

ФГОС
ИННОВАЦИОННАЯ ШКОЛА

Программа курса

«Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия» 10—11 классы

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

*Соответствует
Федеральному государственному
образовательному стандарту*

Москва
«Русское слово»
2019

УДК 372.016:51*10/11 (073)

ББК 74.262.21

П78

Авторы-составители:

Козлов Валерий Васильевич, Никитин Александр Александрович,
Белоносов Владимир Сергеевич, Мальцев Андрей Анатольевич,
Маркович Александр Сергеевич, Михеев Юрий Викторович,
Фокин Михаил Валентинович

П 78 **Программа курса «Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия». 10—11 классы / авт.-сост. В.В. Козлов, А.А. Никитин и др.; под ред. акад. РАН В.В. Козлова и акад. РАО А.А. Никитина. — 2-е изд. — М.: ООО «Русское слово — учебник», 2019. — 64 с. — (ФГОС. Инновационная школа).**

ISBN 978-5-00007-885-3

Настоящая программа создана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования. Содержание программы для общеобразовательных организаций направлено на изучение обучающимися курса математики и повышение интереса к изучению наук в целом.

Издание адресовано учителям математики общеобразовательных организаций, методистам.

УДК 372.016:51*10/11 (073)

ББК 74.262.21

© В.В. Козлов, 2014, 2019

© А.А. Никитин, 2014, 2019

© В.С. Белоносов, 2014, 2019

© А.А. Мальцев, 2014, 2019

© А.С. Маркович, 2014, 2019

© Ю.В. Михеев, 2014, 2019

© М.В. Фокин, 2014, 2019

© ООО «Русское слово — учебник», 2014, 2019

ISBN 978-5-00007-885-3

Учебно-методическое издание

ФГОС

Инновационная школа

ПРОГРАММА КУРСА

«Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия»

10—11 классы

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

Редактор *Е.В. Лебедева*

Художественный редактор *В.В. Тьрданова*

Корректор *Г.А. Голубкова*

Верстка *Ю.В. Некрасовой*

ISBN 978-5-00007-885-3



9

785000|078853

Подписано в печать 27.08.19. Формат 60x90/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 4. Тираж 1000 экз. Заказ №

Изд. № 16230.

ООО «Русское слово — учебник».

115035, Москва, Овчинниковская наб., д. 20, стр. 2.

Тел.: (495) 969-24-54, (499) 689-02-65

(отдел реализации и интернет-магазин).

Вы можете приобрести книги в интернет-магазине:

www.russkoe-slovo.ru e-mail: zakaz@russlo.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая программа создана на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования. Содержание программы для общеобразовательных организаций направлено на освоение обучающимися курса математики и повышение интереса к изучению наук в целом.

Программа курса содержит:

- пояснительную записку, в которой формулируются цели изучения математики, даётся общая характеристика и место учебного предмета в учебном плане, раскрываются особенности обучения по учебно-методическому комплексу «Математика» для 10 и 11 классов;
- планируемые результаты освоения основной общеобразовательной программы среднего (полного) общего образования;
- содержание курса, включающее перечень основного изучаемого материала и вариативных компонентов, распределённых по содержательным разделам;
- тематическое планирование с определением основных видов учебной деятельности обучающихся;
- рекомендации по учебно-методическому и материально-техническому обеспечению образовательного 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. 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 РАН, Института педагогических исследований одарённости детей РАО реализована идея трёхуровневого 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 подчерк-

нуть 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 вузе.

Третий уровень — специализированный. На этом уровне следует стремиться к воспитанию профессионального интереса к математике и сознательному овладению логикой рассуждений, что необходимо для последующего обучения на математическом или близких к нему естественно-научных факультетах в высших учебных заведениях.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА

Учебный предмет «Математика» является обязательным общеобразовательным предметом. Согласно учебному плану учебный предмет «Математика» изучается на двух уровнях — базовом или углублённом — в зависимости от образовательных потребностей обучающихся.

Обучение на **базовом уровне** нацелено на формирование общей культуры, связано с развивающими и воспитательными целями образования, с социализацией личности и самоопределением дальнейшего жизненного пути старшеклассника. Изучение математики на базовом уровне ставит своей целью овладение це-

лостной системой математических знаний, которая необходима каждому культурному человеку, планирующему продолжить образование в областях, не связанных с математикой.

Углублённый уровень способствует получению образования в соответствии с интересами, склонностями и способностями обучающихся, с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования. Изучение математики на углублённом уровне ставит своей целью завершение формирования у обучающихся целостной системы математических знаний как основы для продолжения образования в областях, связанных с математикой и её применением.

Математическая подготовка обучающихся на углублённом уровне открывает дополнительные возможности для совершенствования интеллектуальных и творческих способностей старшеклассников за счёт использования характерных для высшей школы видов учебной деятельности, таких, как исследовательские проекты, семинары, типовые расчёты и т.д. А это даёт возможность для развития исследовательских умений и навыков, формирования культуры мышления и математического языка.

Изучение математики на базовом уровне направлено на достижение следующих целей:

— овладение системой математических понятий, основных формул, законов и методов, изучаемых в основной общеобразовательной программе среднего (полного) общего образования;

— осознание роли математики в описании и исследовании реальных процессов и явлений, формирование представлений об идеях и методах математики; представление о математическом моделировании и возможностях его применения;

— овладение математической терминологией и символикой, понятиями и принципами математического доказательства;

— создание условий для формирования умения выдвигать гипотезы, логически обосновывать суждения, понимать необходимость их проверки;

— формирование умений выполнять точные и приближённые вычисления, преобразование числовых и буквенных выражений; решение уравнений и неравенств, их систем; решение текстовых задач; исследование функций и построение их графиков;

— понимание вероятностного характера окружающего мира; умение оценивать вероятности наступления событий в простейших ситуациях;

— формирование способности применять приобретённые универсальные учебные действия для решения задач, в том числе задач прикладного характера, из смежных учебных предметов;

— развитие способностей изображать плоские и пространственные геометрические фигуры, их комбинаций; чтение геометрических чертежей; описание свойств геометрических фигур, их комбинаций;

— развитие логики, пространственного воображения, алгоритмической культуры, критичности мышления на уровне, необходимом для продолжения образования в областях, не требующих специализированной математической подготовки.

На углублённом уровне к перечисленным выше целям добавляются следующие:

— становление мотивации к самообразованию и последующему изучению математики в учреждениях высшего профессионального образования;

— осознание и выявление структуры доказательных рассуждений, логического обоснования результатов, самостоятельное проведение доказательных рассуждений в ходе решения задач;

— овладение основными понятиями, идеями и методами математического анализа, теории вероятностей и статистики; способность применять полученные знания для описания и анализа различных ситуаций реальной жизни;

— готовность к решению задач из различных разделов математики и смежных учебных предметов, к проектной и исследовательской деятельности, в том числе при решении нестандартных и прикладных задач;

— овладение навыками использования компьютерных программ при решении математических задач, в том числе для поиска и иллюстрации хода решения.

МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «МАТЕМАТИКА» В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Учебный план на изучение математики в старшей школе отводит 4 учебных часа на базовом уровне и 6 и более учебных часов на углублённом уровне в неделю в течение каждого года обучения.

При организации обучения по трёхуровневой программе рекомендуется отводить 4 учебных часа в неделю в течение каждого года обучения, всего не менее 280 уроков за два года обучения на первом уровне. На втором уровне рекомендуется отводить 6 учебных часов в неделю в течение каждого года обучения, всего не менее 420 уроков за два года обучения.

Учебное время может быть увеличено до 8 и более уроков в неделю (всего не менее 560 уроков за два года обучения) за счёт вариативной части учебного плана в тех случаях, когда преподавание ведётся в классах, нацеленных на повышенный уровень математической подготовки обучающихся, то есть при реализации третьего уровня обучения по программе.

ОСОБЕННОСТИ КУРСА «МАТЕМАТИКА: АЛГЕБРА И НАЧАЛА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА, ГЕОМЕТРИЯ» В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ

УМК «Математика» для 10 и 11 классов создан на основе Федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, а также с учётом преемственности с Примерной программой среднего общего образования и является продолжением линии учебников издательства «Русское слово» для 5—9 классов по математике.

Содержание математического образования на ступени среднего (полного) общего образования представлено в виде следующих содержательных разделов: **числовые системы; элементарные функции; начала математического анализа; вероятность и статистика; геометрия (стереометрия)**. Наряду с этим в содержание математического образования включены два дополнительных методологических раздела: **аксиоматические основы математики; предел и непрерывность**. Содержание каждого из этих разделов отражает принципиальные особенности современной математики и предназначено для подготовки учащихся к продолжению обучения в вузах.

Раздел «**Числовые системы**» рассчитан на ознакомление обучающихся с историей развития теории числа, с алгебраическими и топологическими структурами в системах рациональных, действительных и комплексных чисел, на приложения к решению уравнений, неравенств, систем

и прикладных задач, сводящихся к решению алгебраических уравнений.

Раздел «**Элементарные функции**» рассчитан на определение и изучение числовых функций и предполагает изучение степенных, показательных, логарифмических, тригонометрических, обратных тригонометрических функций. Также рассматриваются правила преобразования выражений с радикалами, со степенями, с логарифмами, с тригонометрическими функциями и обратными к ним функциями.

Раздел «**Начала математического анализа**» рассчитан на ознакомление учащихся с общими приёмами и методами анализа числовых функций, выявления характерных особенностей в поведении графиков функций, что тесно связано с приближённым представлением результатов вычислений и теорией пределов.

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.

Цель содержания раздела «**Геометрия (стереометрия)**» — развить у обучающихся пространственное воображение и логическое мышление путём систематического изучения свойств геометрических фигур на плоскости и в пространстве и применения этих свойств при решении задач вычислительного и конструктивного характера. Сочетание наглядности со строгостью является неотъемлемой частью геометрических знаний. Материал, относящийся к блокам «Координаты в пространстве» и «Векторы в пространстве», позволяет моделировать геометрические закономерности в форме алгебраических соотношений, благодаря чему значительно расширяет возможности обучающихся в решении задач геометрического содержания.

Раздел «**Аксиоматические основы математики**» рассчитан на ознакомление обучающихся с аксиоматическим подходом к построению математических теорий. Существенная роль при этом отводится его иллюстрации на знакомых учащимся объектах. Предполагается знакомство с элементами неевклидовой геометрии Лобачевского.

Раздел «**Предел и непрерывность**» рассчитан на ознакомление обучающихся с идеологией приближения и непрерывности на уровне, который в значительной степени соответствует уровню изучения теории пределов и непрерывности в высшей школе.

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ПО УМК «МАТЕМАТИКА» ДЛЯ 10–11 КЛАССОВ

В силу новизны трёхуровневой системы обучения рекомендуется с 5 по 11 класс изучать единый предмет «Математика» (интегрированный), в котором с 5 по 9 класс параллельно изучаются разделы «Алгебра» и «Геометрия (планиметрия)», а с 10 по 11 класс изучаются разделы «Алгебра и начала математического анализа» и «Геометрия (стереометрия)».

Раздел «**Алгебра и начала математического анализа**» рассчитан на введение и изучение числовых функций, на ознакомление обучающихся с общими приёмами и методами анализа числовых функций, выявления характерных особенностей в поведении графиков функций. Этот раздел следует считать основой математического образования на ступени среднего (полного) общего образования.

Раздел «**Геометрия**» рассчитан на изучение пространственных фигур, развитие пространственного мышления, на применение полученных знаний к решению задач практической направленности на вычисление длин, площадей и объёмов.

Система вопросов и заданий в курсе математики 10 и 11 классов позволяет учитывать возрастные и психологические особенности обучающихся, а также их индивидуальные потребности. Задачи 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 учебников «Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия» способствует развитию мотивации к учению, интеллектуальной и творческой деятельности, а также формированию интереса к углублённому изучению математики.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОБУЧАЮЩИМИСЯ ОСНОВНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО (ПОЛНОГО) ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Изучение математики по УМК «Математика» для 10 и 11 классов в старшей 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 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 контролировать процесс и результат учебной математической деятельности;

— способность к эмоциональному и эстетическому восприятию математических объектов, задач, решений, рассуждений;

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

Метапредметные результаты освоения основной общеобразовательной программы должны обеспечивать:

— сформированность первоначальных представлений об идеях и методах математики как об универсальном языке науки и техники, средстве моделирования явлений и процессов;

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

— умение распознавать логически некорректные высказывания, отличать гипотезу от факта; умение применять индуктивные и дедуктивные способы рассуждений, видеть различные стратегии решения задач;

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

— 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;

— понимание сущности алгоритмических предписаний и умение действовать в соответствии с предложенным алгоритмом; умение самостоятельно выбирать и создавать алгоритмы для решения учебных проблем;

— умение планировать и осуществлять деятельность, направленную на решение задач исследовательского характера;

— умение планировать и оценивать результаты деятельности, соотносить их с поставленными целями и жизненным опытом, публично представлять её результаты, в том числе с использованием средств информационно-коммуникационных технологий.

Предметные результаты на базовом уровне проявляются в знаниях, умениях, компетентностях, характеризующих уро-

вень освоения обучающимися содержания учебного предмета. В итоге обучающиеся должны:

- владеть базовым понятийным аппаратом;
- характеризовать системы целых, рациональных, действительных, иррациональных чисел;
- характеризовать систему комплексных чисел;
- давать определения, формулировать свойства корней, степеней, логарифмов, тригонометрических функций;
- производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений;
- решать уравнения, неравенства с радикалами, степенями, логарифмами и тригонометрическими функциями в несложных случаях (с применением одной-двух формул и/или замены переменной), в том числе при решении практических расчётных задач из окружающего мира и из области смежных дисциплин;
- приводить примеры реальных явлений и процессов, в том числе периодических, количественные характеристики которых описываются с помощью функций;
- использовать готовые компьютерные программы для иллюстрации зависимостей;
- определять значения функции по значению аргумента; изображать на координатной плоскости графики зависимостей, заданных описанием, в табличной форме и формулой; описывать свойства функций с опорой на графики; перечислять и иллюстрировать, используя графики, свойства основных элементарных функций;
- соотносить реальные зависимости из окружающей жизни и из смежных дисциплин с элементарными функциями, делая выводы о свойствах таких зависимостей;
- объяснять на примерах суть методов математического анализа для исследования функций и вычисления площадей фигур, ограниченных графиками функций; вычисление объёмов в простейших случаях; находить пределы последовательностей в простейших случаях;
- объяснять геометрический и физический смысл производной; пользоваться таблицами производных и интегралов, правилами нахождения производных сумм, произведения и частного; пользоваться понятием производной при описании свойств функции (монотонность, наибольшее и наименьшее значения);

— приводить примеры процессов и явлений, имеющих случайный характер; находить в простейших ситуациях из окружающей жизни вероятность наступления случайного события; составлять таблицы распределения вероятностей;

— осуществлять информационную переработку задачи, переводя информацию на язык математических символов, представляя содержащиеся в задачах количественные данные в виде формул, таблиц, графиков, диаграмм, и выполнять обратные действия с целью извлечения информации из формул, таблиц, графиков и др.;

— исходя из условия задачи, составлять числовые выражения, уравнения, неравенства и находить значения искомых величин;

— излагать и оформлять решение логически последовательно, с необходимыми пояснениями;

— использовать язык стереометрии для описания объектов окружающего мира;

— приводить примеры реальных объектов, пространственные характеристики которых описываются с помощью геометрических терминов и отношений (параллельности, перпендикулярности, равенства, подобия, симметрии);

— иметь представление о многогранниках и телах вращения; распознавать на чертежах и моделях плоские и пространственные геометрические фигуры, соотносить трёхмерные объекты с их описанием, чертежами, изображениями;

— давать определения, формулировать свойства многогранников и тел вращения;

— выполнять геометрические построения;

— иллюстрировать методы параллельного, перпендикулярного и центрального проектирования;

— строить простейшие сечения геометрических тел;

— исследовать и описывать пространственные объекты;

— уметь использовать свойства плоских и пространственных фигур, методы вычисления их линейных элементов и углов, формулы для вычисления площадей поверхностей пространственных фигур, формулы для вычисления объёмов многогранников и тел вращения;

— вычислять длину отрезка по координатам его концов; вычислять координаты середины отрезка;

— оперировать с векторами: находить сумму и разность двух векторов, заданных геометрически, находить вектор, равный произведению заданного вектора на число;

— находить для векторов, заданных координатами: длину вектора, координаты суммы и разности двух и более векторов, координаты произведения вектора на число, вычислять скалярное произведение векторов;

— представлять вектор в виде линейной комбинации трёх векторов, раскладывать вектор по трём некопланарным;

— проводить доказательства геометрических теорем; проводить письменные и устные логические обоснования при решении задач на вычисления и доказательство;

— использовать в отношении геометрических фигур готовые компьютерные программы для построения, проведения экспериментов и наблюдений на плоскости и в пространстве; моделировать изменение свойств геометрических объектов в динамике, в зависимости от изменения параметров.

На *углублённом уровне* к перечисленным выше предметным результатам добавляются следующие:

— *приводить примеры расширения, элементарных функций на область комплексных чисел;*

— *доказывать свойства корней n -й степени, степеней, логарифмов, тригонометрических функций; формулировать и доказывать теорему о рациональных корнях многочлена;*

— *решать уравнения, неравенства, системы уравнений и неравенств, содержащих степенные, показательные, логарифмические, тригонометрические функции (без ограничения по уровню сложности тождественных преобразований); использовать идею координат на плоскости для представления алгебраических объектов; использовать свойства функций, входящих в уравнение, для обоснования утверждения о существовании решений и об их количестве;*

— *использовать готовые компьютерные программы для поиска пути решения уравнений и неравенств;*

— *характеризовать поведение функций; применяя аппарат элементарных функций, строить и исследовать математические модели реальных зависимостей из окружающей жизни и из смежных дисциплин, характеризовать свойства этих зависимостей, исходя из полученных результатов; приводить примеры (из смежных дисциплин), демонстрирующих границы применимости математических моделей;*

— применять идею предельного перехода к определению величины бесконечной периодической десятичной дроби, вычислению длины окружности, площади круга, площадей поверхностей и объёмов тел вращения, обоснованию непрерывности элементарных функций;

— находить производные сложной и обратной функций; пользоваться понятием производной при исследовании функций на монотонность, на экстремумы и при построении графиков;

— объяснять смысл интеграла как площади под графиком функции, первообразной — как способа нахождения пути по скорости; вычислять площади плоских фигур с помощью интеграла;

— характеризовать процессы и явления, имеющие вероятностный характер; оценивать вероятностные характеристики случайных величин по статистическим данным;

— приводить примеры математических задач, для решения которых целесообразно применять геометрический способ задания вероятности; решать простейшие прикладные задачи на геометрические вероятности;

— обосновывать методы параллельного, перпендикулярного и центрального проектирования;

— применять традиционную схему решения задач на построение с помощью циркуля и линейки

— применять метод геометрических мест точек и метод подобия при решении задач на построение;

— доказывать свойства многогранников и тел вращения, анализировать формулировки определений и теорем;

— применять методы решения задач на вычисления и доказательства;

— использовать алгебраический и тригонометрический аппарат и идеи движения при решении геометрических задач;

— использовать отношения равновеликости при вычислении объёмов многогранников и тел вращения;

— применять координатный и векторный методы для решения задач на вычисления и доказательства;

— решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, соотносением полученного ответа с условием задачи.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

10 КЛАСС

Первый уровень — 140 учебных часов.

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

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

Аксиоматический метод в математике (2 часа, *4 часа, **8 часов). Аксиомы. Аксиоматический метод. Возникновение геометрии. «Начала» Евклида. Пятый постулат. ***Аксиоматика Гильберта: аксиомы связи, порядка, конгруэнтности, аксиома параллельности, аксиомы Архимеда и Кантора.* ***Определение арифметических операций по индукции.* Примеры логических парадоксов: парадокс кучи, ***парадоксы брадобрея и лжеца.*

Начала стереометрии (8 часов, *10 часов, **14 часов). Примеры фигур в пространстве. Параллельность прямых в пространстве. ***Эллипс как коническое сечение.* Основные понятия стереометрии. Аксиома плоскости. Аксиомы связи. Аксиома о пересечении плоскостей. Пространство и полупространство. Равенство фигур в пространстве. Знакомство с пирамидами. **Внутренние точки пирамиды.* Примеры сечений треугольной и четырёхугольной пирамиды. Общее понятие пирамиды.

Действительные числа (8 часов, *15 часов, **20 часов). Рациональные числа и их свойства. Абсолютная величина или модуль числа. **Неравенство для модуля суммы.* **Неравенство Бернулли.* Периодические десятичные дроби. ***Цепная*

дробь. Сопоставление точке числовой прямой десятичной дроби. Определение действительного числа. Иррациональные числа. ****Иррациональность чисел, записываемых непериодическими десятичными дробями.** **Сравнение действительных чисел с помощью десятичных приближений.* Приближённые значения результатов арифметических операций. Запись бесконечной периодической дроби в виде обыкновенной дроби.

Параллельность прямых и плоскостей (14 часов, *20 часов, **24 часа). Взаимное расположение прямых в пространстве. Признак параллельности прямых в пространстве. Признаки скрещивающихся прямых. Взаимное расположение прямой и плоскости в пространстве. Признак параллельности прямой и плоскости. Сечение многогранников плоскостями, параллельными заданным прямым. ****Пример построения сечения пирамиды плоскостью, параллельной заданным прямым.** Взаимное расположение плоскостей. Признаки параллельности плоскостей. Отрезки параллельных прямых, заключённые между параллельными плоскостями. Треугольная призма. Параллелепипед. **Центральная симметрия в пространстве.* Построение сечений призмы. Параллельное проектирование.

Предел последовательности (10 часов, *14 часов, **20 часов). Примеры числовых последовательностей. **Определение последовательности.* Бесконечно малая последовательность. Теорема о пределе промежуточной последовательности. ****Применения теоремы о пределе промежуточной бесконечно малой последовательности.** Сходящиеся последовательности. **Определение предела последовательности и его геометрический смысл.* Сумма, произведение и частное сходящихся последовательностей. Монотонные ограниченные последовательности. Числовой ряд. Сходимость, расходимость рядов. ****Знак суммирования.** Примеры сходящихся рядов. Геометрический ряд. Убывающая геометрическая прогрессия. **Расходимость геометрического ряда.*

Перпендикулярность в пространстве (12 часов, *16 часов, **20 часов). Перпендикулярность прямых в пространстве. Признак перпендикулярности прямой и плоскости. Построение плоскости, перпендикулярной к прямой. ****Единственность плоскости, проходящей через заданную точку и перпендикулярную данной прямой.** Построение прямой, перпендикулярной к плоскости. Перпендикуляр и наклонная.

Расстояние от точки до плоскости. Высота пирамиды. ****Параллельность плоскостей, перпендикулярных к одной прямой.** Перпендикулярность параллельных прямых к одной плоскости. Способы построения перпендикуляра к плоскости. Расстояние между параллельными плоскостями. Высота призмы. Теорема о трёх перпендикулярах. ****Перпендикулярность скрещивающихся прямых.** Взаимная перпендикулярность плоскостей.

Показательные и логарифмические функции (10 часов, *17 часов, **22 часа). Свойства степеней с натуральными и целыми показателями. ***Доказательства свойств степени с натуральными и целыми показателями.** Степенные функции с натуральными и целыми показателями. ****Непрерывность функций.** Арифметический корень. ****Функция $y = \sqrt[n]{x}$ при нечётном n .** Свойства степеней с рациональными показателями. Примеры степени с действительным показателем. ****Непрерывность функции $y = 2^x$.** Обобщение степени, свойства степеней с действительным показателем. Показательная функция. Уравнения вида $a^x = b$. Решение простейших показательных неравенств. Логарифмы. Логарифмическая функция. ****Монотонность логарифмической функции.** Основные логарифмические тождества. Сумма и разность логарифмов. Логарифм степени. ***Условия применимости логарифмических формул.** Формула перехода к новому основанию логарифмов. Десятичный логарифм. Примеры логарифмических уравнений и неравенств.

Тригонометрические функции числового аргумента (14 часов, *20 часов, **24 часа). Площадь единичного круга и число π . Площадь круга радиуса R и его частей. Длина окружности. Длина дуги окружности. ****Вывод формулы длины дуги окружности для рационального значения угла.** Радианное измерение угла. Соответствие градусной и радианной мер. Площадь сектора и длина дуги при измерении угла в радианах. Радианная мера произвольного угла. Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента. Графики синуса, косинуса, тангенса и котангенса. Формулы сложения для тригонометрических функций. Формулы приведения. Формулы двойного и половинного аргумента. ***Формула для $\operatorname{tg} \frac{x}{2}$.** Формулы произведений и сумм тригонометрических функций. ****Вычисление сумм $\frac{1}{2} + \cos x + \cos 2x + \dots + \cos nx$.**

Сечения (8 часов, *10 часов, **14 часов). Задачи, возникающие при построении сечений. Пересечение прямых. ****Построение прямой, пересекающей две заданные прямые.** Пересечение плоскостей. Пересечение прямой с плоскостью. ***Построение сечения, проходящего через три точки.** Построение прямой, параллельной заданной прямой. Построение сечения, параллельного прямому. Построение сечения, параллельного плоскости. Практические приёмы использования сечений. Линии уровня. ***Применение вспомогательных сечений.** ****Задача о пересечении двух цилиндров.**

Касательная (2 часа, *6 часов, **10 часов). Наглядное представление о непрерывной кривой. Промежутки на числовой прямой. Непрерывность монотонных функций. Кривые на плоскости. Наглядные представления о касательной. Свойства касательной к окружности. ****Отличие секущей от касательной.** Определение касательной к кривой. ****Единственность касательной.** Уравнение прямой. Угловой коэффициент касательной как предел угловых коэффициентов секущих. ***Необходимое условие существования касательной.** ****Достаточное условие существования касательной.** Пример нахождения касательной.

События и вероятности (8 часов, *8 часов, **10 часов). Случайный выбор элемента из конечного множества. Случайный выбор точки из множеств в пространстве и на плоскости. Случайный выбор точки на отрезке и на окружности. Мера и вероятность. Новые примеры мер множеств. Операции над событиями. Пересечение и объединение событий. Произведение и сумма событий. Несовместные события. Дополнение к событию. Невозможное событие. Три свойства вероятностей. Закон сложения вероятностей. Вероятность дополнения к событию. ***Доказательство свойств вероятностей.**

Тригонометрические уравнения (10 часов, *17 часов, **23 часа). Примеры простейших тригонометрических уравнений. Арккосинус. Общее решение уравнения $\cos x = a$. Уравнение $\cos t = 0$. Арксинус. Общее решение уравнения $\sin x = a$. Уравнение $\sin t = 0$. **** Другая форма записи решений уравнения $\sin x = a$.** Арктангенс. Общее решение уравнения $\operatorname{tg} x = a$. Решение уравнения $\operatorname{ctg} x = a$. Тригонометрические уравнения, сводящиеся к простейшим. ***Способ подстановки.** ****Универсальная подстановка $\operatorname{tg} \frac{x}{2} = t$.** ***Обратная функция и её гра-**

фик. ****Обратные тригонометрические функции.** ****Значения $\cos(\arcsin x)$, $\operatorname{ctg}(\operatorname{arctg} x)$.** ****Равенство $\arcsin x + \arccos x = \frac{\pi}{2}$.**

Углы в пространстве (12 часов, *19 часов, **25 часов). Угол между пересекающимися прямыми. Угол между скрещивающимися прямыми в пространстве. Примеры нахождения углов. Двугранный угол. Построение линейного угла. ****Вычисление величины двугранного угла по перпендикулярам к граням.** Угол между плоскостями. Перпендикулярность плоскостей. Угол между прямой и плоскостью в особых случаях. Угол между наклонной и плоскостью. ***Примеры на вычисление угла между прямой и плоскостью.** Трёхгранный угол. Вычисление элементов трёхгранного угла. ***Теорема косинусов для трёхгранного угла.** ****Свойство плоских углов трёхгранного угла.** ***Многогранный угол.** Площадь проекции многоугольника. ***Вычисление площади многоугольника по площади его проекции.**

Показательные и логарифмические уравнения и неравенства (11 часов, *18 часов, **26 часов). Решение простейших показательных и логарифмических уравнений. ***Сохранение равносильности при преобразованиях.** Решение уравнений приведением к равенству логарифмов с одним основанием. ***Решение уравнений способом логарифмирования.** Показательные неравенства, сводящиеся к простейшим. Логарифмические неравенства, сводящиеся к простейшим. ***Решение неравенств приведением к неравенству между логарифмами с одним основанием.** ****Сокращённый способ решения неравенства вида $\log_{h(x)} f(x) > \log_{h(x)} g(x)$.** ****Пример уравнения и неравенства, содержащего логарифмы и тригонометрические функции.** ***Пример неравенства, содержащего логарифмы и радикалы.** ****Пример уравнения с параметром.**

Комплексные числа (7 часов, *10 часов, **12 часов). Множество комплексных чисел. Сумма, разность и произведение комплексных чисел. Деление во множестве комплексных чисел. Комплексно-сопряжённые числа. Свойство операций во множестве комплексных чисел. ****О необходимости доказательства свойств арифметических операций во множестве \mathbb{C} .** Определение квадратного корня. Изображение комплексных чисел на плоскости. Комплексная плоскость. Геометрическое представление суммы комплексных чисел. Изображения комплексно-сопряжённых чисел.

11 КЛАСС

Первый уровень — 140 учебных часов.

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

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

Предел и непрерывность (10 часов, *15 часов, **24 часа).

Область определения функции. Пример области определения сложной структуры. Предельные точки области определения. Предел функции. Графическая иллюстрация понятия предела функции. Свойства пределов функций. **Доказательство теоремы для предела отношения двух функций.* Пример разрыва функции. Непрерывность функции в точке и на множестве. Свойства непрерывных функций. ***Доказательство теоремы о непрерывности сложной функции.* Непрерывность элементарных функций. Доказательство неравенства $\sin x < \operatorname{tg} x$. **Предел $\frac{\sin x}{x}$ при $x \rightarrow 0$.* ***Теорема о множестве значений непрерывной функции.*

Сфера и шар (10 часов, *15 часов, **22 часа).

Сфера и шар. Касание сферы и плоскости. **Общие точки шара и плоскости.* Описанные сферы. Сферы, описанные около многогранника, пирамиды. **Нахождение центра описанной сферы.* ***Нахождение центра описанной сферы через серединные перпендикуляры.* Сфера, вписанная в многогранник, пирамиду. **Центр сферы, касающейся граней двугранного угла.* ***Центр сферы, касающейся сторон плоского угла.* ***Пример задачи на касание сферы с заданными прямыми.* ***Равенство отрезков касательных, проведённых к сфере из одной точки.*

Производная (10 часов, *12 часов, **16 часов).

Касательная к графику функции. Средняя скорость и мгновенная скорость. Производная функция в точке. **Пример функции, не имеющей производной в некоторой точке.* Производные элементарных функций. Производные суммы функций и произведения функции на число. ***Непрерывность в точке при существовании производной.* Производные, произведения и частного двух функций. Формула производной сложной функции. ***Частный случай формулы производной сложной функции.*

Координаты и векторы в пространстве (12 часов, *18 часов, **22 часа). Координаты в пространстве. Оси координат в пространстве. Расстояние между точками в пространстве.

***Доказательство формулы расстояния.* Координаты середины заданного отрезка. Векторы в пространстве. Сложение и вычитание векторов. Координаты точки и вектора. Равенство векторов и его свойство. Координаты вектора. Умножение вектора на число. ***Доказательство геометрических свойств умножения вектора на число.* Свойства умножения вектора на число. Коллинеарные векторы. Сонаправленные векторы. Параметрическое задание прямой. Компланарные векторы. Единственность разложения вектора по трём некопланарным векторам. ***Свободные векторы.* ***Длина и направление свободного вектора.* ***Сумма и разность свободных векторов.* ***Разложение свободного вектора по трём некопланарным векторам.* ***Трёхмерность пространства.*

Исследование функций (12 часов, *18 часов, **24 часа). Приближение значения функции. Теорема Лагранжа. Графики функций и их построение. Область определения и непрерывность. Промежутки знакопостоянства и нули функции. ***Пределы функции справа и слева.* Промежутки монотонности. Локальные минимумы и максимумы функции, точки экстремума. ***Промежутки выпуклости и вогнутости.* Этапы построения графика функции. Элементарный пример на построение графика. **Пример на построение графика, имеющего асимптоты.* ***Пример на построение графика функции с двумя разными наклонными асимптотами.* Задачи на наибольшие и наименьшие значения. Максимум и минимум функции на множестве. **Теорема Ферма.* ***Практическая задача на нахождение максимума функции.* **Новые признаки локального максимума и локального минимума.*

Метод координат в пространстве (10 часов, *18 часов, **20 часов). Скалярное произведение векторов и его свойства. Длина вектора. Угол между векторами. Перпендикулярность векторов. **Применение векторов к решению геометрических задач.* Нормаль к плоскости. **Существование нормали.* Задание плоскости с помощью уравнения. **Векторный признак параллельности прямой и плоскости.* Косинус угла между векторами. Угол между скрещивающимися прямыми. Угол между плоскостями. Векторный признак перпендикулярности плоскостей. ***Векторный признак параллельности плоскостей.* Синус угла между прямой и плоскостью. Формула расстояния от точки до плоскости. ***Расстояние между скрещивающимися прямыми.* Уравне-

ние сферы. *Составление уравнения сферы. **Касание сферы с плоскостью.

Уравнения с неизвестной функцией и её производными (6 часов, *11 часов, *14 часов). Понятие первообразной. Условие постоянства функции. Таблица первообразных. *Неопределённый интеграл. Правила нахождения первообразных. **Правило замены переменной для неопределённых интегралов. Пример на составление дифференциального уравнения. **Задача о полёте парашютиста. **Первая и вторая космические скорости.

Общие представления о площади и объёме (6 часов, *12 часов, **14 часов). Свойства площади. Палетки. Элементарные фигуры и их площадь. Аддитивность и монотонность площади для элементарных фигур. *Критерии измеримости. *Доказательство критериев измеримости. Равенство площадей равных фигур. **Измеримость объединения фигур. Существование площади круга. Свойства объёма. Элементарные фигуры в пространстве. *Измеримость по Жордану на **плоскости в пространстве. Объём прямоугольного параллелепипеда. Объём обобщённого цилиндра.

Определённый интеграл (8 часов, *10 часов, **14 часов). Криволинейная трапеция. Метод исчерпывания. Интегральные суммы. Формула Ньютона — Лейбница. **Площадь фигуры, ограниченной графиками двух функций. Свойства определённого интеграла. **Нахождение первообразных с помощью площадей. Формула для вычисления объёма тел. **Вычисление объёма призмы. **Условие непрерывности сечений. **Доказательство формулы для вычисления объёма. Объём пирамиды. *Тело вращения. Объём конуса. Объём шара. *Принцип Кавальери.

Условные вероятности (8 часов, *11 часов, **14 часов). Условная вероятность. Способы вычисления условной вероятности. Формула условной вероятности. Формула произведения вероятностей. Формулы вероятности произведения двух событий. *Формула вероятности произведения нескольких событий. **Доказательство формулы произведения вероятностей. *Вероятность произведения двух независимых событий. *Вероятность произведения нескольких независимых событий. Полный класс событий. Свойства полного класса событий. Применение полного класса событий к вычислению вероятностей. Формула полной вероятности. **Формула Байеса вероятности гипотез.

Комплексные числа (8 часов, *10 часов, **16 часов). Модуль и аргумент комплексного числа. Тригонометрическая форма

комплексного числа. ****Правило нахождения аргумента комплексного числа.** Умножение комплексных чисел в тригонометрической форме записи. Формула Муавра. ***Представление тригонометрических функций с помощью комплексных чисел.** Деление комплексных чисел. Корни из комплексного числа. ****Формула корней из комплексного числа.** ****Комплексные корни из 1.** ****Свойства корней из 1.** ****Пример на применение комплексных корней из 1.**

Геометрические фигуры на плоскости и в пространстве (8 часов, *11 часов, **18 часов). Внутренние, внешние и граничные точки шара. Внутренность шара. Определение внешних, внутренних и граничных точек. Внутренность и граница множества. ****Пример множества, для которого любая точка пространства является граничной.** Внутренние, внешние и граничные точки на плоскости. ****Внутренние, внешние и граничные точки множеств на прямой.** ****Тела в пространстве.** ****Поверхность тела.** ****Замкнутые области на плоскости.** ****Выпуклые фигуры в пространстве.** ****Выпуклые тела.** ****Признак выпуклости тела.** ****Задание полупространства с помощью координат.** ****Многоугольные области.** ****Многогранники.** ****Примеры многогранников.**

Периодические функции (6 часов, *9 часов, **16 часов). Всюду определённые периодические функции. Основной период. Основной период функции $y = \operatorname{tg}x$. Графики периодических функций. Особенности графика периодической функции. Примеры графиков периодических функций. Функции с основным периодом. ****Изменение периодов при линейной замене аргумента.** ****Тригонометрический двучлен.** ****Существование основного периода у периодического тригонометрического двучлена общего вида.**

Применения комплексных чисел (6 часов, *10 часов, **16 часов). Функции комплексного переменного. Параллельный перенос и повороты в комплексной плоскости. Геометрический смысл линейных функций в комплексной плоскости. ****Скользкая симметрия.** Уравнения прямой и окружности в комплексной плоскости. Инверсия и её свойства. ***Формула Эйлера для мнимых показателей.** ****Показательная форма записи комплексного числа.** ****Синус и косинус при комплексном значении аргумента.** ****Показательная функция в комплексной плоскости.**

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 учащихся в процессе изучения соответствующего материала. Распределение учебного времени представлено в двух вариантах. Первый вариант соответствует первому уровню изучения учебного материала из расчёта 4 учебных часа в неделю в течение всего учебного года. Второй вариант рассчитан на второй уровень обучения из расчёта 6 учебных часов в неделю в течение всего учебного года. Соответствующее содержание, часы и учебные действия второго уровня описаны курсивом.

Примечание. При реализации второго уровня обучения изучению подлежит программный материал первого уровня, дополненный программным материалом второго уровня (в тексте отмечен*). При реализации третьего уровня обучения изучению подлежит программный материал первого и второго уровней, а также программный материал, отмеченный в тексте **.

10 класс

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)
<p style="text-align: center;">Аксиоматический метод в математике (2 ч, *4 ч, **8 ч)</p> <p>Аксиомы. Аксиоматический метод. Возникновение геометрии. «Начала» Евклида. Пятый постулат. ** <i>Аксиоматика Гильберта; аксиомы связи, порядки, конгруэнтности, аксиома параллельности, аксиомы Архимеда и Кантора.</i> ** <i>Полнота и непротиворечивость.</i> ** <i>Аксиомы Пеано для натуральных чисел.</i> ** <i>Определение арифметических операций по индукции.</i> Примеры логических парадоксов: парадокс кучи, ** <i>парадоксы брадобрея и лжеца</i></p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Проводить письменные и устные логические обоснования при решении задач на вычисления и доказательство. Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, соотношением полученного ответа с условием задачи</p>
<p style="text-align: center;">Начала стереометрии (8 ч, *10 ч, **14 ч)</p> <p>Примеры фигур в пространстве. ** <i>Эллипс как коническое сечение.</i> Основные понятия стереометрии. Аксиома плоскости. Аксиомы связи. Аксиома о пересечении плоскостей. Пространство и полупространство. Равенство фигур в пространстве.</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Выполнять геометрические построения; описывать пространственные объекты. Использовать свойства плоских и пространственных фигур, методы вычисления их линейных элементов и углов.</p>

<p>Основное содержание по темам</p> <p>Знакомство с пирамидами. Треугольная и четырёхугольная пирамиды. *<i>Внутренние точки пирамиды</i>. Примеры сечений треугольной и четырёхугольной пирамиды. Общее понятие пирамиды</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p> <p>Проводить письменные и устные логические обоснования при решении задач на вычисления и доказательство.</p> <p>Приводить примеры реальных объектов, пространственные характеристики которых описываются с помощью равенства.</p> <p>Давать определения, формулировать и доказывать свойства многогранников, анализировать формулировки определений и теорем.</p> <p>Применять методы решения задач на вычисления и доказательства.</p> <p>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, сопоставлением полученного ответа с условием задачи</p>
<p>Действительные числа (8 ч, *15 ч, **20 ч)</p> <p>Рациональные числа, их сравнение. Свойства арифметических операций. Абсолютная величина или модуль числа. *<i>Неравенство для</i></p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Характеризовать системы целых, рациональных, действительных, иррациональных чисел.</p>

<p><i>модуля суммы. *Аксиома Архимеда для рациональных чисел. *Неравенство Бернулли.</i></p> <p>Способы записи рациональных чисел. ПерIODические десятичные дроби. **Ценная дробь. **Алгоритм Евклида.</p> <p>Несоизмеримость диагонали квадрата с его стороной. Сопоставление точке числовой прямой десятичной дроби. *Сопоставление десятичной дроби точке числовой прямой.</p> <p>Определение действительного числа. Иррациональные числа. **Иррациональность чисел, записываемых непериодически десятичными дробями.</p> <p>Десятичные приближения снизу и сверху. Сравнение действительных чисел по их изображениям на числовой прямой. *Сравнение действительных чисел с помощью десятичных приближений. Правило сравнения действительных чисел. Свойства арифметических операций</p>	<p>Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений.</p> <p>Решать уравнения в несложных случаях (с применением одной-двух формул и/или замены переменной), в том числе при решении практических расчётных задач из окружающей среды и из области смежных дисциплин.</p> <p>Исходя из условия задачи, составлять числовые выражения, уравнения, неравенства и находить значения искомым величин.</p> <p>Характеризовать систему иррациональных чисел.</p> <p>Формулировать свойства арифметических операций на множестве действительных чисел.</p>
<p>Параллельность прямых и плоскостей (14 ч, *20 ч, **24 ч)</p> <p>Взаимное расположение прямых в пространстве. Свойства параллельности прямых. Признак параллельности прямых в пространстве. Признаки скрещивающихся прямых.</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Приводить примеры реальных объектов, пространные характеристики которых описываются с помощью параллельности.</p>

<p align="center">Основное содержание по темам</p>	<p align="center">Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
<p>Взаимное расположение прямой и плоскости в пространстве. Признак параллельности прямой и плоскости. Свойство параллельных прямой и плоскости. <i>**Пример построения сечения пирамиды плоскостью, параллельной заданным прямым.</i></p> <p>Взаимное расположение плоскостей. Признаки параллельности плоскостей. Свойства параллельных плоскостей. Сечения многогранников плоскостями, параллельными заданным прямым. Отрезки параллельных прямых, заключённые между параллельными плоскостями. <i>**О некотором множестве точек в пространстве.</i></p> <p>Многоугольная призма. Параллелепипед. Свойство диагоналей параллелепипеда. <i>*Центральная симметрия в пространстве.</i> Построение сечений призмы.</p> <p>Параллельное проектирование. <i>**Сохранение отношения параллельных отрезков при параллельном проектировании</i></p>	<p>Иметь представление о многогранниках; распознавать на чертежах и моделях плоские и пространственные геометрические фигуры, соотносить трёхмерные объекты с их описанием, чертежами, изображениями.</p> <p>Давать определения, формулировать свойства многогранников.</p> <p>Иллюстрировать методы параллельного проектирования.</p> <p>Строить простейшие сечения геометрических тел.</p> <p>Исследовать и описывать пространственные объекты.</p> <p>Проводить доказательства геометрических теорем; письменные и устные логические обоснования при решении задач на вычисления и доказательство.</p> <p>Обосновывать методы параллельного и центрального проектирования.</p> <p>Доказывать свойства многогранников, анилировать формулировки определений и теорем.</p>

	<p><i>Применять методы решения задач на вычисления и доказательство.</i></p> <p><i>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление</i></p>
<p>Предел последовательности (10 ч, *14 ч, **20 ч)</p> <p>Примеры числовых последовательностей. *<i>Определение последовательности.</i> Определенные сходимость последовательности к нулю. * <i>Геометрическое представление сходимости последовательности к нулю.</i> Бесконечно малая последовательность. *<i>Последовательности, не являющиеся бесконечно малыми.</i></p> <p>Основные свойства бесконечно малых последовательностей. Теорема о пределе промежуточной последовательности. **<i>Доказательство свойств бесконечно малых последовательностей.</i> **<i>Применение теоремы о пределе промежуточной бесконечно малой последовательности.</i></p> <p>Сумма, произведение и частное сходящихся последовательностей. Предел промежуточной последовательности. *<i>Определение предела последовательности и его геометрический смысл.</i> Монотонные ограниченные последовательности. **<i>Примеры сходящихся последовательностей.</i></p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Объяснять на примерах суть методов математического анализа для исследования функций и вычисления площадей фигур, ограниченных графиками функций; находить пределы последовательностей в простейших случаях.</p> <p>Использовать готовые компьютерные программы для иллюстрации зависимостей.</p> <p>Применять идею <i>предельного перехода</i> к определению величины бесконечной периодической десятичной дроби, вычислению длины окружности, площади круга, площади поверхности и объёмов тел вращения, обоснованию непрерывности элементарных функций.</p> <p>Строить и исследовать математические модели реальных зависимостей из окружающей жизни и из смежных дисциплин, характеризовать свойства этих зависимостей, исходя из полученных результатов; приводить примеры</p>

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)
<p>Числовой ряд. Сходимость, расходимость рядов. **Знак суммирования. **Суммирование ряда специального вида. Примеры сходящихся рядов. Геометрический ряд. Убывающая геометрическая прогрессия. **Пример геометрического ряда. *Расходимость геометрического ряда</p>	<p>(из смежных дисциплин), демонстрирующие ограничения в применимости математических моделей</p>
<p>Перпендикулярность в пространстве (12 ч, *16 ч, **20 ч)</p>	
<p>Перпендикулярность прямых в пространстве. Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости. Построение плоскости, перпендикулярной к прямой. **Единственность плоскости, проходящей через заданную точку и перпендикулярную данной прямой.</p> <p>Построение прямой, перпендикулярной к плоскости. Перпендикуляр и наклонная. Расстояние от точки до плоскости. Высота пирамиды и призмы. **Параллельность плоскостей, перпендикулярных к одной прямой. Способы построения перпендикуляра к плоскости. Расстояние между параллельными плоскостями.</p>	<p>Использовать язык стереометрии для описания объектов окружающего мира.</p> <p>Приводить примеры реальных объектов, пространственные характеристики которых описываются с помощью перпендикулярности.</p> <p>Иметь представление о многогранниках; распознавать на чертежах и моделях плоские и пространственные геометрические фигуры, соотносить трёхмерные объекты с их описанием, чертежами, изображениями.</p> <p>Строить простейшие сечения геометрических тел.</p> <p>Исследовать и описывать пространственные объекты.</p>

<p>Перпендикулярное проектирование и его свойства. Теорема о трёх перпендикулярах. **Перпендикулярность скрещивающихся прямых. **Новое доказательство теоремы о трёх перпендикулярах. Взаимная перпендикулярность плоскостей. Пересечение двух плоскостей, перпендикулярных к третьей плоскости</p>	<p>Проводить доказательства геометрических теорем; письменные и устные логические обоснования при решении задач на вычисления и доказательство. Анализировать формулировки определений и теорем. Применять методы решения задач на вычисления и доказательство. Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление</p>
<p>Показательные и логарифмические функции (10 ч, *17 ч, **22 ч)</p>	
<p>Степенные функции с натуральными и целыми показателями. *Доказательства свойств степеней с натуральными и целыми показателями. **Непрерывность функций. **Критерий непрерывности. **Выпуклость. Арифметический корень. **Функция $y = \sqrt[n]{x}$ при нечётном n. Степень с рациональным показателем. **Непрерывность функции $y = 2^x$. Обобщение степени, свойства степеней с действительным показателем. Показательная функция. Уравнения вида $a^x = b$. Решение простейших показательных неравенств.</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Давать определения, формулировать свойства корней, степеней, логарифмов. Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений. Решать уравнения, неравенства с радикалами, степенями, логарифмами в несложных случаях (с применением одной-двух формул и/или замены переменной). Изображать на координатной плоскости графики зависимостей, заданных в табличной форме и формулой; описывать свойства функций с опорой на графики.</p>

<p>Основное содержание по темам</p> <p>Логарифмы. *Примеры логарифмов. Логарифмическая функция. **Монотонность логарифмической функции. Основные логарифмические тождества. Сумма и разность логарифмов. Логарифм степени. *Условия применимости логарифмических формул. Формула перехода к новому основанию логарифмов. Десятичный логарифм. Примеры логарифмических уравнений и неравенств</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p> <p>Излагать и оформлять решение логически правильно, с необходимыми пояснениями. <i>Доказывать свойства корней, степеней, логарифмов.</i> <i>Решать уравнения, неравенства, системы уравнений и неравенств, содержащие степенные, показательные, логарифмические, тригонометрические функции (без ограничения по уровню сложности тождественных преобразований); использовать свойства функций, входящих в уравнение, для обоснования утверждения о существовании решений и об их количестве.</i> <i>Применять идею предельного перехода к обоснованию непрерывности элементарных функций</i></p>
<p>Тригонометрические функции числового аргумента (14 ч, *20 ч, **24 ч)</p> <p>Площадь единичного круга и число π. Площадь круга радиуса R и его частей. **Площадь сектора для рационального и иррационального</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Давать определения, формулировать свойства тригонометрических функций.</p>

*значения угла. Длина окружности. Длина дуги окружности. **Вывод формулы длины дуги окружности для рационального значения угла.*

Радианное измерение угла. Соответствие градусной и радианной мер. Площадь сектора и длина дуги при измерении угла в радианах. Радианная мера произвольного угла.

Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента. Графики синуса, косинуса, тангенса и котангенса.

Основные тригонометрические формулы. Формулы сложения для тригонометрических функций. Формулы приведения. Формулы двойного и половинного аргумента. *Формула для $\operatorname{tg} \frac{x}{2}$. Формулы произведений и сумм тригонометрических функций. *Формулы преобразования для суммы тангенсов. **Вычисление суммы $\frac{1}{2} + \cos x + \cos 2x + \dots + \cos nx$

Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений.

Определять значения функции по значению аргумента; изображать на координатной плоскости графики зависимостей, заданных описанием, в табличной форме и формулой; описывать свойства функций с опорой на графики.

Исходя из условия задачи, **составлять** числовые выражения и **находить** значения искомого величин.

Излагать и **оформлять** решение логически правильно, с необходимыми пояснениями.

Доказывать свойства тригонометрических функций.

Характеризовать поведение функций; **применяя** аппарат исследования функций, **строить** и **исследовать** математические модели реальных зависимостей из окружающей жизни и из смежных дисциплин, **характеризовать** свойства этих зависимостей, **исходя из** полученных результатов.

Применять идею предельного перехода к вычислению длины окружности, площади круга

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)
<p align="center">Сечения (8 ч, *10 ч, **14 ч)</p>	
<p>Задачи, возникающие при построении сечений. Пересечение прямых. **Построение прямой, пересекающей две заданные прямые. Пересечение плоскостей. Пересечение прямой с плоскостью. *Построение сечения, проходящего через три точки.</p> <p>Построение прямой, параллельной заданной прямой. Построение сечения, параллельного прямой. Построение сечения, параллельного плоскости. Практические приёмы использования сечений. Линии уровня. *Применение вспомогательных сечений. **Задача о пересечении двух цилиндров</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Иметь представление о многогранниках; распознавать на чертежах и моделях плоские и пространственные геометрические фигуры.</p> <p>Давать определения, формулировать свойства многогранников.</p> <p>Выполнять геометрические построения.</p> <p>Строить простейшие сечения геометрических тел.</p> <p>Использовать в отношении геометрических фигур готовые компьютерные программы для построения в пространстве.</p> <p>Применять методы решения задач на вычисления и доказательств.</p> <p>Применять координатный и векторный методы для решения задач на вычисления и доказательства.</p> <p>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи,</p>

	<p><i>выстраиванием логической цепочки рассуждений, сопоставлением полученного ответа с условиями задачи</i></p>
<p>Касательная (2 ч, *6 ч, **10 ч)</p> <p>Наглядное представление о непрерывной кривой. Промежутки на числовой прямой. Непрерывность монотонных функций. Кривые на плоскости.</p> <p>Наглядные представления о касательной. Свойства касательной к окружности. **Отличие секущей от касательной. Определение касательной к кривой. **Единственность касательной. **Пример линии, не имеющей касательной в некоторой точке.</p> <p>Уравнение прямой. Угловой коэффициент касательной как предел угловых коэффициентов секущих. *Необходимое условие существования касательной. **Достаточное условие существования касательной. Пример нахождения касательной</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Использовать готовые компьютерные программы для иллюстрации зависимостей.</p> <p>Определять значения функции по значению аргумента; изображать на координатной плоскости графики зависимостей, заданных описанием, в табличной форме и формулой; описывать свойства функций с опорой на графики; перечислять и иллюстрировать, используя графики, свойства основных элементарных функций.</p> <p>Исходя из условия задачи, составлять числовые выражения, уравнения, неравенства и находить значения искомых величин.</p> <p>Использовать идею координат на плоскости для представления алгебраических объектов; использовать свойства функций, входящих в уравнение, для обоснования утверждения о существовании решений и об их количестве.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
	<p><i>Характеризовать поведение функций, применяя аппарат исследования функций, строить и исследовать математические модели реальных зависимостей, характеризовать свойства этих зависимостей, исходя из полученных результатов</i></p>
<p>События и вероятности (8 ч, *8 ч, **10 ч)</p>	
<p>Случайный выбор элемента из конечного множества. Случайный выбор точки в пространстве и на плоскости. Случайный выбор точки на отрезке и на окружности. Мера и вероятность. Новые примеры мер множеств. Операции над событиями. Пересечение событий. Объединение событий. Произведение и сумма событий. Несовместные события. Дополнение к событию. Невозможное событие. Три свойства вероятностей. Парная несоместность событий. Закон сложения вероятностей. Вероятность дополнения к событию. *<i>Доказательство свойства вероятностей</i></p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Приводить примеры процессов и явлений, имеющих случайных характер; находить в простейших ситуациях из окружающей жизни вероятность наступления случайного события. Осуществлять информационную переработку задачи, переводя информацию на язык математических символов, представляя содержащиеся в задаче количественные данные в виде формул, таблиц, графиков, диаграмм, и выполнение обратных действий с целью извлечения информации из формул, таблиц, графиков и др.</p>

	<p><i>Характеризовать процессы и явления, имеющие вероятностный характер по статистическим данным; оценивать вероятностные характеристики случайных величин по статистическим данным.</i></p> <p><i>Решать простейшие прикладные задачи на геометрические вероятности</i></p>
<p>Тригонометрические уравнения (10 ч, *17 ч, **23 ч)</p>	
<p>Примеры простейших тригонометрических уравнений. Арккосинус. Общее решение уравнения $\cos x = a$. Уравнение $\cos t = 0$. Арксинус. Общее решение уравнения $\sin x = a$. Уравнение $\sin t = 0$. ** Другая форма записи решений уравнения $\sin x = a$. Арктангенс. Общее решение уравнения $\operatorname{tg} x = a$. ** Решение уравнения $\operatorname{ctg} x = a$.</p> <p>Тригонометрические уравнения, сводящиеся к простейшим. Способ приведения к одному аргументу. Способ приведения к одной функции. Способ преобразования сумм и произведений синусов и косинусов. *Способ подстановки. *Решение уравнения с применением формулы для тангенса суммы или разности углов. ** Универсальная подстановка $\operatorname{tg} \frac{x}{2} = t$.</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Давать определения, формулировать свойство тригонометрических функций.</p> <p>Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений.</p> <p>Решать уравнения, неравенства с тригонометрическими функциями в несложных случаях (с применением одной-двух формул и/или замены переменной).</p> <p>Определять значения функции по значению аргумента.</p> <p>Излагать и оформлять решение логически последовательно, с необходимыми пояснениями.</p> <p>Доказывать свойства тригонометрических функций.</p>

<p align="center">Основное содержание по темам</p>	<p align="center">Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
<p>*Условие обратимости функции. *Обратная функция и её график. *Примеры обратных функций. **Обратные тригонометрические функции. **Круговые функции. **Свойства круговых функций. **Значения $\cos(\arcsin x)$, $\operatorname{ctg}(\operatorname{arctg} x)$. **Равенство $\arcsin x + \arccos x = \frac{\pi}{2}$</p>	<p>Решать уравнения, неравенств, системы уравнений и неравенств, содержащие, тригонометрические функции (без ограничения по уровню сложности тождественных преобразований); использовать идею координат на плоскости для представления алгебраических объектов; использовать свойства функций, входящих в уравнение, для обоснования утверждения о существовании решений и об их количестве.</p> <p>Характеризовать поведение функций, применяя аппарат исследования функций, строить и исследовать математические модели реальных зависимостей.</p> <p>Решать сложные задачи на вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, сопоставлением полученного ответа с условием задачи</p>

Углы в пространстве (12 ч, *19 ч, **25 ч)	
<p>Угол между пересекающимися прямыми. Угол между скрещивающимися прямыми в пространстве. **<i>Корректность определения угла между прямыми.</i></p> <p>Двугранный угол. Построение линейного угла. **<i>Вычисление величины двугранного угла по перпендикулярам к граням.</i> Угол между плоскостями. Перпендикулярность плоскостей. **<i>Эквивалентность двух определений перпендикулярности плоскостей.</i> Взаимное расположение прямых в перпендикулярных плоскостях. Угол между прямой и плоскостью в особых случаях. Угол между наклонной и плоскостью. *<i>Примеры на вычисление угла между прямой и плоскостью.</i> **<i>Свойство угла между прямой и плоскостью.</i></p> <p>Трёхгранный угол. **<i>Пересечение трёх полупространств.</i> Вычисление элементов трёхгранного угла. *<i>Теорема косинусов для трёхгранного угла.</i> **<i>Теорема синусов для трёхгранного угла.</i> *<i>Многогранный угол.</i></p> <p>Площадь проекции многоугольника. *<i>Доказательство формулы для площади проекции</i></p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Приводить примеры реальных объектов, пространственные характеристики которых описываются с помощью геометрических термин и отношений (параллельности, перпендикулярности, равенства). Иметь представление о многогранниках и телах вращения; распознавать на чертежах и моделях плоские и пространственные геометрические фигуры, соотносить трёхмерные объекты с их описанием, чертежами, изображениями. Выполнять геометрические построения. Исследовать и описывать пространственные объекты. Уметь использовать свойства плоских и пространственных фигур, методы вычисления их линейных элементов и углов. Проводить письменные и устные логические обоснования при решении задач на вычисления и доказательство. Применять методы решения задач на вычисления и доказательство.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
<p>треугольника. *Вычисление площади многоугольника по площади его проекции. **Формула для вычисления площади треугольника</p>	<p>Использовать алгебраический и тригонометрический аппарат при решении геометрических задач.</p> <p>Применять координатный и векторный методы для решения задач на вычисления и доказательства.</p> <p>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, сопоставлением полученного ответа с условием задачи</p>
<p>Показательные и логарифмические уравнения</p> <p>Свойства степеней и логарифмов. Решение простейших показательных и логарифмических уравнений. *Замена переменной. *Сохранение равносильности при преобразованиях. Решение уравнений приведением к равенству логарифмов с одним основанием. *Решение уравнений способом логарифмирования. **Пример доказательства равносильности преобразований.</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Давать определения, формулировать свойства степеней, логарифмов.</p> <p>Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений.</p> <p>Решать уравнения, неравенства с степенями, логарифмами в несложных случаях (с применением одной-двух формул/ или замены переменной).</p>

Показательные и логарифмические неравенства, сводящиеся к простейшим. *Замена переменных. *Решение неравенств приведением к неравенству между логарифмами с одним основанием. **Сокращённый способ решения неравенства вида $\log_{h(x)} f(x) > \log_{h(x)} g(x)$. *Решение неравенств приведением к неравенству степеней с одним основанием.

Пример уравнивания и неравенства, содержащего логарифмы и тригонометрические функции. *Пример неравенства, содержащего логарифмы и радикалы. **Пример уравнивания сложной структуры. *Пример уравнивания с параметром

Исходя из условия задачи, составлять уравнения, неравенства и находить значения искомым величин;

Излагать и оформлять решение логически правильно, с необходимыми пояснениями.

Доказывать свойства степеней, логарифмов.

Решать уравнения, неравенства, системы уравнений и неравенств, содержащих степенные, показательные, логарифмические, тригонометрические функции (без ограничения по уровню сложности тождественных преобразований).

Использовать идею координат на плоскости для представления алгебраических объектов; использовать свойства функций, входящих в уравнение, для обоснования утверждения о существовании решений и об их количестве.

Использовать готовые компьютерные программы для поиска пути решения уравнений и неравенств.

Решать сложные задачи на вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, сопоставлением полученного ответа с условием задачи

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)
<p>Комплексные числа (7 ч, *10 ч, **12 ч)</p> <p>Множество комплексных чисел. Сумма, разность и произведение комплексных чисел. Противоположное число. Деление во множестве комплексных чисел. Комплексно-сопряжённые числа. Свойство операций во множестве комплексных чисел. **О необходимости доказательства свойства арифметических операций во множестве \mathbb{C}.</p> <p>Определение квадратного корня из комплексного числа. Квадратные уравнения с комплексными коэффициентами. Формула корней квадратного уравнения. Изображение комплексных чисел на плоскости. Комплексная плоскость. Геометрическое представление суммы комплексных чисел. Изображения комплексно-сопряжённых чисел</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Характеризовать систему комплексных чисел.</p> <p>Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений.</p> <p>Использовать готовые компьютерные программы для иллюстрации зависимостей.</p> <p>Приводить примеры расширения элементарных функций на область комплексных чисел.</p> <p>Решать уравнения, неравенства, системы уравнений и неравенств (без ограничения по уровню сложности тождественных преобразований); использовать идею координат на плоскости для представления алгебраических объектов.</p> <p>Использовать готовые компьютерные программы для поиска пути решения уравнений и неравенств</p>
<p>Повторение (4 ч, *6 ч, **8 ч)</p>	

11 класс

Основное содержание по темам	Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)
<p>Предел и непрерывность (10 ч, *15 ч, **24 ч)</p> <p>Область определения функции. Пример области определения сложной структуры. Предельные точки области определения. Предел функции. Графическая иллюстрация понятия предела функции. Свойства пределов функций. <i>*Доказательство теоремы для предела отношений двух функций.</i> Свойство пределов функций, связанных с неравенствами. Свойство равенства пределов. Пример разрыва функции. Непрерывность функции в точке и на множестве. Свойства непрерывных функций. Непрерывность сложной функции. <i>**Доказательство теоремы о непрерывности сложной функции.</i> Непрерывность некоторых функций. Доказательство неравенства $\sin x < \operatorname{tg} x$. *Предел $\frac{\sin x}{x}$ при $x \rightarrow 0$. *Существование обратной функции. *Теорема о множестве значений непрерывной функции.</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений. Находить пределы последовательностей в простейших случаях. Излагать и оформлять решение логически правильно, с необходимыми пояснениями. Решать уравнения, неравенства, системы уравнений и неравенств, содержащие степенные, показательные, логарифмические, тригонометрические функции (без ограничения по уровню сложности пождественных преобразований). <i>Характеризовать поведение функций, применяя аппарат исследования функций, строить и исследовать математические модели реальных зависимостей из окружающей жизни и из смежных дисциплин, характеризовать свойства этих зависимостей, исходя из полученных результатов.</i></p>

<p>Основное содержание по темам</p> <p>**Теорема о множестве значений функции. *Непрерывность монотонной функции. **Доказательство единственности корня с помощью монотонности. **Обобщение метода интервалов для решения неравенств</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p> <p>Применять идею предельного перехода для обоснования непрерывности элементарных функций</p>
<p>Сфера и шар (10 ч, *15 ч, **22 ч)</p> <p>Сфера и шар. Касание сферы и плоскости. * <i>Общие точки шара и плоскости.</i> ** Внутренние точки шара и их свойства. Описанные сферы. Сферы, описанные около многогранника, пирамиды. *Нахождение центра описанной сферы. **Нахождение центра описанной сферы через серединные перпендикуляры. Сфера, вписанная в многогранник, пирамиду. *Центр сферы, касающейся граней двугранного угла. *Решение задач о касательных сферах методом биссекторных плоскостей. ** Пример применения биссекторных плоскостей. **Сфера, касающаяся прямой. **Перпендикулярность к прямой радиуса, проведенного</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Использовать язык стереометрии для описания объектов окружающего мира. Иметь представление о телах вращения; распознавать на чертежах и моделях плоские и пространственные геометрические фигуры. Давать определения, формулировать свойства тел вращения. Выполнять геометрические построения. Исследовать и описывать пространственные объекты. Уметь использовать свойства плоских и пространственных фигур, методы вычисления их линейных элементов и углов.</p>

<p><i>в точку касания. **Центр сферы, касающейся сторон плоского угла. **Пример задачи на касание сферы с заданными прямыми. **Равенство отрезков касательных, проведенных к сфере из одной точки</i></p>	<p>Проводить письменные и устные логические обоснования при решении задач на вычисления и доказательство.</p> <p>Излагать и оформлять решение логически последовательно, с необходимыми пояснениями.</p> <p>Доказывать свойства многогранников и тел вращения, анализировать формулировки определений и теорем.</p> <p>Использовать алгебраический и тригонометрический аппарат при решении геометрических задач.</p> <p>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, сопоставлением полученного ответа с условием задачи</p>
<p>Касательная к графику функции. Средняя скорость и мгновенная скорость. Производная функция в точке. *Пример функции, не имеющей производной в некоторой точке. Производные элементарных функций. Вывод равенства $(x^2)' = 2x$. Производная суммы функций и произведения функции на число.</p>	<p>Производная (10 ч, *12 ч, **16 ч)</p> <p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Производить тождественные преобразования.</p> <p>Находить пределы последовательностей в простейших случаях.</p> <p>Объяснять геометрический и физический смысл производной; пользоваться таблицами производных и интегралов, правилами нахождения</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
<p>**Непрерывность в точке при существовании производной. Производные суммы, произведения и частного двух функций. Формула производной сложной функции. **Частный случай формулы производной сложной функции.</p>	<p>дения производных сумм, произведения и частного. Излагать и оформлять решение логически правильно, с необходимыми пояснениями. Находить производные сложной функции</p>
<p>Координаты и векторы в пространстве</p> <p>Проекция на две взаимно перпендикулярные плоскости. *<i>Горизонтальная, вертикальная плоскости проекций, ось проекций.</i> Достаивание проекции точки по известным проекциям. *<i>Гаспар Монж и начертательная геометрия.</i> *<i>Проекция на три взаимно перпендикулярные плоскости.</i> Оси координат в пространстве. Плоскости, параллельные координатным плоскостям. Расстояние между точками в пространстве. **<i>Доказательство формулы расстояния.</i> Координаты середины заданного отрезка.</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Вычислять длину отрезка по координатам его концов; вычислять координаты середины отрезка. Оперировать с векторами: находить сумму и разность двух векторов, заданных геометрически, находить вектор, равный произведению заданного вектора на число. Находить для векторов, заданных координатами: длину вектора, координаты суммы и разности двух и более векторов, координаты произведения вектора на число.</p>

<p>Координаты точки и вектора. Равенство векторов и его свойство. Сумма и разность векторов. Свойства сложения и вычитания векторов. Умножение вектора на число. **Доказательство геометрических свойств умножения вектора на число. Свойства умножения вектора на число. Коллинеарные векторы. Сонаправленные векторы. Линейная комбинация векторов. Единственность разложения вектора по трём некопланарным векторам. **Непрямоугольные системы координат.</p> <p>**Свободные векторы. **Длина и направление свободного вектора. **Сумма и разность свободных векторов. **Коллинеарность и компланарность свободных векторов.</p> <p>**Трёхмерность пространства</p>	<p>Представлять вектор в виде линейной комбинации трёх векторов, раскладывая вектор по трём некопланарным.</p> <p>Применять методы решения задач на вычисления и доказательство.</p> <p>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки расуждений, сопоставлением полученного ответа с условием задачи</p>
<p align="center">Исследование функций (12 ч, *18 ч, **24 ч)</p> <p>Приближение значения функции с помощью производной. Теорема Лагранжа. Формула конечных приращений. **Оценка погрешности конечных приращений. **Оценка погрешности приближённой формулы. Условия монотонности для функции.</p> <p>Графики функций и их построение. Область определения и непрерывность. Промежутки</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Использовать готовые компьютерные программы для иллюстрации зависимостей.</p> <p>Определять значения функции по значению аргумента;</p> <p>Изобразить на координатной плоскости графики зависимостей, заданных описанием, в табличной форме и формулой.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
<p>знакопостоянства и нули функции. *Вертикальные асимптоты. **Пределы функции справа и слева. **Значения функции, стремящейся к бесконечности. Промежутки монотонности. Локальные минимумы и максимумы функции, точки экстремума. Поведение графика функции при стремлении аргумента к бесконечности. **Строгое определение асимптоты. **Промежутки выпуклости и вогнутости.</p> <p>Этапы построения графика функции. Пример на построение графика функции. *Пример на построение графика, имеющего асимптоты. **Пример на построение графика функции с двумя разными наклонными асимптотами. **Построение графиков функций при наличии симметрий.</p> <p>Задачи на наибольшие и наименьшие значения. Максимум и минимум функции на множестве. **Теорема существования максимума и минимума непрерывной функции. *Теорема Ферма. Примеры нахождения максимума и минимума функции на отрезке. ** Практическая</p>	<p>Объяснять на примерах суть методов математического анализа для исследования функций.</p> <p>Пользоваться таблицами производных, правилами нахождения производных сумм, произведений и частного; пользоваться понятием производной при описании свойств функции (монотонность, наибольшее и наименьшее значения).</p> <p>Излагать и оформлять решение логически последовательно, с необходимыми пояснениями.</p> <p>Характеризовать поведение функций; применяя аппарат элементарных функций, строить и исследовать математические модели реальных зависимостей из окружающей жизни и из смежных дисциплин, характеризовать свойства этих зависимостей, исходя из полученных результатов.</p> <p>Находить производные сложной и обратной функций; пользоваться понятием «производная» при исследовании функций на монотонность, на экстремумы и при построении графиков</p>

<p><i>задача на нахождение максимума функции.</i> <i>*Новые признаки локального максимума и локального минимума. **Строгие локальные максимумы и минимумы</i></p>	
<p>Метод координат в пространстве (10 ч, *18 ч, **20 ч)</p> <p>Длина вектора. Скалярное произведение векторов и его свойства. Угол между векторами. Перпендикулярность векторов. *Применение векторов к решению геометрических задач.</p> <p>Нормаль к плоскости. *Существование нормали. Задание плоскости с помощью уравнения. Геометрический смысл коэффициентов при неизвестных в уравнении и плоскостей. *Векторный признак параллельности прямой и плоскости.</p> <p>Косинус угла между векторами. Угол между скрещивающимися прямыми. Угол между плоскостями.</p> <p>Векторный признак перпендикулярности плоскостей. **Векторный признак параллельности плоскостей. Примеры на вычисление угла между плоскостями.</p> <p>Синус угла между прямой и плоскостью. **Вывод формулы для синуса угла между прямой и плоскостью. **Нахождение плоскости,</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Вычислять длину отрезка по координатам его концов; вычислять координаты середины отрезка.</p> <p>Оперировать с векторами: находить сумму и разность двух векторов, заданных геометрически, находить вектор, равный произведению заданного вектора на число.</p> <p>Находить для векторов, заданных координатами: длину вектора, координаты суммы и разности двух и более векторов, координаты произведения вектора на число.</p> <p>Представлять вектор в виде линейной комбинации трёх векторов, раскладывая вектор по трём некопланарным.</p> <p>Применять методы решения задач на вычисления и доказательства.</p> <p>Применять координатный и векторный методы для решения задач на вычисления и доказательства.</p>

<p>Основное содержание по темам</p> <p><i>образующей заданный угол с заданной прямой. Формула расстояния от точки до плоскости. **Расстояние между скрещивающимися прямыми. **Вычисление расстояния между прямыми с помощью векторов. Уравнение сферы. *Составление уравнения сферы. **Касание сферы с плоскостью</i></p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p> <p><i>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, соотношением полученного ответа с условием задачи</i></p>
<p>Уравнения с неизвестной функцией и её производными (6 ч, *11 ч, *14 ч)</p> <p>Понятие первообразной. Условие постоянства функции. Связь между первообразными нецелой функции. **Связь между первообразными разрывной функции. Таблица первообразных. *Неопределённый интеграл. Правила нахождения первообразных. Нахождение первообразной при линейной замене переменной. **Правило замены переменной для неопределённых интегралов. *Доказательство правил вычисления неопределённых интегралов. Пример на составление дифференциального уравнения. Интегральные кривые. Пример ре-</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Пользоваться таблицами производных и интегралов, правилами нахождения производных сумм, произведения и частного. Исходя из условия задачи, составлять числовые и буквенные выражения, уравнения, неравенства и находить значения искомого величин. Излагать и оформлять решение логически последовательно, с необходимыми пояснениями. Использовать готовые компьютерные программы для поиска пути решения.</p>

<p>шения дифференциального уравнения. *Задача о полёте снаряда. **Задача о выравнивании с температур. *Дифференциальные уравнения с разделёнными переменными. **Задача о полёте парашютиста. *Первая космическая скорость. **Вторая космическая скорость</p>	<p><i>Объяснить смысл первообразной — как способа нахождения пути по скорости</i></p>
<p>Общие представления о площади и объёме (6 ч, *12 ч, **14 ч)</p> <p>Свойства площади. Палетки. Элементарные фигуры и их площадь. Аддитивность и монотонность площади для элементарных фигур. *Объединение, пересечение и разность элементарных фигур.</p> <p>*Измеримость по Жордану на плоскости. **Пример множества, неизмеримого по Жордану. *Монотонность меры Жордана.</p> <p>*Критерии измеримости. *Доказательство критериев измеримости. Равенство площадей равных фигур. **Измеримость объединения фигур. Существование площади круга.</p> <p>Свойства объёма. Элементарные фигуры в пространстве. *Измеримость по Жордану в пространстве. Критерий существования объёма. Объём обобщённого цилиндра</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Приводить примеры реальных объектов, пространственные характеристики которых описываются с помощью геометрических терминов и отношений.</p> <p>Выполнять геометрические построения. Уметь использовать свойства плоских и пространственных фигур, методы вычисления их линейных элементов и углов, формулы для вычисления площадей поверхностей простейших фигур, формулы для вычисления объёмов многогранников и тел вращения.</p> <p>Проводить письменные и устные логические обоснования при решении задач на вычисления и доказательство.</p> <p><i>Доказывать свойства многогранников и тел вращения, анализировать формулировки определений и теорем.</i></p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
	<p><i>Применять методы решения задач на вычисления и доказательство.</i></p> <p><i>Использовать отношения равногранности при вычислении объёмов многогранников и тел вращения.</i></p> <p><i>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки расуждений, соотношением полученного ответа с условием задачи</i></p>
<p>Определённый интеграл (8 ч, *10 ч, **14 ч)</p>	
<p>Криволинейная трапеция. Метод исчерпывания. Интегральные суммы.</p> <p>Формула Ньютона — Лейбница. <i>**Площадь фигуры, ограниченной графиками двух функций. Свойства определённого интеграла. **Нахождение первообразных с помощью площадей.</i></p> <p>Формула для вычисления объёма тел. <i>**Вычисление объёма призм. **Условие непре-</i></p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Пользоваться таблицами интегралов.</p> <p>Объяснять на примерах суть методов математического анализа для вычисления площадей фигур, ограниченных графиками функций; вычисление объёмов в простейших случаях.</p> <p>Излагать и оформлять решение логически последовательно, с необходимыми пояснениями.</p>

<p>рвыности сечений. **Доказательство формулы для вычисления объёма. Объём пирамиды. *Тело вращения. Объём конуса. Объём шара. *Принцип Кавальери</p>	<p>Использовать готовые компьютерные программы для поиска пути решения. Объяснять смысл первообразной — как способа нахождения пути по скорости; вычислять площади плоских фигур и объёмов тел с помощью интеграла</p>
<p>Условные вероятности (8 ч, *11 ч, **14 ч)</p> <p>Условная вероятность. Способы вычисления условной вероятности. Формула условной вероятности. Формула произведения вероятностей. Формулы вероятности произведения двух событий. *Вероятность произведения двух независимых событий.</p> <p>Полный класс событий. Свойства полного класса событий. Применение полного класса событий к вычислению вероятностей. Формула полной вероятности. **Формула Байеса вероятности гипотез</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Приводить примеры процессов и явлений, имеющих случайный характер; находить в простейших ситуациях из окружающей жизни вероятность наступления случайного события; составлять таблицы распределения вероятностей. Излагать и оформлять решение логически последовательно, с необходимыми пояснениями. Характеризовать процессы и явления, имеющие вероятностный характер; оценивать вероятностные характеристики случайных величин по статистическим данным. Проводить примеры математических задач, для решения которых целесообразно применять геометрический способ задания вероятности; решать простейшие прикладные задачи на геометрические вероятности</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
<p>Комплексные числа (8 ч, *10 ч, **16 ч)</p> <p>Модуль и аргумент комплексного числа. Тригонометрическая форма комплексного числа. **<i>Правило нахождения аргумента комплексного числа.</i></p> <p>Умножение комплексных чисел в тригонометрической форме записи. Формула Муавра. *<i>Представление тригонометрических функций с помощью комплексных чисел.</i> Деление комплексных чисел.</p> <p>Корни из комплексного числа. **<i>Формула корней из комплексного числа.</i> **<i>Комплексные корни из 1.</i> **<i>Свойства корней из 1.</i> **<i>Представление корней из комплексного числа с помощью корней из 1.</i> **<i>Пример на применение комплексных корней из 1</i></p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом. Характеризовать систему комплексных чисел.</p> <p>Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений.</p> <p>Излагать и оформлять решение логически правильно, с необходимыми пояснениями.</p> <p>Приводить примеры расширения, элементарных функций на область комплексных чисел.</p> <p>Решать уравнения, неравенства, системы уравнений и неравенств (без ограничения по уровню сложности тождественных преобразований); использовать свойства функций, входящих в уравнение, для обоснования утверждения о существовании решений и об их количестве</p>
<p>Геометрические фигуры на плоскости и в пространстве</p> <p>Внутренние, внешние и граничные точки шара. Внутренность шара. Определение внешних, внутренних и граничных точек. Внут-</p>	<p>Иметь представление о многогранниках и телах вращения; распознавать на чертежах и моделях плоские и пространственные геометрические</p>

<p>ренность и граница множества. Внутренние, внешние и граничные точки на плоскости. **Внутренние, внешние и граничные точки множества на прямой.</p> <p>**Тела в пространстве. **Замкнутость тел.</p> <p>**Полное определение тела. **Поверхность тела. **Замкнутые области на плоскости.</p> <p>**Выпуклые фигуры на плоскости, прямой и в пространстве. **Пересечение нескольких выпуклых фигур. **Выпуклые тела. **Пересечение прямой с выпуклым телом. **Признак выпуклости тела. **Задание полупространства с помощью координат.</p> <p>**Многоугольные области. **Многогранники. **Выпуклые многогранники. **Разбиение многогранников на треугольные пирамиды. **Примеры многогранников. **Полуправильные многогранники</p>	<p>кие фигуры, соотносить трёхмерные объекты с их описанием, чертежами, изображениями.</p> <p>Использовать в отношении геометрических фигур готовые компьютерные программы для построения, проведения экспериментов и наблюдений на плоскости и в пространстве; использовать программы, позволяющие проводить эксперименты и наблюдения динамически (в движении).</p> <p>Доказывать свойства многогранников и тел вращения, анализировать формулировки определений и теорем.</p> <p>Применять методы решения задач на вычисления и доказательства.</p> <p>Решать сложные задачи на построение, доказательство и вычисление с анализом условия задачи, определением хода решения задачи, выстраиванием логической цепочки рассуждений, соотношением полученного ответа с условием задачи</p>
<p>Периодические функции (6 ч, *9 ч, **16 ч)</p> <p>Всюду определённые периодические функции. Основной период. Основной период функции $\sin 2x$. Не всюду определённые периодические</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Давать определения, формулировать свойства тригонометрических функций.</p>

<p>Основное содержание по темам</p>	<p>Основные виды деятельности (на уровне учебных действий)</p>
<p>кие функции. Основной период функции $\operatorname{tg}x$. Графики периодических функций. Особенности графика периодической функции. Примеры графиков периодических функций. Функции с основным периодом. **Множества периодов функции, имеющей основной период. **Изменение периодов при линейной замене аргумента. **Теорема о линейной подстановке в аргумент. **Тригонометрический двулучен. Функции с соизмеримыми периодами. **Сумма и произведение функций с соизмеримыми периодами. **Существование основного периода у периодического тригонометрического двулучена общего вида</p>	<p>Приводить примеры реальных явлений и процессов, в том числе периодических, количественные характеристики которых описываются с помощью функций. Использовать готовые компьютерные программы для иллюстрации зависимостей. Определять значения функции по значению аргумента; изображать на координатной плоскости графики зависимостей, заданных описанием, в табличной форме и формулой; описывать свойства функций с опорой на графики. Характеризовать поведение функций, применяя аппарат исследования функций, строить и исследовать математические модели реальных зависимостей из окружающей жизни и из смежных дисциплин, характеризовать свойства этих зависимостей, исходя из полученных результатов; приводить примеры (из смежных дисциплин), показывающие ограничения в применении математических моделей</p>

Применение комплексных чисел (6 ч, *10 ч, **16 ч)	
<p>Функции комплексного переменного. Функция $f(z) = z + m$ и параллельный перенос. Функция $f(z) = mz$ и поворот. Функция $f(z) = tz$ при $t \in R$ и гомотетия. Повороты в комплексной плоскости. Геометрический смысл линейных функций в комплексной плоскости. Функция $f(z) = \bar{z}$ и симметрия относительно действительной оси. **Функция $f(z) = m^2\bar{z}$ при $m = 1$ и симметрия относительно оси.</p> <p>Уравнение прямой в комплексной плоскости. Уравнение окружности в комплексной плоскости. Инверсия и её свойства. Преобразование окружности при инверсии.</p> <p>**Формула Эйлера для мнимых показателей.</p> <p>**Показательная форма записи комплексного числа. **Синус и косинус при комплексном значении аргумента</p>	<p>Владеть базовым понятийным аппаратом.</p> <p>Характеризовать систему комплексных чисел.</p> <p>Производить тождественные преобразования, вычислять значения выражений.</p> <p>Излагать и оформлять решение логически правильно, с необходимыми пояснениями.</p> <p>Приводить примеры расширения элементарных функций на область комплексных чисел.</p> <p>Решать уравнения, неравенства, системы уравнений и неравенств (без ограничения по уровню сложности тождественных преобразований); использовать свойства функций, входящих в уравнение, для обоснования утверждения о существовании решений и об их количестве</p>
Повторение курса математики 10—11 классов (20 ч, *30 ч, **30 ч)	

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Федеральный государственный образовательный стандарт представляет собой совокупность требований, обязательных для исполнения при реализации основной образовательной программы, в том числе включает в себя государственные требования к материально-техническим и иным условиям её реализации.

Стандарт предъявляет существенно новые требования к материально-техническому и информационному оснащению образовательного процесса, связанные, в частности, с активным использованием участниками образовательного процесса информационно-коммуникационных технологий. Несоблюдение данных требований не обеспечит в полной мере реализацию требований к результатам освоения основной образовательной программы.

Это обязательно потребует изменений в оборудовании рабочего места учителя. На федеральном уровне разработаны федеральные требования к минимальной оснащённости учебного процесса и оборудованию учебных помещений.

Рекомендации разработаны на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта к условиям реализации основной образовательной программы среднего (полного) общего образования, в соответствии с которыми учебные кабинеты, помещения для занятий учебно-исследовательской и проектной деятельностью, моделированием и техническим творчеством образовательной организации, реализующего основную образовательную программу среднего (полного) 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 среднего (полного) 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, систему кружков, секций, студий;

- 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 организаци-

онную 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 средней ступени общего образования

1. Технические средства обучения

Специализированный программно-аппаратный комплекс педагога и обучающегося (СПАК)

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. СПАК включает:

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

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

3. Оборудование для тестирования качества знаний обучающихся.

4. Копировально-множественная 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 входят комплекты учебников, рекомендованных или допущенных Министерством образования и науки Российской Федерации.

В состав библиотечного фонда целесообразно включать:

1. Рабочие тетради.

2. Дидактические материалы.

3. Сборники контрольных и самостоятельных работ.

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

5. Сборники разноуровневых познавательных и развивающих заданий.

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

7. Методические пособия для учителя и др.

В фондах библиотеки образовательного учреждения могут содержаться научная, научно-популярная литература, различные справочные пособия (энциклопедии, словари, сборники основных формул и т.п.), необходимые 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 быть портреты математиков, вклад которых в развитие математики представлен в стандарте.

4. Информационно-коммуникативные средства

Учебная техника, обеспечивающая визуально-звуковое представление объекта изучения, мультимедийные обучающие программы и электронные учебные издания 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).

Также при обучении могут использоваться специально разработанные для системы среднего образования интерактивные

учебные пособия. Их использование повышает уровень визуализации учебного материала, разнообразит методы и приёмы работы с классом, позволяет проводить фронтальную и групповую работу с учащимися и т.д. В качестве интерактивных пособий могут использоваться: интерактивные плакаты, интерактивные творческие задания, виртуальные конструкторы и лабораторные работы, разнообразные программно-методические комплексы.

5. Учебно-практическое и учебно-лабораторное оборудование

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

1. Аудиторную доску с магнитной поверхностью и набором приспособлений для крепления таблиц.

2. Доску магнитную с координатной сеткой.

3. Комплект инструментов классных: линейку, 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.

При организации деятельности обучающихся должны использоваться новые 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.