенств	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6195/start/225651/	1
56	Основные методы решения логарифмических неравенств		1
57	Основные методы решения иррациональных неравенств	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4924/start/225713/	1
58	Основные методы решения иррациональных неравенств	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3993/start/225744/	1
59	Основные методы решения иррациональных неравенств	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6117/start/225775/	1
60	Основные методы решения иррациональных неравенств	https://resh.edu.ru	1
61	Графические методы решения иррациональных уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1
62	Графические методы решения иррациональных уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1
63	Графические методы решения показательных уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1
64	Графические методы решения показательных уравнений и неравенств		1
65	Графические методы решения логарифмических уравнений и неравенств		1
66	Графические методы решения логарифмических уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1
67	Графические методы решения логарифмических уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1
68	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1
69	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1
70	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1

71		Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений и неравенств	https://resh.edu.ru	1
72		Контрольная работа: "Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства"	https://resh.edu.ru	1
73	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	Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа	https://resh.edu.ru	1
74		Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа	https://resh.edu.ru	1
75		Арифметические операции с комплексными числами		1
76		Арифметические операции с комплексными числами		1
77		Изображение комплексных чисел на координатной плоскости		1
78		Изображение комплексных чисел на координатной плоскости	https://resh.edu.ru	1
79		Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа	https://resh.edu.ru	1
80		Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа	https://resh.edu.ru	1
81		Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач	https://resh.edu.ru	1
82		Контрольная работа: "Комплексные числа"	https://resh.edu.ru	1
83	Натуральные и целые числа. Натуральные и целые числа. Применение признаков делимости целых чисел, НОД и НОК, остатков по модулю, алгоритма Евклида для решения задач в целых числах	Натуральные и целые числа	https://resh.edu.ru	1
84		Натуральные и целые числа	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4931/start/127799/	1
85		Применение признаков делимости целых чисел		1
86		Применение признаков делимости целых чисел		1
87		Применение признаков делимости целых чисел, НОД и НОК	https://resh.edu.ru/subject/lesson/3908/start/200512/	1
88		Применение признаков делимости целых чисел,		1

		НОД и НОК		
89		Применение признаков делимости целых чисел, остатков по модулю	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4932/start/127856/	1
90		Применение признаков делимости целых чисел, остатков по модулю		1
91		Применение признаков делимости целых чисел, алгоритм Евклида для решения задач в целых числах	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4933/start/127884/	1
92		Контрольная работа: "Теория целых чисел"		1
93	Системы рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений . Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия. Основные методы решения систем и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений. Применение уравнений, систем и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов	Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия		1
94		Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4134/start/39002/	1
95		Основные методы решения систем и совокупности рациональных уравнений		1
96		Основные методы решения систем и совокупности иррациональных уравнений		1
97		Основные методы решения систем и совокупности иррациональных уравнений		1
98		Основные методы решения систем и совокупности иррациональных уравнений		1
99		Основные методы решения систем и совокупности логарифмических уравнений		1
100		Основные методы решения систем и совокупности логарифмических уравнений		1
101		Применение уравнений, систем и неравенств для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация результатов		1
102		Применение уравнений, систем и неравенств для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация результатов	https://resh.edu.ru	1
103		Применение уравнений, систем и неравенств для		1

		решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация результатов		
104		Контрольная работа: "Системы рациональных, иррациональных измерительных и логарифмических оснований"		1
105	Задачи с параметрами Рациональные, иррациональные, показательные, логарифмические и тригонометрические уравнения, неравенства и системы с параметрами. Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью уравнений, систем уравнений и неравенств с параметрами	Рациональные уравнения с параметрами		1
106		Рациональные уравнения с параметрами		1
107		Рациональные неравенства и системы уравнений с параметрами		1
108		Иррациональные уравнения с параметрами		1
109		Иррациональные неравенства и системы уравнений с параметрами		1
110		Показательные уравнения, неравенства с параметрами		1
111		Показательные системы уравнений с параметрами		1
112		Логарифмические уравнения, неравенства с параметрами		1
113		Логарифмические системы уравнений с параметрами		1
114		Тригонометрические уравнения с параметрами		1
115		Тригонометрические неравенства с параметрами		1
116		Тригонометрические системы уравнений с параметрами		1
117		Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью математических уравнений, систем уравнений и неравенств с параметрами		1
118		Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью математических уравнений, систем уравнений и неравенств с параметрами		1
119		Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью математических		1

		уравнений, систем уравнений и неравенств с параметрами		
120		Контрольная работа: "Задачи с параметрами"		1
121	Повторение, обобщение, систематизация знаний . Основные понятия и методы курса, обобщение и систематизация знаний	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"		1
122		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"		1
123		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения. Системы математических уравнений"		1
124		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"		1
125		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"		1
126		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"		1
127		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и ее применение"		1
128		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и ее применение"		1
129		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и ее применение"		1
130		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Интеграл и его применение"		1
131		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"		1
132		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"		1
133		Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"		1
134		Итоговая контрольная работа		1
135		Итоговая контрольная работа		1
136		Повторение, обобщение, систематизация знаний		1

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

10 КЛАСС

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

3.5	Использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни, выражать формулами зависимости между величинами
4	Начала математического анализа
4.1	Оперировать понятиями: последовательность, арифметическая и геометрическая прогрессии
4.2	Оперировать понятиями: бесконечно убывающая геометрическая прогрессия, сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии
4.3	Задавать последовательности различными способами
4.4	Использовать свойства последовательностей и прогрессий для решения реальных задач прикладного характера
5	Множества и логика
5.1	Оперировать понятиями: множество, операции над множествами
5.2	Использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов
5.3	Оперировать понятиями: определение, теорема, следствие, доказательство

11 КЛАСС

Код проверяемого результата	Проверяемые предметные результаты освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Числа и вычисления
1.1	Оперировать понятиями: натуральное, целое число; использовать признаки делимости целых чисел, разложение числа на простые множители для решения задач
1.2	Оперировать понятием: степень с рациональным показателем
1.3	Оперировать понятиями: логарифм числа, десятичные и натуральные логарифмы
2	Уравнения и неравенства
2.1	Применять свойства степени для преобразования выражений, оперировать понятиями: показательное уравнение и неравенство; решать основные типы показательных уравнений и неравенств
2.2	Выполнять преобразования выражений, содержащих логарифмы; оперировать понятиями: логарифмическое уравнение и неравенство; решать основные типы логарифмических уравнений и неравенств
2.3	Находить решения простейших тригонометрических неравенств
2.4	Оперировать понятиями: система линейных уравнений и её решение; использовать систему линейных уравнений для решения практических задач
2.5	Находить решения простейших систем и совокупностей рациональных уравнений и неравенств
2.6	Моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства и системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры

3	Функции и графики
3.1	Оперировать понятиями: периодическая функция, промежутки монотонности функции, точки экстремума функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке; использовать их для исследования функции, заданной графиком
3.2	Оперировать понятиями: графики показательной, логарифмической и тригонометрических функций; изображать их на координатной плоскости и использовать для решения уравнений и неравенств
3.3	Изображать на координатной плоскости графики линейных уравнений и использовать их для решения системы линейных уравнений
3.4	Использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей из других учебных дисциплин
4	Начала математического анализа
4.1	Оперировать понятиями: непрерывная функция, производная функции; использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач
4.2	Находить производные элементарных функций, вычислять производные суммы, произведения, частного функций
4.3	Использовать производную для исследования функции на монотонность и экстремумы, применять результаты исследования к построению графиков
4.4	Использовать производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах
4.5	Оперировать понятиями: первообразная и интеграл; понимать геометрический и физический смысл интеграла
4.6	Находить первообразные элементарных функций, вычислять интеграл по формуле Ньютона – Лейбница
4.7	Решать прикладные задачи, в том числе социально-экономического и физического характера, средствами математического анализа

ПРОВЕРЯЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СОДЕРЖАНИЯ

10 КЛАСС

Код	Проверяемый элемент содержания
1	Числа и вычисления
1.1	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби. Арифметические операции с рациональными числами, преобразования числовых выражений. Применение дробей и процентов для решения прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни
1.2	Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа. Арифметические операции с действительными числами. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений

1.3	Степень с целым показателем. Стандартная форма записи действительного числа. Использование подходящей формы записи действительных чисел для решения практических задач и представления данных
1.4	Арифметический корень натуральной степени. Действия с арифметическими корнями натуральной степени
1.5	Синус, косинус и тангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента
2	Уравнения и неравенства
2.1	Тождества и тождественные преобразования
2.2	Преобразование тригонометрических выражений. Основные тригонометрические формулы
2.3	Уравнение, корень уравнения. Неравенство, решение неравенства. Метод интервалов
2.4	Решение целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств
2.5	Решение иррациональных уравнений и неравенств
2.6	Решение тригонометрических уравнений
2.7	Применение уравнений и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни
3	Функции и графики
3.1	Функция, способы задания функции. График функции. Взаимно обратные функции
3.2	Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции
3.3	Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график. Свойства и график корня n -ой степени
3.4	Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента
4	Начала математического анализа
4.1	Последовательности, способы задания последовательностей. Монотонные последовательности
4.2	Арифметическая и геометрическая прогрессии. Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии. Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера
5	Множества и логика
5.1	Множество, операции над множествами. Диаграммы Эйлера – Венна. Применение теоретико-множественного аппарата для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов
5.2	Определение, теорема, следствие, доказательство

11 КЛАСС

Код	Проверяемый элемент содержания
1	Числа и вычисления
1.1	Натуральные и целые числа. Признаки делимости целых чисел
1.2	Степень с рациональным показателем. Свойства степени

1.3	Логарифм числа. Десятичные и натуральные логарифмы
2	Уравнения и неравенства
2.1	Преобразование выражений, содержащих логарифмы
2.2	Преобразование выражений, содержащих степени с рациональным показателем
2.3	Примеры тригонометрических неравенств
2.4	Показательные уравнения и неравенства
2.5	Логарифмические уравнения и неравенства
2.6	Системы линейных уравнений. Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений
2.7	Системы и совокупности рациональных уравнений и неравенств
2.8	Применение уравнений, систем и неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни
3	Функции и графики
3.1	Функция. Периодические функции. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке
3.2	Тригонометрические функции, их свойства и графики
3.3	Показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики
3.4	Использование графиков функций для решения уравнений и линейных систем
3.5	Использование графиков функций для исследования процессов и зависимостей, которые возникают при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни
4	Начала математического анализа
4.1	Непрерывные функции. Метод интервалов для решения неравенств
4.2	Производная функции. Геометрический и физический смысл производной
4.3	Производные элементарных функций. Формулы нахождения производной суммы, произведения и частного функций
4.4	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения функции на отрезке
4.5	Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах, для определения скорости процесса, заданного формулой или графиком
4.6	Первообразная. Таблица первообразных
4.7	Интеграл, его геометрический и физический смысл. Вычисление интеграла по формуле Ньютона – Лейбница

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

Код проверяемого	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего
-------------------------	---

требования	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 исполь-

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

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

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА «ГЕОМЕТРИЯ»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

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

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

Приоритетными задачами курса геометрии на углублённом уровне, расширяющими и усиливающими курс базового уровня, являются: расширение представления о геометрии как части мировой культуры и формирование осознания взаимосвязи геометрии с окружающим миром;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Переход к изучению геометрии на углублённом уровне позволяет:

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

10 КЛАСС

Прямые и плоскости в пространстве

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

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

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

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

Многогранники

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

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

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

Векторы и координаты в пространстве

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

11 КЛАСС

Тела вращения

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

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

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

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

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

Векторы и координаты в пространстве

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

Движения в пространстве

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

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

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1) гражданское воспитание:

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

2) патриотическое воспитание:

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

3) духовно-нравственное воспитание:

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

4) эстетическое воспитание:

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

5) физическое воспитание:

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

6) трудовое воспитание:

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

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

7) экологическое воспитание:

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

8) ценности научного познания:

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

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Познавательные универсальные учебные действия

Базовые логические действия:

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

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

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

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

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

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

Базовые исследовательские действия:

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

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

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

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

Работа с информацией:

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

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

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

оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

Коммуникативные универсальные учебные действия

Общение:

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

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

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

Регулятивные универсальные учебные действия

Самоорганизация:

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

Самоконтроль, эмоциональный интеллект:

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

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

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

Совместная деятельность:

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

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

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу **10 класса** обучающийся научится:

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

К концу **11 класса** обучающийся научится:

- свободно оперировать понятиями, связанными с цилиндрической, конической и сферической поверхностями, объяснять способы получения;
- оперировать понятиями, связанными с телами вращения: цилиндром, конусом, сферой и шаром;
- распознавать тела вращения (цилиндр, конус, сфера и шар) и объяснять способы получения тел вращения;
- классифицировать взаимное расположение сферы и плоскости;
- вычислять величины элементов многогранников и тел вращения, объёмы и площади поверхностей многогранников и тел вращения, геометрических тел с применением формул;
- свободно оперировать понятиями, связанными с комбинациями тел вращения и многогранников: многогранник, вписанный в сферу и описанный около сферы, сфера, вписанная в многогранник или тело вращения;
- вычислять соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел;
- изображать изучаемые фигуры, выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу, строить сечения тел вращения;
- извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках;
- свободно оперировать понятием вектор в пространстве;
- выполнять операции над векторами;
- задавать плоскость уравнением в декартовой системе координат;
- решать геометрические задачи на вычисление углов между прямыми и плоскостями, вычисление расстояний от точки до плоскости, в целом, на применение векторно-координатного метода при решении;
- свободно оперировать понятиями, связанными с движением в пространстве, знать свойства движений;
- выполнять изображения многогранников и тел вращения при параллельном переносе, центральной симметрии, зеркальной симметрии, при повороте вокруг прямой, преобразования подобия;
- строить сечения многогранников и тел вращения: сечения цилиндра (параллельно и перпендикулярно оси), сечения конуса (параллельные основанию и проходящие через вершину), сечения шара;
- использовать методы построения сечений: метод следов, метод внутреннего проектирования, метод переноса секущей плоскости;
- доказывать геометрические утверждения;
- применять геометрические факты для решения стереометрических задач, предполагающих несколько шагов решения, если условия применения заданы в явной и неявной форме;
- решать задачи на доказательство математических отношений и нахождение геометрических величин;
- применять программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач;
- применять полученные знания на практике: сравнивать, анализировать и оценивать реальные ситуации, применять изученные понятия, теоремы, свойства в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем, аппарата алгебры, решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин;
- иметь представления об основных этапах развития геометрии как составной части фундамента развития технологий.

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 КЛАСС

№ п/п	Раздел (содержание)	Тема урока	Электронные цифровые образовательные ресурсы	Количество часов
1	Введение в стереометрию. Основные пространственные фигуры. Понятия стереометрии: точка, прямая,	Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/start/203542/	23
2	плоскость, пространство. Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка. Понятия: пересекающиеся плоскости,	Понятия стереометрии: точка, прямая, плоскость, пространство. Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/start/272668/	1
3	пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство. Многогранники, их изображение	Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/start/272668/	1
4		Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6018/start/221550/	1
5		Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5866/start/221576/	1
6		Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5866/start/221576/	1
7		Аксиомы стереометрии и первые следствия из них	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/conspect/203541/	1
8		Аксиомы стереометрии и первые следствия из них	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/conspect/203541/	1
9		Аксиомы стереометрии и первые следствия из них. Способы задания прямых и плоскостей в пространстве. Обозначения прямых и плоскостей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/conspect/203541/	1

10		Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/conspect/203541/	1
11		Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/start/272668/	1
12		Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6065/start/125651/	1
13		Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6065/start/125651/	1
14		Метод следов для построения сечений	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/conspect/272667/	1
15		Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/conspect/272667/	1
16		Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/conspect/272667/	1
17		Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6129/start/131672/	1
18		Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6129/start/131672/	1

		и запись шагов построения		
19		Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5444/start/221486/	1
20		Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4912/conspect/23572/	1
21		Повторение планиметрии: Теорема о пропорциональных отрезках. Подобие треугольников	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4912/conspect/23572/	1
22		Повторение планиметрии: Теорема Менелая. Расчеты в сечениях на выносных чертежах. История развития планиметрии и стереометрии		1
23		Контрольная работа "Аксиомы стереометрии. Сечения"	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/start/20411/	1
24	Взаимное расположение прямых в пространстве. Взаимное расположение прямых в пространстве. Скрещивающиеся прямые.	Взаимное расположение прямых в пространстве. Скрещивающиеся прямые. Признаки скрещивающихся прямых. Параллельные прямые в пространстве	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/start/20411/	6
25	Признаки скрещивающихся прямых. Параллельные прямые в пространстве. Теорема о существовании и единственности прямой параллельной данной прямой, проходящей через точку пространства и не лежащей на данной прямой.	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	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/start/20411/	1
26	Лемма о пересечении параллельных прямых плоскостью. Параллельность трёх прямых.	Параллельность трёх прямых. Теорема о трёх параллельных прямых. Теорема о скрещивающихся прямых	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4757/start/20566/	1
27	Теорема о трёх параллельных прямых. Теорема о скрещивающихся прямых. Параллельное проектирование. Основные свойства параллельного проектирования.	Параллельное проектирование. Основные свойства параллельного проектирования. Изображение разных фигур в параллельной проекции	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4757/start/20566/	1
28	Изображение разных фигур в параллельной проекции.	Центральная проекция. Угол с сонаправленными сторонами. Угол между прямыми	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4757/start/20566/	1

	Центральная проекция. Угол с сонаправленными сторонами.		sson/4724/conspect/20410/	
29	Угол между прямыми. Задачи на доказательство и исследование, связанные с расположением прямых в пространстве	Задачи на доказательство и исследование, связанные с расположением прямых в пространстве	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/conspect/20410/	1
30	Параллельность прямых и плоскостей в пространстве. Понятия: параллельность прямой и плоскости в пространстве.	Понятия: параллельность прямой и плоскости в пространстве. Признак параллельности прямой и плоскости. Свойства параллельности прямой и плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/conspect/20410/	8
31	Признак параллельности прямой и плоскости. Свойства параллельности	Геометрические задачи на вычисление и доказательство, связанные с параллельностью прямых и плоскостей в пространстве	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6127/start/221519/	1
32		Построение сечения, проходящего через данную прямую на чертеже и параллельного другой прямой. Расчёт отношений	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6127/start/221519/	1
33		Параллельная проекция, применение для построения сечений куба и параллелепипеда. Свойства параллелепипеда и призмы	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6127/start/221519/	1
34		Параллельные плоскости. Признаки параллельности двух плоскостей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6127/start/221519/	
35		Теорема о параллельности и единственности плоскости, проходящей через точку, не принадлежащую данной плоскости и следствия из неё	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6063/start/21120/	1
36		Свойства параллельных плоскостей: о параллельности прямых пересечения при пересечении двух параллельных плоскостей третьей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6063/start/21120/	1
37		Свойства параллельных плоскостей: об отрезках параллельных прямых, заключённых между параллельными плоскостями; о пересечении прямой с двумя параллельными плоскостями	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6063/start/21120/	1

38	Перпендикулярность прямых и плоскостей в пространстве. Повторение: теорема Пифагора на плоскости, тригонометрия прямоугольного треугольника. Свойства куба и прямоугольного параллелепипеда. Вычисление длин отрезков в кубе и прямоугольном параллелепипеде. Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости. Теорема о существовании и единственности прямой, проходящей через точку пространства и перпендикулярной к плоскости. Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках. Перпендикуляр и наклонная. Построение перпендикуляра из точки на прямую. Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная).	Повторение: теорема Пифагора на плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4748/start/20810/	25
39		Повторение: тригонометрия прямоугольного треугольника	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/start/203542/	1
40		Свойства куба и прямоугольного параллелепипеда	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/start/272668/	1
41		Вычисление длин отрезков в кубе и прямоугольном параллелепипеде	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/start/272668/	1
42		Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6018/start/221550/	1
43		Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5866/start/221576/	1
44		Теорема о существовании и единственности прямой, проходящей через точку пространства и перпендикулярной к плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5866/start/221576/	1
45		Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/conspect/203541/	1
46		Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/conspect/203541/	1
47		Перпендикуляр и наклонная. Построение перпендикуляра из точки на прямую	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/conspect/203541/	1
48		Перпендикуляр и наклонная. Построение перпендикуляра из точки на прямую	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4756/conspect/203541/	1
49		Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная)	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/start/272668/	1

50	Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная)	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6065/start/125651/	1
51	Угол между скрещивающимися прямыми	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6065/start/125651/	1
52	Поиск перпендикулярных прямых с помощью перпендикулярных плоскостей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/conspect/272667/	1
53	Ортогональное проектирование	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/conspect/272667/	1
54	Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью ортогональной проекции	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6133/conspect/272667/	1
55	Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью ортогональной проекции	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6129/start/131672/	1
56	Симметрия в пространстве относительно плоскости. Плоскости симметрий в многогранниках	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6129/start/131672/	1
57	Признак перпендикулярности прямой и плоскости как следствие симметрии	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5444/start/221486/	1
58	Правильные многогранники. Расчёт расстояний от точки до плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4912/conspect/23572/	1
59	Правильные многогранники. Расчёт расстояний от точки до плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4912/conspect/23572/	1
60	Способы опустить перпендикуляры: симметрия, сдвиг точки по параллельной прямой		1
61	Сдвиг по непараллельной прямой, изменение расстояний	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/start/20411/	1
62	Контрольная работа "Взаимное расположение	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/start/20411/	1

		прямых и плоскостей в пространстве"	sson/4724/start/20411/	
63	Углы и расстояния. Повторение: угол между прямыми на плоскости, тригонометрия в произвольном треугольнике, теорема косинусов.	Повторение: угол между прямыми на плоскости, тригонометрия в произвольном треугольнике, теорема косинусов	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/start/20411/	16
64	Повторение: угол между скрещивающимися прямыми в пространстве.	Повторение: угол между скрещивающимися прямыми в пространстве	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4757/start/20566/	1
65	Геометрические методы вычисления угла между прямыми в многогранниках. Двугранный угол. Свойство линейных углов двугранного угла.	Геометрические методы вычисления угла между прямыми в многогранниках	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4757/start/20566/	1
66	Перпендикулярные плоскости. Свойства взаимно перпендикулярных плоскостей.	Двугранный угол. Свойство линейных углов двугранного угла	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/conspect/20410/	1
67	Признак перпендикулярности плоскостей; теорема о прямой пересечения двух плоскостей перпендикулярных третьей плоскости.	Перпендикулярные плоскости. Свойства взаимно перпендикулярных плоскостей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/conspect/20410/	1
68	Прямоугольный параллелепипед; куб; измерения, свойства прямоугольного параллелепипеда. Теорема о диагонали прямоугольного параллелепипеда и следствие из неё.	Признак перпендикулярности плоскостей; теорема о прямой пересечения двух плоскостей перпендикулярных третьей плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4724/conspect/20410/	1
69		Прямоугольный параллелепипед; куб; измерения, свойства прямоугольного параллелепипеда		1
70	Стереометрические и прикладные задачи, связанные с взаимным расположением прямой и плоскости. Повторение: скрещивающиеся прямые, параллельные плоскости в стандартных многогранниках	Теорема о диагонали прямоугольного параллелепипеда и следствие из неё		1
71		Стереометрические и прикладные задачи, связанные с взаимным расположением прямой и плоскости		1
72		Повторение: скрещивающиеся прямые, параллельные плоскости в стандартных многогранниках		1
73		Пара параллельных плоскостей на скрещивающихся прямых, расстояние между скрещивающимися прямыми в простых ситуациях		1

74		Расстояние от точки до плоскости, расстояние от прямой до плоскости		1
75		Вычисление расстояний между скрещивающимися прямыми с помощью перпендикулярной плоскости		1
76		Трёхгранный угол, неравенства для трехгранных углов. Теорема Пифагора, теоремы косинусов и синусов для трёхгранного угла		1
77		Элементы сферической геометрии: геодезические линии на Земле		1
78		Контрольная работа "Углы и расстояния"		1
79	Многогранники. Многогранник и его элементы.	Систематизация знаний "Многогранник и его элементы"		7
80	Пирамида. Виды пирамид. Правильная пирамида. Призма. Прямая и наклонная призма. Правильная призма.	Пирамида. Виды пирамид. Правильная пирамида		1
81	Прямой параллелепипед, прямоугольный параллелепипед, куб.	Призма. Прямая и наклонная призмы. Правильная призма		1
82	Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера.	Прямой параллелепипед, прямоугольный параллелепипед, куб		1
83	Правильные и полуправильные многогранники	Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера		1
84		Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера. Правильные и полуправильные многогранники		1
85		Контрольная работа "Многогранники"		1
86	Векторы в пространстве. Понятие вектора на плоскости и в пространстве.	Понятие вектора на плоскости и в пространстве	https://100urokov.ru/predmety/vektora-v-prostranstve	12
87	Сумма и разность векторов, правило параллелепипеда, умножение вектора на число, разложение вектора по базису трёх векторов, не лежащих в одной плоскости.	Сумма векторов	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4758/conspect/21647/	1
88	Скалярное произведение, вычисление угла между векторами в пространстве.	Разность векторов	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4758/conspect/21647/	1
89	Простейшие задачи с векторами	Правило параллелепипеда	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6404/conspect/132054/	1
90		Умножение вектора на число	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6404/conspect/132054/	1

91		Разложение вектора по базису трёх векторов, не лежащих в одной плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5724/conspect/21891/	1
92		Скалярное произведение	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5723/conspect/149166/	1
93		Вычисление угла между векторами в пространстве	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6083/conspect/149228/	1
94		Простейшие задачи с векторами	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6083/conspect/149228/	1
95		Простейшие задачи с векторами		1
96		Простейшие задачи с векторами	https://100urokov.ru/predmety/vektora-v-prostranstve	1
97		Простейшие задачи с векторами	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4758/conspect/21647/	1
98	Повторение, обобщение и систематизация знаний . Обобщающее повторение понятий и методов курса геометрии 10 класса, систематизация знаний. История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий	Обобщение и систематизация знаний		5
99		Обобщение и систематизация знаний		1
100		Итоговая контрольная работа		1
101		Итоговая контрольная работа		1
102		Обобщение и систематизация знаний		1
	ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ			102

11 КЛАСС

№ п/п	Раздел (содержание)	Тема урока	Электронные цифровые образовательные ресурсы	Количество часов
				Всего
1	Аналитическая геометрия. Повторение: координаты вектора на плоскости и в пространстве, скалярное произведение векторов, вычисление угла между векторами в пространстве.	Повторение темы "Координаты вектора на плоскости и в пространстве"	https://resh.edu.ru	15
2		Повторение темы "Скалярное произведение векторов"	https://resh.edu.ru	1

3	Уравнение прямой, проходящей через две точки.	Повторение темы "Вычисление угла между векторами в пространстве"	https://resh.edu.ru	1
4	Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках.	Повторение темы "Уравнение прямой, проходящей через две точки"	https://resh.edu.ru	1
5	Векторное произведение.	Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках	https://resh.edu.ru	1
6	Линейные неравенства, линейное программирование.	Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках	https://resh.edu.ru	1
7	Аналитические методы расчёта угла между прямыми и плоскостями в многогранниках.	Векторное произведение	https://resh.edu.ru	1
8	Формула расстояния от точки до плоскости в координатах.	Линейные неравенства, линейное программирование	https://resh.edu.ru	1
9	Нахождение расстояний	Линейные неравенства, линейное программирование	https://resh.edu.ru	1
10		Аналитические методы расчёта угла между прямыми в многогранниках	https://resh.edu.ru	1
11		Аналитические методы расчёта угла между плоскостями в многогранниках	https://resh.edu.ru	1
12		Формула расстояния от точки до плоскости в координатах	https://resh.edu.ru	1
13		Нахождение расстояний от точки до плоскости в кубе	https://resh.edu.ru	1
14		Нахождение расстояний от точки до плоскости в правильной пирамиде	https://resh.edu.ru	1
15		Контрольная работа "Аналитическая геометрия"	https://resh.edu.ru	1
16	Повторение, обобщение и систематизация знаний.	Сечения многогранников: стандартные многогранники	https://resh.edu.ru	15
17	Сечения многогранников: стандартные многогранники, метод следов, стандартные плоскости, пересечения прямых и плоскостей.	Сечения многогранников: метод следов	https://resh.edu.ru	1
18	Параллельные прямые и плоскости: параллельные	Сечения многогранников: стандартные плоскости, пересечения прямых и	https://resh.edu.ru	1

	сечения, расчёт отношений, углы между	плоскостей		
19	скрещивающимися прямыми. Перпендикулярные прямые и плоскости: стандартные	Параллельные прямые и плоскости: параллельные сечения	https://resh.edu.ru	1
20	пары перпендикулярных плоскостей и прямых, симметрии многогранников, теорема о трёх	Параллельные прямые и плоскости: расчёт отношений	https://resh.edu.ru	1
21	перпендикулярах, вычисления длин	Параллельные прямые и плоскости: углы между скрещивающимися прямыми	https://resh.edu.ru	1
22		Перпендикулярные прямые и плоскости: стандартные пары перпендикулярных плоскостей и прямых, симметрии многогранников	https://resh.edu.ru	1
23		Перпендикулярные прямые и плоскости: теорема о трех перпендикулярах	https://resh.edu.ru	1
24		Перпендикулярные прямые и плоскости: вычисления длин в многогранниках	https://resh.edu.ru	1
25		Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия	https://resh.edu.ru	1
26		Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия	https://resh.edu.ru	1
27		Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия	https://resh.edu.ru	1
28		Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия	https://resh.edu.ru	1
29		Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия	https://resh.edu.ru	1
30		Контрольная работа "Повторение: многогранники, сечения многогранников"	https://resh.edu.ru	1
31	Объём многогранника.	Объём тела. Объем прямоугольного	https://resh.edu.ru/su	17

	Объём тела. Объём прямоугольного параллелепипеда. Задачи об удвоении куба, о квадратуре куба; о	параллелепипеда	bject/lesson/4904/star t/280336/	
32	трисекции угла. Стереометрические задачи, связанные с объёмом прямоугольного параллелепипеда.	Задачи об удвоении куба, о квадратуре куба; о трисекции угла	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4046/star t/23207/	1
33	Прикладные задачи, связанные с вычислением объёма прямоугольного параллелепипеда. Объём прямой призмы.	Стереометрические задачи, связанные с объёмом прямоугольного параллелепипеда	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4046/star t/23207/	1
34	Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов прямой призмы. Прикладные задачи, связанные с объёмом прямой призмы.	Прикладные задачи, связанные с вычислением объёма прямоугольного параллелепипеда	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4046/star t/23207/	1
35		Объём прямой призмы		1
36		Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов прямой призмы	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4904/star t/280336/	1
37		Прикладные задачи, связанные с объёмом прямой призмы	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4046/star t/23207/	1
38		Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём наклонной призмы	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4046/star t/23207/	1
39		Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём пирамиды	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4046/star t/23207/	1
40		Формула объёма пирамиды. Отношение объёмов пирамид с общим углом		1
41		Формула объёма пирамиды. Отношение объёмов пирамид с общим углом	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4904/star t/280336/	1
42		Стереометрические задачи, связанные с объёмами наклонной призмы	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4046/star t/23207/	1
43		Стереометрические задачи, связанные с	https://resh.edu.ru/su	1

		объёмами пирамиды	bject/lesson/4046/star t/23207/	
44		Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом наклонной призмы	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4046/star t/23207/	1
45		Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом пирамиды		1
46		Применение объёмов. Вычисление расстояния до плоскости	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4904/star t/280336/	1
47		Контрольная работа "Объём многогранника"	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4046/star t/23207/	1
48	Тела вращения. Цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности. Цилиндр. Прямой	Цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4034/star t/22791/	24
49	круговой цилиндр. Площадь поверхности цилиндра.	Цилиндр. Прямой круговой цилиндр. Площадь поверхности цилиндра	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5525/star t/22875/	1
50	Коническая поверхность, образующие конической поверхности. Конус. Сечение конуса плоскостью, параллельной плоскости основания.	Коническая поверхность, образующие конической поверхности. Конус	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5525/star t/22875/	1
51	Усечённый конус. Изображение конусов и усечённых конусов. Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса.	Сечение конуса плоскостью, параллельной плоскости основания	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6300/star t/22490/	1
52	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конуса. Прикладные задачи, связанные с цилиндром.	Усечённый конус. Изображение конусов и усечённых конусов	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6300/star t/22490/	1
53	Сфера и шар. Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара. Уравнение сферы. Площадь сферы и её частей.	Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6300/star t/22490/	1
54	Симметрия сферы и шара. Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром, построением их сечений плоскостью.	Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4903/star	1

	Прикладные задачи, связанные со сферой и шаром.		t/22646/	
55	Повторение: окружность на плоскости, вычисления в окружности, стандартные подобию.	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конус	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4903/star/t/22646/	1
56	Различные комбинации тел вращения и многогранников.	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конуса	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4903/star/t/22646/	1
57	Задачи по теме «Тела и поверхности вращения»	Прикладные задачи, связанные с цилиндром	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4903/star/t/22646/	1
58		Прикладные задачи, связанные с цилиндром	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4906/star/t/84087/	1
59		Сфера и шар	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4906/star/t/84087/	1
60		Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4034/star/t/22791/	1
61		Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5525/star/t/22875/	1
62		Уравнение сферы. Площадь сферы и её частей	https://resh.edu.ru/subject/lesson/5525/star/t/22875/	1
63		Симметрия сферы и шара	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6300/star/t/22490/	1
64		Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром, построением их сечений плоскостью	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6300/star/t/22490/	1
65		Стереометрические задачи на	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6300/star/t/22490/	1

		доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром, построением их сечений плоскостью	bject/lesson/6300/star t/22490/	
66		Прикладные задачи, связанные со сферой и шаром	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4903/star t/22646/	1
67		Повторение: окружность на плоскости, вычисления в окружности, стандартные подобия	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4903/star t/22646/	1
68		Различные комбинации тел вращения и многогранников	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4903/star t/22646/	1
69		Задачи по теме "Тела и поверхности вращения"	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4903/star t/22646/	1
70		Задачи по теме "Тела и поверхности вращения"	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4906/star t/84087/	
71		Контрольная работа "Тела и поверхности вращения"	https://resh.edu.ru/su bject/lesson/4906/star t/84087/	1
72	Площади поверхности и объёмы круглых тел. Объём цилиндра. Теорема об объёме прямого цилиндра.	Объём цилиндра. Теорема об объёме прямого цилиндра	https://resh.edu.ru	9
73	Площади боковой и полной поверхности цилиндра. Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла.	Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём конуса	https://resh.edu.ru	1
74	Объём конуса. Площади боковой и полной поверхности конуса.	Площади боковой и полной поверхности конуса	https://resh.edu.ru	1
75	Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов цилиндра, конуса.	Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов цилиндра, конуса	https://resh.edu.ru	1
76	Прикладные задачи по теме «Объёмы и площади поверхностей тел.	Прикладные задачи по теме "Объёмы и площади поверхностей тел"	https://resh.edu.ru	1
77	Объём шара и шарового сектора. Теорема об объёме	Объём шара и шарового сектора. Теорема об объёме шара. Площадь сферы.	https://resh.edu.ru	1

	шара. Площадь сферы. Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов шара, шарового сегмента, шарового сектора.	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	Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом шара и площадью сферы. Соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел	https://resh.edu.ru	1
79		Подобные тела в пространстве. Изменение объёма при подобии. Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов тел и площадей поверхностей	https://resh.edu.ru	1
80		Контрольная работа "Площади поверхности и объёмы круглых тел"	https://resh.edu.ru	1
81	Движения. Движения пространства. Отображения. Движения и равенство фигур.	Движения пространства. Отображения. Движения и равенство фигур. Общие свойства движений	https://resh.edu.ru	5
82	Общие свойства движений. Виды движений: параллельный перенос, центральная симметрия, зеркальная симметрия, поворот вокруг	Виды движений: параллельный перенос, центральная симметрия, зеркальная симметрия, поворот вокруг прямой	https://resh.edu.ru	1
83	прямой. Преобразования подобия.	Преобразования подобия. Прямая и сфера Эйлера	https://resh.edu.ru	1
84	Прямая и сфера Эйлера. Геометрические задачи на применение движения	Геометрические задачи на применение движения	https://resh.edu.ru	1
85		Контрольная работа "Векторы в пространстве"	https://resh.edu.ru	1
86	Повторение, обобщение и систематизация знаний. Обобщающее повторение понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний. История развития стереометрии как науки и её роль в	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Параллельность прямых и плоскостей в пространстве"	https://resh.edu.ru	17
87	развитии современных инженерных и компьютерных технологии	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Векторы в пространстве"	https://resh.edu.ru	1

88		Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Векторы в пространстве"	https://resh.edu.ru	1
89		Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Объем многогранника"	https://resh.edu.ru	1
90		Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Объем многогранника"	https://resh.edu.ru	1
91		Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Площади поверхности и объёмы круглых тел"	https://resh.edu.ru	1
92		Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Площади поверхности и объёмы круглых тел"	https://resh.edu.ru	1
93		Итоговая контрольная работа	https://resh.edu.ru	1
94		Итоговая контрольная работа	https://resh.edu.ru	1
95		Повторение, обобщение и систематизация знаний	https://resh.edu.ru	1
96		История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий	https://resh.edu.ru	1
97		История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий	https://resh.edu.ru	1
98		История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных	https://resh.edu.ru	1

		инженерных и компьютерных технологий		
99		История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий	https://resh.edu.ru	1
100		История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий	https://resh.edu.ru	1
101		История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий	https://resh.edu.ru	1
102		История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и компьютерных технологий	https://resh.edu.ru	1
		ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		102

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 с сонаправленными сторонами, угол между прямыми в пространстве. Параллельность плоскостей: параллельные плоскости, свойства параллельных плоскостей. Простейшие пространственные фигуры на плоскости: тетраэдр, куб, параллелепипед, построение сечений
7.3	Перпендикулярность прямой и плоскости: перпендикулярные прямые в 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

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

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Владение методами доказательств, алгоритмами решения задач; умение формулировать и оперировать понятиями: определение, аксиома, теорема, следствие, свойство, признак, доказательство, равносильные формулировки; применять их; умение формулировать обратное и противоположное утверждение, приводить примеры и контрпримеры, использовать метод математической индукции; проводить доказательные рассуждения при решении задач, оценивать логическую правильность рассуждений; умение оперировать понятиями: множество, подмножество, операции над множествами; умение использовать теоретико-множественный аппарат для описания реальных процессов и явлений и при решении задач, в том числе из других учебных предметов; умение оперировать понятиями: граф, связный граф, дерево, цикл, граф на плоскости; умение задавать и описывать графы различными способами; использовать графы при решении задач
2	Умение оперировать понятиями: натуральное число, целое число, степень с целым показателем, корень натуральной степени, степень с рациональным показателем, степень с действительным показателем, логарифм числа, синус, косинус и тангенс произвольного числа, остаток по модулю, рациональное число, иррациональное число, множества натуральных, целых, рациональных, действительных чисел; умение использовать признаки делимости, наименьший общий делитель и наименьшее общее кратное, алгоритм Евклида при решении задач; знакомство с различными позиционными системами счисления; умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений со степенями и логарифмами, преобразования дробно-рациональных выражений; умение оперировать понятиями: последовательность, арифметическая прогрессия, геометрическая прогрессия, бесконечно убывающая геометрическая прогрессия; умение задавать последовательности, в том числе с помощью рекуррентных формул; умение оперировать понятиями: комплексное число, сопряжённые комплексные числа, модуль и аргумент комплексного числа, форма записи комплексных чисел (геометрическая, тригонометрическая и алгебраическая); уметь производить арифметические действия с комплексными числами; приводить примеры использования комплексных чисел; оперировать понятиями: матрица 2×2 и 3×3 , определитель матрицы, геометрический смысл определителя
3	Умение оперировать понятиями: рациональные, иррациональные, показательные, степенные, логарифмические, тригонометрические уравнения и неравенства, их системы; умение оперировать понятиями: тождество, тождественное преобразование, уравнение, неравенство, система уравнений и неравенств, равносильность уравнений, неравенств и систем; умение решать уравнения, неравенства и системы с помощью различных приёмов; решать уравнения, неравенства и системы с параметром; применять уравнения, неравенства, их системы для решения математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни
4	Умение оперировать понятиями: функция, чётность функции, периодичность функции, ограниченность функции, монотонность функции, экстремум функции, наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке, непрерывная функция, асимптоты графика функции, первая и вторая производная функции, геометрический и

	физический смысл производной, первообразная, определённый интеграл; умение находить асимптоты графика функции; умение вычислять производные суммы, произведения, частного и композиции функций, находить уравнение касательной к графику функции; умение находить производные элементарных функций; умение использовать производную для исследования функций, находить наибольшие и наименьшие значения функций; строить графики многочленов с использованием аппарата математического анализа; применять производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических и физических задачах; находить площади и объёмы фигур с помощью интеграла; приводить примеры математического моделирования с помощью дифференциальных уравнений
5	Умение оперировать понятиями: график функции, обратная функция, композиция функций, линейная функция, квадратичная функция, рациональная функция, степенная функция, тригонометрические функции, обратные тригонометрические функции, показательная и логарифмическая функции; умение строить графики изученных функций, выполнять преобразования графиков функций, использовать графики для изучения процессов и зависимостей, при решении задач из других учебных предметов и задач из реальной жизни; выражать формулами зависимости между величинами; использовать свойства и графики функций для решения уравнений, неравенств и задач с параметрами; изображать на координатной плоскости множества решений уравнений, неравенств и их систем
6	Умение решать текстовые задачи разных типов (в том числе на проценты, доли и части, на движение, работу, стоимость товаров и услуг, налоги, задачи из области управления личными и семейными финансами); составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов; умение моделировать реальные ситуации на языке математики; составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат
7	Умение оперировать понятиями: среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия, стандартное отклонение числового набора; умение извлекать, интерпретировать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках, отражающую свойства реальных процессов и явлений; представлять информацию с помощью таблиц и диаграмм; исследовать статистические данные, в том числе с применением графических методов и электронных средств; графически исследовать совместные наблюдения с помощью диаграмм рассеивания и линейной регрессии
8	Умение оперировать понятиями: случайный опыт и случайное событие, вероятность случайного события; умение вычислять вероятность с использованием графических методов; применять формулы сложения и умножения вероятностей, формулу полной вероятности, формулу Бернулли, комбинаторные факты и формулы; оценивать вероятности реальных событий; умение оперировать понятиями: случайная величина, распределение вероятностей, математическое ожидание, дисперсия и стандартное отклонение случайной величины, функции распределения и плотности равномерного, показательного и нормального распределений; умение использовать свойства изученных распределений для решения задач; знакомство с понятиями: закон больших чисел, методы выборочных исследований;

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

	приводить примеры математических открытий российской и мировой математической науки
--	---

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО КУРСА «ВЕРОЯТНОСТЬ И СТАТИСТИКА»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебный курс «Вероятность и статистика» углублённого уровня является продолжением и развитием одноименного учебного курса углублённого уровня на уровне среднего общего образования.

Учебный курс предназначен для формирования у обучающихся статистической культуры и понимания роли теории вероятностей как математического инструмента для изучения случайных событий, величин и процессов.

При изучении курса обогащаются представления обучающихся о методах исследования изменчивого мира, развивается понимание значимости и общности математических методов познания как неотъемлемой части современного естественно-научного мировоззрения. Содержание учебного курса направлено на закрепление знаний, полученных при изучении курса на уровне основного общего образования, и на развитие представлений о случайных величинах и взаимосвязях между ними на важных примерах, сюжеты которых почерпнуты из окружающего мира.

В результате у обучающихся должно сформироваться представление о наиболее употребительных и общих математических моделях, используемых для описания антропометрических и демографических величин, погрешностей в различных рода измерениях, длительности безотказной работы технических устройств, характеристик массовых явлений и процессов в обществе.

Учебный курс является базой для освоения вероятностно-статистических методов, необходимых специалистам не только инженерных специальностей, но также социальных и психологических, поскольку современные общественные науки в значительной мере используют аппарат анализа больших данных. Центральную часть учебного курса занимает обсуждение закона больших чисел – фундаментального закона природы, имеющего математическую формализацию.

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

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

Содержание линии «Случайные события и вероятности» служит основой для формирования представлений о распределении вероятностей между значениями случайных величин.

Важную часть в этой содержательной линии занимает изучение геометрического и биномиального распределений и знакомство с их непрерывными аналогами – показательным и нормальным распределениями. Темы, связанные с непрерывными случайными величинами и распределениями, акцентируют внимание обучающихся на описании и изучении случайных явлений с помощью непрерывных функций. Основное внимание уделяется показательному и нормальному распределениям.

В учебном курсе предусматривается ознакомительное изучение связи между случайными величинами и описание этой связи с помощью коэффициента корреляции и его выборочного аналога. Эти элементы содержания развивают тему «Диаграммы рассеивания», изученную на уровне основного общего образования, и во многом опираются на сведения из курсов алгебры и геометрии. Ещё один элемент содержания, который предлагается на ознакомительном уровне – последовательность случайных независимых событий, наступающих в единицу времени. Ознакомление с распределением вероятностей количества таких событий носит развивающий характер и является актуальным для будущих абитуриентов, поступающих на учебные специальности, связанные с общественными науками, психологией и управлением.

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

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

10 КЛАСС

Граф, связный граф, пути в графе: циклы и цепи.

Степень (валентность) вершины. Графы на плоскости. Деревья.
Случайные эксперименты (опыты) и случайные события. Элементарные события (исходы).
Вероятность случайного события. Близость частоты и вероятности событий.
Случайные опыты с равновозможными элементарными событиями.
Операции над событиями: пересечение, объединение, противоположные события. Диаграммы Эйлера.
Формула сложения вероятностей.
Условная вероятность. Умножение вероятностей. Дерево случайного эксперимента.
Формула полной вероятности. Формула Байеса. Независимые события.
Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого успеха.
Перестановки и факториал. Число сочетаний.
Треугольник Паскаля. Формула бинома Ньютона.
Серия независимых испытаний Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности.
Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения.
Операции над случайными величинами. Бинарная случайная величина. Примеры распределений, в том числе геометрическое и биномиальное.

11 КЛАСС

Совместное распределение двух случайных величин. Независимые случайные величины.
Математическое ожидание случайной величины (распределения). Примеры применения математического ожидания (страхование, лотерея).
Математическое ожидание бинарной случайной величины. Математическое ожидание суммы случайных величин.
Математическое ожидание геометрического и биномиального распределений.
Дисперсия и стандартное отклонение случайной величины (распределения). Дисперсия бинарной случайной величины.
Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин.
Дисперсия и стандартное отклонение биномиального распределения.
Дисперсия и стандартное отклонение геометрического распределения.
Неравенство Чебышёва. Теорема Чебышёва.
Теорема Бернулли. Закон больших чисел.
Выборочный метод исследований. Выборочные характеристики.
Оценивание вероятности события по выборочным данным.
Проверка простейших гипотез с помощью изученных распределений.
Непрерывные случайные величины. Примеры.
Функция плотности вероятности распределения.
Равномерное распределение и его свойства.
Задачи, приводящие к показательному распределению.
Задачи, приводящие к нормальному распределению.
Функция плотности вероятности показательного распределения, функция плотности вероятности нормального распределения.

Функция плотности и свойства нормального распределения.
Последовательность одиночных независимых событий.
Задачи, приводящие к распределению Пуассона.
Ковариация двух случайных величин. Коэффициент линейной корреляции.
Совместные наблюдения двух величин. Выборочный коэффициент корреляции.
Различие между линейной связью и причинно-следственной связью.
Линейная регрессия, метод наименьших квадратов.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу 10 класса обучающийся научится:

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

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

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

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

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

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

К концу 11 класса обучающийся научится:

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

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

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

вычислять выборочные характеристики по данной выборке и оценивать характеристики генеральной совокупности данных по выборочным характеристикам;

оценивать вероятности событий и проверять простейшие статистические гипотезы, пользуясь изученными распределениями.

ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Раздел (содержание)	Тема урока	Электронные цифровые образовательные ресурсы	Количество часов
				Всего
1	Элементы теории графов. Граф, связный граф, представление задачи с помощью графа. Степень (валентность) вершины. Путь в графе. Цепи и циклы. Графы на плоскости. Дерево случайного эксперимента	Граф и связанный граф		3
2		Путь в графе		1
3		Дерево случайного эксперимента		1
4	Случайные опыты, случайные события и вероятности событий	Случайные эксперименты (опыты) и случайные события.	https://ptlab.mccme.ru/node/350	3
5		Случайные эксперименты (опыты) и случайные события. Элементарные события (исходы)	https://m.edsoo.ru/863ed846	1
6		Вероятности событий в опытах с равновероятными элементарными событиями	https://lesson.edu.ru/lesson/edbfс343	1
7	Операции над множествами и событиями. Сложение и умножение вероятностей. Условная вероятность. Независимые события	Пересечение, объединение множеств и событий, противоположные события		5
8		Формула сложения вероятностей	https://ptlab.mccme.ru/node/350	1
9		Условная вероятность. Умножение вероятностей	https://m.edsoo.ru/863ed846	1
10		Формула полной вероятности	https://lesson.edu.ru/lesson/edbfс343	1

11		Формула Байеса. Независимые события		1
12	Элементы комбинаторики. Комбинаторное правило умножения. Перестановки и факториал. Число сочетаний. Треугольник Паскаля. Формула бинома Ньютона	Комбинаторное правило умножения	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4028/start/327124/	4
13		Перестановки и факториал	https://resh.edu.ru/subject/lesson/4927/start/285007/ https://resh.edu.ru/subject/lesson/4045/start/149136/	1
14		Число сочетаний	https://resh.edu.ru/subject/lesson/6119/start/285193/	1
15		Треугольник Паскаля. Формула бинома Ньютона		1
16	Серии последовательных испытаний. Испытания Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого успеха. Серия независимых испытаний Бернулли	Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача		5
17		Независимые испытания		1
18		Серия независимых испытаний до первого успеха		1
19		Серия независимых испытаний Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности		1
20		Практическая работа с использованием электронных таблиц		1
21	Случайные величины и распределения. Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения. Операции над случайными величинами. Примеры распределений.	Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения.	https://lesson.edu.ru/02.4/10	14
22		Операции над случайными величинами	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1

23	Бинарная случайная величина. Геометрическое распределение. Биномиальное распределение. Математическое ожидание случайной величины. Совместное распределение двух случайных величин. Независимые случайные величины. Свойства математического ожидания. Математическое ожидание бинарной случайной величины. Математическое ожидание геометрического и биномиального распределений. Дисперсия и стандартное отклонение. Дисперсия бинарной случайной величины. Свойства дисперсии. Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин. Дисперсия биномиального распределения. Практическая работа с использованием электронных таблиц	Примеры распределений. Бинарная случайная величина.	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1
24		Геометрическое распределение. Биноминальное распределение	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1
25		Математическое ожидание случайной величины.	https://ptlab.mccme.ru/node/1024	1
26		Совместное распределение двух случайных величин. Независимые случайные величины. Свойства математического ожидания.	https://ptlab.mccme.ru/node/1024	1
27		Математическое ожидание бинарной случайной величины. Математическое ожидание геометрического и биномиального распределений.	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1
28		Дисперсия и стандартное отклонение	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1
29		Дисперсия бинарной случайной величины	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1
30		Свойства дисперсии	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1
31		Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин	https://ptlab.mccme.ru/node/1024	1
32		Дисперсия биномиального распределения	https://ptlab.mccme.ru/node/1024	1
33		Дисперсия биномиального распределения	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1
34		Практическая работа с использованием электронных таблиц	https://lesson.edu.ru/02.4/10	1
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ				34

11 КЛАСС

№ п/п	Раздел (содержание)	Тема урока	Электронные цифровые образовательные ресурсы	Количество часов
1	Закон больших чисел. Неравенство Чебышёва. Теорема Чебышёва. Теорема Бернулли. Закон больших чисел. Выборочный метод исследований. Практическая работа с использованием электронных таблиц	Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева		5
2		Теорема Бернулли		1
3		Закон больших чисел	https://lesson.edu.ru/lesson/eff4b05c	1
4		Выборочный метод исследований		1
5		Практическая работа с использованием электронных таблиц		1
6	Элементы математической статистики. Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство с выборочными характеристиками. Оценка среднего и дисперсии генеральной совокупности с помощью выборочных характеристик. Оценивание вероятностей событий по выборке. Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений. Практическая работа с использованием электронных таблиц	Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство с выборочными характеристиками		6
7		Оценка среднего и дисперсии генеральной совокупности с помощью выборочных характеристик		1
8		Оценивание вероятностей событий по выборке		1
9		Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений		1
10		Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений		1
11		Практическая работа с использованием электронных таблиц		1
12	Непрерывные случайные величины (распределения), показательное и нормальное распределения. Примеры непрерывных случайных величин. Функция плотности вероятности. Равномерное распределение.	Примеры непрерывных случайных величин. Функция плотности вероятности	https://lesson.edu.ru/lesson/45b9e2c4	4
13		Равномерное распределение. Примеры	https://lesson.edu.ru/lesson/45b9e2c4	1

	Примеры задач, приводящих к показательному и к нормальному распределениям.	задач, приводящих к показательному и к нормальному распределениям.	ru/02.4/11	
14	Функция плотности вероятности показательного распределения. Функция плотности вероятности нормального распределения	Функция плотности вероятности показательного распределения	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
15		Функция плотности вероятности нормального распределения	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
16	Распределение Пуассона. Последовательность одиночных независимых событий. Пример задачи, приводящей к распределению Пуассона.	Последовательность одиночных независимых событий. Пример задачи, приводящей к распределению Пуассона		2
17	Практическая работа с использованием электронных таблиц	Практическая работа с использованием электронных таблиц		1
18	Связь между случайными величинами.	Ковариация двух случайных величин		6
19	Ковариация двух случайных величин.	Коэффициент корреляции		1
20	Коэффициент корреляции. Совместные наблюдения двух величин. Выборочный коэффициент корреляции.	Совместные наблюдения двух величин. Выборочный коэффициент корреляции.		1
21	Различие между линейной связью и причинноследственной связью. Линейная регрессия. Практическая работа с использованием электронных таблиц	Выборочный коэффициент корреляции. Различие между линейной связью и причинноследственной связью.		1
22		Линейная регрессия		1
23		Практическая работа с использованием электронных таблиц		1
24	Обобщение и систематизация знаний. Представление данных с помощью таблиц и диаграмм, описательная статистика, опыты с равновероятными элементарными событиями, вычисление вероятностей событий с применением формул и графических методов (координатная прямая, дерево, диаграмма Эйлера), случайные величины и распределения, математическое ожидание случайной величины	Повторение по теме «Представление данных с помощью таблиц и диаграмм»	https://lesson.edu.ru/02.4/11	11
25		Повторение по теме «Представление данных с помощью таблиц и диаграмм»	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
26		Повторение по теме «Описательная статистика»	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
27		Повторение по теме «Описательная статистика»	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
28		Повторение по теме «Опыты с равновероятными элементарными событиями»	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
29		Повторение по теме «Вычисление	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1

		вероятностей событий с применением формул»	ru/02.4/11	
30		Повторение по теме «Вычисление вероятностей событий с применением формул»	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
31		Повторение по теме «Вычисление вероятностей событий с применением графических методов»	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
32		Повторение по теме «Случайные величины и распределения, математическое ожидание случайной величины»	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
33		Итоговая работа	https://lesson.edu.ru/02.4/11	1
34		Итоговая работа	https://lesson.edu.ru/lesson/aaebd406	1
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ				34

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 и вероятности событий. Случайные опыты с равновероятными элементарными событиями. Вероятности событий в опытах с равновероятными 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, отрезок, луч, величина угла, плоский угол, двугранный угол, трёхгранный угол, скрещивающиеся прямые, параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей, угол между прямыми, угол между прямой и плоскостью, угол между плоскостями, расстояние от точки до плоскости, расстояние между прямыми, расстояние между плоскостями; умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии; умение оценивать размеры объектов окружающего мира; строить математические модели с помощью геометрических понятий и величин, решать связанные с ними практические

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

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ, ПРОВЕРЯЕМЫХ НА ЕГЭ ПО МАТЕМАТИКЕ

Код	Проверяемый элемент содержания
1	Числа и вычисления
1.1	Натуральные и целые числа. Признаки делимости целых чисел
1.2	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби
1.3	Арифметический корень натуральной степени. Действия с арифметическими корнями натуральной степени
1.4	Степень с целым показателем. Степень с рациональным показателем. Свойства степени

1.5	Синус, косинус и тангенс числового аргумента. Арксинус, арккосинус, арктангенс числового аргумента
1.6	Логарифм числа. Десятичные и натуральные логарифмы
1.7	Действительные числа. Арифметические операции с действительными числами. Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений
1.8	Преобразование выражений
1.9	Комплексные числа
2	Уравнения и неравенства
2.1	Целые и дробно-рациональные уравнения
2.2	Иррациональные уравнения
2.3	Тригонометрические уравнения
2.4	Показательные и логарифмические уравнения
2.5	Целые и дробно-рациональные неравенства
2.6	Иррациональные неравенства
2.7	Показательные и логарифмические неравенства
2.8	Тригонометрические неравенства
2.9	Системы и совокупности уравнений и неравенств
2.10	Уравнения, неравенства и системы с параметрами
2.11	Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы
3	Функции и графики
3.1	Функция, способы задания функции. График функции. Взаимно обратные 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