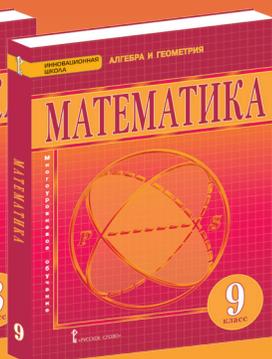
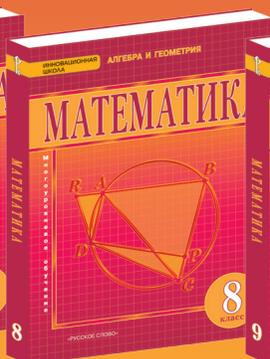
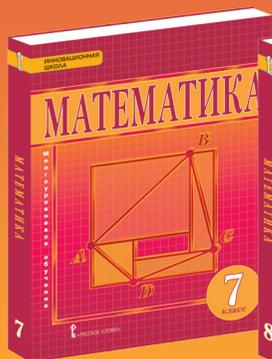
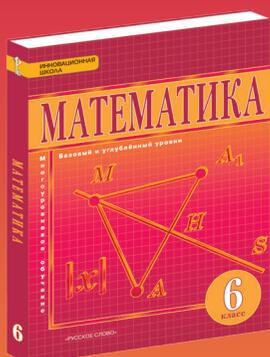
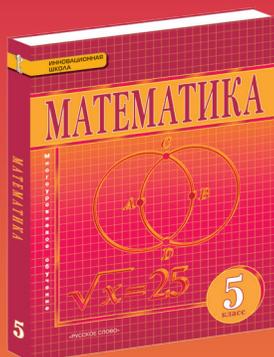


ПРОГРАММА курса «МАТЕМАТИКА» 5—9 классы



ИННОВАЦИОННАЯ ШКОЛА

Программа курса

«Математика» 5–9 классы

под редакцией академика РАН В.В. Козлова
и академика РАО А.А. Никитина

2-е издание

Соответствует
Федеральному государственному
образовательному стандарту

Москва
«Русское слово»
2016

УДК 372.016:51*08(072)

ББК 74.262.21

П54

Авторы-составители:

В.В. Козлов, А.А. Никитин, В.С. Белоносов,
А.А. Мальцев, А.С. Марковичев, Ю.В. Михеев, М.В. Фокин

Программа курса «Математика». 5–9 классы / под ред.
П54 **акад. РАН В.В. Козлова и акад. РАО А.А. Никитина. —**
2-е изд. — М.: ООО «Русское слово — учебник», 2016. —
136 с. — (Инновационная школа).

ISBN 978-5-00092-457-0

УДК 372.016:51*08(072)

ББК 74.262.21

© В.В. Козлов, 2012, 2016

© А.А. Никитин, 2012, 2016

© В.С. Белоносов, 2012, 2016

© А.А. Мальцев, 2012, 2016

© А.С. Маркович, 2012, 2016

© Ю.В. Михеев, 2012, 2016

© М.В. Фокин, 2012, 2016

© ООО «Русское слово — учебник», 2012, 2016

ISBN 978-5-00092-457-0

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая Программа курса (далее Программа) создана на основе Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования (ФГОС ООО). Содержание Программы для общеобразовательных организаций направлено на изучение обучающимися курса математики и повышение интереса к изучению наук в целом.

Программа содержит следующие разделы:

— *пояснительную записку*, в которой даётся общая характеристика предмета, место учебного предмета в учебном плане и раскрываются особенности обучения по УМК «Математика» для 5–9 классов;

— *планируемые результаты* освоения основной образовательной программы основного общего образования, в том числе характеристика основных видов деятельности обучающихся в виде учебных действий;

— *содержание обучения*, включающее перечень основного изучаемого материала и вариативных компонентов, распределённых по содержательным разделам;

— *рекомендации* по учебно-методическому и материально-техническому обеспечению учебного процесса.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Важной особенностью современного этапа в образовании является поиск оптимальных стандартов в изучении школьных предметов, которые отражают потребности общества в различных сферах человеческой деятельности и учитывают психологические особенности обучающихся. Такая тенденция в области естественно-научных дисциплин проявилась давно, в частности, это можно видеть по широкому распространению специализированных классов и школ физико-математического профиля. В каждой школе встречаются обучающиеся с разными способностями к изучению математики, однако не везде имеются возможности для организации специализированного обучения. Поэтому целесообразно применять учебники, включающие в себя различные уровни изложения материала.

Авторским коллективом профессоров и доцентов Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и Новосибирского государственного университета, научных сотрудников Института математики им. С. Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук и Математического института им. В. А. Стеклова Российской академии наук, Института педагогических исследований одарённости детей Российской академии образования реализована идея многоуровневого преподавания математики в общеобразовательной школе с 5 по 11 класс в рамках единой концепции.

Отметим основные принципы этой концепции.

Математика — единая наука: арифметика, алгебра, геометрия, тригонометрия, начала математического анализа и так далее являются зависимыми друг от друга дисциплинами.

Математика тесно связана с различными науками. Моделирование окружающих нас явлений и изучение возникающих моделей позволяет предсказывать результаты, которые не всегда можно проверить экспериментально.

Математика является важным элементом общей человеческой культуры и в значительной мере — одним из видов искусства. Использование увлекательных задач позволяет подчеркнуть красоту математики и помогает сделать преподавание математики живым и менее формальным.

Математика имеет свои законы развития и в силу того, что разрабатывает математический аппарат, который может применяться в различных сферах человеческой деятельности, носит абстрактный характер.

Многие математические понятия и методы не могут быть восприняты сразу. Поэтому важное значение имеет обучение по «спирали», когда систематическое возвращение к фундаментальным математическим понятиям позволяет постепенно переходить от наблюдений и экспериментов к точным формулировкам и доказательствам.

В связи с различиями в склонностях и способностях обучающихся целесообразно проводить преподавание математики **по нескольким уровням.**

Первый уровень — общегуманитарный — предполагает овладение таким минимумом знаний, который необходим каждому культурному человеку.

Второй уровень — технологический — должен обеспечить умения и навыки, которые позволят успешно продолжить обучение в старшей школе, а в последующем и вузе.

Третий уровень — специализированный. На этом уровне следует стремиться к воспитанию профессионального интереса к математике и сознательному овладению логикой рассуждений, что необходимо для обучения на математическом или близких к нему естественно-научных профилях старшей школы, осуществляя тем самым подготовку к последующему обучению на математическом или близких к нему естественно-научных факультетах университетов.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «МАТЕМАТИКА»

Учебный предмет «Математика» является обязательным общеобразовательным предметом. Обучение математике в основной школе направлено на достижение следующих целей:

в метапредметном направлении:

– **развитие** представлений о математике как форме описания и методе познания действительности, создание условий для приобретения первоначального опыта математического моделирования;

– **формирование** общих способов интеллектуальной деятельности, характерных для математики и являющихся основой познавательной культуры, значимой для различных сфер человеческой деятельности;

в направлении личностного развития:

– **развитие** логического мышления, культуры речи, способности к критическому анализу собственных действий и проведению умственных экспериментов;

– **воспитание** качеств личности, обеспечивающих социальную мобильность, способность принимать самостоятельные решения;

– **формирование** качеств мышления, необходимых для адаптации в современном обществе;

– **развитие** интереса к математическому творчеству и математических способностей;

– **формирование** представлений о математике как части общечеловеческой культуры, о значимости математики в развитии цивилизации и современного общества;

в предметном направлении:

– **овладение** математическими знаниями и умениями, необходимыми для изучения смежных дисциплин, применения в повседневной жизни, продолжения обучения в высших образовательных учреждениях;

– **создание** фундамента для математического развития, формирования механизмов мышления, характерных для математической деятельности.

МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «МАТЕМАТИКА» В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Учебный план на изучение математики в основной школе с 5 по 9 класс отводит 5 учебных часов в неделю в течение каждого года обучения.

При организации обучения по трёхуровневой программе по математике рекомендуется отводить 5 учебных часов в неделю

в течение каждого года обучения, всего не менее 875 учебных часов за пять лет обучения на первом уровне. На втором уровне рекомендуется отводить 6 учебных часов в неделю в течение каждого года обучения, всего не менее 1050 учебных часов за пять лет обучения.

Учебное время может быть увеличено до 8 и более учебных часов в неделю (всего не менее 1400 учебных часов за пять лет обучения) за счёт вариативной части учебного плана в тех случаях, когда преподавание ведётся в классах, нацеленных на высокий уровень математической подготовки обучающихся, то есть при реализации третьего уровня обучения по программе.

ОСОБЕННОСТИ КУРСА «МАТЕМАТИКА» В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

Учебно-методические комплекты (далее УМК) по математике для 5, 6, 7, 8 и 9 классов создан на основе требований к результатам общего образования, представленных в Федеральном государственном образовательном стандарте основного общего образования, с учётом преемственности с Примерными программами начального общего образования.

Содержание математического обучения применительно к основной школе представлено в виде следующих содержательных разделов: **арифметика; алгебра; функции; вероятность и статистика; геометрия (планиметрия)**. Наряду с этим в содержание основного математического образования включены два дополнительных методологических раздела: **логика и множества; математика в историческом развитии**, что связано с реализацией целей общеинтеллектуального и общекультурного развития обучающихся. Содержание каждого из этих разделов разворачивается в содержательно-методическую линию, пронизывающую все основные разделы содержания математического образования. При этом первая линия — «Логика и множества» — служит цели овладения обучающимися некоторыми элементами универсального математического языка, вторая — «Математика в историческом развитии» — способствует созданию общекультурного, гуманитарного фона изучения курса.

Содержание раздела «**Арифметика**» служит базой для дальнейшего изучения обучающимися математики, способствует развитию их логического мышления, формированию перво-

начальных сведений об алгоритмах и выработке умений их использования, а также приобретению практических навыков, необходимых в повседневной жизни. Развитие понятия числа в основной школе связано с натуральными, целыми, дробными числами, составляющими в совокупности множество рациональных чисел, а также первоначальное знакомство с иррациональными числами, формированием первичных представлений о действительных числах. Завершение числовой линии (систематизация сведений о действительных числах) и сложные вопросы арифметики (алгоритм Евклида, основная теорема арифметики) отнесены ко второму и третьему уровням обучения.

Содержание раздела **«Алгебра»** способствует формированию у обучающихся математического аппарата для решения задач из разных разделов математики, для исследования в общем виде классов задач и их приложений к решению практических задач из окружающей действительности. Язык алгебры подчёркивает значение математики как языка для построения математических моделей процессов и явлений реального мира. В задачи изучения алгебры входят также развитие алгоритмического мышления, необходимого, в частности, для освоения курса информатики, овладение навыками дедуктивных рассуждений. Преобразование символьных форм вносит специфический вклад в развитие воображения обучающихся, их способностей к математическому творчеству. В основной школе материал группируется вокруг рациональных выражений, а вопросы, связанные с иррациональными выражениями, с тригонометрическими функциями и преобразованиями, в основном отнесены ко второму и третьему уровням обучения.

Содержание раздела **«Функции»** нацелено на получение обучающимися начальных знаний о функции как важнейшей математической модели для описания и исследования разнообразных процессов. Изучение этого материала способствует развитию у обучающихся умения использовать различные языки математики (словесный, символический, графический), вносит вклад в формирование представлений о роли математики в развитии цивилизации и культуры.

Раздел **«Вероятность и статистика»** — компонент школьного образования, усиливающий его прикладное и практическое значение. Содержание данного раздела предназначено для выработки навыков и умений воспринимать и критически

анализировать большие объёмы информации, представленной в различных формах (последовательности данных, таблицы, графики и т.д.), понимать вероятностный характер многих реальных зависимостей, производить простейшие вероятностные расчёты.

Основная цель изучения содержания раздела **«Геометрия (планиметрия)»** — развитие у обучающихся логического мышления путём систематического изучения свойств геометрических фигур на плоскости и применения этих свойств при решении задач вычислительного и конструктивного характера. Существенная роль при этом отводится развитию геометрической интуиции. Сочетание наглядности со строгостью является неотъемлемой частью геометрических знаний. Материал, относящийся к блокам **«Координаты»** и **«Векторы»**, позволяет моделировать геометрические закономерности в форме алгебраических соотношений, благодаря чему значительно расширяет возможности обучающихся в решении задач геометрического содержания. Блоки **«Координаты»** и **«Векторы»** в значительной степени отражают межпредметные знания, которые находят применение как в различных математических дисциплинах, так и в смежных предметах.

Особенностью раздела **«Логика и множества»** является то, что представленный в нём материал изучается преимущественно при рассмотрении различных вопросов курса математики. Соответствующий материал нацелен на формирование у обучающихся правильных представлений о выводе новых утверждений из множества посылок (следствия), о сохранении сути решаемой математической задачи (эквивалентность или равносильность). Изучение элементов логики и теории множеств в значительной степени рассчитано на математическое развитие обучающихся, формирование у них умения точно, сжато и ясно излагать мысли в устной и письменной речи.

Раздел **«Математика в историческом развитии»** предназначен для формирования представлений о математике как части человеческой культуры, для общего развития школьников, для создания культурно-исторической среды обучения. На него не предусматриваются особые уроки, не предполагается контроль усвоения, но содержание этого раздела органично присутствует в учебном процессе как своего рода гуманитарный фон при рассмотрении проблематики основного содержания

математического образования, который позволяет продемонстрировать огромные достижения человеческой цивилизации в сфере абстрактного мышления и его приложения к развитию научно-технического прогресса.

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПО УМК «МАТЕМАТИКА» ДЛЯ 5–9 КЛАССОВ

В силу новизны многоуровневой системы обучения рекомендуется с 5 по 9 класс изучать единый предмет «Математика» (интегрированный), в котором одновременно изучаются предметы «Алгебра» и «Геометрия».

Предмет «Математика» в 5–6 классах включает в себя арифметический материал, элементы алгебры и геометрии.

Предмет «Математика» в 7–9 классах состоит из разделов «Алгебра» и «Геометрия». Раздел «Алгебра» включает некоторые вопросы арифметики, развивающие числовую линию 5–6 классов, собственно алгебраический материал, простейшие элементарные функции, в том числе и квадратный корень, а также содержит новое направление, отражающее элементы теории вероятностей и математической статистики.

Раздел «Геометрия» традиционно изучает евклидову геометрию, элементы векторной алгебры, геометрические преобразования, а также содержит элементы неевклидовой сферической геометрии и неевклидовой геометрии Лобачевского.

Элементы логики и комбинаторики систематически включаются в содержание учебного материала с 5 по 8 класс. В 9 классе предполагается изучение данного материала, включающее в себя изучение основных правил комбинаторики и знакомство с основными элементарными задачами комбинаторики. Новый для школы вероятностно-статистический материал с 5 по 8 класс ограничивается представлением результатов измерений в виде таблиц или диаграмм. Систематическое изучение элементов теории вероятностей и математической статистики предлагается начинать с 9 класса знакомством с понятиями эксперимента со случайными исходами, событиями и вероятностью событий, с учётом последующего изучения и углубления в старших классах.

Система вопросов и заданий в курсе математики 5–9 классов позволяет учитывать возрастные и психологические осо-

бенности обучающихся, а также их индивидуальные интересы. Задачи и задания способствуют развитию критического мышления, овладению приёмами анализа, синтеза, отбора и систематизации материала, формируют умение учиться и организовывать свою деятельность. Система тестовых заданий позволяет выявить степень усвоения изученного материала.

Содержание УМК «Математика» для 5–9 классов способствует формированию интереса к углублённому изучению предмета на старшей ступени обучения.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Изучение математики по УМК «Математика» для 5–9 классов в основной общеобразовательной школе даёт возможность обучающимся достичь личностных, метапредметных и предметных результатов.

Личностные результаты обеспечивают ценностно-смысловую ориентацию обучающихся, установление обучающимися связи между учебной деятельностью и её мотивом. К личностным результатам освоения старшекласниками основной образовательной программы относятся:

- сформированность представлений об основных этапах истории математической науки, современных тенденциях её развития и применения;
- сформированность потребности самореализации в творческой деятельности, выражающаяся в креативности мышления, инициативе, активности при решении математических задач;
- умение распознавать логически некорректные высказывания, отличать гипотезу от факта;
- представление о математической науке как сфере человеческой деятельности, об этапах её развития, о её значимости для развития цивилизации;
- креативность мышления, инициативность, находчивость, активность при решении математических задач;
- способность к эмоциональному восприятию математических объектов, задач, решений, рассуждений;
- умение контролировать процесс и результат учебной математической деятельности;

– навыки сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности.

Метапредметные результаты освоения основной образовательной программы — это:

– первоначальные представления об идеях и методах математики как об универсальном языке науки и техники, средстве моделирования явлений и процессов;

– умение ясно, точно, грамотно излагать свои мысли в устной и письменной речи, понимать смысл поставленной задачи, выстраивать аргументацию, приводить примеры и контрпримеры;

– умение видеть математическую задачу в контексте проблемной ситуации в других дисциплинах, в окружающей жизни;

– умение находить в различных источниках информацию, необходимую для решения математических проблем, и представлять её в нужной форме; принимать решение в условиях неполной и избыточной, точной и вероятностной информации;

– умение понимать и использовать математические средства наглядности (графики, диаграммы, таблицы, схемы и др.) для иллюстраций, интерпретации, аргументации;

– умение выдвигать гипотезы при решении учебных задач и понимать необходимость их подтверждения путём доказательств;

– умение применять индуктивные и дедуктивные способы рассуждений, видеть различные стратегии решения задач;

– понимание сущности алгоритмических предписаний и умение действовать в соответствии с предложенным алгоритмом;

– умение самостоятельно ставить цели, выбирать и создавать алгоритмы для решения учебных математических проблем;

– умение планировать и осуществлять деятельность, направленную на решение задач исследовательского характера.

Предметные результаты освоения основной образовательной программы представлены в виде групп результатов, связанных с содержательными блоками курса математики 5–9 классов. Однако можно выделить предметные результаты, не относящиеся к какому-то блоку содержания, но достигаемые в ходе обучения по курсу «Математика» в 5–9 классах общеобразовательных организаций. Перечислим их:

– исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат;

- уметь применять изученные понятия и знания, уметь работать с учебным математическим текстом (анализировать, структурировать, извлекать необходимую информацию);
- пользоваться математическими формулами, выполнять устные, письменные, инструментальные вычисления;
- проводить несложные практические расчёты с использованием (при необходимости) справочных материалов, калькулятора, компьютера;
- выполнять чертежи, делать рисунки, схемы по условию задачи;
- точно и грамотно выражать свои мысли в устной и письменной речи, применяя математическую терминологию и символику; использовать различные языки математики (словесный, символический, графический); обосновывать суждения, проводить классификацию, доказывать математические утверждения;
- развитие умений извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках.

В соответствии с ФГОС ООО система планируемых результатов строится на основе **уровневого подхода**: определения ожидаемого от большинства обучающихся уровня развития и ближайшей перспективы их дальнейшего развития. Такой подход позволяет поощрять продвижение отдельных обучающихся и/или их групп, выстраивать индивидуальные траектории обучения с учётом развития ребёнка на ближайшую перспективу.

Планируемые результаты, отнесённые к блоку **«Обучающийся научится»**, включают такой круг учебных задач, построенных на опорном учебном материале, овладение которыми принципиально необходимо для успешного обучения и социализации. При организации целенаправленной работы учителя учебный материал этого блока может быть освоен подавляющим большинством обучающихся.

В блоке **«Обучающийся получит возможность научиться»** приводятся планируемые результаты, характеризующие систему учебных действий в отношении знаний, умений, навыков, расширяющих и углубляющих понимание опорного учебного материала или выступающих как пропедевтика для дальнейшего изучения данного предмета. В повседневной практике обучения эта группа целей не отрабатывается со всеми обучающимися. Планируемые результаты этого блока могут продемонстрировать только отдельные обучающиеся, имеющие более высокий уровень мотивации и математических способ-

ностей. В каждом разделе программы такие результаты выделяются в тексте *курсивом*.

В тексте используются термины «Базовый уровень» и «Оперировать». Поясним их. Под **базовым уровнем** понимается умение распознавать конкретные примеры общих понятий по характерным признакам, выполнять действия в соответствии с определением и простейшими свойствами понятий, конкретизировать примерами общие понятия. **Оперировать** — знать определение понятия, уметь пояснять его смысл, уметь использовать понятие и его свойства при проведении рассуждений, доказательств, решении задач.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ОБУЧАЮЩИЙСЯ НАУЧИТСЯ И ПОЛУЧИТ ВОЗМОЖНОСТЬ НАУЧИТЬСЯ В 5–6 КЛАССАХ (ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ УСПЕШНОГО ПРОДОЛЖЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НА БАЗОВОМ И УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЯХ)

Элементы теории множеств и математической логики

- Оперировать на базовом уровне понятиями: множество, элемент множества, подмножество, принадлежность;
- задавать множества перечислением их элементов;
- находить пересечение, объединение, подмножество в простейших ситуациях;
- *оперировать понятиями: множество, характеристики множества, элемент множества, пустое, конечное и бесконечное множество, подмножество, принадлежность;*
- определять принадлежность элемента множеству, объединению и пересечению множеств;
- задавать множество с помощью перечисления элементов, словесного описания.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- распознавать логически некорректные высказывания;
- *распознавать логически некорректные высказывания;*
- *строить цепочки умозаключений на основе использования правил логики.*

Числа

– Оперировать на базовом уровне понятиями: натуральное число, целое число, обыкновенная дробь, десятичная дробь, смешанное число, рациональное число;

– использовать свойства чисел и правила действий с рациональными числами при выполнении вычислений;

– использовать признаки делимости на 2, 5, 3, 9, 10 при выполнении вычислений и решении несложных задач;

– выполнять округление рациональных чисел в соответствии с правилами;

– сравнивать рациональные числа;

– оперировать понятиями: натуральное число, множество натуральных чисел, целое число, множество целых чисел, обыкновенная дробь, десятичная дробь, смешанное число, рациональное число, множество рациональных чисел, геометрическая интерпретация натуральных, целых, рациональных чисел;

– понимать и объяснять смысл позиционной записи натурального числа;

– выполнять вычисления, в том числе с использованием приёмов рациональных вычислений, обосновывать алгоритмы выполнения действий;

– использовать признаки делимости на 2, 4, 8, 5, 3, 6, 9, 10, 11, суммы и произведения чисел при выполнении вычислений и решении задач, обосновывать признаки делимости;

– выполнять округление рациональных чисел с заданной точностью;

– упорядочивать числа, записанные в виде обыкновенных и десятичных дробей;

– находить НОД и НОК чисел и использовать их при решении задач;

– оперировать понятием модуля числа, геометрическая интерпретация модуля числа.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

– оценивать результаты вычислений при решении практических задач;

– выполнять сравнение чисел в реальных ситуациях;

– составлять числовые выражения при решении практических задач и задач из других учебных предметов;

– применять правила приближённых вычислений при решении практических задач и решении задач других учебных предметов;

- выполнять сравнение результатов вычислений при решении практических задач, в том числе приближённых вычислений;
- составлять числовые выражения и оценивать их значения при решении практических задач и задач из других учебных предметов.

Уравнения и неравенства

Оперировать понятиями: равенство, числовое равенство, уравнение, корень уравнения, решение уравнения, числовое неравенство.

Статистика и теория вероятностей

- Представлять данные в виде таблиц, диаграмм;
- читать информацию, представленную в виде таблицы, диаграммы;
- оперировать понятиями: столбчатые и круговые диаграммы, таблицы данных, среднее арифметическое;
- извлекать, информацию, представленную в таблицах, на диаграммах;
- составлять таблицы, строить диаграммы на основе данных.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию, представленную в таблицах и на диаграммах, отражающую свойства и характеристики реальных процессов и явлений

Текстовые задачи

- Решать несложные сюжетные задачи разных типов на все арифметические действия;
- строить модель условия задачи (в виде таблицы, схемы, рисунка), в которой даны значения двух из трёх взаимосвязанных величин, с целью поиска решения задачи;
- осуществлять способ поиска решения задачи, в котором рассуждение строится от условия к требованию или от требования к условию;
- составлять план решения задачи;
- выделять этапы решения задачи;
- интерпретировать вычислительные результаты в задаче, исследовать полученное решение задачи;
- знать различие скоростей объекта в стоячей воде, против течения и по течению реки;
- решать задачи на нахождение части числа и числа по его части;

– решать задачи разных типов (на работу, на покупки, на движение), связывающих три величины, выделять эти величины и отношения между ними;

– находить процент от числа, число по проценту от него, находить процентное отношение двух чисел, находить процентное снижение или процентное повышение величины;

– решать несложные логические задачи методом рассуждений;

– *решать простые и сложные задачи разных типов, а также задачи повышенной трудности;*

– *использовать разные краткие записи как модели текстов сложных задач для построения поисковой схемы и решения задач;*

– *знать и применять два способа поиска решения задач (от требования к условию и от условия к требованию);*

– *моделировать рассуждения при поиске решения задач с помощью граф-схемы;*

– *выделять этапы решения задачи и содержание каждого этапа;*

– *интерпретировать вычислительные результаты в задаче, исследовать полученное решение задачи;*

– *анализировать всевозможные ситуации взаимного расположения двух объектов и изменение их характеристик при совместном движении (скорость, время, расстояние) при решении задач на движение двух объектов как в одном, так и в противоположных направлениях;*

– *исследовать всевозможные ситуации при решении задач на движение по реке, рассматривать разные системы отсчёта;*

– *решать разнообразные задачи «на части»;*

– *решать и обосновывать свои решения задач (выделять математическую основу) нахождение части числа и числа по его части на основе смысла дроби;*

– *осознавать и объяснять идентичность задач разных типов, связывающих три величины (на работу, на покупки, на движение); выделять эти величины и отношения между ними, применять их при решении задач, конструировать собственные задачи указанных типов.*

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

– выдвигать гипотезы о границах, в которых лежат искомые величины (делать прикидку);

- выделять при решении задач характеристики рассматриваемой в задаче ситуации, отличные от реальных;
- решать и конструировать задачи на основе рассмотрения реальных ситуаций, в которых не требуется точный вычислительный результат;
- решать задачи на движение по реке, рассматривая разные системы отсчёта.

Наглядная геометрия. Геометрические фигуры

- Оперировать на базовом уровне понятиями: фигура, точка, отрезок, прямая, луч, ломаная, угол, многоугольник, треугольник и четырёхугольник, прямоугольник и квадрат, окружность и круг, прямоугольный параллелепипед, куб, шар. Изображать изучаемые фигуры от руки и с помощью линейки и циркуля;
- оперировать понятиями: фигура, точка, отрезок, прямая, луч, ломаная, угол, многоугольник, треугольник и четырёхугольник, прямоугольник и квадрат, окружность и круг, прямоугольный параллелепипед, куб, призма, шар, пирамида, цилиндр, конус;
- извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о геометрических фигурах, представленную на чертежах;
- изображать изучаемые фигуры от руки и с помощью линейки, циркуля, компьютерных инструментов.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- решать практические задачи с применением простейших свойств фигур;
- решать практические задачи с применением простейших свойств фигур.

Измерения и вычисления

- выполнять измерение длин, расстояний, величин углов с помощью инструментов для измерений длин и углов;
- вычислять площади прямоугольников;
- выполнять измерение длин, расстояний, величин углов с помощью инструментов для измерений длин и углов;
- вычислять площади прямоугольников, квадратов, объёмы прямоугольных параллелепипедов, кубов.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- вычислять расстояния на местности в стандартных ситуациях, вычислять площади прямоугольников;

- выполнять простейшие построения и измерения на местности, необходимые в реальной жизни;
- вычислять расстояния на местности в стандартных ситуациях, площади участков прямоугольной формы, объёмы комнат;
- *выполнять простейшие построения на местности, необходимые в реальной жизни;*
- *оценивать размеры реальных объектов окружающего мира.*

История математики

- описывать отдельные выдающиеся результаты, полученные в ходе развития математики как науки;
- знать примеры математических открытий и их авторов в связи с отечественной и всемирной историей;
- *характеризовать вклад выдающихся математиков в развитие математики и иных научных областей.*

ОБУЧАЮЩИЙСЯ НАУЧИТСЯ И ПОЛУЧИТ ВОЗМОЖНОСТЬ НАУЧИТЬСЯ В 7–9 КЛАССАХ (ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ УСПЕШНОГО ПРОДОЛЖЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НА БАЗОВОМ И УГЛУБЛЁННОМ УРОВНЯХ)

Элементы теории множеств и математической логики

- Оперировать на базовом уровне понятиями: множество, элемент множества, подмножество, принадлежность;
- задавать множества перечислением их элементов;
- находить пересечение, объединение, подмножество в простейших ситуациях;
- оперировать на базовом уровне понятиями: определение, аксиома, теорема, доказательство;
- приводить примеры и контрпримеры для подтверждения своих высказываний;
- *оперировать понятиями: определение, теорема, аксиома, множество, характеристики множества, элемент множества, пустое, конечное и бесконечное множество, подмножество, принадлежность, включение, равенство множеств;*
- *изображать множества и отношение множеств с помощью кругов Эйлера;*

- определять принадлежность элемента множеству, объединению и пересечению множеств;
- задавать множество с помощью перечисления элементов, словесного описания;
- оперировать понятиями: высказывание, истинность и ложность высказывания, отрицание высказываний, операции над высказываниями: и, или, не, условные высказывания (импликация);
- строить высказывания, отрицания высказываний.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- использовать графическое представление множеств для описания реальных процессов и явлений, при решении задач других учебных предметов;
- строить цепочки умозаключений на основе использования правил логики;
- использовать множества, операции с множествами, их графическое представление для описания реальных процессов и явлений.

Числа

- Оперировать на базовом уровне понятиями: натуральное число, целое число, обыкновенная дробь, десятичная дробь, смешанная дробь, рациональное число, арифметический квадратный корень;
- использовать свойства чисел и правила действий при выполнении вычислений;
- использовать признаки делимости на 2, 5, 3, 9, 10 при выполнении вычислений и решении несложных задач;
- выполнять округление рациональных чисел в соответствии с правилами;
- оценивать значение квадратного корня из положительного целого числа;
- распознавать рациональные и иррациональные числа;
- сравнивать числа;
- оперировать понятиями: множество натуральных чисел, множество целых чисел, множество рациональных чисел, иррациональное число, квадратный корень, множество действительных чисел, геометрическая интерпретация натуральных, целых, рациональных, действительных чисел;
- понимать и объяснять смысл позиционной записи натурального числа;

- выполнять вычисления, в том числе с использованием приёмов рациональных вычислений;
- выполнять округление рациональных чисел с заданной точностью;
- сравнивать рациональные и иррациональные числа;
- представлять рациональное число в виде десятичной дроби;
- упорядочивать числа, записанные в виде обыкновенной и десятичной дроби;
- находить НОД и НОК чисел и использовать их при решении задач.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- оценивать результаты вычислений при решении практических задач;
- выполнять сравнение чисел в реальных ситуациях;
- составлять числовые выражения при решении практических задач и задач из других учебных предметов;
- применять правила приближённых вычислений при решении практических задач и решении задач других учебных предметов;
- выполнять сравнение результатов вычислений при решении практических задач, в том числе приближённых вычислений;
- составлять и оценивать числовые выражения при решении практических задач и задач из других учебных предметов;
- записывать и округлять числовые значения реальных величин с использованием разных систем измерения.

Тождественные преобразования

- Выполнять несложные преобразования для вычисления значений числовых выражений, содержащих степени с натуральным показателем, степени с целым отрицательным показателем;
- выполнять несложные преобразования целых буквенных выражений: раскрывать скобки, приводить подобные слагаемые;
- использовать формулы сокращённого умножения (квадрат суммы, квадрат разности, разность квадратов) для упрощения вычислений значений выражений;
- выполнять несложные преобразования дробно-линейных выражений и выражений с квадратными корнями;
- оперировать понятиями степени с натуральным показателем, степени с целым отрицательным показателем;

- выполнять преобразования целых буквенных выражений: действия с одночленами (сложение, вычитание, умножение), действия с многочленами (сложение, вычитание, умножение);
- выполнять разложение многочленов на множители одним из способов: вынесение за скобку, группировка, использование формул сокращённого умножения;
- выделять квадрат суммы и разности одночленов;
- раскладывать на множители квадратный трёхчлен;
- выполнять преобразования выражений, содержащих степени с целыми отрицательными показателями, переходить от записи в виде степени с целым отрицательным показателем к записи в виде дроби;
- выполнять преобразования дробно-рациональных выражений: сокращение дробей, приведение алгебраических дробей к общему знаменателю, сложение, умножение, деление алгебраических дробей, возведение алгебраической дроби в натуральную и целую отрицательную степень;
- выполнять преобразования выражений, содержащих квадратные корни;
- выделять квадрат суммы или разности двучлена в выражениях, содержащих квадратные корни;
- выполнять преобразования выражений, содержащих модуль.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- понимать смысл записи числа в стандартном виде;
- оперировать на базовом уровне понятием «стандартная запись числа»;
- выполнять преобразования и действия с числами, записанными в стандартном виде;
- выполнять преобразования алгебраических выражений при решении задач других учебных предметов.

Уравнения и неравенства

- Оперировать на базовом уровне понятиями: равенство, числовое равенство, уравнение, корень уравнения, решение уравнения, числовое неравенство, неравенство, решение неравенства;
- проверять справедливость числовых равенств и неравенств;
- решать линейные неравенства и несложные неравенства, сводящиеся к линейным;

– решать системы несложных линейных уравнений, неравенств;

– проверять, является ли данное число решением уравнения (неравенства);

– решать квадратные уравнения по формуле корней квадратного уравнения;

– изображать решения неравенств и их систем на числовой прямой;

– оперировать понятиями: уравнение, неравенство, корень уравнения, решение неравенства, равносильные уравнения, область определения уравнения (неравенства, системы уравнений или неравенств);

– решать линейные уравнения и уравнения, сводимые к линейным с помощью тождественных преобразований;

– решать квадратные уравнения и уравнения, сводимые к квадратным с помощью тождественных преобразований;

– решать дробно-линейные уравнения;

– решать простейшие иррациональные уравнения вида $\sqrt{f(x)} = a$, $\sqrt{f(x)} = \sqrt{g(x)}$;

– решать уравнения вида $x^n = a$;

– решать уравнения способом разложения на множители и замены переменной;

– использовать метод интервалов для решения целых и дробно-рациональных неравенств;

– решать линейные уравнения и неравенства с параметрами;

– решать несложные квадратные уравнения с параметром;

– решать несложные системы линейных уравнений с параметрами;

– решать несложные уравнения в целых числах.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

– составлять и решать линейные уравнения при решении задач, возникающих в других учебных предметах;

– составлять и решать линейные и квадратные уравнения, уравнения, к ним сводящиеся, системы линейных уравнений, неравенств при решении задач других учебных предметов;

– оценивать правдоподобие результатов, получаемых при решении линейных и квадратных уравнений и систем линейных уравнений и неравенств при решении задач других учебных предметов;

– выбирать соответствующие уравнения, неравенства или их системы для составления математической модели заданной реальной ситуации или прикладной задачи;

– интерпретировать полученный при решении уравнения, неравенства или системы результат в контексте заданной реальной ситуации или прикладной задачи.

Функции

– находить значение функции по заданному значению аргумента;

– находить значение аргумента по заданному значению функции в несложных ситуациях;

– определять положение точки по её координатам, координаты точки по её положению на координатной плоскости;

– по графику находить область определения, множество значений, нули функции, промежутки знакопостоянства, промежутки возрастания и убывания, наибольшее и наименьшее значения функции;

– строить графики линейной и квадратичной функции;

– определять по графику вид заданной функции (линейной, квадратичной, обратной пропорциональности);

– определять приближённые значения координат точки пересечения графиков функций;

– оперировать на базовом уровне понятиями: последовательность, арифметическая прогрессия, геометрическая прогрессия;

– решать задачи на прогрессии, в которых ответ может быть получен непосредственным подсчётом без применения формул.

– оперировать понятиями: функциональная зависимость, функция, график функции, способы задания функции, аргумент и значение функции, область определения и множество значений функции, нули функции, промежутки знакопостоянства, монотонность функции, чётность/нечётность функции;

– строить графики линейной, квадратичной функций, обратной пропорциональности, функции вида: $y = a + \frac{k}{x + b}$, $y = \sqrt{x}$, $y = \sqrt[3]{x}$, $y = |x|$;

– на примере квадратичной функции, использовать преобразования графика функции $y = f(x)$ для построения графиков функций $y = af(kx + b) + c$;

- составлять уравнение прямой по заданным условиям: проходящей через две точки с заданными координатами, проходящей через данную точку и параллельной данной прямой;
- исследовать функцию по её графику;
- находить множество значений, нули, промежутки знакопостоянства, монотонности квадратичной функции;
- оперировать понятиями: последовательность, арифметическая прогрессия, геометрическая прогрессия;
- решать задачи на арифметическую и геометрическую прогрессию.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- использовать графики реальных процессов и зависимостей для определения их свойств (наибольшие и наименьшие значения, промежутки возрастания и убывания, области положительных и отрицательных значений и т.п.);
- использовать свойства линейной функции и её график при решении задач из других учебных предметов;
- иллюстрировать с помощью графика реальную зависимость или процесс по их характеристикам;
- использовать свойства и график квадратичной функции при решении задач из других учебных предметов.

Статистика и теория вероятностей

- Иметь представление о статистических характеристиках, вероятности случайного события, комбинаторных задачах;
- решать простейшие комбинаторные задачи методом прямого и организованного перебора;
- представлять данные в виде таблиц, диаграмм, графиков;
- читать информацию, представленную в виде таблицы, диаграммы, графика;
- определять основные статистические характеристики числовых наборов;
- оценивать вероятность события в простейших случаях;
- иметь представление о роли закона больших чисел в массовых явлениях.
- оперировать понятиями: столбчатые и круговые диаграммы, таблицы данных, среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения выборки, размах выборки, дисперсия и стандартное отклонение, случайная изменчивость;
- извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках;

– составлять таблицы, строить диаграммы и графики на основе данных;

– оперировать понятиями: факториал числа, размещения, перестановки и сочетания, треугольник Паскаля;

– применять правило произведения при решении комбинаторных задач;

– оперировать понятиями: случайный опыт, случайный выбор, испытание, элементарное случайное событие (исход), случайное событие (подмножество множества исходов), классическое определение вероятности случайного события, операции над случайными событиями;

– представлять информацию с помощью кругов Эйлера;

– решать задачи на вычисление вероятности с подсчётом количества вариантов с помощью комбинаторики.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

– оценивать количество возможных вариантов методом перебора;

– иметь представление о роли практически достоверных и маловероятных событий;

– сравнивать основные статистические характеристики, полученные в процессе решения прикладной задачи, изучения реального явления;

– оценивать вероятность реальных событий и явлений в несложных ситуациях;

– извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках, отражающую свойства и характеристики реальных процессов и явлений;

– определять статистические характеристики выборок по таблицам, диаграммам, графикам, выполнять сравнение в зависимости от цели решения задачи;

– оценивать вероятность реальных событий и явлений.

Текстовые задачи

– Решать несложные сюжетные задачи разных типов на все арифметические действия;

– строить модель условия задачи (в виде таблицы, схемы, рисунка или уравнения), в которой даны значения двух из трёх взаимосвязанных величин, с целью поиска решения задачи;

– осуществлять способ поиска решения задачи, в котором рассуждение строится от условия к требованию или от требования к условию;

- составлять план решения задачи;
- выделять этапы решения задачи;
- интерпретировать вычислительные результаты в задаче, исследовать полученное решение задачи;
- знать зависимости между скоростями объекта в стоячей воде, против течения и по течению реки;
- решать задачи на нахождение части числа и числа по его части;
- решать задачи разных типов (на работу, на покупки, на движение), связывающих три величины, выделять эти величины и отношения между ними;
- находить процент от числа, число по проценту от него, находить процентное снижение или процентное повышение величины;
- решать несложные логические задачи методом рассуждений;
- *решать простые и сложные задачи разных типов, а также задачи повышенной трудности;*
- *использовать разные краткие записи как модели текстов сложных задач для построения поисковой схемы и решения задач;*
- *различать модель текста и модель решения задачи, конструировать к одной модели решения несложной задачи разные модели текста задачи;*
- *знать и применять два способа поиска решения задач (от требования к условию и от условия к требованию);*
- *моделировать рассуждения при поиске решения задач с помощью граф-схемы;*
- *выделять этапы решения задачи и содержание каждого этапа;*
- *уметь выбирать оптимальный метод решения задачи и осознать выбор метода, рассматривать различные методы, находить разные решения задачи, если возможно;*
- *анализировать затруднения при решении задач;*
- *выполнять различные преобразования предложенной задачи, конструировать новые задачи из данной, в том числе обратные;*
- *интерпретировать вычислительные результаты в задаче, исследовать полученное решение задачи;*
- *анализировать всевозможные ситуации взаимного расположения двух объектов и изменение их характеристик при*

совместном движении (скорость, время, расстояние), при решении задач на движение двух объектов как в одном, так и в противоположных направлениях;

– исследовать всевозможные ситуации при решении задач на движение по реке, рассматривать разные системы отсчёта;

– решать разнообразные задачи «на части»;

– решать и обосновывать своё решение задач (выделять математическую основу) нахождение части числа и числа по его части на основе смысла дроби;

– осознавать и объяснять идентичность задач разных типов, связывающих три величины (на работу, на покупки, на движение), выделять эти величины и отношения между ними, применять их при решении задач, конструировать собственные задачи указанных типов;

– владеть основными методами решения задач на смеси, сплавы, концентрации;

– решать задачи на проценты, в том числе на сложные проценты, с обоснованием, используя разные способы;

– решать логические задачи разными способами, в том числе с двумя блоками и с тремя блоками данных, с помощью таблиц;

– решать задачи по комбинаторике и теории вероятностей на основе использования изученных методов и обосновывать решение;

– решать несложные задачи по математической статистике;

– овладеть основными методами решения сюжетных задач (арифметический, алгебраический, перебор вариантов, геометрический, графический), применять их в новых по сравнению с изученными ситуациях.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

– выдвигать гипотезы о границах, в которых лежат искомые в задаче величины (делать прикидку);

– выделять при решении задач характеристики рассматриваемой в задаче ситуации, отличные от реальных;

– решать и конструировать задачи на основе рассмотрения реальных ситуаций, в которых не требуется точный вычислительный результат;

– решать задачи на движение по реке, рассматривая разные системы отсчёта.

Геометрические фигуры

- Оперировать на базовом уровне понятиями геометрических фигур;
- извлекать информацию о геометрических фигурах, представленную на чертежах в явном виде;
- применять для решения задач геометрические факты, если условия их применения заданы в явной форме;
- решать задачи на нахождение геометрических величин по образцам или алгоритмам;
- оперировать понятиями геометрических фигур;
- извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о геометрических фигурах, представленную на чертежах;
- применять геометрические факты для решения задач, в том числе предполагающих несколько шагов решения;
- формулировать в простейших случаях свойства и признаки фигур;
- доказывать геометрические утверждения;
- владеть стандартной классификацией плоских фигур (треугольников, четырёхугольников, окружностей и др.).

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- использовать свойства геометрических фигур для решения типовых задач, возникающих в ситуациях повседневной жизни, задач практического содержания;
- использовать свойства геометрических фигур для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин.

Отношения

- Оперировать на базовом уровне понятиями: равенство фигур, равные фигуры, равенство треугольников, параллельность прямых, перпендикулярность прямых, углы между прямыми, перпендикуляр, наклонная, проекция, подобие фигур, подобные треугольники;
- оперировать понятиями: равенство фигур, равные фигуры, равенство треугольников, параллельность прямых, перпендикулярность прямых, углы между прямыми, перпендикуляр, наклонная, проекция, подобие фигур, подобные фигуры, подобные треугольники;
- применять теорему Фалеса и теорему о пропорциональных отрезках при решении задач;
- характеризовать взаимное расположение прямой и окружности, двух окружностей.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- использовать отношения для решения простейших задач, возникающих в реальной жизни;
- *использовать отношения для решения задач, возникающих в реальной жизни.*

Измерения и вычисления

- Выполнять измерение длин, расстояний, величин углов с помощью инструментов для измерений длин и углов;
- применять формулы периметра, площади и объёма, площади поверхности отдельных многогранников при вычислениях, когда все данные имеются в условии;
- применять теорему Пифагора, базовые тригонометрические соотношения для вычисления длин, расстояний, площадей в простейших случаях;
- *оперировать представлениями о длине, площади, объёме как величинами;*
- *применять теорему Пифагора, формулы площади, объёма при решении многошаговых задач, в которых не все данные представлены явно, а требуют вычислений, оперировать более широким количеством формул длины, площади, объёма, вычислять характеристики комбинаций фигур (окружностей и многоугольников), вычислять расстояния, применять тригонометрические формулы для усложнённых вычислений, проводить вычисления на основе равенств и равносоставленности;*
- *проводить простые вычисления на объёмных телах;*
- *формулировать задачи на вычисление длин, площадей и объёмов и решать их.*

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

- вычислять расстояния на местности в стандартных ситуациях, площади в простейших случаях, применять формулы в простейших ситуациях в повседневной жизни;
- *проводить вычисления на местности;*
- *применять формулы при вычислениях в смежных учебных предметах, в окружающей действительности.*

Геометрические построения

- Изображать типовые плоские фигуры и фигуры в пространстве от руки и с помощью инструментов;
- *изображать геометрические фигуры по текстовому и символному описанию;*

– свободно оперировать чертёжными инструментами в сложных случаях;

– выполнять построения треугольников, применять отдельные методы построений циркулем и линейкой и проводить простейшие исследования числа решений;

– изображать типовые плоские фигуры и объёмные тела с помощью простейших компьютерных инструментов.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

– выполнять простейшие построения на местности, необходимые в реальной жизни;

– выполнять простейшие построения на местности, необходимые в реальной жизни;

– оценивать размеры реальных объектов окружающего мира.

Геометрические преобразования

– Строить фигуру, симметричную данной фигуре относительно оси или точки;

– оперировать понятием движения и преобразования подобия, владеть приёмами построения фигур с использованием движений и преобразований подобия, применять полученные знания и опыт построений в смежных предметах и в реальных ситуациях окружающего мира;

– строить фигуру, подобную данной, пользоваться свойствами подобия для обоснования свойств фигур;

– применять свойства движений для проведения простейших обоснований свойств фигур.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

– распознавать движение объектов в окружающем мире;

– распознавать симметричные фигуры в окружающем мире;

– применять свойства движений и применять подобие для построений и вычислений.

Векторы и координаты на плоскости

– Оперировать на базовом уровне понятиями: вектор, сумма векторов, разность векторов, произведение вектора на число, координаты на плоскости;

– определять приближённо координаты точки по её изображению на координатной плоскости;

– оперировать понятиями: вектор, сумма, разность векторов, произведение вектора на число, угол между векторами,

скалярное произведение векторов, координаты на плоскости, координаты вектора;

– выполнять действия над векторами (сложение, вычитание, умножение на число), вычислять скалярное произведение, определять в простейших случаях угол между векторами, выполнять разложение вектора на составляющие, применять полученные знания в физике, пользоваться формулой вычисления расстояния между точками по известным координатам, использовать уравнения фигур для решения задач;

– применять векторы и координаты для решения геометрических задач на вычисление длин, углов.

В повседневной жизни и при изучении других предметов:

– использовать векторы для решения простейших задач на определение скорости относительного движения;

– использовать понятия векторов и координат для решения задач по физике, географии и другим учебным предметам.

История математики

– Описывать отдельные выдающиеся результаты, полученные в ходе развития математики как науки;

– знать примеры математических открытий и их авторов в связи с отечественной и всемирной историей;

– понимать роль математики в развитии России;

– характеризовать вклад выдающихся математиков в развитие математики и иных научных областей;

– понимать роль математики в развитии России.

Методы математики

– Выбирать подходящий изученный метод для решения изученных типов математических задач;

– приводить примеры математических закономерностей в окружающей действительности и произведениях искусства;

– используя изученные методы, проводить доказательство, выполнять опровержение;

– выбирать изученные методы и их комбинации для решения математических задач;

– использовать математические знания для описания закономерностей в окружающей действительности и произведениях искусства;

– применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении математических задач.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

Содержание курса приводится в полном объёме. Программный материал, соответствующий второму и третьему уровням, выделен в тексте курсивом. При этом материал второго уровня дополнительно отмечен*, а материал третьего уровня — **.

5 КЛАСС

Геометрические фигуры. Плоскость. Точка и отрезок. Фигуры на плоскости. Угол, образованный отрезками. Треугольник и его свойства. Плоские фигуры. Четырёхугольники и их свойства. Окружность и круг. **Другие геометрические фигуры.* Прямоугольник и его элементы. Треугольник и его элементы. Наглядные свойства четырёхугольников. **Многоугольники.* Углы. Прямой угол. Равенство фигур на плоскости.

Об измерении величин. Измеряемые величины. Сравнение и оценка. ***Сравнение без измерения.* Натуральные числа. Дробные числа. **Отрицательные числа.* ***Рациональные и действительные числа.* Точность измерений. **Измерения с недостатком и избытком.* Приближённое значение. Переменные величины. Числовые выражения. Формулы. **Изменение вида формул при выборе несогласованных единиц измерения.*

Натуральные числа. Представление натуральных чисел в виде сумм. Разрядные единицы. Запись натуральных чисел при помощи разрядных единиц. **Запись чисел в римской нумерации.* Определение степени числа. Основание и показатель степени. ***Пример логарифма.* Десятичная система счисления. **Система счисления с основанием 4.* **Двоичная система счисления.* Правило сравнения чисел по их десятичной записи. ***Выбор наименьшего из чисел попарным сравнением.* Десятичные приближения. Представления о порядке величины. **Удобство применения приближённых значений.*

Отрезок, ломаная. Отрезок. Равенство отрезков и его свойство. Взаимное расположение двух отрезков. Длина отрезка. Расстояние между точками. Основные свойства длины. ***Характеристическое свойство точек отрезка.* Определение треугольника. Неравенство треугольника. Длина ломаной.

Периметр многоугольника. ****Ломаная как путь из отрезков.**
***Свойства длины ломаной.**

Сложение и вычитание натуральных чисел. Сложение разрядных единиц. Алгоритм сложения. ****Сложение чисел в десятичных системах.** О способах сложения. ***Сложение чисел при помощи двух линеек.** Понятие суммы. Законы сложения. Определение разности двух чисел. ***Нахождение разности чисел при помощи двух линеек.** ****Отрицательные разности.** Первоначальные свойства разности. Алгоритм вычитания. Правила, связанные с вычитанием. ****Дополнительные правила, связанные с вычитанием.**

Луч, прямая. Определение луча. Способы задания лучей. Свойства лучей. Прямые и их обозначения. Основное свойство прямой. Противоположные лучи. Полуплоскость. ***Перемещение прямой.** Понятия числовой прямой и числового луча. Сравнение на числовой прямой. ****Изображения дробных и отрицательных чисел.**

Умножение натуральных чисел. Определение умножения. ***Изображение произведения на числовой прямой.** Основные законы умножения. Свойства чисел 1 и 0 при умножении. Особые случаи основных законов. ***Другие названия основных законов.** Умножение натурального числа на степени числа 10. Алгоритм умножения натуральных чисел. ***Умножение чисел, оканчивающихся нулями.** ****Умножение в десятичных системах счисления.** Скобки. Примеры раскрытия и расстановки скобок. Вынесение общего множителя за скобки. ***Формулы сокращённого умножения.**

Углы. Угол между лучами с общей вершиной. Плоский угол. Развёрнутый угол. Равенство углов. Градусная мера угла. Величина угла. ***Начальные свойства меры угла.** Основное свойство градусной меры. Биссектриса угла. ****Существование биссектрисы угла.** ***Пример на вычисление суммы углов треугольника.** Прямой угол. Смежные и вертикальные углы. Острый и тупой угол.

Деление натуральных чисел. Деление нацело одного натурального числа на другое. Геометрический смысл деления одного числа на другое. Основное свойство частного. ***Дополнительные свойства делимости.** ***Разложение числа на множители.** Признаки делимости на 2, на 3, на 5, на 9, на 10. ***Составные и простые числа.** ****Решето Эратосфена.** Деление чисел с ос-

татком. Геометрический смысл деления с остатком. Алгоритм деления с остатком «уголком». ****Вычисление последних цифр степеней числа 2.** Определение чётных и нечётных чисел.

Прямоугольные треугольники. Определение прямоугольных треугольников. Равенство прямоугольных треугольников. Признак равенства прямоугольных треугольников. Соответственные элементы равных треугольников. Свойство диагонали прямоугольника. Сумма углов прямоугольного треугольника. Равенство диагоналей прямоугольника. Свойство диагоналей квадрата. ***Пример на равенство прямоугольных треугольников.**

Дроби. Простейшая дробь $\frac{1}{2}$ и дроби вида $\frac{k}{2}$. Простейшая дробь $\frac{1}{3}$ и дроби вида $\frac{k}{3}$. Дробные числа. Равенство дробных чисел. Основное свойство дроби. Сокращение дробей. Приведение дробей к общему знаменателю. Произведение двух дробей. Сложение и вычитание дробей с разными знаменателями. Деление на ненулевую дробь. Законы сложения и умножения. Арифметические действия со смешанными дробными числами. Правило сравнения дробных чисел. ****Признак сравнения дробей.** Неравенства. Прибавление числа к обеим частям неравенства и вычитание числа из обеих частей неравенства. ***Умножение и деление обеих частей неравенства на дробь.**

Площадь плоских фигур. Основные свойства площади. Площади прямоугольника и квадрата. ****Приближённое нахождение площади.** ****Уточнение площади с помощью последовательных приближений.** Как извлечь корень из числа. ***Приближённое значение корня.** Формула площади прямоугольного треугольника. Вычисление площадей на клетчатой бумаге. Площадь четырёхугольника. ***Площадь треугольника.** Равносоставленные фигуры. Теорема Пифагора. ****Как построить квадрат заданной площади.**

Десятичные дроби. Дроби со знаменателями, равными степени числа 10. Цифры целой и дробной части. Изображение десятичных дробей на числовой прямой. ****О стремлении к нулю дробей вида $\frac{1}{10^n}$ при возрастании показателя степени.** Правило сравнения десятичных дробей. Двойное неравенство. Запись десятичных приближений. ***Знак приближённого равенства.** ***Определение десятичных приближений.** Правило сложения и вычитания десятичных дробей. ****Дополнение десятичной**

дроби до разрядной единицы. Правило умножения десятичных дробей. Правило умножения десятичной дроби на 10 и на $\frac{1}{10}$.

Схема деления уголком десятичной дроби на натуральное число.

Практическое сравнение величин. Определение одного процента от величины. Определение $m\%$ от величины. Примеры нахождения величины, когда известно значение заданного числа её процентов. Задание зависимости величин с помощью таблиц. Понятие о диаграмме. Задание зависимости между величинами с помощью формул. Построение таблиц. Понятие масштаба. Масштаб географической карты.

Применение формул в практической деятельности. Формулы. Вычисление сторон прямоугольного треугольника. **Длина окружности.* **Площадь круга.* Прямоугольный параллелепипед. Объём прямоугольного параллелепипеда и куба. Примеры использования формулы объёма прямоугольного параллелепипеда. **Кубический корень.* **Таблица кубических корней.* **Цилиндр.* **Объём цилиндра.* **Шар.* **Объём шара.*

Повторение.

6 КЛАСС

Направление и координаты. Игра «Морской бой». **Шахматные координаты.* Координаты на прямой и на плоскости. Способы задания направлений. **Полярные координаты.* ***Координаты в пространстве.*

Делители и кратные. Делители натурального числа. **Нахождение всех делителей натурального числа.* **Признак чётности натурального числа.* Нечётные числа. ***Эквивалентные утверждения.* Простые и составные числа. Основная теорема арифметики. Использование признаков делимости для разложения числа в произведение простых. ***Свойства делителей натуральных чисел.* Применение разложения на множители при сокращении дробей. Наибольший общий делитель (НОД). ***Алгоритм Евклида нахождения наибольшего общего делителя.* Взаимно простые числа. ***Несократимые дроби.* Наименьшее общее кратное (НОК). Приведение дробей к общему знаменателю.

Первый признак равенства треугольников. Медиана. Биссектриса угла в треугольнике. Высота треугольника. Соответствия между элементами треугольников. Первый признак

равенства треугольников. Равнобедренный треугольник и его свойства. Равносторонний треугольник. ****Построение равнобедренного треугольника.** Ромб. Свойства ромба. ****Признаки равнобедренного треугольника.**

Целые числа. Решение уравнений вида $x + a = b$. Изображение отрицательных чисел на числовой оси. Целые числа. Симметричность на числовой прямой относительно начала отсчёта. Сравнение целых чисел. Свойство сравнения целых чисел. ****Свойства сравнения.** Модуль или абсолютная величина числа. ****Пример уравнения с модулем.**

Перпендикулярность прямых и отрезков. Перпендикулярные прямые. Перпендикуляр. Расстояние от точки до прямой. ****Перпендикуляр и наклонная.** Серединный перпендикуляр. ****Построение перпендикуляра.** Теорема Пифагора и теорема, обратная теореме Пифагора. Прямоугольные треугольники с целочисленными сторонами. ***Единственность медианы, биссектрисы, серединного перпендикуляра.**

Сложение и вычитание целых чисел. Прибавление натурального числа к целому числу. Прибавление отрицательного целого числа к целому числу. Свойства сложения целых чисел. Противоположные целые числа. Сумма двух отрицательных целых чисел. ****Обоснование правил сложения отрицательных чисел.** Сумма чисел противоположных знаков. Модуль суммы целых чисел. Разность целых чисел. Иллюстрация разности целых чисел с помощью линеек. Приведение разности целых чисел к сумме.

Окружность. Вписанные и описанные многоугольники. Диаметр и хорда окружности. Диаметр, перпендикулярный к хорде. ****Взаимное расположение двух окружностей.** ***Общая хорда двух окружностей.** ***Построение перпендикуляра к прямой.** Определение касательной и её свойство. Признаки касания прямой с окружностью. ***Построение касательной.** Вписанные и описанные многоугольники. Правильные многоугольники. ****Построение правильного пятиугольника.** Правильный тетраэдр. Куб. ****Платоновы тела.** Сфера.

Умножение и деление целых чисел. Произведение двух целых чисел разных знаков. Умножение чисел одного знака. Умножение на нуль. Законы умножения. Правило знаков. Буквенные выражения и их равенство. Коэффициенты. Приведение подобных членов. Частное целых чисел. Делимое и дели-

тель. Правило знаков при делении. Следствие правил знаков.
****Деление с остатком.**

Осевая симметрия. Наглядная симметрия. Симметрия точек относительно оси. Осевая симметрия. Симметрия фигур. Фигуры, симметричные самим себе. Симметрия угла. Оси симметрии ромба. ****Симметрия окружности.** ***Серединный перпендикуляр к отрезку как ось симметрии.** Зеркальная симметрия. ***Солнечные зайчики и закон отражения.**

Дробные числа. Сокращение дробей. ***Сложение нескольких дробей.** Наименьший общий знаменатель. Сложение и вычитание дробей любого знака. Противоположные дроби. Положительные и отрицательные дроби. Правило знаков. ***Доказательство правила знаков.** Сокращение дробей. **Модули дробных чисел.** Умножение дробей. ***Взаимно обратные дроби.** Отношение дробей. ***Использование обратных дробей для вычисления частного.** Правило знаков для частного. Основные свойства частного. ***Дроби, состоящие из дробей.** ****Цепные дроби.**

Свойства дробей. Координаты точки на прямой. Формула для вычисления расстояния между точками с заданными координатами. ****Координата середины отрезка на числовой прямой.** Общее правило сравнения дробей. Условие равенства дробей. ****Правило сравнения дробей с положительными знаменателями.** Переместительный и сочетательный законы сложения для дробей. Свойства нуля и противоположного элемента. Свойства операций сложения и умножения для дробей. Свойство единицы и обратного элемента. ****Отношение дробных чисел.** Распределительный закон. Прибавление числа к обеим частям равенства. Умножение обеих частей равенства на число. Решение уравнений вида $ax = b$ при $a \neq 0$. Основное свойство частного. ****Свойства операций сложения и умножения.**

Координатная плоскость. Оси координат. Координаты точки. Деление плоскости на четверти. Построение точки, симметричной данной. Свойства биссектрисы первой и третьей четвертей. ****Уравнение биссектрисы координатных углов.** Длина отрезка на координатной плоскости. ***Расстояние от точки до начала координат.** ***Уравнение окружности с произвольным центром.** Корень квадратный.

Пропорции. Сравнение однородных величин. ***Вычисление отношения величин с помощью измерений.** Отношение неоднородных величин. Пропорция. Основное свойство пропорции. ***Перестановка членов пропорции.** Зависимость пути от времени.

Определение прямой пропорциональности двух зависимых величин. **Отрицательный коэффициент пропорциональности.* Понятие смеси, компоненты смеси. Условия сохранения массы.

Десятичные дроби. Положительные и отрицательные десятичные дроби. Сложение, вычитание и умножение десятичных дробей. Деление десятичных дробей. ***Целая и дробная части числа.* Перевод обыкновенных дробей в десятичные. Деление «уголком». ***Десятичные приближения.* **Ахиллес и черепаха.* **Бесконечная десятичная дробь.*

Применение графиков на практике. Масштабы на осях системы координат. Определение времени по графику движения. ***Нахождение приближённых значений по графику.* Задача о падении камня в колодец. ***Зависимость времени падения камня от глубины колодца.* Формула зависимости времени от скорости движения. Обратная пропорциональность величин. Задача о постройке туннеля.

Повторение.

7 класс

Углы. Угол, образованный двумя лучами. Сумма плоских углов. Биссектриса плоского угла. Внутренние углы треугольника. Градусная мера плоских углов и её свойство. Измерение плоских углов. Дуги окружности и углы между её радиусами. ***Радян как единица измерения плоских углов.*

Степень с целым показателем. Основание и показатель степени с натуральным показателем. Квадрат и куб числа. **Последовательность степеней.* Основные свойства степеней с целыми показателями. Число, обратное степени. Степень отношения двух чисел. ***Запись свойства степеней с помощью логарифмов.* Определение отрицательной степени числа a . **Пример геометрической прогрессии.*

Тождества. Числовое выражение как значение буквенного выражения. Тождественное преобразование буквенных выражений. ***Транзитивность, симметричность, рефлексивность.* Коэффициент и степень одночлена. Многочлен. Сумма, разность и произведение многочленов. Стандартная форма многочлена. ***Равенство многочленов.* Разложение на множители двучлена $a^n - 1$. **Разложение на множители двучлена в общем виде.* **Квадрат суммы и квадрат разности.* Формулы $(a + b)^3$ и $(a + b)^4$. ***Геометрическая иллюстрация куба суммы двух чисел.* Биномиальные коэффициенты и треугольник Паскаля.

Признаки равенства треугольников. Признаки равенства треугольников. Признаки равенства прямоугольных треугольников. Построение треугольников по трём элементам. Построение угла, равного данному. **Задача о трёх отрезках, имеющих общую середину.* ***Использование признаков равенства треугольников для решения задач.* Площадь прямоугольного треугольника и её свойства. Формула площади произвольного треугольника. Площадь равностороннего треугольника.

Уравнения. Линейные уравнения с одним неизвестным. ***Исследование уравнения $kx = b$ в общем виде.* ***Линейное уравнение с параметром.* Примеры задач на составление линейного уравнения. Алгебраические уравнения. Равносильные преобразования уравнения с одной переменной. ***Примеры преобразований, нарушающих равносильность.* Алгебраические уравнения с двумя неизвестными. **Изображение на координатной плоскости множества решений уравнения.*

Параллельность. Два перпендикуляра к одной прямой. Определение параллельности прямых. Аксиома параллельности. Признаки параллельности прямых. ***Свойства параллельных прямых.* Внутренние накрест лежащие углы. Внутренние односторонние углы и соответственные углы при секущей. Свойство секущей параллельных прямых. Сумма внутренних односторонних углов, образуемых секущей двух параллельных прямых. **Углы с соответственно параллельными сторонами.* Сумма углов треугольника. Понятие внешнего угла треугольника. ***От «Начал» Евклида к евклидовой геометрии.*

Числовые неравенства. Строгие неравенства. Сравнение чисел. Прибавление числа к обеим частям неравенства. Умножение обеих частей неравенства на положительное и отрицательное числа. **Сравнение чисел, обратных к заданным ненулевым числам.* Неравенства с одной переменной. Равносильность неравенств. ***Свойства равносильности неравенств.* Линейные неравенства с одной переменной. Правила преобразований неравенств, сохраняющих равносильность. Нестрогие неравенства с одной переменной. ***Пример доказательства равносильности нестрогих неравенств.* Промежутки числовой прямой. Почленное сложение и умножение неравенств. **Произведение неравенств одинакового направления.*

Параллелограмм. Определение параллелограмма. Свойства параллелограмма. Свойство точки пересечения диагонали па-

параллелограмма. Сумма соседних углов параллелограмма. Определение прямоугольника как параллелограмма с прямым углом. Ромб как частный случай параллелограмма. Признаки параллелограмма. **Параллелограммы с общей стороной*. Основание и высота параллелограмма. Вычисление площади параллелограмма. Центрально-симметричные фигуры. Центральная симметрия как поворот на 180° . Свойство центрально-симметричных прямых.

Пропорциональные отрезки. Свойство прямой, проходящей через середину стороны треугольника параллельно другой стороне. Средняя линия треугольника и её свойство. **Свойство середин сторон произвольного четырёхугольника*. Свойство точки пересечения медиан треугольника. Теорема Фалеса. ***Обобщение теоремы о пропорциональных отрезках*. Определение трапеции. Основания и боковые стороны трапеции. Разбиение трапеции на треугольник и параллелограмм. Теорема о средней линии трапеции. Формула площади трапеции.

Линейная функция. Определение прямой пропорциональности двух переменных величин. Формула прямой пропорциональности $y = kx$. ***Симметричность графиков $y = kx$ и $y = -kx$* . Определение линейной функции. Параллельность прямых $y = kx + b$ и $y = kx$. Угловой коэффициент прямой $y = kx + b$. ***О графике уравнения $y = kx + b$* . Связь между графиками линейных функций и уравнениями с двумя неизвестным. Определение арифметической прогрессии. Первый член и разность арифметической прогрессии. Формула суммы членов арифметической прогрессии. Понятие функциональной зависимости. График функции. **Функция $y = |x|$* . ***Функция «целая часть x »*. ***Функция «дробная часть x »*.

Свойства окружностей. Основное свойство касательной. Свойства отрезков касательных. Длина отрезков касательных для окружности, вписанной в треугольник. **Окружность, вписанная в прямоугольный треугольник*. **Свойство сторон описанного четырёхугольника*. Общая касательная двух окружностей. Общая касательная к двум равным окружностям. Общая касательная к двум окружностям с различными радиусами. ***Обоснование построения общей касательной к двум окружностям*. Отрезки общих внешних касательных. Отрезки общих внутренних касательных. **Внешняя и внутренняя касательные к касающимся окружностям*. ***Вневписанная окружность*.

Системы уравнений. Системы двух линейных уравнений с двумя неизвестными. ***Частичное исследование системы двух линейных уравнений с двумя неизвестными. **Пересечение прямой и окружности. **Графическое решение системы уравнений с модулем.* Решение линейного уравнения в целых числах. Целочисленные решения уравнений вида $ax = by$. ***Множество всех целочисленных решений уравнения вида $ax + by = c$.*

Многоугольники. Четырёхугольник. Сумма углов выпуклого четырёхугольника. **Диагонали невыпуклого четырёхугольника. *Внутренние углы невыпуклого четырёхугольника.* Сумма внешних углов выпуклого четырёхугольника. Вычисление площади четырёхугольника. **Отношение площадей.* Многоугольная область. Выпуклый многоугольник. ***Общее понятие выпуклости.* Площадь многоугольников на клетчатой бумаге. ***Формула Пика. *Вычисление площади дополнением фигуры до треугольника.*

Приближённые вычисления. Последовательные приближения снизу и сверху. Понятие абсолютной погрешности. Десятичные приближения положительного числа с точностью до целой разрядной единицы. **Формулировка определения десятичных приближений положительного числа.* Десятичные приближения отрицательного числа. Округление положительного числа. **Формулировка правила округления положительного числа до некоторого разряда после запятой.* Приближённое значение частного. Оценка погрешности. ***Приближённое вычисление отношения.* Приближённое вычисление квадратного корня. ***Практическое вычисление корней.*

Повторение.

8 класс

Занимательные и логические задачи. Примеры занимательных задач. Решение текстовых задач арифметическим способом. Принцип Дирихле. **Последние цифры в записи степеней. *Малая теорема Ферма.*

Параллельный перенос на координатной плоскости. Параллельный перенос фигуры вдоль оси абсцисс и оси ординат. **Параллельный перенос точек прямой и точек окружности вдоль оси абсцисс и оси ординат.* Правило параллелограмма. Последовательное выполнение параллельных переносов вдоль оси координат. Общее понятие параллельного переноса на координатной плоскости.

натной плоскости и его свойства. Формулы преобразования координат при параллельном переносе. Прямоугольная система координат в пространстве. Формула расстояния между точками в пространстве. **Правило параллелограмма в пространстве.*

Квадратные уравнения. Квадратичная зависимость. Свойства и график функции $y = x^2$. Квадратный корень и его свойства. Арифметический квадратный корень. Радикал. ***О существовании квадратного корня.* Свойства арифметических корней. Рациональные и иррациональные числа. Простейшие квадратные уравнения. Отбор корней в практических задачах. Дискриминант и корни квадратного уравнения. Графическое решение квадратных уравнений. График функции $y = x^2 + px + q$. Вершина и ветви параболы $y = x^2 + px + q$. Расположение параболы в зависимости от параметров p и q .

Гомотетия. Свойства параллельных секущих сторон угла. Теорема Фалеса. Обобщённая теорема Фалеса. Отрезки параллельных прямых, отсекаемые сторонами угла. Обратная теорема Фалеса. Новый признак параллельности прямых. ***Доказательство нового признака параллельности прямых.* Гомотетия точки. Определение гомотетичных фигур. Центр и коэффициент гомотетии. ***Преобразование отрезков при гомотетии.* Основное свойство гомотетии. Взаимная гомотетичность фигур. Гомотетия окружностей. ***Преобразование координат при гомотетии.* ***Гомотетия с отрицательным коэффициентом.*

Многочлены. Многочлены от одной переменной. Сумма и произведение многочленов. Разложимость многочленов на множители. Деление с остатком. Схема деления «уголком». Значение многочлена. Теорема Безу. ***Доказательство теоремы Безу.* Корень многочлена. **Теорема Гаусса о рациональных корнях.* ***Доказательства теоремы Гаусса.* Разложение квадратного трёхчлена на линейные множители. Теорема Виета для корней квадратного трёхчлена. Обратная теорема Виета для квадратного трёхчлена. **Симметрические выражения от корней квадратного трёхчлена.* **Теорема Виета для кубического многочлена.* ***Обратная теорема Виета для кубического многочлена.*

Подобие. Определение подобия фигур. ***Преобразование подобия.* ***Свойства подобия фигур.* Свойства сторон и углов подобных треугольников. Признаки подобия треугольников. Отношение площадей подобных треугольников. Высота прямоугольного треугольника, проведённая к гипотенузе, и её свой-

ства. ****Свойство оснований высот остроугольного треугольника.** Основное свойство биссектрисы угла треугольника. Признак биссектрисы треугольника. ***Свойство биссектрисы внешнего угла треугольника.** ****Уравнение окружности Аполлония.**

Алгебраические дроби. Алгебраические дроби. Область определения алгебраической дроби. Равенство алгебраических дробей. Основное свойство алгебраических дробей. Сокращение алгебраических дробей. ****Свойство тождественного равенства алгебраических дробей.** Сложение и вычитание алгебраических дробей. Приведение алгебраических дробей к общему знаменателю. Умножение алгебраических дробей. Деление алгебраических дробей. ***Применение дробей к решению линейных уравнений с параметром.**

Векторы. Связанные векторы. Сумма векторов. Правило параллелограмма. Вычитание векторов. Законы сложения и вычитания векторов. Умножение вектора на действительное число. Разложение вектора по двум неколлинеарным векторам. Равенство векторов и его свойства. Свободные векторы. Правило многоугольника для сложения векторов. ***Правило треугольника для свободных векторов.** Законы сложения и умножения для свободных векторов. Разложение свободных векторов по составляющим. Знакомство с векторами в пространстве. Разложение векторов по трём составляющим, не лежащим в одной плоскости.

Выражения с радикалами. Освобождение от иррациональности в знаменателе. ***Сопряжённые выражения.** Степень с показателем $\frac{1}{2}$. ***Степени с показателем $\frac{m}{2}$.** Начальные представления о функции $y = \sqrt{x}$. Построения по формулам. Построение отрезка длины \sqrt{ab} и $\sqrt{a^2 + b^2}$. ****Построение прямоугольного треугольника по гипотенузе и сумме катетов.** Кубический корень. Кубический корень из отрицательного числа. Сравнение кубов чисел. Сравнение кубических корней. ***Приближённые значения некоторых кубических корней.** Действия с корнями третьей степени. ****Формула Кардано для корней кубического уравнения.**

Тригонометрические функции острого угла. Синус и косинус острого угла. Синус и косинус углов 30° , 45° , 60° . ***Синус и косинус углов 15° и 75° .** Вычисление элементов прямоугольного треугольника с помощью синуса и косинуса острого угла. Зависимости между катетом, гипотенузой и тригонометричес-

кими функциями острого угла. Определение синуса и косинуса с помощью единичной тригонометрической окружности. Равенство $\cos\alpha = \sin(90^\circ - \alpha)$. Равенство $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$. Тангенс и котангенс острого угла. Общие правила вычислений с помощью тангенса. Знакомство с некоторыми тригонометрическими формулами острого угла.

Центральные и вписанные углы. Дуга и центральный угол окружности. Угловая мера дуги окружности. **Равенство центральных углов, соответствующих равным дугам.** ***Равенство дуг, соответствующих равным хордам.* Равенство дуг окружности между параллельными хордами. Угловая мера дуги. Определение вписанного угла. Теорема об измерении вписанного угла. Свойство биссектрисы угла треугольника. Признак равенства вписанных углов. Величины вписанных углов окружности, опирающихся на одну хорду. ***Построение треугольника по углу и противолежащей стороне.* Свойство углов вписанного четырёхугольника. ***Теорема Птолемея.*

Тригонометрические функции направленного угла. Изображение угла на тригонометрической окружности. Поворот положительного луча оси абсцисс на угол α . Синус и косинус центрального угла от 0 до 360° . Равенство $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ для углов, меньших 360° . Тангенс и котангенс углов, меньших 360° . Вычисление тригонометрических функций для углов от 90° до 360° . Угол отрицательной величины в пределах от -360° до 0° . Тригонометрические функции направленных углов. Связь между тригонометрическими функциями противоположно направленных углов. График функции $y = \sin x$ и её свойства. График функции $y = \cos x$ и её свойства.

Метод последовательных приближений. Абсолютная и относительная погрешность. Округление приближённых значений. **Оценка относительной погрешности при округлении.* Примеры приближённого вычисления корней методом деления отрезка пополам. Приближённые вычисления для кубических корней. Иллюстрация метода исчерпывания при вычислении площади фигуры с криволинейной границей. Оценка площади сверху. **Общая схема метода исчерпывания.* **Площадь криволинейной трапеции.* **Метод трапеций.* Последовательные приближения для вычисления квадратных корней. ***Корни натуральной степени из положительного числа.*

Повторение

9 класс

Множества. Множество и его элементы. Виды множеств. Промежутки числовой прямой. Равенство множеств. Объединение, пересечение множеств. ****Объединение совокупности множеств. **Пересечение совокупности множеств.** Общие отношения для множеств. Разность множеств. Дополнение множеств. Диаграммы Эйлера–Венна. Соотношения для множеств. ****Доказательство равенств с дополнениями к множествам.**

Числовые функции. Обозначения функций. Способы задания функций. ***Задание функции с помощью нескольких формул.** График функции. ***Доказательство характеристического свойства графика.** Промежутки монотонности. Чётные и нечётные функции. График квадратичной функции $y = ax^2 + bx + c$. ****Гомотетичность графиков квадратичных функций.** Растяжение и сжатие вдоль осей координат. Геометрическое определение параболы $y = x^2$. Графики уравнений вида $x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$. Общее уравнение эллипса. Гиперболы вида $y = \frac{k}{x}$. Ветви и асимптоты гиперболы. ****Дробно-линейная функция и её график. **Поворот системы координат.**

Системы уравнений. Равносильность систем уравнений. О несовместной системе уравнений. Метод подстановки. ****О системах, содержащих уравнение, записанное в виде произведения.** Замена неизвестных. ***Системы уравнений симметрического вида. *Примеры уравнений в целых числах.** Запись систем линейных уравнений. Система треугольного вида. Метод Гаусса. ***Однородные системы линейных уравнений. **Запись решений системы линейных уравнений в виде строк.**

Хорда и секущие. Измерение угла между секущими. Угол между касательной и секущей. Угол между хордой и касательной. Измерение угла с вершиной внутри окружности. Пересекающиеся хорды окружности. Свойство отрезков пересекающихся хорд. ***Признак расположения четырёх точек на одной окружности.** Свойство отрезков секущих. ***Свойство касательной и отрезков секущей. **Признак касательной к окружности. **Степень точки относительно окружности.**

Неравенства. Строгие неравенства. Равносильные неравенства. Умножение неравенства на отрицательное число. Прибавление одного и того же слагаемого к обеим частям неравенства. ****Задача с параметром.** Нестрогие неравенства и их свойства.

***Системы линейных неравенств с двумя неизвестными. **Линейные функции от двух переменных. **Значение линейной функции на части плоскости. **Задание выпуклого многоугольника системой неравенств. **Точки максимума и минимума линейной функции. **Пример экономической задачи.*

Формулы преобразования тригонометрических функций. Таблица значений тригонометрических функций основных углов. Направленные углы. Тригонометрические функции направленного угла. Косинус суммы и разности углов. Синус и косинус угла $90^\circ - \alpha$. Синус суммы и разности углов. Тангенс суммы углов. ***Котангенс суммы углов.* Косинус и синус двойного угла. Формулы понижения степени тригонометрических функций. Тангенс двойного угла. **Синус тройного угла.* Формулы приведения тригонометрических функций. ***Мнемонические правила для формул приведения.*

Метрические соотношения в треугольнике. Теорема косинусов. Свойства диагоналей параллелограмма. Формула Герона. Длина хорды окружности. Вычисление сторон вписанного в окружность треугольника. Теорема синусов. Свойство биссектрисы треугольника. ***Теорема о трисекции углов треугольника.* Вычисление элементов треугольника. **Вычисление элементов треугольника по двум сторонам и углу. **Вычисление расстояния методом триангуляции.*

Квадратные неравенства. Общий вид квадратного неравенства. Графический метод решения квадратных неравенств. ***Решение с помощью графиков неравенств, содержащих модуль.* Правила нахождения корней квадратного неравенства. **Решение дробно-линейных неравенств. **Решение неравенства третьей степени разложением на произведение квадратного и линейного сомножителей.* Знаки квадратного трёхчлена на промежутках числовой прямой. Метод интервалов для произведения линейных множителей. **Метод интервалов при нелинейных множителях.*

Скалярное произведение векторов. Операции сложения, вычитания векторов и умножения вектора на число. Координатное определение скалярного произведения. Свойства скалярного произведения. Преобразование выражений с векторами. Скалярный квадрат вектора. Угол между векторами. Скалярное произведение векторов. Нахождение угла между векторами с помощью скалярного произведения. **Скалярное произведе-*

ние свободных векторов. Скалярное произведение перпендикулярных векторов.

Степень с рациональным показателем. Функция $y = x^n$. Параллельный перенос графика функции. Функция $y = \frac{1}{x^n}$. Арифметический корень n -й степени из неотрицательного числа. Правила действия с корнями n -й степени. *График функции $y = \sqrt[n]{x}$ при нечётном натуральном n . **Метод Феррари решения уравнения четвёртой степени. Решение биквадратного уравнения. Степень с рациональным показателем. **Доказательство свойства сравнения степеней. Произведение и отношение степеней с разными основаниями. **Логарифм степени с рациональным показателем.

Последовательности. Определение последовательности. Способы задания последовательности. *Рекуррентный способ задания последовательности. Метод математической индукции. *Пример ошибочных рассуждений по индукции. Обобщение схемы индукции. Арифметическая прогрессия. Формула общего члена арифметической прогрессии. Сумма членов арифметической прогрессии. *Сумма квадратов последовательных натуральных чисел. Геометрическая прогрессия. Сумма членов геометрической прогрессии.

Комбинаторные задачи. Задачи о перечислении комбинаций. *Магический квадрат. **Задача Эйлера о кёнигсбергских мостах. Обобщение правила суммы. Формула включений и исключений. Правило произведения. **Декартово произведение двух множеств. Сочетание из n элементов по k . Размещение из n элементов по k . Размещение с повторениями. Перестановки. **Доказательство формулы для числа размещений. **Равенство Паскаля.

Элементы теории вероятностей и математической статистики. Эксперименты с равновероятными исходами. Классическое определение вероятности. Геометрические вероятности. *Вероятность события при случайном выборе точки из множества на окружности. Частота. Закон больших чисел. Применение закона больших чисел к решению практических задач. **Центральная предельная теорема теории вероятностей. Генеральная совокупность и выборка. Репрезентативная выборка. Выборочное среднее. Выборочная медиана. Размах и дисперсия.

Элементы математической логики. Высказывания. Предикаты. Область истинности предиката. Равносильность предика-

тов. Квантор всеобщности и квантор существования. Конъюнкция высказываний и предикатов. Дизъюнкция высказываний и предикатов. Отрицание высказывания и предиката. Импликация высказываний и предикатов. **Равносильность высказываний*. Контрпример. Необходимость и достаточность. Обратное утверждение. Прямая и обратная теоремы. **Метод доказательства от противного*. **Противоположное утверждение*.

Неевклидовы геометрии. Сферические отрезки и треугольники. ***Сферические углы*. **Сферический двуугольник*. **Свойства симметрии относительно окружности*. ***Преобразование окружности, перпендикулярной к данной*. Пятый постулат Евклида. Аксиома Лобачевского. Свойства геометрии Лобачевского, отличные от обычных. **Модель плоскости Лобачевского*. **Модели Пуанкаре плоскости Лобачевского*. **Единственность неевклидовой прямой, проходящей через две точки*. **Бесконечность числа неевклидовых прямых, не пересекающих данную*. **Равенство фигур на модели Пуанкаре*. **Перпендикуляры на модели Пуанкаре*. ***Градусная мера угла в модели Пуанкаре*. **Окружности в модели Пуанкаре*. ** *Эквидистанта*.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Тематическое планирование реализует один из возможных подходов к распределению учебного времени на изучение содержания, предусмотренного Программой. Оно носит рекомендательный характер и не исключает возможности иного распределения часов по усмотрению учителя. В примерном тематическом планировании основное содержание разбито на темы, в которых в ряде случаев программный материал расписан более подробно. Особенностью тематического планирования является то, что в нём содержится описание возможных видов деятельности обучающихся на уровне учебных действий в процессе изучения соответствующего программного материала. Распределение учебного времени представлено в трёх вариантах. Первый вариант соответствует первому уровню изучения учебного материала по Программе из расчёта 5 учебных часов в неделю в течение каждого года обучения. Второй вариант рассчитан на второй уровень обучения по Программе из расчёта 6 учебных часов в неделю в течение каждого года обучения. Программный материал, соответствующий второму уровню, в тексте отмечен *. При реализации третьего уровня обучения изучению подлежит программный материал первого и второго уровней, а также программный материал, отмеченный в тексте **. При этом изучение учебного материала по Программе реализуется из расчёта не менее 8 учебных часа в неделю в течение каждого года обучения.

Соответствующее содержание, часы и учебные действия второго и третьего уровней приведены курсивом.

5 КЛАСС

Первый уровень — 175 учебных часов.

Второй уровень — 210 учебных часов (отмечен *).

Третий уровень — не менее 280 учебных часов (отмечен **)

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p align="center">Геометрические фигуры (8, *8, **9)</p> <p>Плоскость. Точка и отрезок. Фигуры на плоскости. Угол, образованный отрезками. Треугольник и его свойства. Плоские фигуры. Четырёхугольники и их свойства. Окружность и круг. *<i>Другие геометрические фигуры.</i></p> <p>Прямоугольник и его элементы. Треугольник и его элементы. Наглядные свойства четырёхугольников. *<i>Многоугольники.</i> *<i>Особенности обозначения многоугольников.</i> Углы. Прямой угол. Равенство фигур на плоскости. **<i>О «равноправии» фигур при проверке равенства.</i> *<i>Головоломка Самуэля Лойда.</i> Равенство точек</p>	<p>Распознавать на чертежах, рисунках и моделях плоские геометрические фигуры, конфигурации плоских фигур.</p> <p>Приводить примеры аналогов геометрических фигур в окружающем мире.</p> <p>Изображать геометрические фигуры и их конфигурации от руки и с использованием чертёжных инструментов. Изображать геометрические фигуры на клетчатой бумаге. Строить отрезки заданной длины с помощью линейки и циркуля.</p> <p>Исследовать и описывать свойства плоских геометрических фигур, используя эксперимент, наблюдение, измерение. Моделировать геометрические объекты, используя бумагу, пластилин, проволоку и др.</p> <p>Изображать равные фигуры. Формулировать определение равных фигур</p>

<p>Об измерении величин (5, *9, **12)</p> <p>Измеряемые величины. Числовые значения величин. Сравнение и оценка. **Сравнение без измерения.</p> <p>Натуральные числа. Дробные числа. *Отрицательные числа. **Рациональные и действительные числа.</p> <p>Точность измерений. *Измерения с недостатком и избытком. Приближённое значение.</p> <p>Переменные величины. *Использование таблиц. Таблица кратных приставок. Числовые выражения. Формулы. *Изменение вида формул при выборе несогласованных единиц измерения</p>	<p>Описывать свойства натуральных чисел. Читать и записывать натуральные числа, сравнивать и упорядочивать их.</p> <p>Выполнять вычисления с натуральными числами. Приводить примеры использования в окружающем мире положительных и отрицательных чисел (температура и т.п.).</p> <p>Формулировать и записывать с помощью букв свойства действий с рациональными числами, применять для преобразования числовых выражений.</p> <p>Выражать одни единицы измерения величин через другие. Выполнять прикидку и оценку в ходе вычислений.</p>
<p>Натуральные числа (14, *18, **24)</p> <p>Представление натуральных чисел в виде сумм. Разрядные единицы. Запись натуральных чисел при помощи разрядных единиц. *Запись чисел в римской нумерации.</p> <p>Сокращение записи десятичных разрядных единиц. Определение степени числа. Основание и показатель степени. **Пример логарифма. Квадрат и куб числа.</p> <p>Десятичная система счисления. *Система счисления с основанием 4. *Десятичная система счисления.</p> <p>Правило сравнения чисел по их десятичной записи. *Порядок в ряду натуральных чисел. **Вы-</p>	<p>Описывать свойства натуральных чисел. Читать и записывать натуральные числа, сравнивать и упорядочивать их.</p> <p>Выполнять простейшие вычисления с натуральными числами; вычислять значения степеней.</p> <p>Формулировать свойства арифметических действий, записывать их с помощью букв, преобразовывать на их основе числовые выражения.</p> <p>Анализировать и осмысливать текст задачи, переформулировать условие, извлекать необходимую информацию, моделировать условие с помощью схем, рисунков, реальных предметов. Стро-</p>

<p>Основное содержание по темам</p> <p><i>бор наименьшего из чисел парным сравнением. Приближённые значения. Десятичные приближения. Представления о порядке величин. *Удобство применения приближённых значений на практике</i></p>	<p>Основные виды деятельности</p> <p>ить логическую цепочку рассуждений; критически оценивать полученный результат, осуществлять самоконтроль, проверяя ответ на соответствие условию. Округлять натуральные числа</p>
<p>Отрезок, ломаная (7, *7, **10)</p> <p>Отрезок. Равенство отрезков. Свойства равенства для отрезков. Взаимное расположение двух отрезков. Длина отрезка. Свойства длины при изменении единицы измерения. Расстояние между точками. Длины равных отрезков. Основные свойства длины. **Характеристическое свойство точек отрезка. Определение треугольника. Неравенство треугольника. Длина ломаной. Периметр многоугольника. **Ломаная как путь из отрезков. *Свойства длины ломаной</p>	<p>Изображать геометрические фигуры и их конфигурации от руки и с использованием чертёжных инструментов. Измерять с помощью инструментов и сравнивать длины отрезков. Строить отрезки заданной длины с помощью линейки и циркуля. Формулировать определение треугольника, распределять и изображать его на чертежах и рисунках. Выражать одни единицы измерения длин через другие. Исследовать и описывать свойства плоских геометрических фигур, используя эксперимент, наблюдение, измерение. Моделировать геометрические объекты, используя бумагу, пластилин, проволоку и др. Решать задачи на нахождение длин отрезков, периметров многоугольников. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи. Изображать равные фигуры. Объяснять и иллюстрировать неравенство треугольника</p>

<p align="center">Сложение и вычитание натуральных чисел (12, *15, **20).</p>	<p>Сложение разрядных единиц. Алгоритм сложения. **Сложение чисел в десятичных системах. О способах сложения. *Сложение чисел при помощи двух линеек. Понятие суммы. Законы сложения.</p> <p>Определение разности двух чисел. *Нахождение разности чисел при помощи двух линеек. **Отрицательные разности. Первоначальные свойства разности. Алгоритм вычитания. Правила, связанные с вычитанием. **Дополнительные правила, связанные с вычитанием. **Дополнение числа до разрядной единицы</p>	<p>Описывать свойства натуральных чисел. Читая и записывать натуральные числа, сравнивать и упорядочивать их.</p> <p>Выполнять вычисления с натуральными числами; вычислять значения степеней.</p> <p>Анализировать и осмысливать текст задачи, переформулировать условие, извлекать необходимые информации, моделировать условие с помощью схем, рисунков, реальных предметов. Строить логическую цепочку рассуждений; критически оценивать полученный результат, осуществлять самоконтроль, проверяя ответ на соответствие условию. Округлять натуральные числа.</p> <p>Составлять уравнения по условиям задач.</p> <p>Решать простейшие уравнения на основе зависимости между компонентами арифметических действий.</p>
<p align="center">Луч, прямая (6, *8, **10)</p>	<p>Определение луча. Способы задания лучей. Свойства лучей. *Перемещение лучей. Прямые и их обозначения. Основное свойство прямой. Пучок лучей и противоположные лучи. Полуплоскость. *Перемещение прямой. Понятия числовой прямой и числового луча. Сравнение на числовой прямой. **Изображения дробных и отрицательных чисел</p>	<p>Изображать геометрические фигуры и их конфигурации от руки и с использованием чертёжных инструментов. Изображать геометрические фигуры на клетчатой бумаге.</p> <p>Исследовать и описывать свойства плоских геометрических фигур, используя эксперимент, наблюдение, измерение. Моделировать геометрические объекты, используя бумагу, пластилин, проволоку и др.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Определение умножения. <i>*Изображение произведения на числовой прямой. Переместительный и сочетательный законы умножения. Свойства чисел 1 и 0 при умножении. Распределительный закон. Особые случаи основных законов. *Другие названия основных законов.</i></p> <p>Умножение натурального числа на степени числа 10. Алгоритм умножения натуральных чисел.</p> <p><i>*Умножение чисел, оканчивающихся нулями. ** Умножение в десятичных системах счисления.</i></p> <p>Скобки и примеры их раскрытия. Примеры расстановки скобок. Действия с числовыми и буквенными выражениями. Вынесение общего множителя за скобки. <i>*Формулы сокращённого умножения</i></p>	<p>Решать задачи на нахождение площади квадратов, треугольников, прямоугольников.</p> <p>Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Изображать точками координатной прямой положительные и отрицательные числа.</p> <p>Умножение натуральных чисел (15, *17, **22)</p> <p>Описывать свойства натуральных чисел. Читая и записывать натуральные числа, сравнивать и упорядочивать их.</p> <p>Выполнять вычисления с натуральными числами; вычислять значения степеней.</p> <p>Анализировать и осмысливать текст задачи, перформулировать условие, извлекать необходимую информацию, моделировать условие с помощью схем, рисунков, реальных предметов. Строить логическую цепочку рассуждений; критически оценивать полученный результат, осуществлять самоконтроль, проверяя ответ на соответствие условию.</p> <p>Округлять натуральные числа. Читая и записывая буквенные выражения, составлять буквенные выражения по условию задачи. Вычислять числовое значение буквенного выражения при заданных значениях букв.</p>

	<p>Составлять уравнения по условиям задач. Решать простейшие уравнения на основе зависимости между компонентами арифметических действий.</p> <p>Выполнять элементарные знаково-символические действия, в том числе применять буквы для обозначения чисел, для записи общих утверждений, раскрытые скобок. Вычислять числовое значение буквенного выражения</p>
<p>Углы (12, *15, **20)</p> <p>Угол между лучами с общей вершиной. Плоский угол. Развёрнутый угол. Равенство углов.</p> <p>Градусная мера угла. Величина угла. *<i>Начальные свойства меры углов.</i></p> <p>Основное свойство градусной меры. Биссектриса угла. **<i>Существование биссектрисы угла.</i> *<i>Пример на вычисление суммы углов треугольника.</i></p> <p>Прямой угол. Смежные и вертикальные углы. Острый и тупой угол</p>	<p>Распознавать на чертежах, рисунках и моделях плоские геометрические фигуры, конфигурации плоских фигур.</p> <p>Приводить примеры аналогов геометрических фигур в окружающем мире. Изображать геометрические фигуры и их конфигурации от руки и с использованием чертёжных инструментов. Изображать геометрические фигуры на клетчатой бумаге. Строить углы заданной величины. Измерять с помощью инструментов и сравнивать величины углов.</p> <p>Исследовать и описывать свойства плоских геометрических фигур, используя эксперимент, наблюдение, измерение. Моделировать геометрические объекты, используя бумагу, пластилин, проволоку и др.</p> <p>Решать задачи на нахождение градусной меры углов. Выделять в условии задачи данные, необхо-</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p>димые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи. Изображать равные фигуры. Формулировать определение и иллюстрировать понятие угла, прямого, острого, тупого и развёрнутого углов, вертикальных и смежных углов, биссектрисы угла.</p> <p>Формулировать определение равных углов</p>
<p>Деление натуральных чисел (20, *24, **28)</p> <p>Деление на равные части. Деление нацело одного натурального числа на другое. Геометрический смысл деления одного числа на другое. Основное свойство частного. *<i>Дополнительные свойства делимости.</i> *<i>Разложение числа на множители.</i></p> <p>Признаки делимости на 2, на 3, на 5, на 9, на 10. *<i>Оставшиеся и простые числа.</i> **<i>Решето Эратосфена.</i></p> <p>Деление чисел с остатком. Геометрический смысл деления с остатком. Алгоритм деления с остатком «уголком». **<i>Вычисление последних цифр степеней числа 2.</i></p> <p>Определение чётных и нечётных чисел. Деление чисел на 2.</p> <p>**<i>Нахождение цифр числа с помощью деления с остатком.</i> **<i>Перевод числа из десятичной системы в другую систему деления с остатком</i></p>	<p>Описывать свойства натуральных чисел. Читать и записывать натуральные числа, сравнивать и упорядочивать их. Выполнять вычисления с натуральными числами; вычислять значения степеней.</p> <p>Анализировать и осмысливать текст задачи, перформулировать условие, извлекать необходимую информацию, моделировать условие с помощью схем, рисунков, реальных предметов. Строить логическую цепочку рассуждений; критически оценивать полученный результат, осуществлять самоконтроль, проверяя ответ на соответствие условию.</p> <p>Формулировать определение делителя и кратного, <i>простого числа и составного числа</i>, свойства и признаки делимости. Доказывать и опровергать с помощью контрпримеров утверждения о делимости чисел.</p>

	<p>Классифицировать натуральные числа. Округлять натуральные числа. Составлять уравнения по условиям задач. Решать простейшие уравнения на основе зависимости между компонентами арифметических действий. Решать задачи, связанные с делимостью чисел</p>
<p>Прямоугольные треугольники (7, *8, **10)</p>	
<p>Определение прямоугольных треугольников. Равенство прямоугольных треугольников. При- знак равенства прямоугольных треугольников. Со- ответственные элементы равных треугольников. Свойство диагонали прямоугольника. Сумма углов прямоугольного треугольника. Равенство диагоналей прямоугольника. Свойство диагоналей квадрата. *<i>Пример на равенство прямоугольных треугольников</i></p>	<p>Распознавать на чертежах, рисунках и моделях прямоугольные треугольники. Формулировать оп- ределение прямоугольного треугольника. Изображать прямоугольные треугольники и их конфигурации от руки и с использованием чертёж- ных инструментов. Изображать прямоугольные треугольники на клетчатой бумаге. Исследовать и описывать свойства прямоугольных треугольни- ков, используя эксперимент, наблюдение, измере- ние. Моделировать прямоугольные треугольники, используя бумагу, пластилин, проволоку и др. Решать задачи нахождение длин отрезков, градусной меры углов. Выделять в условии зада- чи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи. Изобра- жать равные фигуры. Формулировать определе- ние равных треугольников</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p style="text-align: center;">Дроби (23, *26, **31)</p> <p>Простейшая дробь $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{3}$. Откладывание на числовой прямой отрезков длиной $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{3}$. Дроби вида $\frac{k}{2}$ и $\frac{k}{3}$. Дробные числа. Равенство дробных чисел. Основное свойство дроби. Сокращение дробей. Приведение дробей к общему знаменателю. Произведение двух дробей. Взаимно обратные дроби. Сложение и вычитание дробей с разными знаменателями. Деление на ненулевую дробь. Законы сложения и умножения.</p> <p>Смешанные дроби. Целая и дробная части дробного числа. Правильная дробь. Арифметические действия со смешанными дробными числами.</p> <p>Сравнение дробей с равными знаменателями. Правило сравнения дробных чисел. **Признак сравнения дробей. Неравенства. Прибавление числа к обеим частям неравенства и вычитание числа из обеих частей неравенства.</p> <p><i>*Умножение и деление обеих частей неравенства на дробь</i></p>	<p>Моделировать в графической, предметной форме понятия и свойства, связанные с обыкновенной дробью. Формулировать, записывать с помощью букв основное свойство дроби, правила действия с обыкновенными дробями. Преобразовывать обыкновенные дроби, сравнивать и упорядочивать их.</p> <p>Выполнять вычисления с обыкновенными дробями.</p> <p>Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Составлять уравнения по условиям задач.</p> <p>Решать простейшие уравнения на основе зависимости между компонентами арифметических действий.</p> <p>Формулировать свойства числовых неравенств, иллюстрировать их на координатной прямой, применять свойства неравенств при решении задач</p>
<p style="text-align: center;">Площадь плоских фигур (13, *15, **20)</p> <p>Основные свойства площади. Единицы измерения площади. Площадь многоугольника как площадь многоугольной области.</p>	<p>Распознавать на чертежах, рисунках и моделях плоские геометрические фигуры, конфигурации плоских фигур.</p>

<p>Площади прямоугольника и квадрата. **Приближённое нахождение площади. **Уточнение площади с помощью последовательных приближений.</p> <p>Как извлечь корень из числа. *Приближённое значение корня.</p> <p>Формула площади прямоугольного треугольника. Вычисление площадей на клетчатой бумаге.</p> <p>Площадь четырёхугольника. *Площадь треугольника.</p> <p>Равносоставленные фигуры. Теорема Пифагора. **Как построить квадрат заданной площади</p>	<p>Изображать геометрические фигуры и их конфигурации от руки и с использованием чертёжных инструментов. Изображать геометрические фигуры на клетчатой бумаге. Строить отрезки заданной длины с помощью линейки и циркуля.</p> <p>Вычислять площади квадратов и прямоугольников, используя формулы площади квадрата и площади прямоугольника. Выражать одни единицы измерения площади через другие.</p> <p>Исследовать и описывать свойства плоских геометрических фигур, используя эксперимент, наблюдение, измерение.</p> <p>Моделировать геометрические объекты, используя бумагу, пластилин, проволоку и др.</p> <p>Решать задачи на нахождение площади квадратов, треугольников, прямоугольников. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи. Формулировать теорему Пифагора.</p> <p>Объяснять и иллюстрировать понятие равносоставленных фигур</p>
<p>Десятичные дроби (12, *14, **22)</p> <p>Дроби со знаменателями, равными степени числа 10. Цифры целой и дробной части. Запись десятичной дроби в виде суммы произведений цифр и разрядных единиц. Связь десятичных дробей</p>	<p>Читать и записывать десятичные дроби. Представлять обыкновенные дроби в виде десятичных и десятичные в виде обыкновенных; находить десятичные приближения обыкновенных дробей.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p>с десятичной метрической системой единиц. Изображение десятичных дробей на числовой прямой. **Пример последовательности дробей, которая стремится к нулю показателя степени. Правило сравнения десятичных дробей. Двойное неравенство. Запись десятичных приближений. *Знак приближённого равенства. *Определение десятичных приближений. Правило сложения и вычитания десятичных дробей. **Дополнение десятичной дроби до разрядной единицы. Правило умножения десятичных дробей. Правильно умножения десятичной дроби целую и дробную разрядные единицы. *Пример десятичных приближений квадратного корня. Схема деления углом десятичной дроби на натуральное число. **Схема деления углом числа 0,1 на число 3</p>	<p>Сравнивать и упорядочивать десятичные дроби. Выполнять действия с десятичными дробями. Использовать эквивалентные представления дробных чисел при их сравнении, при вычислении. Выполнять прикидку и оценку в ходе вычислений. Решать задачи на дроби, в том числе из реальной жизни, используя при необходимости калькулятор; использовать понятие отношения при решении задач. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи. Округлять десятичные дроби. Составлять уравнения по условиям задач. Решать простейшие уравнения на основе зависимости между компонентами арифметических действий</p>
<p>Практическое сравнение от величины. Определение одного процента от величины. Определение $n\%$ от величины. Примеры нахождения величины, когда известно значение заданного числа её процентов. Задание зависимости величин с помощью таблиц. Понятие о диаграмме. Задание зависимости</p>	<p>Выполнять прикидку и оценку в ходе вычислений. Объяснять, что такое процент. Представлять проценты в виде дробей и дроби в виде процентов. Осуществлять поиск информации, содержащей данные, выраженные в процентах, интерпретировать их. Приводить примеры использования отно-</p>

<p>между величинами с помощью формул. Построение таблиц.</p> <p>Понятие масштаба. Масштаб географической карты</p>	<p>шений на практике. Решать задачи на проценты и дроби, в том числе из реальной жизни, используя при необходимости калькулятор; использовать понятие отношения при решении задач.</p> <p>Извлекать информацию из таблиц, выполнять вычисления по табличным данным. Выполнять сбор информации в несложных случаях, представлять информацию в виде таблиц</p>
<p>Применение формул в практической деятельности (8, *10, **16)</p> <p>Формулы. Вычисление сторон прямоугольного треугольника. *<i>Длина окружности.</i> *<i>Площадь круга.</i></p> <p>Прямоугольный параллелепипед. Объём прямоугольного параллелепипеда и куба. Примеры использования формулы объёма прямоугольного параллелепипеда. *<i>Кубический корень.</i> *<i>Таблица кубических корней.</i></p> <p>*<i>Цилиндр.</i> *<i>Объём цилиндра.</i> *<i>Шар.</i> *<i>Объём шара</i></p>	<p>Распознавать на чертежах, рисунках и моделях некоторые пространственные геометрические фигуры, конфигурации таких фигур.</p> <p>Изготавливать пространственные фигуры из развёрток; распознавать развёртки куба, параллелепипеда, цилиндра. Вычислять объёмы куба и прямоугольного параллелепипеда. Выражать одни единицы измерения через другие.</p> <p>Моделировать геометрические объекты, используя бумагу, пластилин, проволоку и др. Формулировать и записывать с помощью букв свойства действий с рациональными числами, применять для преобразования числовых выражений.</p> <p>Выполнять прикидку и оценку в ходе вычислений. Моделировать несложные зависимости с помощью формул; выполнять вычисления по формулам</p>
<p>Повторение (5, *6, **12)</p>	

6 КЛАСС

Первый уровень — 175 учебных часов.

Второй уровень — 210 учебных часов (отмечен *).

Третий уровень — не менее 280 учебных часов (отмечен **)

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Направление и координаты (3, *5, **6)</p> <p>Игра «Морской бой». Что такое координаты. *<i>Шахматные координаты</i>. Координаты на прямой и на плоскости. Движение из одного пункта в другой. Способы задания направлений. *<i>Полярные координаты</i>. **<i>Координаты в пространстве</i>.</p>	<p>Изображать геометрические фигуры на клетчатой бумаге. Изображать точками координатной прямой положительные и <i>отрицательные</i> числа. Решать задачи на дроби, в том числе из реальной жизни, используя при необходимости калькулятор; использовать понятие отношения при решении задач. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи</p>
<p>Делители и кратные (12, *14, **18)</p> <p>Делители натурального числа. Числа, кратные заданному. *<i>Нахождение всех делителей натурального числа</i>. *<i>Наименьшее натуральное число, кратное числу а</i>. *<i>Признак чётности натурального числа</i>. Нечётные числа. **<i>Эквивалентные утверждения</i>.</p>	<p>Классифицировать натуральные числа. Выполнять вычисления с натуральными числами. Анализировать и осмысливать текст задачи, переформулировать условие, извлекать необходимую информацию, моделировать условие с помо-</p>

<p>Простые и составные числа. Разложение числа в произведение простых делителей. Основная теорема арифметики. Использование признаков делимости для разложения числа в произведение простых. **Свойства разложений делителей натуральных чисел. Применение разложения на множители при сокращении дробей.</p> <p>Общие делители. НОД. Делители выражений, составленных из чисел. **Алгоритм Евклида нахождения наибольшего общего делителя. Взаимно простые числа. **Несократимые дроби. НОК. Приведение дробей к общему знаменателю</p>	<p>пью схем, рисунков, реальных предметов. Строить логическую цепочку рассуждений; критически оценивать полученный результат, осуществлять самоконтроль, проверяя ответ на соответствие условию.</p> <p>Формулировать определение делителя и кратного, простого числа и составного числа, свойства и признаки делимости. Формулировать основную теорему арифметики. Доказывать и опровергать с помощью контрпримеров утверждения о делимости чисел.</p> <p>Округлять натуральные числа.</p> <p>Составлять уравнения по условиям задач. Решать простейшие уравнения на основе зависимости между компонентами арифметических действий.</p> <p>Решать задачи, связанные с делимостью чисел</p>
<p>Первый признак равенства треугольников (12, *14, **16)</p>	
<p>Медиана треугольника. Биссектриса угла в треугольнике. Высота треугольника. Соответствия между элементами треугольников. Первый признак равенства треугольников.</p> <p>Равнобедренный треугольник и его свойства. Равносторонний треугольник. **Построение равнобедренного треугольника. Ромб. Свойства ромба. **Признаки равнобедренного треугольника</p>	<p>Формулировать определение треугольника, высоты, биссектрисы, медианы треугольника, распознавать и изображать их на чертежах и рисунках.</p> <p>Формулировать теоремы о свойствах равнобедренного треугольника, соотношения между сторонами и углами треугольника, сумме углов треугольника.</p> <p>Формулировать определение ромба, распознавать и изображать его на чертежах и рисунках. Формулировать свойства ромба.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p>Формулировать признаки равенства треугольников.</p> <p>Исследовать и описывать свойства для треугольников, многоугольников, используя эксперимент, наблюдение, измерение.</p> <p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисление. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи</p>
<p>Целые числа (9, *11, **14)</p> <p>Решение уравнений вида $x + a = b$. Изображение отрицательных чисел на числовой оси. Целые числа. Симметричность на числовой прямой относительно начала отсчёта.</p> <p>Сравнение натуральных и целых чисел. Свойство сравнения целых чисел. **Свойства сравнения.</p> <p>Модуль или абсолютная величина числа. Сравнение отрицательных чисел с помощью сравнения их модулей. **Пример уравнения с модулем</p>	<p>Описывать множество натуральных, целых чисел, соотношения между элементами этого множества. Сравнивать и упорядочивать натуральные, целые числа.</p> <p>Изображать точками координатной прямой положительные и отрицательные числа.</p> <p>Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графические изображения числовых множеств</p>

Перпендикулярность прямых и отрезков (8, *12, **14)	
<p>Прямые углы. Перпендикулярные прямые. Перпендикулярность отрезков и прямых. Перпендикуляр. Расстояние от точки до прямой. **Перпендикуляр и наклонная. Серединовый перпендикуляр. **Построение перпендикуляра.</p> <p>Теорема Пифагора. Теорема, обратная теореме Пифагора. Прямоугольные треугольники с целочисленными сторонами.</p> <p>*Пример уравнения, имеющего более одного решения. *Единственность медианы, биссектрисы, серединного перпендикуляра</p>	<p>Формулировать определение и иллюстрировать понятие прямого угла.</p> <p>Формулировать определение перпендикулярных прямых, перпендикуляра и <i>наклонной</i> к прямой, серединного перпендикуляра к отрезку; распознавать и изображать их на чертежах и рисунках. Формулировать теоремы о единственности перпендикуляра к прямой, <i>свойстве перпендикуляра и наклонной</i>, серединного перпендикуляра к отрезку.</p> <p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисление. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи</p>
Сложение и вычитание целых чисел (10, *12, **16)	
<p>Прибавление натурального числа к целому числу. **Индуктивный подход к определению сложения целого и натурального числа. Прибавление отрицательного целого числа к целому числу. Свойства сложения целых чисел. Иллюстрация законов сложения.</p> <p>Противоположные целые числа. Симметричность изображения противоположных чисел от-</p>	<p>Описывать множество натуральных целых чисел, соотношения между элементами этого множества. Сравнивать и упорядочивать натуральные целые числа.</p> <p>Изображать точками координатной прямой положительные и отрицательные числа.</p> <p>Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p>носителю 0. Сумма двух отрицательных целых чисел. **Обоснование правил сложения отрицательных чисел. Сумма чисел противоположных знаков. Модуль суммы целых чисел.</p> <p>Равность целых чисел. Иллюстрация разности целых чисел. Приведение разности целых чисел к сумме</p>	<p>рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Выполнять вычисления с целыми числами.</p> <p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графическое изображение числовых множеств.</p> <p>Решать задачи на вычисление. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Выполнять прикидку и оценку результатов вычислений.</p> <p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графические изображения числовых множеств</p>
<p>Окружность. Вписанные и описанные многоугольники (12, *14, **20)</p> <p>Окружность. Диаметр и хорда окружности. Радиусы, соединяющие концы хорды с центром. Диаметр, перпендикулярный к хорде. **Взаимное расположение двух окружностей. *Общая хорда двух окружностей. *Построение перпендикуляра к прямой.</p> <p>Определение касательной. Свойство касательной. Признаки касания прямой с окружностью. *Построение касательной.</p>	<p>Формулировать определения понятий, связанных с окружностью, касательной к окружности.</p> <p>Изображать, распознавать и описывать взаимное расположение прямой и окружности, <i>двух окружностей.</i></p> <p>Изображать и формулировать определения вписанных и описанных многоугольников. Формулировать и доказывать теоремы о вписанной и описанной окружностях многоугольника. Иссле-</p>

<p>Вписанные и описанные многоугольники. Правильные многоугольники. Построение квадрата. **Построение правильного пятиугольника.</p> <p>Правильный тетраэдр. Куб. *Октаэдр. **Додекаэдр. **Икосаэдр. **Платоновы тела. Сфера</p>	<p>довать свойства конфигураций, связанных с окружностью, с помощью компьютерных программ.</p> <p>Решать задачи на вычисление, построение, доказательство. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Распознавать на чертежах, рисунках и моделях пространственные геометрические фигуры, конфигурации таких фигур.</p> <p>Изготавливать пространственные фигуры из развёрток; распознавать развёртки куба, правильного тетраэдра</p>
<p>Умножение и деление целых чисел (14, *14, **24)</p>	
<p>Умножение двух целых чисел разных знаков. Умножение чисел одного знака. Умножение на ноль. Законы умножения. Правило знаков. Буквенные выражения и их равенство. Коэффициенты. Приведение подобных членов. Частное целых чисел. Делимое и делитель. Правило знаков при делении. Следствие правил знаков. **Деление с остатком</p>	<p>Описывать множество натуральных целых чисел, соотношения между элементами этого множества. Сравнивать и упорядочивать натуральные целые числа.</p> <p>Изображать точками координатной прямой положительные и отрицательные числа.</p> <p>Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Выполнять вычисления с целыми числами.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графическое изображение числовых множеств.</p> <p>Решать задачи на вычисление. Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Выполнять прикидку и оценку результатов вычислений.</p> <p>Выполнять элементарные знаково-символические действия: применять буквы для обозначения чисел, для записи общих утверждений, выполнять приведение подобных слагаемых, раскрытые скобок.</p> <p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графические изображения числовых множеств</p>
<p>Осевая симметрия (10, *12, **14)</p> <p>Наглядная симметрия. Симметрия точек относительно оси. Осевая симметрия. Симметрия фигур. Фигуры, симметричные самим себе. Симметрия угла. Осевая симметрия ромба. **Симметрия окружности. *Серединный перпендикуляр как ось симметрии.</p> <p>Зеркальная симметрия. Задача о кратчайшей ломаной. *Солнечные зайчики и закон отражения</p>	<p>Объяснять и иллюстрировать понятие симметрии фигур. Строить симметричные фигуры.</p> <p>Исследовать свойства симметрии с помощью компьютерных программ.</p> <p>Находить в окружающем мире плоские и пространственные симметричные тела.</p> <p>Решать задачи на построение с помощью циркуля и линейки</p>

<p align="center">Дробные числа (18, *22, **28)</p>	<p>Моделировать в графической, предметной форме понятия и свойства, связанные с понятием обыкновенной дроби. Формулировать, записывать с помощью букв основное свойство дроби, правила действия с обыкновенными дробями. Преобразовать обыкновенные дроби, сравнивать и упорядочивать их.</p> <p>Выполнять вычисления с обыкновенными дробями.</p> <p>Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, составлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Составлять уравнения по условиям задач.</p> <p>Решать простейшие уравнения на основе зависимости между компонентами арифметических действий.</p> <p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графические изображения числовых множеств</p>
<p>Положительные дробные числа. Сложение и вычитание дробей. Сокращение дробей. *<i>Сложение нескольких дробей</i>. Наименьший общий знаменатель.</p> <p>Определение отрицательной дроби. Сложение и вычитание дробей любого знака. Противоположные дроби. Положительные и отрицательные дроби. Правило знаков. *<i>Доказательство правила знаков</i>. Сокращение дробей. Модули дробных чисел.</p> <p>Умножение дробей. *<i>Взаимно обратные дроби</i>. Отношение дробей. *<i>Использование обратных дробей для частного</i>. Правило знаков для частного. Основные свойства частного. *<i>Дроби, состоящие из дробей</i>. **<i>Ценные дроби</i></p>	<p align="center">Свойства дробей (18, *22, **30)</p> <p>Координаты точки на прямой. Формула для вычисления расстояния между точками с заданными координатами. **<i>Координата середины отрезка</i></p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p>на числовой прямой. **Нахождение середины отрезка решаем уравнения.</p> <p>Сравнение дроби и целого числа. Общее правило сравнения дробей. Условие равенства дробей. **Правило сравнения дробей с положительными знаменателями. Сравнение дробей с помощью вычисления разности. Транзитивность числовых неравенств. Сравнение дробей по их изображениям на числовой прямой.</p> <p>Переместительный и сочетательный законы сложения для дробей. Свойства нуля и противоположного элемента. Свойства операций умножения для дробей. Свойство единицы и обратного элемента. **Отношение дробных чисел. Распределительное свойство. Прибавление числа к обеим частям равенства. Умножение обеих частей равенства на число. Решение уравнений вида $ax = b$ при $a \neq 0$. Основное свойство частного. **Свойство операций сложения и умножения.</p>	<p>с помощью букв основное свойство дроби, правила действия с обыкновенными дробями. Преобразовать обыкновенные дроби, сравнивать и упорядочивать их.</p> <p>Изображать точками координатной прямой целые и дробные числа.</p> <p>Выполнять вычисления с обыкновенными дробями.</p> <p>Выделять в условии задачи данные, необходимые для её решения, строить логическую цепочку рассуждений, сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Составлять уравнения по условиям задач.</p> <p>Решать простейшие уравнения на основе зависимости между компонентами арифметических действий.</p> <p>Формулировать свойства числовых неравенств, иллюстрировать их на координатной прямой, применять свойства неравенств при решении задач.</p> <p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графические изображения числовых множеств.</p> <p>Проводить несложные исследования, связанные со свойствами дробных чисел, опираясь на числовые эксперименты, в том числе с использованием компьютера</p>

Координатная плоскость (8, *10, **16)	
<p>Свойства прямоугольника. Оси координат. Координаты точки.</p> <p>Деление плоскости на четверти. Построение точки, симметричной данной. Свойства биссектрисы первой и третьей четвертей. **Уравнение биссектрисы координатных углов.</p> <p>Длина отрезка на координатной плоскости. *Расстояние от точки до начала координат. *Уравнение окружности с произвольным центром. Корень квадратный</p>	<p>Объяснить и иллюстрировать понятие декартовой системы координат и её элементов. Строить на координатной плоскости точки и фигуры по заданным координатам; определять координаты точек. Строить симметричные фигуры.</p> <p>Выводить и использовать формулы координат середины отрезка, расстояния между двумя точками, <i>уравнения прямой и окружности.</i></p> <p>Формулировать определение квадратного корня из числа. Вычислять точные и приближённые значения корней, используя при необходимости калькулятор.</p> <p>Использовать в письменной математической речи теоретико-множественную символику</p>
Пропорции (16, *20, **20)	
<p>Эквивалентные утверждения. Сравнение однородных величин. *Вычисление отношения величин с помощью измерений. Отношение неоднородных величин. Единицы измерения неоднородных величин.</p> <p>Пропорция. Основное свойство пропорции. Нахождение неизвестного члена пропорции. *Перестановка членов пропорции.</p>	<p>Находить, анализировать, сопоставлять числовые характеристики объектов окружающего мира.</p> <p>Выполнять вычисления с реальными данными.</p> <p>Выполнять прикидку и оценку результатов вычислений.</p> <p>Составлять формулы, выражающие зависимость между величинами, вычислять по формулам.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Зависимость пути от времени. Определение прямой пропорциональности двух зависимых величин. Коэффициент пропорциональности. *<i>Отрицательный коэффициент пропорциональности.</i></p> <p>Понятие смеси, компоненты смеси. Способы оп-ределения компонентов смеси. Условия сохра-нения массы.</p> <p>Масштаб. Вычисление размеров при помощи масштаба. Запись масштаба карты. Масштаб ри-сунков с увеличенными размерами</p>	<p>Распознавать прямую пропорциональность. Ре-шать задачи на прямую пропорциональность, в том числе из смежных дисциплин, из реальной жизни.</p> <p>Приводить примеры использования пропорций на практике. Решать задачи на пропорции и дро-би, в том числе из реальной жизни, используя при необходимости калькулятор; использовать поня-тие пропорции при решении задач.</p> <p>Выражать одни единицы измерения величины в другие единицы. Использовать знания о зависи-мостях между величинами.</p> <p>Использовать запись чисел в стандартном виде для выражения размеров объектов</p>
<p>Положительные и отрицательные десяти-чные дроби. Сложение, вычитание и умножение десятичных дробей. Деление десятичных дробей. **<i>Целая и дробная часть числа.</i> Перевод обыкно-венных дробей в десятичные. Деление «уголком».</p> <p>**<i>Десятичные приближения.</i> *<i>Пример сходя-щейся последовательности.</i></p> <p>*<i>Ахиллес и черепаха.</i> *<i>Бесконечная десятичная дробь</i></p>	<p>Читать и записывать десятичные дроби. Пред-ставлять обыкновенные дроби в виде десятичных и десятичные в виде обыкновенных; находить де-сятичные приближения обыкновенных дробей.</p> <p>Сравнивать и упорядочивать десятичные дроби. Выполнять действия с десятичными дробями.</p> <p>Использовать эквивалентные представления дробных чисел при их сравнении, при вычислении.</p> <p>Решать задачи на дроби, в том числе из реальной жизни, используя при необходимости калькуля-тор; использовать понятие отношения при реше-</p>

	<p>нии задач. Составлять уравнения по условиям задач</p>
<p>Применение графиков на практике (7, *8, **16)</p> <p>Масштабы на осях системы координат. График движения электропоезда с остановками. Определение времени по графику движения. **Нахождение приближённых значений по графику. График движения без остановок.</p> <p>Задача о падении камня в колодец. **Зависимость времени падения камня от глубины колодца.</p> <p>График зависимости объёма от высоты коробки. Зависимость времени от скорости движения. Формула зависимости времени от скорости движения. Обратная пропорциональность величин. Задача о постройке туннеля</p>	<p>Использовать знания о зависимостях между величинами при решении текстовых задач. Моделировать несложные зависимости с помощью формул; выполнять вычисления по формулам.</p> <p>Объяснять и иллюстрировать понятие декартовой системы координат и её элементов. Строить на координатной плоскости точки и фигуры по заданным координатам; определять координаты точек.</p> <p>Вычислять значение функции, заданной формулами, при необходимости использовать калькулятор, составлять таблицы значений функций.</p> <p>Строить по точкам графики функций. Описывать свойства функции на основе её графического представления.</p> <p>Распознавать обратную пропорциональность. Решать задачи на обратную пропорциональность, в том числе из смежных дисциплин, из реальной жизни.</p> <p>Использовать в письменном математическом языке теоретико-множественную символику</p>
<p>Повторение (8, *10, **12)</p>	

7 КЛАСС

Первый уровень — 175 учебных часов.

Второй уровень — не менее 210 учебных часов (отмечен *).

Третий уровень — не менее 280 учебных часов (отмечен **)

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Углы (4, *6, **6)</p> <p>Угол, образованный двумя лучами. Плоский угол. Развёрнутый угол и полуплоскость. Сумма плоских углов. Биссектриса плоского угла. Углы между отрезками.</p> <p>Внутренние углы треугольника. Транспортир. Градусная мера плоских углов и её свойство. Изменение плоских углов. Величина прямого угла как единица измерения плоских углов.</p> <p>Угловой градус, угловая минута, угловая секунда. Нулевой угол. Дуги окружности и углы между её радиусами. **Радян как единица измерения плоских углов. *Измерение плоских углов, больших развёрнутого</p>	<p>Формулировать определение и иллюстрировать понятие отрезка, луча; угла, плоского угла, острого, тупого, развёрнутого, вертикальных и смежных углов; биссектрисы угла.</p> <p>Распознавать на чертежах и рисунках острый, тупой, развёрнутый угол, вертикальные и смежные углы.</p> <p>Формулировать и доказывать теоремы, выражающие свойства вертикальных и смежных углов.</p> <p>Формулировать и объяснять свойство градусной меры угла.</p> <p>Решать задачи на вычисление градусной меры угла.</p> <p>Интерпретировать получаемый результат и составлять его с условием задачи. Моделировать условия задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p>

	<p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Формулировать определения и понятия, связанные с окружностью. Решать задачи на построение с помощью циркуля и линейки</p>
<p>Основание и показатель степени с натуральным показателем. Индуктивное определение степени. Квадрат и куб числа. *<i>Последовательность степеней</i>. **<i>Логарифм</i> — название для <i>показателя степени</i>.</p> <p>Умножение степеней с одинаковым основанием. Возведение степени в степень. Степень произведения двух чисел. Число, обратное степени. Степень отношения двух чисел. **<i>Запись свойства степеней с помощью логарифмов</i>.</p> <p>Определение нулевой степени числа <i>a</i>. Определение отрицательной степени числа <i>a</i>. *<i>Пример геометрической прогрессии</i>.</p> <p>Основные свойства степеней с целыми показателями. *<i>Доказательства основных свойств степеней с целым показателем</i></p>	<p>Степень с целым показателем (11, *12, **16)</p> <p>Формулировать, записывать в символической форме и обосновывать свойства степени с натуральным показателем.</p> <p>Формулировать определение степени с целым показателем. Вычислять значения степеней с целым показателем.</p> <p>Формулировать, записывать в символической форме и иллюстрировать примерами свойства степени с целым показателем. Применять свойства степени для преобразования выражений и вычислений.</p> <p>Вычислять числовое значение буквенного выражения.</p> <p>Использовать запись числа в стандартном виде для выражения объектов, длительности процессов в окружающем виде. Сравнивать числа и величины, записанные с использованием числа степени 10.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p>Воспроизводить формулировки определений. Выполнять прикидку и оценку результатов вычислений. <i>Доказывать основные свойства степени с целым показателем.</i> <i>Применять индексные обозначения, строить речевые высказывания с использованием терминологии, связанной с понятием последовательности. Устанавливать закономерности в построении последовательности, если выписаны первые несколько её членов. Распознавать геометрическую прогрессию при разных способах её задания</i></p>
<p>Постоянные и переменные величины в буквенном выражении. Числовое выражение как значение буквенного выражения. Подстановка в буквенном выражении. Тождественное преобразование буквенных выражений. <i>**Свойства тождественного равенства: транзитивность, симметричность, рефлексивность.</i> Правила применения законов арифметики при тождественных преобразованиях. Определение одночлена. Коэффициент и степень одночлена. Многочлен. Сумма, разность и произ-</p>	<p>Тождества (17, *18, **24)</p> <p>Выполнять элементарные знаково-символические действия. Составлять буквенное выражение по условию задачи. Преобразовывать алгебраические суммы и произведения, выполнять приведение подобных слагаемых, раскрытие скобок, упрощение произведений. Вычислять числовое значение буквенного выражения, находить область допустимых значений переменных в выражении. Выполнять действия с многочленами.</p>

<p>ведение многочленов. Стандартная форма многочлена. **Равенство многочленов.</p> <p>Разложение на множители двучлена $a^n - 1$. *Разложение на множители двучлена в общем виде.</p> <p>*Примеры использования разложения двучлена $a^n - b^n$.</p> <p>Квадрат суммы и квадрат разности. Формулы $(a + b)^2$ и $(a + b)^4$. **Геометрическая иллюстрация куба суммы двух чисел. Биномиальные коэффициенты и треугольник Паскаля</p>	<p>Выводить и доказывать формулы сокращённого умножения, применять их в преобразованиях выразжений и вычислениях. Выполнять разложение многочленов на множители.</p> <p>Представлять целое выражение в виде многочлена.</p> <p>Доказывать тождества.</p> <p>Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразований.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Выполнять разложение на множители двучлена $a^n - b^n$.</p> <p>Решать задачи на делимость</p>
<p align="center">Признаки равенства треугольников</p>	<p align="center">Признаки равенства треугольников (12, *14, **20)</p>
<p>Первый и второй признаки равенства треугольников. Доказательство второго признака. Признак равенства прямоугольных треугольников. Третий признак равенства треугольников. *Доказательство третьего признака.</p> <p>Построение треугольника по трём сторонам. Построение угла, равного данному. Построение треугольника по двум сторонам и углу между ними. Построение треугольника по стороне и двум прилежащим углам.</p> <p>Доказательство равенства треугольников по двум сторонам и медиане. *Задача о трёх отрез-</p>	<p>Формулировать определения прямоугольного, остроугольного, тупоугольного, равнобедренного, равносностороннего треугольников; высоты, медианы, биссектрисы треугольника; распознавать и изображать их на чертежах и рисунках.</p> <p>Формулировать определение равных треугольников. Формулировать и доказывать теоремы о признаках равенства треугольников.</p> <p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисление. Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p><i>ках, имеющих общую середину. **Использование признаков равенства треугольников для решения задач. **Использование поворота плоскости для решения задач.</i></p> <p>Площадь прямоугольного треугольника. Свойства площади. Формула площади произвольного треугольника. Площадь равностороннего треугольника</p>	<p>Опираясь на данные условия задачи, проводить необходимые рассуждения. Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи.</p> <p>Объяснять и иллюстрировать понятия равенства фигур.</p> <p>Формулировать и объяснять свойства площади.</p> <p>Находить площадь многоугольников разбиением на треугольники и четырёхугольники.</p> <p>Выводить формулу площади треугольника. Решать задачи на вычисление площадей треугольников.</p> <p>Использовать формулы для обоснования доказательных рассуждений в ходе решения. Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи.</p> <p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Решать задачи на доказательство повышенной сложности.</p> <p>Выполнять поворот при решении задач</p>

<p>Уравнения (12, *16, **22)</p>	<p>Проводить доказательные рассуждения о корнях уравнения с опорой на определение корня.</p> <p>Распознавать линейные уравнения. Решать линейные уравнения, а также уравнения, сводящиеся к ним. Выполнять равносильные преобразования в линейном уравнении с одной переменной и в уравнении с двумя переменными.</p> <p>Решать текстовые задачи алгебраическим способом: переходить от словесной формулировки условия задачи к алгебраической модели путём составления уравнения. Решать составленное уравнение. Интерпретировать результат.</p> <p>Выполнять вычисления с реальными данными.</p> <p>Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразований.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Решить линейные уравнения с двумя переменными.</p> <p>Решать линейные уравнения с параметром.</p> <p>Изобразить на координатной плоскости множества решений уравнения.</p> <p>Исследовать линейное уравнение в общем виде</p>
<p>Уравнения (12, *16, **22)</p>	<p>Уравнение с одним неизвестным. Линейные уравнения с одним неизвестным. Сокращённая запись решения линейного уравнения. **Исследование уравнения $kx = b$ в общем виде. **Линейное уравнение с параметром. Примеры задач на составление линейного уравнения. *Текстовая задача на проценты.</p> <p>Алгебраические уравнения. Множество корней уравнения. Равносильность уравнений. Равносильные преобразования уравнения с одной переменной. Элементарные преобразования уравнений. **Примеры преобразований, нарушающих равносильность.</p> <p>Алгебраические уравнения с двумя неизвестными. Множество решений уравнения. Равносильные преобразования уравнения с двумя переменными. *Изображение на координатной плоскости множества решений уравнения</p>
<p>Уравнения (12, *16, **22)</p>	<p>Параллельность (9, *12, **16)</p> <p>Формулировать определение параллельных прямых; углов, образованных при пересечении</p>
<p>Уравнения (12, *16, **22)</p>	<p>Два перпендикуляра к одной прямой. Построение прямой, которая проходит через данную точку</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>и не пересекает данную прямую. Определение параллельности прямых. Аксиома параллельности. Признаки параллельности прямых. <i>**Свойства эквивалентности параллельных прямых.</i></p> <p>Внутренние накрест лежащие углы. Внутренние односторонние углы и соответственные углы при секущей. Параллельность прямых при равенстве внутренних накрест лежащих углов.</p> <p>Построение прямой, параллельной заданной. Свойство секущей параллельных прямых. Равенство внутренних накрест лежащих углов, образующих секущей двух параллельных прямых.</p> <p>Сумма внутренних односторонних углов, образуемых секущей двух параллельных прямых. <i>*Углы с соответственно параллельными сторонами.</i> Сумма углов треугольника. Понятие внешнего угла треугольника. <i>**Примеры нахождения суммы углов четырёхугольника. **От «Начал» Евклида к евклидовой геометрии</i></p>	<p>двух параллельных прямых секущей; распознавать и изображать их на чертежах и рисунках. Формулировать и доказывать теоремы, выражающие свойства и признаки параллельных прямых. Формулировать аксиому параллельных прямых.</p> <p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисления. Выделять в тексте задачи условие и заключение. Опираясь на условие задачи, проводить необходимые доказательные рассуждения. Сопоставлять полученный результат с условием задачи.</p> <p>Распознавать и изображать различные треугольники на чертежах и рисунках. Формулировать и доказывать теорему о сумме углов треугольника, о внешнем угле треугольника.</p> <p>Моделировать условие задачи с помощью чертежа и рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения. Выделять на чертеже конфигурации, необходимые для проведения обоснованной логических шагов решения.</p> <p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p>

	<p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Применять <i>символьно-буквенную запись для записи свойств параллельных прямых.</i></p> <p>Формулировать теорему об углах с соответственно параллельными сторонами.</p> <p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисления повышенной сложности</p>
<p>Числовые неравенства (15, *18, **24)</p>	
<p>Строгие неравенства. Сравнение чисел и их произведения с нулём. Сравнение чисел по знаку их разности. Прибавление числа к обеим частям неравенства. Умножение обеих частей неравенства на положительное и отрицательное числа. *<i>Сравнение чисел, обратных к заданным ненулевым числам.</i></p> <p>Неравенства с одной переменной. Множество корней неравенства. Равносильность неравенств. **<i>Свойства равносильности неравенств.</i> Линейные неравенства с одной переменной. Умножение обеих частей неравенства на отрицательное число.</p> <p>Правила преобразований неравенств, сохраняющих равносильность. Сокращённая запись решения линейного неравенства. Линейное неравен-</p>	<p>Выполнять элементарные знаково-символические действия.</p> <p>Преобразовывать алгебраические суммы и произведения, выполнять приведение подобных слагаемых, раскрытие скобок, упрощение произведений.</p> <p>Формулировать свойства числовых неравенств, иллюстрировать их на координатной прямой, доказывать алгебраически; применять свойства неравенств при решении задач.</p> <p>Распознавать линейные неравенства.</p> <p>Решать линейные неравенства.</p> <p>Описывать множество действительных чисел.</p> <p>Обозначать символами некоторые множества действительных чисел.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p>ство, не имеющие корней. **Пример доказатель- ства равносильности неравенств. Нестрогие неравенства с одной переменной. Равносильность нестрогих неравенств. **Пример доказательства равносильности нестрогих нера- венств. Понятие числового множества. Открытый и за- мкнутый числовые лучи. Промежутки числовой прямой. Почленное сложение и умножение нера- венств. Транзитивность неравенств. Сумма нера- венств одинакового направления. *Произведение неравенств одинакового направления</p>	<p>Сравнивать и упорядочивать рациональные числа, выполнять вычисления с рациональными числами. Изображать числа точками на координатной прямой. Использовать в письменной математической речи обозначения и графические изображения числовых множеств, теоретико-множественную символику. Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразований. Воспроизводить формулировки определений. Доказывать неравенства. Изображать на координатной плоскости мно- жества точек, задаваемые неравенствами с дву- мя переменными и их системами. Обозначать символами некоторые области ко- ординатной плоскости</p>
<p>Параллелограмм (14, *16, **20)</p>	
<p>Определение параллелограмма. Свойства па- раллелограмма. Свойство точки пересечения диагонали параллелограмма. Сумма соседних углов параллелограмма. Определение прямо- угольника как параллелограмма с прямым уг- лом. Ромб как частный случай параллелограм- ма.</p>	<p>Формулировать определения параллелограмма, ромба. Распознавать и изображать его на черте- жах и рисунках. Формулировать и доказывать теоремы о свой- ствах и признаках параллелограмма, ромба. Исследовать свойства параллелограмма и ромба с помощью компьютерных программ.</p>

Признаки параллелограмма. **Параллелограммы с общей стороной.* Основание и высота параллелограмма. Вычисление площади параллелограмма.

Примеры центрально-симметричных фигур. Централно-симметричные точки. Централно-симметричные фигуры. Центральная симметрия как поворот на 180° . Центр симметрии параллелограмма. Свойство центрально-симметричных прямых. ***Доказательство свойств центрально-симметричных фигур*

Решать задачи на построение, доказательство и вычисление. **Моделировать** условие задачи с помощью чертежа и рисунка, **проводить** дополнительные построения в ходе решения.

Интерпретировать полученный результат и сопоставить его с условием задачи. **Формулировать** и **объяснять** свойства площади. **Выводить** формулу площади параллелограмма. **Решать** задачи на вычисление площадей параллелограмма, ромба. **Опираясь** на условие задачи, **находить** возможности применения необходимых формул. **Использовать** формулы для обоснования доказательных рассуждений в ходе решения.

Строить симметричные фигуры, выполнять параллельный перенос и поворот. **Исследовать** свойства движения с помощью компьютерных программ.

Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.

Воспроизводить формулировки определений.

Воспроизводить формулировки и доказательство изучаемых теорем, **проводить** несложные доказательства самостоятельно.

Выполнять проекты по темам геометрических преобразований на плоскости.

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Свойство прямой, проходящей через середину стороны треугольника параллельно другой стороне. **О прямой, проходящей через одну сторону треугольника параллельно другой стороне и пересекающей третью.</p> <p>Средняя линия треугольника. Свойство средней линии треугольника. *Свойство средней стороны произвольного четырёхугольника. Свойство точки пересечения медиан треугольника. Теорема Фалеса. Свойство параллельных секущих сторон угла. Теорема о пропорциональных отрезках. *Частный случай теоремы о пропорциональных отрезках. **Обобщение теоремы о пропорциональных отрезках. *Параллельные секущие двух параллельных прямых.</p> <p>Определение трапеции. Основания и боковые стороны трапеции. Дополнение трапеции до треугольника. Разбиение трапеции на треугольник и параллелограмм. Высота трапеции. Теорема о средней линии трапеции. Формула площади трапеции</p>	<p>Применять символично-буквенную запись для записи свойств параллелограмма.</p> <p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисления повышенной сложности</p> <p>Пропорциональные отрезки (13, *14, **24)</p> <p>Формулировать определения и иллюстрировать понятие отрезка, луча; определения параллельных прямых; углов, образованных при пересечении параллельных прямых секущей; определения прямоугольного, остроугольного, тупоугольного, равнобедренного, равностороннего треугольников; высоты, медианы, биссектрисы; распознавать и изображать их на чертежах и рисунках.</p> <p>Формулировать и доказывать теоремы о соотношениях между сторонами и углами треугольника, о средней линии треугольника. Формулировать и доказывать теорему Фалеса; теоремы о точках пересечения медиан. Формулировать определения трапеции, средней линии трапеции; распознавать и изображать их на чертежах и рисунках.</p> <p>Решать задачи на построение, доказательство.</p> <p>Моделировать условие задачи с помощью чертежа и рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p>

	<p>Решать задачи на вычисление площади трапеции. Опираясь на данные условия задачи, находить возможности применения необходимых формул, преобразовывать формулы.</p> <p>Находить площадь многоугольника разбиением на треугольник и четырёхугольник.</p> <p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Применять <i>символьно-буквенную запись для записи свойств параллельных прямых.</i></p> <p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисления повышенной сложности</p>
<p>Линейная функция (14, *15, **20)</p> <p>Определение прямой пропорциональности двух переменных величин. Формула прямой пропорциональности. Изображение прямой $y = kx$ на координатной плоскости. Угловой коэффициент прямой $y = kx$. **График <i>прямо пропорциональной зависимости</i>. Симметричность графиков $y = kx$ и $y = -kx$ относительно оси Oy. **Симметричность графиков $y = kx$ и $y = kx$.</p>	<p>Вычислять значения функций, заданных формулами (при необходимости использовать калькулятор), составлять таблицы значений функций.</p> <p>Извлекать информацию из таблиц.</p> <p>Строить по точкам графики функций. Описывать свойства функций на основе их графического представления.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p>Определение линейной функции. Изображение прямолинейной зависимости на координатной плоскости. Построение графика линейной функции по двум различным точкам. Параллельность прямых $y = kx + b$ и $y = kx$. Угловой коэффициент прямой $y = kx + b$. **О графике уравнения $y = kx + b$. Связь между графиками линейных функций и уравнениями с двумя неизвестными. **Линейное уравнение с нулевым коэффициентом.</p> <p>Решение линейных уравнений с помощью графиков. Значение линейной функции при натуральных значениях переменной.</p> <p>Определение арифметической прогрессии. Первый член и разность арифметической прогрессии. Формула для n-го члена арифметической прогрессии. Формула суммы первых n натуральных чисел. Формула суммы членов арифметической прогрессии.</p> <p>Постоянные и переменные величины. Понятие функциональной зависимости. График функции. *Функция $y = x$. **Функция «целая часть x». **Функция «дробная часть x»</p>	<p>Распознавать прямую пропорциональность величин.</p> <p>Использовать функциональную символику для записи разнообразных фактов, связанных с рассматриваемыми функциями, обогащая опыт выполнения знаково-символических действий. Строить речевые конструкции с использованием функциональной терминологии.</p> <p>Использовать компьютерные программы для построения графиков функций, для исследований положения на координатной плоскости графиков функций в зависимости от значения коэффициентов, входящих в формулу.</p> <p>Распознавать виды изученных функций. Показывать схематически положение на координатной плоскости графиков функций $y = kx$, $y = kx + b$ в зависимости от значений коэффициентов, входящих в формулы.</p> <p>Строить графики изучаемых функций; описывать их свойства.</p> <p>Применять индексные обозначения, строить речевые высказывания с использованием терминологии, связанной с понятием последовательности.</p>

	<p>Вычислять члены последовательностей, заданных формулой n-го члена. Устанавливать закономерность в построении последовательности, если выписаны первые несколько её членов. Распознавать арифметическую прогрессию. Выводить на основе доказательных рассуждений формулы общего члена арифметической прогрессии, суммы первых n членов арифметической прогрессии; решать задачи с использованием этих формул.</p> <p>Выделять целую и дробную части числа.</p> <p>Строить более сложные графики на основе графиков изученных функций.</p> <p>Приводить примеры прямой пропорциональности в реальной жизни.</p> <p>Решать задания повышенной сложности</p>
<p>Основное свойство касательной. Построение окружности, касающейся прямой. Свойства отрезков касательных. Длина отрезков касательных для окружности, вписанной в треугольник. *<i>Окружность, вписанная в прямоугольный треугольник.</i></p> <p>*<i>Свойство сторон описанного четырёхугольника.</i></p> <p>*<i>Равнобедренная трапеция, описанная около окружности.</i></p>	<p>Свойства окружностей (6, *8, **16)</p> <p>Формулировать понятия, связанные с окружностью, секущей и касательной к окружности.</p> <p>Изображать, распознавать и описывать взаимное расположение прямой и окружности.</p> <p>Изображать и формулировать определения окружности, вписанной в треугольник.</p> <p>Исследовать свойства конфигураций, связанных с окружностью, с помощью компьютерных программ.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p>Общая касательная двух окружностей. Различные виды общих касательных. Общая касательная к двум равным окружностям. Общая касательная к двум окружностям с различными радиусами. **Основование построения общей касательной к двум окружностям. Отрезки общих внешних касательных. Отрезки общих внутренних касательных. *Внешняя и внутренняя касательные к касающимся окружностям. **Внеписанная окружность</p>	<p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисление. Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения. Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи. Решать задачи на построение с помощью циркуля и линейки. Решать задачи на вычисление линейных величин. Опираясь на условие задачи, находить возможности применения необходимых формул, преобразовывать формулы. Использовать формулы для доказательных рассуждений в ходе решения. Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы. Воспроизводить формулировки определений. Воспроизводить формулировки и доказательство изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно. Иллюстрировать и формулировать определения вписанных и описанных треугольников и многоугольников. Решать задачи на построение, доказательство и вычисления повышенной сложности. Распознавать на рисунках и чертежах внешне-санную окружность</p>

Системы уравнений (16, *19, **24)

Составление двух уравнений с двумя неизвестными. Решение систем уравнений. Системы двух линейных уравнений с двумя неизвестными. Приемы систем с бесконечным множеством решений и не имеющих решений. ****Частичное исследование систем двух линейных уравнений с двумя неизвестными.** ****Линейная система с параметром.** Решение систем с помощью графиков. Графическое решение систем, содержащей уравнение, не зависящее от y . Графическое представление системы, не имеющих решений. Графическое представление систем, имеющих бесконечное множество решений. ****Пересечение прямой и окружности.** ****Графическое решение системы уравнений с модулем.**

Решение линейного уравнения в целых числах. Целочисленные решения уравнений вида $ax = by$. ****Существование целочисленных решений уравнения вида $ax + by = c$.** ****Множество всех целочисленных решений уравнения вида $ax + by = c$**

Определять, является ли пара чисел решением данного уравнения с двумя переменными; приводить примеры решения уравнений с двумя переменными.

Решать задачи, алгебраической моделью которых является уравнение с двумя переменными; **находить** целые решения путём перебора.

Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразований.

Решать системы двух уравнений с двумя переменными, указанными в содержании.

Решать текстовые задачи алгебраическим способом: переходить от словесной формулировки условия задачи к алгебраической модели путём составления систем уравнений. Решать составленную систему уравнений. **Интерпретировать** результаты.

Строить графики уравнений с двумя неизвестными. **Конструировать** эквивалентные речевые высказывания с использованием алгебраического и геометрического языков.

Решать и исследовать уравнения и системы уравнений на основе функционально-графических представлений уравнений.

Изображать и **распознавать** взаимное расположение прямой и окружности.

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p><i>Решать линейные уравнения с двумя переменными.</i></p> <p><i>Исследовать системы уравнений с двумя переменными, содержащие буквенные коэффициенты.</i></p> <p><i>Решать линейные системы с параметром.</i></p> <p><i>Находить целочисленные решения уравнений вида $ax + by = c$.</i></p> <p><i>Решать задания повышенной сложности</i></p>
<p>Многоугольники (10, *12, **16)</p> <p>Четырёхугольник. Определение выпуклого и невыпуклого четырёхугольника. Внутренние углы выпуклого четырёхугольника. Сумма углов выпуклого четырёхугольника. *<i>Диагонали невыпуклого четырёхугольника.</i> *<i>Внутренние углы невыпуклого четырёхугольника.</i> *<i>Сумма внутренних углов любого четырёхугольника.</i> Сумма внешних углов выпуклого четырёхугольника.</p> <p>Вычисление площади четырёхугольника. *<i>Построение треугольника, равновеликого данному четырёхугольнику.</i> *<i>Пример доказательства равенства площадей.</i> *<i>Отношение площадей.</i></p> <p>Многоугольник. Многоугольная область. Выпуклый многоугольник. *<i>Задание выпуклого многоугольника пересечением полуплоскостей.</i> **<i>Общее понятие выпуклости.</i></p>	<p>Распознавать и приводить примеры многоугольников, формулировать их определения. Распознавать на рисунках и чертежах выпуклые и невыпуклые четырёхугольники. Формулировать понятия, связанные с многоугольниками.</p> <p>Формулировать и доказывать теорему о сумме углов выпуклого многоугольника, четырёхугольника.</p> <p>Исследовать свойства многоугольников с помощью компьютерных программ.</p> <p>Решать задачи на доказательство и вычисления.</p> <p>Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p> <p>Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи.</p>

<p>Площадь многоугольников на клетчатой бумаге. **Формула Пика. Формула площади описанного около окружности многоугольника. *<i>Вычисление площади дополнением фигуры до треугольника</i></p>	<p>Находить площадь многоугольника разбиением на треугольники и четырёхугольники. Изображать окружность, вписанную в многоугольник. Решать задачи на вычисление площадей четырёхугольников. Опираясь на условие задачи, находить возможности применения необходимых формул. Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи. Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы. Воспроизводить формулировки определений. Воспроизводить формулировки и доказательство изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно. Решать задачи на построение, доказательство и вычисления повышенной сложности. Формулировать общее понятие выпуклости геометрической фигуры. Решать задачи на вычисление площади дополнением фигуры до треугольника</p>
<p>Приближённые вычисления (14, *18, **20 ч)</p> <p>Последовательные приближения снизу и сверху. Понятие абсолютной погрешности. *<i>Выбор</i></p>	<p>Находить десятичные приближения; сравнивать и упорядочивать действительные числа.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p><i>оценки абсолютной погрешности. Точность измерительных приборов. Целая и дробная части положительного числа.</i></p> <p>Десятичные приближения положительного числа с заданным числом знаков после запятой. Десятичные приближения положительного числа с точностью до целой разрядной единицы. <i>*Десятичные приближения положительного числа. Десятичные приближения отрицательного числа.</i></p> <p>Округление положительного числа до второго разряда после запятой. Округление положительного числа до разряда единиц, до разряда десятков. <i>*Правило округления положительного числа до некоторого разряда после запятой. *Правило округления положительного числа до разряда 10^m.</i></p> <p>Сложение приближённых значений. Погрешность разности. Умножение приближённого значения на фиксированное число.</p> <p>Приближённое значение частного. <i>**Приближённое вычисление отношения. Приближённое вычисление квадратного корня. Приближённые формулы. Таблица погрешностей. **Практическое вычисление корней</i></p>	<p>Округлять натуральные числа и десятичные дроби</p> <p>Использовать разные формы записи приближённых значений, делать выводы о точности приближения.</p> <p>Использовать запись числа в стандартном виде для выражения размеров объектов, длительности процессов в окружающем мире. Выполнять вычисления с реальными данными. Выполнять прикидку и оценку результатов вычислений.</p> <p>Вычислять по формулам.</p> <p>Извлекать информацию из таблиц, выполнять вычисления по табличным данным.</p> <p>Вычислять точные и приближённые значения корней, использовать при необходимости калькулятор.</p> <p>Исследовать свойства <i>квадратного корня, проводя числовые эксперименты с использованием калькулятора, компьютера.</i></p> <p>Решать задания повышенной сложности.</p> <p>Сравнивать числа и величины, <i>записанные с помощью степени числа 10.</i></p>
<p>Повторение (8, *12, **12).</p>	

8 КЛАСС

Первый уровень — 175 учебных часов.

Второй уровень — не менее 210 учебных часов (отмечен *).

Третий уровень — не менее 280 учебных часов (отмечен **)

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Занимательные и логические задачи (3, *4, **6)</p> <p>Примеры занимательных задач. Решение текстовых задач арифметическим способом. Принцип Дирихле. *<i>Последние цифры в записи степеней.</i> *<i>Малая теорема Ферма.</i> **<i>Задача о шарах</i></p>	<p>Решать задачи на доказательство и вычисление. Выделять в задаче условие и заключение. Опираясь на данные условия задачи, проводить необходимые рассуждения. Интерпретировать полученный результат и ставить его с условием задачи. <i>Решать задания повышенной сложности.</i> <i>Формулировать малую теорему Ферма</i></p>
<p>Параллельный перенос на координатной плоскости (12, *14, **18)</p> <p>Параллельный перенос фигуры вдоль оси абсцисс. *<i>Параллельный перенос точек прямой и точек окружности вдоль оси абсцисс.</i> Правильно параллелограмма. Последовательное выполнение параллельных переносов вдоль оси абсцисс.</p>	<p>Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения. Выполнять параллельный перенос. Решать задачи на построение, доказательство и вычисления.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Параллельный перенос фигуры вдоль оси ординат. *Параллельный перенос точек прямой и точек окружности вдоль оси ординат. Правило параллельности. Последовательное выполнение параллельных переносов вдоль оси ординат.</p> <p>Общее понятие параллельного переноса на координатной плоскости и его свойства. Формулы преобразования координат при параллельном переносе. Последовательное выполнение параллельных переносов. *Параллельный перенос точек окружности.</p> <p>Прямоугольная система координат в пространстве. Нахождение координат точек пространства. Формула расстояния между точками в пространстве. Параллельный перенос в пространстве. *Правило параллелограмма в пространстве</p>	<p>Использовать формулы координат середины отрезка на плоскости, расстояния между двумя точками на плоскости и в пространстве.</p> <p>Объяснять и иллюстрировать понятие системы координат в пространстве.</p> <p>Исследовать свойства параллельного переноса с помощью компьютерных программ.</p> <p>Выполнять проекты по темам геометрических преобразований на плоскости.</p> <p>Использовать компьютерные программы для иллюстрации параллельного переноса.</p> <p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Решать задания повышенной сложности.</p> <p>Формулировать правило параллелограмма для параллельного переноса в пространстве</p>
<p>Квадратные уравнения</p> <p>Квадратичная зависимость. Свойства и график функции $y = x^2$. Доказательства неотрицательности, симметричности и монотонности функции $y = x^2$.</p>	<p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Строить речевые конструкции с использованием функциональной терминологии.</p>

Квадратный корень и его свойства. Арифметический квадратный корень и радикал. **О сущест- вовании квадратного корня*. Свойства арифмети- ческих корней. Рациональные и иррациональные числа.

Простейшие квадратные уравнения. Приведён- ное квадратное уравнение. Общее решение квад- ратного уравнения. Отбор корней в практических задачах. Дискриминант и корни квадратного урав- нения.

Графическое решение квадратных уравнений. Уравнение параболы после параллельного перене- са. Параллельный перенос параболы вдоль коор- динатных осей. График функции $y = x^2 + px + q$. Вершина и ветви параболы $y = x^2 + px + q$. Распо- ложение параболы в зависимости от параметров p и q . Взаимное расположение оси абсцисс и параболы $y = x^2 + bx + c$

Распознавать формулы, выражающие квадра- тичную зависимость между величинами.

Вычислять значение функции, заданной формула- ми; **составлять** таблицу значений функции.

Описывать свойства функции на основе её гра- фического представления.

Выражать переменные из геометрических и фи- зических формул.

Строить по точкам графики функций.

Строить графики изучаемых функций, **описы- вать** их свойства.

Формулировать определение квадратного корня из числа.

Определять количество корней из числа.

Доказывать свойства арифметических квадрат- ных корней; **применять** их для преобразования выражений.

Вычислять значение выражений, содержащих квадратные корни.

Выполнять вычисления с реальными данными.

Вычислять точные и приближённые значения корней, использовать при необходимости кальку- лятор; **проводить** оценку приближённых значений квадратных корней.

Формулировать определение рационального числа.

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p>Приводить примеры иррациональных чисел; распознавать рациональные и иррациональные числа.</p> <p>Выполнять прикидку и оценку результатов.</p> <p>Распознавать квадратный трёхчлен.</p> <p>Исследовать уравнение вида $x^2 = a$; находить точные и приближённые корни при $a > 0$.</p> <p>Распознавать квадратные уравнения.</p> <p>Решать квадратные уравнения и уравнения, сводящиеся к ним.</p> <p>Исследовать квадратные уравнения по дискриминанту и коэффициентам.</p> <p>Решать текстовые задачи алгебраическим способом: переходить от словесной формулировки условия задачи к алгебраической модели путём составления уравнения; решать составленное уравнение, интерпретировать результат.</p> <p>Показывать схематически положение на координатной плоскости графиков функций $y = x^2$, $y = x^2 + c$, $y = x^2 + bx + c$ в зависимости от коэффициентов, входящих в формулы.</p> <p>Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразований.</p> <p><i>Решать задания повышенной сложности.</i></p> <p><i>Доказывать иррациональность числа $\sqrt{2}$.</i></p>

	<p>Выполнять преобразование целых выражений, в том числе выделять квадрат двучлена.</p> <p>Исследовать квадратные уравнения с буквенными коэффициентами</p>
<p>Гомотетия (10, *13, **20)</p> <p>Свойства параллельных секущих сторон угла. Теорема Фалеса. Обобщённая теорема Фалеса. Отрезки параллельных прямых, отсекаемые сторонами угла. Обратная теорема Фалеса. Новый признак параллельности прямых. **Доказательство нового признака параллельности прямых.</p> <p>Гомотетия точки. Определение гомотетичных фигур. Центр и коэффициент гомотетии. **Преобразование отрезков при гомотетии. Основное свойство гомотетии. Взаимная гомотетичность фигур. Гомотетия окружностей.</p> <p>**Определение гомотетии плоскости. **Преобразование координат при гомотетии. **Свойства гомотетии. **Гомотетия с отрицательным коэффициентом</p>	<p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательство изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Формулировать определения параллельных прямых, углов, образованных параллельными прямыми и секущей; распознавать и изображать их на чертежах и рисунках.</p> <p>Объяснять и иллюстрировать понятие гомотетии, строить гомотетичные фигуры.</p> <p>Формулировать и доказывать теорему Фалеса.</p> <p>Моделировать условные задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p> <p>Решать задачи на построения, вычисления, доказательства.</p> <p>Находить условия существования решения, выполнять построения точек, необходимых для построения искомой фигуры.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p>Доказывать, что построенная фигура удовлетворяет условиям задачи.</p> <p>Опираясь на данные условия задачи, проводить необходимые рассуждения.</p> <p>Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи.</p> <p>Опираясь на данные условия задачи, находить возможность применения необходимых формул.</p> <p>Выполнять проекты по темам геометрических преобразований на плоскости.</p> <p>Решать задания повышенной сложности.</p> <p>Формулировать и доказывать признак параллельности прямых.</p> <p>Формулировать свойство <i>гомотетичных фигур</i>.</p> <p>Применять <i>гомотетию</i> при решении задач.</p> <p>Распознавать <i>гомотетию</i> с <i>отрицательным коэффициентом</i>, приводить <i>примеры таких гомотетий</i></p>
<p>Многочлены от одной переменной. Стандартный вид многочлена. Сумма и произведение многочленов. Разложимость многочленов на множители. Деление с остатком. Неполное частное и остаток. Алгоритм деления с остатком. Схема деления</p>	<p>Многочлены (23, *26, **34)</p> <p>Выполнять элементарные знаково-символические действия. Применять буквы для обозначения чисел, для записи общих утверждений; составлять буквенные выражения по условиям, заданным словесно.</p>

«уголком». Значение многочлена. Деление квадратного и кубического многочлена на линейный многочлен. Теорема Безу. ****Доказательство теоремы Безу.**

Корень многочлена. Корни многочлена первой и второй степени. ***Теорема Гаусса о рациональных корнях.** ****Доказательства теоремы Гаусса.**

Линейный двучлен. Делимость квадратного трёхчлена на линейный двучлен. Разложение квадратного трёхчлена на линейные множители. ***Разложение кубического многочлена на линейные множители.**

Теорема Виета для корней квадратного трёхчлена. Обратная теорема Виета для квадратного трёхчлена. ***Симметрические выражения от корней квадратного трёхчлена.** ***Теорема Виета для кубического многочлена.** ****Обратная теорема Виета для кубического многочлена**

Воспроизводить формулировки определений.

Преобразовывать алгебраические суммы и произведения, выполнять приведение подобных слагаемых, раскрытие скобок, упрощение произведений. Вычислять числовое значение буквенного выражения.

Формулировать и доказывать теорему Безу.

Формулировать, записывать в символической форме и обосновывать свойства степени с натуральным показателем.

Применять свойства степени для преобразования выражений и вычислений.

Выполнять действия с многочленами.

Представлять целое выражение в виде многочлена.

Применять формулы сокращённого умножения для преобразований выражений и вычислений.

Распознавать квадратный трёхчлен, выяснять возможность разложения на множители, представлять квадратный трёхчлен в виде произведения линейных множителей.

Выполнять разложение многочленов на множители.

Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразования.

Решать задания повышенной сложности.

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p> <p><i>Находить целые корни многочленов с целыми коэффициентами.</i></p> <p><i>Формулировать теорему Гаусса о рациональных корнях; приводить примеры её применимости для нахождения рациональных корней многочлена.</i></p> <p><i>Выполнять разложение кубических трёхчленов на множители.</i></p> <p><i>Формулировать теорему Виета и обратную теорему Виета для кубического многочлена</i></p>
<p>Определение подобия фигур. Подобие равных фигур. Взаимное подобие фигур. **Преобразовательные подобия. **Свойства подобия фигур.</p> <p>Свойства сторон и углов подобных треугольников. Первый признак подобия треугольников. Второй признак подобия треугольников. Третий признак подобия треугольников. Отношение площадей подобных треугольников.</p> <p>Высота прямоугольного треугольника, проведённая к гипотенузе, и её свойства. Вычисление высоты прямоугольного треугольника. **Свойство оснований высот остроугольного треугольника.</p>	<p>Подобие (15, *20, **28)</p> <p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельного.</p> <p>Объяснять и иллюстрировать понятие подобия.</p> <p>Формулировать определение подобных треугольников.</p> <p>Формулировать и доказывать теоремы о признаках подобия треугольников.</p> <p>Объяснять и иллюстрировать отношение площадей подобных фигур.</p>

<p>Основное свойство биссектрисы угла треугольника. Признак биссектрисы треугольника. *Свойство биссектрисы внешней угла треугольника. **Уравнение окружности Аполлония</p>	<p>Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p> <p>Формулировать свойства высоты прямоугольного треугольника, проведенной к гипотенузе.</p> <p>Решать задачи на вычисление площади треугольника. Формулировать и доказывать основное свойство биссектрисы угла треугольника.</p> <p>Выполнять проекты по темам геометрических преобразований на плоскости.</p> <p>Решать задания повышенной сложности.</p> <p>Формулировать свойство оснований высот ортогольного треугольника</p>
<p>Алгебраические дроби (13, *15, **20)</p>	
<p>Целые буквенные выражения. Алгебраические дроби. Область определения алгебраической дроби. Равенство алгебраических дробей. Основное свойство алгебраических дробей. Сокращение алгебраических дробей. **Свойство тождественного равенства алгебраических дробей.</p> <p>Сложение и вычитание алгебраических дробей. Приведение алгебраических дробей к общему знаменателю. Область определения при сложении алгебраических дробей.</p>	<p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Выполнять элементарные знаково-символические действия.</p> <p>Применять буквы для обозначения чисел, для записи общих утверждений.</p> <p>Составлять буквенные выражения по условиям, заданным словесно.</p> <p>Преобразовывать алгебраические суммы и произведения, выполнять приведение подобных слагаемых, раскрытие скобок, упрощение произведений.</p>

<p>Основное содержание по темам</p> <p>Умножение алгебраических дробей. Область определения при умножении алгебраических дробей. Деление алгебраических дробей. Область определения при делении алгебраических дробей. *Применение дробей к решению линейных уравнений с параметром</p>	<p>Основные виды деятельности</p> <p>Вычислять числовое значение буквенного выражения. Находить область допустимых значений переменных в выражении.</p> <p>Формулировать основное свойство алгебраической дроби и применять его для преобразования дроби.</p> <p>Выполнять действия с алгебраическими дробями. Представлять дробное выражение в виде отношения многочленов.</p> <p>Доказывать тождества.</p> <p>Решать заданная повышенной сложности.</p> <p>Выполнять преобразования рациональных выражений, в том числе выделять целую часть дроби.</p> <p>Применять преобразования рациональных выражений для решения задач.</p> <p>Применять рациональные дроби к решению линейных уравнений с параметром</p>
<p>Векторы (17, *20, **24)</p> <p>Направленный отрезок. Связанные векторы. Длина и направление вектора. Координаты вектора. Сумма сонаправленных векторов. Сумма векторов. Правило параллелограмма. Противоположные векторы. Вычитание векторов. Законы сложения и вычитания векторов.</p>	<p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p>

Умножение вектора на действительное число. Геометрический смысл произведения вектора на число. Коллинеарные векторы и их свойства. Разложение вектора по двум неколлинеарным векторам.

Равенство векторов. Свойства равенства векторов. Сонаправленные и противоположно направленные векторы. Свободные векторы. Длина и координаты свободного вектора.

Операции над свободными векторами. Правило многоугольника для сложения векторов. **Правило треугольника для свободных векторов*. Законы сложения и умножения для свободных векторов. Коллинеарность свободных векторов. Разложение свободных векторов по составляющим.

Знакомство с векторами в пространстве. Координаты вектора в пространстве. Разложение векторов пространства по трём составляющим, не лежащим в одной плоскости

Формулировать определения и иллюстрировать понятия вектора, длины вектора, связанных, свободных, коллинеарных, равных, противоположных векторов.

Вычислять длину и координаты вектора.

Формулировать законы сложения и вычитания векторов.

Выполнять операции над векторами.

Использовать свойства векторов при решении задач на вычисление и доказательство.

Выполнять разложение вектора по двум неколлинеарным векторам.

Выполнять проекты по темам использования векторного метода при решении задач на вычисление и доказательство.

Моделировать условия задачи с помощью чертежа или рисунка, **проводить** дополнительные построения в ходе решения.

Опираясь на данные условия задачи, **проводить** необходимые рассуждения.

Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи.

Решать задания повышенной сложности.

Доказывать свойства операций над векторами. **Формулировать** и **доказывать** «правило треугольника» для свободных векторов

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Выражения с радикалами (9, *12, **18)</p> <p>Освобождение от иррациональности в знаменателе. *Сопряжённые выражения. Степень с показателем $\frac{1}{2}$. *Степени с показателем $\frac{m}{2}$. Начальные представления о функции $y = \sqrt{x}$.</p> <p>Построения по формулам. Построение отрезка длины \sqrt{ab} и $\sqrt{a^2 + b^2}$. **Построение прямоугольного треугольника по гипотенузе и сумме катетов.</p> <p>Кубический корень. Кубический корень из отрицательного числа. Сравнение кубов чисел. Сравнение кубических корней. *Приближённые значения некоторых кубических корней. Действия с корнями третьей степени. **Формула Кардано для корней кубического уравнения</p>	<p>Формулировать определения квадратного корня из числа. Применять свойства квадратного корня для преобразования выражений.</p> <p>Вычислять значение выражений, содержащих квадратные корни.</p> <p>Избавляться от иррациональности в выражениях.</p> <p>Решать уравнение вида $x^3 = a$ в простейших случаях.</p> <p>Формулировать определение корня третьей степени (кубический корень).</p> <p>Находить значения кубических корней, при необходимости использовать калькулятор.</p> <p>Приводить примеры иррациональных чисел; распознавать рациональные и иррациональные числа.</p> <p>Строить по точкам графики функций.</p> <p>Описывать свойства функции на основе её графического представления.</p> <p>Использовать функциональную символику для записи разнообразных фактов, связанных с рассматриваемыми функциями, обобщая опыт выполнения знаково-символических действий.</p> <p>Строить речевые конструкции с использованием функциональной терминологии.</p>

	<p>Строить графики изучаемых функций; описывать их свойства.</p> <p>Решать задания повышенной сложности.</p> <p>Выполнять построение прямоугольного треугольника по гипотенузе и сумме катетов.</p> <p>Вычислять приближённое значение кубических корней.</p> <p>Формулировать формулу Кардано для корней кубического уравнения</p>
Тригонометрические функции острого угла (16, *19, **20)	
<p>Синус и косинус острого угла. Синус и косинус углов 30°, 45°, 60°. *Синус и косинус углов 15° и 75°. **Синус 18°. Вычисление элементов прямоугольного треугольника с помощью синуса и косинуса острого угла. Зависимости между катетом, гипотенузой и тригонометрическими функциями острого угла.</p> <p>Вычисления с приближёнными значениями синуса и косинуса. Определение синуса и косинуса с помощью единичной тригонометрической окружности. Равенство $\cos\alpha = \sin(90^\circ - \alpha)$. Равенство $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$.</p> <p>Тангенс и котангенс острого угла. Приближённые вычисления с помощью тангенса. Общие правила вычислений с помощью тангенса. Ось тангенса.</p>	<p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Формулировать определения и иллюстрировать понятия синуса, косинуса, тангенса и котангенса острого угла (в том числе острого угла прямоугольного треугольника). Выводить формулы, выражающие функции угла прямоугольного треугольника через его стороны. Формулировать и разъяснять основное тригонометрическое тождество.</p> <p>По значению одной тригонометрической функции угла вычислять значения других тригонометрических функций этого угла.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Знакомство с некоторыми тригонометрическими формулами острого угла</p>	<p>Решать задачи на построение, доказательство и вычисления.</p> <p>Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p> <p>Интерпретировать полученный результат и оставлять его с условием задачи.</p> <p>Опираясь на данные условия задачи, находить возможности применения необходимых формул для обоснования доказательных рассуждений в ходе решения задачи.</p> <p>Решать задачи повышенной сложности Вычислять синусы и косинусы углов 15° и 75°.</p>
<p>Дуга окружности. Центральный угол окружности. Угловая мера дуги окружности. Равенство дуг, соответствующих равным центральным углам. *<i>Равенство центральных углов, соответствующих равным дугам.</i> **<i>Равенство дуг, соответствующих равным хордам.</i> Равенство дуг окружности между параллельными хордами. Угловая мера дуги. Определение вписанного угла. Теорема об измерении вписанного угла. Свойство биссектрисы</p>	<p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Формулировать определения центрального и вписанного угла, углов, связанных с окружностью, а также понятий, связанных с окружностью.</p>

угла треугольника. Признак равенства вписанных углов. Величины вписанных углов окружности, опирающихся на одну хорду. *Геометрическое место точек, из которых отрезок виден под одинаковыми углами. **Построение треугольника по углу и противолежащей стороне.

Свойство углов вписанного четырёхугольника. *Доказательство признака вписанного четырёхугольника. **Теорема Птолемея

Формулировать и доказывать теоремы о вписанных углах, связанных с окружностью.

Решать задачи на вычисление градусной меры угла, длины окружности.

Формулировать соответствие между величиной центрального угла и длиной дуги окружности.

Изображать и формулировать определения вписанных и описанных многоугольников и треугольников; окружности, вписанной в треугольник.

Формулировать и доказывать теоремы о вписанной и описанной окружности треугольника и многоугольника. **Исследовать** свойства конфигураций, связанных с окружностью, с помощью компьютерных программ.

Решать задачи на построение, доказательство и вычисления.

Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, **проводить** дополнительные построения в ходе решения.

Выделять на чертеже конфигурации, необходимые для проведения обоснований логических шагов решения.

Опираясь на данные условия задачи, **проводить** необходимые рассуждения.

Интерпретировать полученный результат и составлять его с условием задачи.

Решать задания повышенной сложности.

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Изображение угла на тригонометрической окружности. Поворот положительного луча оси абсцисс на угол α. Синус и косинус центрального угла от 0 до 360°. Равенство $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$ для углов, меньших 360°. Тангенс и котангенс углов, меньших 360°.</p> <p>Вычисление тригонометрических функций для углов от 90 до 360°.</p> <p>Преобразование координат точки при повороте на угол ϕ. Угол отрицательной величины. Тригонометрические функции направленных углов. Связь между тригонометрическими функциями противоположно направленных углов.</p> <p>График функции $y = \sin x$ и её свойства. График функции $y = \cos x$ и её свойства</p>	<p>Тригонометрические функции направленного угла (12, *16, **24)</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Формулировать определения синуса, косинуса, тангенса и котангенса.</p> <p>Выводить формулы, выражающие тригонометрические функции углов от 0 до 180° через тригонометрические функции острого угла.</p> <p>Формулировать и разъяснять основное тригонометрическое тождество.</p> <p>По значению одной тригонометрической функции угла вычислять значения других тригонометрических функций этого угла.</p> <p>Строить по точкам график функций.</p> <p>Описывать свойства функции на основе её графического представления.</p> <p>Использовать функциональную символику для записи разнообразных фактов, связанных с рас-</p>

	<p>смаатриваемыми функциями, обобщая опыт выполнения знаково-символических действий.</p> <p>Строить речевые конструкции с использованием функциональной терминологии.</p> <p>Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p> <p>Опираясь на данные условия задачи, проводить необходимые рассуждения.</p> <p>Интерпретировать полученный результат и поставлять его с условием задачи.</p> <p>Опираясь на данные условия задачи, находить возможности применения необходимых формул для обоснования доказательных рассуждений в ходе решения задачи.</p> <p><i>Решать задания повышенной сложности</i></p>
<p>Метод последовательных приближений (9, *11, **16)</p> <p>Абсолютная и относительная погрешность. Оценки погрешностей. Умножение приближённых значений. Округление приближённых значений. *<i>Оценка относительной погрешности при округлении.</i></p> <p>Примеры приближённого вычисления корней методом деления отрезка пополам. Приближённые</p>	<p>Находить, анализировать, сопоставлять числовые характеристики объектов окружающего мира.</p> <p>Использовать запись чисел в стандартном виде для выражения размеров объектов, длительности процессов в окружающем мире.</p> <p>Составлять формулы, выражающие зависимости между величинами, вычислять по формулам.</p>

<p>Основное содержание по темам</p> <p>вычисления кубических корней. Приближённое решение кубических уравнений.</p> <p>Формула суммы квадратов натуральных чисел.</p> <p>Иллюстрация метода исчерпывания при вычислении площади фигуры с криволинейной границей.</p> <p>Оценка площади сверху. *Общая схема метода исчерпывания. *Площадь криволинейной трапеции. *Метод трапеций.</p> <p>Последовательные приближения для вычисления квадратных корней. **Корни натуральной степени из положительного числа. **Выбор начального приближения. **Метод последовательных приближений при решении уравнений вида $x = f(x)$</p>	<p>Основные виды деятельности</p> <p>Вычислять точные и приближённые значения корней, использовать при необходимости калькулятор; проводить оценку приближённых значений квадратных корней.</p> <p>Находить значения кубических корней, при необходимости использовать калькулятор.</p> <p>Находить десятичные приближения иррациональных чисел.</p> <p>Использовать разные формы записи приближённых значений, делать выводы о точности приближений по записи приближённого значения.</p> <p>Выполнять вычисления с реальными данными.</p> <p>Выполнять прикидку и оценку результатов вычислений.</p> <p>Решать задания повышенной сложности.</p> <p>Выполнять оценку относительной погрешности при округлении.</p> <p>Понимать общую схему метода исчерпывания.</p> <p>Понимать смысл понятий «криволинейная трапеция» и «площадь криволинейной трапеции».</p> <p>Использовать метод последовательных приближений для решения уравнений вида $x = f(x)$</p>
<p>Повторение (8, *8, **10)</p>	

9 КЛАСС

Первый уровень — 175 учебных часов.

Второй уровень — не менее 210 учебных часов (отмечен *).

Третий уровень — не менее 280 учебных часов (отмечен **)

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Множества (6, *6, **8)</p> <p>Множество и его элементы. Виды множеств. Промежутки числовой прямой. Равенство множеств.</p> <p>Объединение и пересечение множеств. **Объединение совокупности множеств. **Пересечение совокупности множеств. Общие отношения для множеств.</p> <p>Разность множеств. Дополнение множеств. Диаграммы Эйлера–Венна. Соотношения для множеств. **Доказательство равенств с дополнениями к множествам</p>	<p>Приводить примеры конечных и бесконечных множеств.</p> <p>Находить объединение и пересечение конкретных множеств, разность множеств.</p> <p>Приводить примеры несложных классификаций из различных областей жизни.</p> <p>Иллюстрировать теоретико-множественные понятия с помощью кругов (диаграмм) Эйлера. Использовать теоретико-множественную символику и язык при решении задач в ходе изучения различных разделов курса.</p> <p>Иллюстрировать математические понятия и утверждения примерами. Использовать примеры и контрпримеры в аргументации</p>
<p>Числовые функции (17, *23, **34)</p> <p>Обозначения функций. Способы задания функций. *Задание функции с помощью нескольких формул. График функции. Основное свойство гра-</p>	<p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Вычислять значения функций, заданных формулами (при необходимости использовать каль-</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>фика. *Доказательство характеристического свойства графика.</p> <p>Промежутки монотонности. Чётные и нечётные функции. *Доказательство характеристического свойства чётной и нечётной функции. Представление функции в виде суммы чётной и нечётной функции.</p> <p>График квадратичной функции $y = ax^2 + bx + c$.</p> <p>**Геометричность графиков квадратичных функций. Симметричность графиков функции $y = ax^2$ и $y = -ax^2$. Растяжение и сжатие вдоль осей координат. Геометрическое определение параболы $y = x^2$.</p> <p>**Геометрическое определение параболы $y = ax^2$. Оптические свойства параболы.</p> <p>Графики уравнений вида $x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$. Эллипс. Общее уравнение эллипса. Геометрическое определение эллипса.</p> <p>График функции $y = \frac{1}{x}$. Ветви и асимптоты гиперболы. Гиперболы вида $y = \frac{k}{x}$. *Построение графиков функции вида $y = \frac{k}{x} + n$, $y = \frac{k}{x+m}$, $y = \frac{k}{x+m} + n$. **Дробно-линейная функция и её графика. **Поворот системы координат</p>	<p>кулятор), составлять таблицы значений функций. Извлекать информацию из таблиц.</p> <p>Строить по точкам графики функций. Описывать свойства функций на основе их графического представления.</p> <p>Моделировать реальные зависимости с помощью графиков. Интерпретировать графики реальных зависимостей.</p> <p>Использовать функциональную символику для записи разнообразных фактов, связанных с рассматриваемыми функциями, обогащая опыт выполнения знаково-символических действий. Строить речевые конструкции с использованием функциональной терминологии.</p> <p>Использовать компьютерные программы для построения графиков функций, для исследования положения графиков функций на координатной плоскости в зависимости от значения параметров, входящих в формулу.</p> <p>Распознавать виды изученных функций. Позвать схематически положение на координатной плоскости графиков функций $y = ax^2 + bx + c$, $y = \frac{k}{x} + c$, $y = \frac{k}{x+m} + c$ в зависимости от значений параметров, входящих в формулы.</p>

	<p>Строить графики изучаемых функций; описывать их свойства.</p> <p>Строить более сложные графики на основе графиков изученных функций, в том числе заданных разными формулами на разных промежутках области определения.</p> <p>Строить графики функций на основе преобразований известных графиков.</p> <p>Приводить примеры обратной пропорциональности в реальной жизни.</p> <p>Решать задания повышенной сложности</p>
<p>Равносильность систем уравнений. Перестановка двух уравнений системы. Умножение одного из уравнений системы на ненулевое число. Удаление из системы нулевого уравнения. О несовместной системе уравнений. Метод подстановки. <i>*О системах, содержащих уравнение, записанное в виде произведения.</i></p> <p>Замена неизвестных. Симметрические выражения. <i>*Системы уравнений симметрического вида.</i></p> <p>Пересечение прямой с кривыми. Пересечение окружностей. <i>*Примеры уравнений в целых числах.</i></p> <p>Запись систем линейных уравнений. Решение системы. Система треугольного вида. Метод Гаусса. Система трапецеидального вида. <i>*Однородные</i></p>	<p>Системы уравнений (12, *15, **22)</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Определять, является ли пара чисел решением данного уравнения с двумя переменными; приводить примеры решения уравнений с двумя переменными.</p> <p>Решать задачи, алгебраической моделью которых является уравнение с двумя переменными; находить целые решения путём перебора.</p> <p>Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразований.</p> <p>Решать системы двух уравнений с двумя переменными.</p> <p>Решать текстовые задачи алгебраическим способом: переходить от словесной формулировки усло-</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности</p>
<p><i>системы линейных уравнений. **Перестановка неизвестных. **Запись решений системы линейных уравнений в виде строк</i></p>	<p>виз задачи к алгебраической модели путём составления системы уравнений. Решать составленную систему уравнений. Интерпретировать результаты. Строить графики уравнений с двумя неизвестными. Конструировать эквивалентные речевые высказывания с использованием алгебраического и геометрического языка. Решать и исследовать уравнения и системы уравнений на основе функционально-графических представлений уравнений. Изображать, распознавать и описывать взаимное расположение прямой и окружности. Исследовать системы уравнений с двумя переменными, содержащие буквенные коэффициенты. Решать линейные системы с параметром. Находить целочисленные решения уравнений вида $ax + by = c$. Решать задания повышенной сложности. Решать системы уравнений с несколькими переменными. Приводить примеры преобразований, нарушающих равносильность. Решать несложные уравнения второй степени с двумя переменными в целых числах</p>

Хорда и секущие (12, *14, **20)

Измерение угла между секущими. Угол между касательной и секущей. Угол между хордой и касательной. Измерение угла с вершиной внутри окружности.

Пересекающиеся хорды окружности. Свойство отрезков пересекающихся хорд. **Признак расположения четырёх точек на одной окружности.* Свойство отрезков секущих. **Свойство касательной и отрезков секущей.* ***Признак касательной к окружности.* ***Степень точки относительно окружности*

Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.

Воспроизводить формулировки определений.

Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, **проводить** несложные доказательства самостоятельно.

Формулировать определения понятий, связанных с окружностью, секущей и касательной к окружности, углов, связанных с окружностью.

Формулировать и **доказывать** теоремы об углах, связанных с окружностью.

Изображать, распознавать и **описывать** взаимное расположение прямой и окружности.

Исследовать свойства конфигураций, связанных с окружностью, с помощью компьютерных программ.

Решать задачи на построение, доказательство и вычисление.

Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, **проводить** дополнительные построения в ходе решения. **Выделять** на чертеже конфигурации, необходимые для проведения обоснований логических шагов решения.

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p>Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи. Решать задания повышенной сложности. Формулировать и доказывать признак расположения четырёх точек на одной окружности. Формулировать и доказывать признак касательной к окружности</p>
<p>Неравенства (9, *13, **21)</p> <p>Строгие неравенства. Корни неравенства. Равносильные неравенства. Замена неравенства равносильным ему неравенством противоположного направления. Замена выражения, входящего в запись неравенства. Умножение неравенства на положительное число. Умножение неравенства на отрицательное число. Прибавление одного и того же слагаемого к обеим частям неравенства. **Задача с параметром. Нестрогие неравенства и их свойства.</p> <p>Линейные уравнения и строгие неравенства. Уравнения прямых на плоскости. Нахождение множества решений неравенств $ax + by + c > 0$ и $ax + by + c < 0$ при $b > 0$. Нахождение множества решений неравенства $ax + by + c > 0$ при $b = 0$. **Системы линейных неравенств с двумя неизвестными. **Линейные функции от двух переменных. **Значение линейной функции на части плоскости</p>	<p>Воспроизводить формулировки определений. Выполнять элементарные знаково-символические действия. Преобразовывать алгебраические суммы и произведения, выполнять приведение подобных слагаемых, раскрытие скобок, упрощение произведений. Формулировать свойства числовых неравенств, иллюстрировать их на координатной прямой, доказывать алгебраически; применять свойства неравенств при решении задач. Распознавать линейные неравенства. Решать линейные неравенства. Описывать множество действительных чисел. Сравнивать и упорядочивать рациональные числа, выполнять вычисления с рациональными числами.</p>

<p>ти. **Задание выпуклого многоугольника системой неравенств. **Точки максимума и минимума линейной функции. **Пример экономической задачи</p>	<p>Изображать числа точками на координатной прямой.</p> <p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графические изображения числовых множеств, теоретико-множественную символику.</p> <p>Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразований.</p> <p>Доказывать неравенства.</p> <p>Решать несложные неравенства с параметром.</p> <p>Изображать на координатной плоскости множества точек, задаваемые неравенствами с двумя переменными и их системами.</p> <p>Задавать алгебраически области координатной плоскости</p>
<p>Формулы преобразования тригонометрических функций (11, *13, **15)</p>	
<p>Таблица значений тригонометрических функций основных углов. Направленные углы. Тригонометрические функции направленного угла. Косинус суммы и разности углов. Синус и косинус угла $90^\circ - \alpha$. Синус суммы и разности углов. Тангенс суммы углов. **Котангенс суммы углов.</p> <p>Косинус и синус двойного угла. Формулы понижения степени тригонометрических функций. Тангенс двойного угла. *Синус тройного угла.</p>	<p>Формулировать определения синуса, косинуса, тангенса и котангенса.</p> <p>Использовать формулы приведения, формулы двойных углов тригонометрических функций для решения задач.</p> <p>Формулировать и разъяснять основное тригонометрическое тождество.</p> <p>По значению одной тригонометрической функции угла вычислять значения других тригонометрических функций этого угла.</p>

<p>Основное содержание по темам</p> <p>Формулы приведения тригонометрических функций. **Мнемонические правила для формул приведения</p> <th data-bbox="107 110 656 797"> <p>Основные виды деятельности</p> <p>Строить речевые конструкции с использованием функциональной терминологии. Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения. Опираясь на данные условия задачи, проводить необходимые рассуждения. Интерпретировать полученный результат и составлять его с условием задачи. Опираясь на данные условия задачи, находить возможности применения необходимых формул для обоснования доказательных рассуждений в ходе решения задачи. Решать задания повышенной сложности. Применять формулы синуса тройного угла для решения задач.</p> </th>	<p>Основные виды деятельности</p> <p>Строить речевые конструкции с использованием функциональной терминологии. Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения. Опираясь на данные условия задачи, проводить необходимые рассуждения. Интерпретировать полученный результат и составлять его с условием задачи. Опираясь на данные условия задачи, находить возможности применения необходимых формул для обоснования доказательных рассуждений в ходе решения задачи. Решать задания повышенной сложности. Применять формулы синуса тройного угла для решения задач.</p>
<p>Метрические соотношения в треугольнике (13, *15, **18)</p> <p>Теорема косинусов. Свойства диагоналей параллелограмма. Вычисление площади треугольника по двум сторонам и углу между ними. Формула Герона. Длина хорды окружности. Вычисление сторон вписанного в окружность треугольника. Теорема синусов. Свойство биссектрисы треугольника. **Теорема о трисекции углов треугольника.</p>	<p>Формулировать определения прямоугольного, остроугольного, тупоугольного, равнобедренного, равностороннего треугольников; высоты, медианы, биссектрисы; распознавать и изображать их на чертежах и рисунках. Формулировать и доказывать теоремы о соотношениях между сторонами и углами треугольника. Формулировать и доказывать теоремы косинусов и синусов.</p>

Вычисление углов треугольника по трём сторонам. Вычисление элементов треугольника по двум сторонам и углу между ними. Вычисление элементов треугольника по стороне и двум углам. **Вычисление элементов треугольника по двум сторонам и углу.* **Вычисление расстояния между двумя точками.* ***Вычисление расстояния методом триангуляции*

Использовать теорему косинусов при решении задач на нахождение углов и длин сторон треугольника. **Ссылаться** в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.

Воспроизводить формулировки и доказательство изучаемых теорем, **проводить** несложные доказательства самостоятельно.

Решать задачи на построение, доказательство и вычисление. **Моделировать** условие задачи с помощью чертежа или рисунка, **проводить** дополнительные построения в ходе решения. **Опираясь** на данные условия задачи, **проводить** необходимые рассуждения. **Интерпретировать** полученный результат и сопоставлять его с условием задачи.

Исследовать свойства треугольников и его элементов с помощью компьютерных программ.

Формулировать и **объяснять** свойства площади. **Находить** площадь треугольника.

Выводить формулу площади треугольника. **Решать** задачи на вычисление площадей треугольников.

Использовать формулы для обоснования доказательных рассуждений в ходе решения. **Интерпретировать** полученный результат и **сопоставлять** его с условием задачи.

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Квадратные неравенства</p> <p>Общий вид квадратного неравенства. Графический метод решения квадратных неравенств. **Решение с помощью графиков неравенств, содержащих модуль. Правила нахождения корней квадратного неравенства.</p> <p>*Решение дробно-линейных неравенств. **Решение неравенства третьей степени разложимом на произведение квадратного и линейного сомножителей.</p> <p>Знаки квадратного трёхчлена на промежутках числовой прямой. Метод интервалов для произведения линейных множителей. *Метод интэрвалов при нелинейных множителях</p>	<p>Решать задачи на доказательство повышенной сложности</p> <p>Квадратные неравенства (17, *20, **24)</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Выполнять элементарные знаково-символические действия.</p> <p>Преобразовывать алгебраические суммы и произведения, выполнять приведение подобных слагаемых, раскрытие скобок, упрощение произведений.</p> <p>Формулировать свойства числовых неравенств, иллюстрировать их на координатной прямой, доказывать алгебраически; применять свойства неравенств при решении задач.</p> <p>Распознавать линейные, квадратные неравенства. Решать линейные, квадратные неравенства.</p> <p>Выяснять возможность разложения квадратного трёхчлена на множители, представлять квадратный трёхчлен в виде произведения линейных множителей.</p> <p>Изображать числа точками на координатной прямой.</p> <p>Использовать в письменной математической речи обозначения и графические изображения числовых множеств, теоретико-множественную символику.</p>

	<p>Применять различные формы самоконтроля при выполнении преобразований.</p> <p>Задавать алгебраически области координатной плоскости.</p> <p>Использовать метод интервалов для решения дробно-линейных неравенств.</p> <p>Выполнять разложение многочлена на множители.</p> <p>Решать с помощью графиков неравенства, содержащие модуль.</p> <p>Решать задачи повышенной сложности</p>
<p>Скалярное произведение векторов (9, *10, **14)</p>	
<p>Операции сложения, вычитания векторов и умножения вектора на число. Координатное определение скалярного произведения. Свойства скалярного произведения. Преобразование выражений с векторами.</p> <p>Скалярный квадрат вектора. Угол между векторами. Скалярное произведение векторов. Нахождение угла между векторами с помощью скалярного произведения. *Скалярное произведение свободных векторов. Скалярное произведение перпендикулярных векторов</p>	<p>Формулировать определение и иллюстрировать понятие вектора, длины (модуля) вектора, угла между ненулевыми векторами.</p> <p>Вычислять длину и координаты вектора.</p> <p>Находить угол между ненулевыми векторами.</p> <p>Выполнять операции над векторами.</p> <p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Выполнять проекты по темам использования векторного метода при решении задач на вычисление и доказательство.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
	<p>Использовать свойства векторов при решении задач на вычисление и доказательство.</p> <p>Моделировать условие задачи с помощью чертежа или рисунка, проводить дополнительные построения в ходе решения.</p> <p>Опираясь на данные условия задачи, проводить необходимые рассуждения.</p> <p>Интерпретировать полученный результат и сопоставлять его с условием задачи.</p> <p>Решать задачи на вычисление и доказательство повышенной сложности</p>
<p>Степень с рациональным показателем (8, *10, **12)</p> <p>Функция $y = x^3$. Функция $y = x^n$. Чётность и нечётность функций $y = x^n$. Параллельный перенос графика функции. Функция $y = \frac{1}{x^n}$. Параллельный перенос графика функции $y = \frac{a}{x^n}$.</p> <p>Арифметический корень n-й степени из неотрицательного числа. Корень нечётной степени из отрицательного числа. Сравнение степеней неотрицательных чисел. Единственность арифметического корня. Правила действия с корнями n-й степени. *График функции $y = \sqrt[n]{x}$ при нечётном натуральном n. *Параллельный перенос графика</p>	<p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Формулировать, записывать в символической форме и обосновывать свойства степени с рациональным показателем.</p> <p>Формулировать определение степени с рациональным показателем. Вычислять значения степеней с рациональным показателем.</p> <p>Применять свойства степеней для преобразования выражений и вычислений.</p> <p>Выполнять прикидку и оценку результатов вычислений.</p> <p>Формулировать определение арифметического корня n-й степени из неотрицательного числа.</p>

функции $y = a \sqrt[n]{x}$. **Метод Феррари решения уравнения четвёртой степени. Решение биквадратного уравнения.

Степень с показателем $\frac{1}{n}$. Степень с рациональным показателем. Возведение степени с рациональным показателем в целую и в рациональную степень. Произведение степеней одного числа. Сравнение степеней одного и того же числа. **Доказательство свойства сравнения степеней. Произведение и отношение степеней с разным основанием. Сравнение степеней с одинаковым показателем. **Логарифм степени с рациональным показателем

Применять правила действия с корнями n -й степени для преобразования выражений и вычислений.

Строить по точкам графики функций. Описывать свойства функций на основе их графического представления.

Моделировать реальные зависимости с помощью графиков. Интерпретировать графики реальных зависимостей.

Использовать функциональную символику для записи разнообразных фактов, связанных с рассматриваемыми функциями, обогащая опыт выполнения знаково-символических действий. Строить речевые конструкции с использованием функциональной терминологии.

Использовать компьютерные программы для построения графиков функций, для исследований положения графиков функций на координатной плоскости в зависимости от значения параметров, входящих в формулу.

Распознавать виды изученных функций. Показывать схематически положение на координатной плоскости графиков функций $y = x^n$, $y = \frac{1}{x^n}$.

Выполнять параллельный перенос.

Решать уравнения, сводящиеся к квадратным уравнениям.

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Определение последовательности. Способы задания последовательности. *<i>Рекуррентный способ задания последовательности</i>. Конечные последовательности.</p> <p>Метод математической индукции. *<i>Пример ошибочных рассуждений по индукции</i>. Обобщение схемы индукции.</p> <p>Арифметическая прогрессия. Формула общего члена арифметической прогрессии. Сумма членов арифметической прогрессии. *<i>Сумма квадратов последовательных натуральных чисел</i>.</p> <p>Геометрическая прогрессия. Сумма членов геометрической прогрессии</p>	<p>Строить графики изучаемых функций; описывать их свойства.</p> <p>Доказывать основные свойства степени с целыми показателями.</p> <p>Решать задачи повышенной сложности.</p> <p>Использовать метод Феррари для решения уравнения четвёртой степени</p> <p>Последовательности (12, *13, **16)</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Применять индексные обозначения, строить реальные высказывания с использованием терминологии, связанной с понятием последовательности.</p> <p>Вычислять члены последовательностей, заданных формулой n-го члена или рекуррентной формулой. Устанавливать закономерность в построении последовательности, если точками выписаны первые несколько её членов. Изображать члены последовательности точками на координатной плоскости.</p> <p>Распознавать арифметическую и геометрическую последовательности. Выводить на основе доказательных рассуждений формулы общего члена арифметической и геометрической прогрессий, суммы n членов арифметической и геометрической прогрессий; решать задачи с использованием этих формул.</p>

	<p>Рассматривать примеры из реальной жизни, иллюстрирующие закономерности расположения членов в арифметической прогрессии, в геометрической прогрессии. Изображать соответствующие закономерности графически.</p> <p>Иллюстрировать математические понятия и утверждения примерами. Использовать примеры и контрпримеры в аргументации.</p> <p>Использовать метод математической индукции для решения задач на доказательство.</p> <p>Решать задачи повышенной сложности</p>
<p>Комбинаторные задачи (9, *9, **16)</p>	
<p>Задачи о перечислении комбинаций. *<i>Магический квадрат.</i> **<i>Задача Эйлера о кёнигсбергских мостах.</i></p> <p>Разбиение множества на части. Обобщение правила суммы. Формула включений и исключений. Правило произведения. **<i>Декартово произведение двух множеств.</i></p> <p>Сочетание из n элементов по k. Размещение из n элементов по k. Размещение с повторениями. Перестановки. **<i>Доказательство формулы для числа размещений.</i> Доказательство формулы для числа сочетаний. **<i>Равенство Паскаля</i></p>	<p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Выполнять перебор всех возможных вариантов для пересчёта объектов или комбинаций.</p> <p>Применять правило комбинаторного умножения для решения задач на нахождение числа объектов или комбинаций.</p> <p>Распознавать задачи на определение числа перестановок и выполнять соответствующие вычисления.</p> <p>Применять формулы для решения задач.</p> <p>Решать задачи повышенной сложности.</p> <p>Находить декартово произведение двух множеств.</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Элементы теории вероятностей и математической статистики (15, *17, **20)</p> <p>Эксперимент со случайным исходом. Эксперименты с равновероятными исходами. Классическое определение вероятности.</p> <p>Вероятность события при случайном выборе точки из множества в пространстве. Вероятность события при случайном выборе точки из множества на плоскости. Вероятность события при случайном выборе точки из множества на прямой. *Вероятность события при случайном выборе точки из множества на окружности.</p> <p>Частота. Закон больших чисел. Применение закона больших чисел к решению практических задач. **Центральная предельная теорема теории вероятностей.</p> <p>Типы статистических данных. Генеральная совокупность и выборка. Репрезентативная выборка. Выборочное среднее. Выборочная медиана. Размах и дисперсия</p>	<p>Доказывать формулы для подсчёта числа размещений.</p> <p>Использовать равенство Паскаля при решении задач на вычисление и доказательство</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Проводить случайные эксперименты, в том числе с помощью компьютерного моделирования, интерпретировать их результаты, вычислять частоту случайного события, оценивать вероятность с помощью частоты, полученной опытным путём.</p> <p>Решать задачи на нахождение вероятностей событий.</p> <p>Приводить примеры случайных событий, в том числе достоверных и невозможных, маловероятных событий. Приводить примеры противоположных событий, равновероятных событий.</p> <p>Решать задачи на вычисление вероятности с применением формул комбинаторики.</p> <p>Приводить примеры числовых данных, находить среднее значение, размах, медиану числовых наборов.</p> <p>Решать задачи на геометрическую вероятность.</p>

	<p><i>Применять закон больших чисел при решении задач.</i></p> <p><i>Решать задачи повышенной сложности.</i></p> <p><i>Находить дисперсию</i></p>
<p>Элементы математической логики (8, *10, **14)</p> <p>Высказывания. Предикаты. Область истинности предиката. Равносильность предикатов. Квантор всеобщности. Квантор существования.</p> <p>Конъюнкция высказываний. Конъюнкция предикатов. Дизъюнкция высказываний. Дизъюнкция предикатов. Отрицание высказываний. Отрицание предиката. Импликация высказываний. Импликация предикатов. *<i>Равносильность высказываний.</i></p> <p>Понятие теоремы. Логическая форма теоремы. Пример и контрпример. Необходимость и достаточность. Обратное утверждение. Прямая и обратная теоремы. *<i>Метод доказательства от противного.</i> *<i>Противоположное утверждение.</i> Теоремы существования</p>	<p>Ссылагся в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы.</p> <p>Воспроизводить формулировки определений.</p> <p>Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно.</p> <p>Использовать теоретико-множественную символику и язык при решении задач в ходе изучения различных разделов курса.</p> <p>Иллюстрировать математические понятия и утверждения примерами. Использовать примеры и контрпримеры в аргументации.</p> <p>Конструировать математические предложения с помощью логических связок «если..., то...», «в том и только в том случае», «и», «или».</p> <p>Использовать метод доказательства от противного при решении задач на доказательство.</p> <p>Решать задачи повышенной сложности</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности
<p>Неевклидовы геометрии (8, *10, **16)</p> <p>Сферические отрезки и треугольники. **Сферические углы. *Сферический двуугольник. *Симметрия относительно окружности. *Построение точки, симметричной данной точке относительно окружности. *Свойства симметрии относительно окружности. *О преобразовании прямой. *О преобразовании окружности. *Общие точки симметричных фигур. **Преобразование окружности, перпендикулярной к данной. Пятый постулат Евклида. Аксиома и геометрия Лобачевского. Свойства геометрии Лобачевского, отличные от обычных. *Модель плоскости Лобачевского. *Модель Пуанкаре плоскости Лобачевского. *Единственность неевклидовой прямой, проходящей через две точки. *Бесконечность числа неевклидовых прямых, не пересекающих данную. * Равенство фигур на модели Пуанкаре. * Перпендикуляры на модели Пуанкаре. **Градусная мера угла в модели Пуанкаре. *Окружности в модели Пуанкаре. ** Эквидистанта</p>	<p>Основные виды деятельности</p> <p>Ссылаться в ходе обоснований на определения, теоремы, аксиомы. Воспроизводить формулировки определений. Воспроизводить формулировки и доказательства изучаемых теорем, проводить несложные доказательства самостоятельно. Распознавать сферические отрезки, треугольники на рисунках или чертежах. Объяснять и иллюстрировать понятие симметрии. Формулировать основные постулаты евклидовой геометрии. Формулировать свойства геометрии Лобачевского, отличные от свойств евклидовой геометрии. Формулировать пятый постулат Евклида. Выполнять проекты по темам геометрических построений и преобразований на плоскости в пространстве. Распознавать сферические углы на рисунках или чертежах. Решать задачи повышенной сложности на вычисление, построение и доказательство. Выполнять простейшие построения на модели Пуанкаре</p>
<p>Повторение (9, *12, **12 ч)</p>	

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСНАЩЕНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Данные рекомендации составлены на основе Рекомендаций¹ по оснащению общеобразовательных учреждений учебным и учебно-лабораторным оборудованием, необходимым для реализации ФГОС ООО, организации проектной деятельности, моделирования и технического творчества обучающихся.

Рекомендации разработаны на основе требований ФГОС ООО к условиям реализации основных образовательных программ основного общего образования, в соответствии с которыми учебные кабинеты, помещения для занятий учебно-исследовательской и проектной деятельностью, моделированием и техническим творчеством образовательного учреждения, реализующего основную образовательную программу основного общего образования, должны содержать полные комплекты технического оснащения и оборудования всех предметных областей и внеурочной деятельности, включая расходные материалы и канцелярские принадлежности.

Оснащение образовательного процесса должно обеспечивать возможность:

- достижения планируемых результатов освоения основной образовательной программы основного общего образования всеми обучающимися;
- развития личности, способностей, удовлетворения познавательных интересов, самореализации обучающихся, в том числе одарённых и талантливых, через организацию учебной и внеурочной деятельности, социальной практики, общественно полезной деятельности, через систему кружков, секций, студий;

¹ Об оснащении общеобразовательных учреждений учебным и учебно-лабораторным оборудованием: письмо Минобрнауки России № МД-1552/03 от 24.11.2011.

– овладения обучающимися ключевыми компетенциями, составляющими основу дальнейшего успешного образования и ориентации в мире профессий;

– индивидуализации процесса образования посредством проектирования и реализации индивидуальных образовательных планов обучающихся, обеспечения их эффективной самостоятельной работы;

– формирования у обучающихся опыта самостоятельной образовательной, общественной, проектно-исследовательской деятельности;

– включения обучающихся в проектную и учебно-исследовательскую деятельность;

– проектирования и конструирования, управления объектами, программирования;

– создания обучающимися материальных и информационных объектов.

Оснащение учебных кабинетов должно обеспечиваться оборудованием автоматизированных рабочих мест педагога и обучающихся, а также набором традиционной учебной техники для обеспечения образовательного процесса. Автоматизированное рабочее место (АРМ) включает не только собственно компьютерное рабочее место, но и специализированное цифровое оборудование, а также программное обеспечение и среду сетевого взаимодействия, позволяющие педагогу и обучающимся наиболее полно реализовать профессиональные и образовательные потребности.

Потребность использования АРМ обучающихся при изучении различных предметных областей определяет организационную модификацию данного комплекта: организация стационарных автоматизированных рабочих мест обучающихся либо комплект общешкольного оснащения.

Традиционные средства обучения по математике (объёмные и плоскостные пособия, макеты, таблицы и др.) используются самостоятельно, а также совместно со средствами ИКТ и повышают их функциональность и эффективность использования в образовательном процессе.

Рекомендуемое оснащение учебных кабинетов математики для основной ступени общего образования

1. Технические средства обучения

Специализированный программно-аппаратный комплекс педагога и обучающегося (СПАК) является составной частью

информационно-образовательной среды образовательного учреждения, обеспечивает решение профессиональных задач педагога с применением информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). СПАК должен обеспечивать сетевое взаимодействие всех участников образовательного процесса. В СПАК входят:

1. Персональный или мобильный компьютер (ноутбук) с предусмотренным программным обеспечением¹.

2. Интерактивное оборудование: интерактивная доска, проектор мультимедийный, визуализатор цифровой.

3. Оборудование для тестирования качества знаний обучающихся.

4. Копировально-множительная техника (печатное, копировальное, сканирующее устройства).

5. Прочие устройства.

6. Универсальная платформа для перемещения, хранения и подзарядки портативных компьютеров, прочего оборудования.

2. Библиотечный фонд (книгопечатная продукция)

В состав обязательного программно-методического обеспечения кабинета математики входят стандарты по математике, примерные программы, авторские программы.

В библиотечный фонд включаются комплекты учебников, рекомендованных или допущенных Министерством образования и науки Российской Федерации.

Также в состав библиотечного фонда целесообразно включать:

1. Программы курсов, авторские программы по различным курсам математики.

2. Рабочие тетради.

3. Дидактические материалы.

4. Сборники контрольных и самостоятельных работ.

5. Практикумы по решению задач, соответствующие используемым комплектам учебников.

6. Сборники разноуровневых познавательных и развивающих заданий.

¹ Полный список аппаратного и программного обеспечения компьютера приводится в Рекомендациях по оснащению общеобразовательных учреждений учебным и учебно-лабораторным оборудованием, необходимым для реализации ФГОС основного общего образования, размещённых по адресу: <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=8420>.

7. Сборники заданий (в том числе в тестовой форме), обеспечивающих диагностику и контроль качества обучения в соответствии с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы.

8. Справочные пособия (энциклопедии, словари, справочники по математике и т.п.).

9. Методические пособия для учителя и др.

В фондах библиотеки образовательного учреждения могут содержаться научная и научно-популярная литература, необходимая для подготовки докладов, сообщений, рефератов, творческих работ.

3. Печатные пособия

Таблицы по математике должны содержать правила действий с числами, таблицы метрических мер, основные сведения о плоских и пространственных геометрических фигурах, основные математические формулы, соотношения, законы, графики функций. В кабинете математики должны находиться портреты математиков, вклад которых в развитие математики отражён в стандарте.

4. Электронные средства обучения

Могут состоять из учебной техники, обеспечивающей визуально-звуковое представление объекта изучения, мультимедийных обучающих программ и электронных учебных изданий по основным разделам курса математики. Мультимедийные обучающие программы, электронные образовательные ресурсы (ЭОР) и электронные учебные издания могут быть ориентированы на систему дистанционного обучения либо носить проблемно-тематический характер и обеспечивать дополнительные условия для изучения отдельных тем и разделов стандарта. В обоих случаях эти пособия должны предоставлять техническую возможность построения системы текущего и итогового контроля уровня подготовки обучающихся (в том числе в форме тестового контроля).

5. Учебно-практическое и учебно-лабораторное оборудование

В состав учебно-практического и учебно-лабораторного оборудования целесообразно включать:

1. Аудиторная доска с магнитной поверхностью и набором приспособлений для крепления таблиц.

2. Доска магнитная с координатной сеткой.

3. Комплект инструментов классных: линейка, транспортир, угольник (30° , 60°), угольник (45° , 45°), циркуль (комплект предназначен для работы у доски.)

4. Комплект стереометрических тел (демонстрационный), комплект стереометрических тел (раздаточный), набор планиметрических фигур.

В завершении отметим, что при организации деятельности обучающихся должны активно использоваться информационные технологии: мультимедийные программы, электронные справочники и энциклопедии, обучающие компьютерные программы, электронные библиотеки, которые включают комплекс информационно-справочных материалов, объединённых единой системой навигации и ориентированных на различные формы познавательной деятельности, в том числе исследовательскую проектную работу. В состав электронных библиотек могут входить тематические базы данных, фотографии, видео, анимация, таблицы, схемы, диаграммы и графики.

Учебно-методическое издание

Инновационная школа

ПРОГРАММА КУРСА

«Математика»

5—9 классы

под редакцией академика РАН В.В. Козлова
и академика РАО А.А. Никитина

Редактор *Е.В. Лебедева*
Художественный редактор *А.С. Побезинский*
Корректор *Г.А. Голубкова*
Вёрстка *Ю.В. Некрасовой*

Подписано в печать 00.00.00. Формат 60×90/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 8,5. Тираж экз. Заказ №
Изд. №.

ООО «Русское слово — учебник».
125009, Москва, ул. Тверская, д. 9/17, стр. 5.
Тел.: (495) 969-24-54, (499) 689-02-65.

ISBN 978-5-00092-457-0



9

785000|924570