

Приложение №1 к основной образовательной  
программе среднего общего образования  
МБОУ «СОШ №5»

# **Рабочая программа**

## **учебного предмета «Математика»**

для обучающихся 10-11 классов

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Учебный предмет математика состоит из трёх курсов** – это алгебра и начала анализа, геометрия, вероятность и статистика. На весь предмет даётся по 272 часа в 10 и 11 классов. В том числе алгебра и начала анализа 136/136, геометрия 102/102, вероятность и статистика – 34/34. Ниже предлагаются программы по каждому курсу отдельно и поурочное планирование по предмету.

Учебный курс «Алгебра и начала математического анализа» является одним из наиболее значимых в программе среднего общего образования, поскольку, с одной стороны, он обеспечивает инструментальную базу для изучения всех естественно-научных курсов, а с другой стороны, формирует логическое и абстрактное мышление обучающихся на уровне, необходимом для освоения информатики, обществознания, истории, словесности и других дисциплин. В рамках данного учебного курса обучающиеся овладевают универсальным языком современной науки, которая формулирует свои достижения в математической форме.

Учебный курс алгебры и начал математического анализа закладывает основу для успешного овладения законами физики, химии, биологии, понимания основных тенденций развития экономики и общественной жизни, позволяет ориентироваться в современных цифровых и компьютерных технологиях, уверенно использовать их для дальнейшего образования и в повседневной жизни. В то же время овладение абстрактными и логически строгими конструкциями алгебры и математического анализа развивает умение находить закономерности, обосновывать истинность, доказывать утверждения с помощью индукции и рассуждать дедуктивно, использовать обобщение и конкретизацию, абстрагирование и аналогию, формирует креативное и критическое мышление.

В ходе изучения учебного курса «Алгебра и начала математического анализа» обучающиеся получают новый опыт решения прикладных задач, самостоятельного построения математических моделей реальных ситуаций, интерпретации полученных решений, знакомятся с примерами математических закономерностей в природе, науке и искусстве, с выдающимися математическими открытиями и их авторами.

Учебный курс обладает значительным воспитательным потенциалом, который реализуется как через учебный материал, способствующий формированию научного мировоззрения, так и через специфику учебной деятельности, требующей продолжительной концентрации внимания, самостоятельности, аккуратности и ответственности за полученный результат.

В основе методики обучения алгебре и началам математического анализа лежит деятельностный принцип обучения.

В структуре учебного курса «Алгебра и начала математического анализа» выделены следующие содержательно-методические линии: «Числа и вычисления», «Функции и графики», «Уравнения и неравенства», «Начала математического анализа», «Множества и логика». Все основные содержательно-методические линии изучаются на протяжении двух лет обучения на уровне среднего общего образования, естественно дополняя друг друга и постепенно насыщаясь новыми темами и разделами. Данный учебный курс является интегративным, поскольку объединяет в себе содержание нескольких математических дисциплин, таких как алгебра, тригонометрия, математический анализ, теория множеств, математическая логика и другие. По мере того как обучающиеся овладевают всё более широким математическим аппаратом, у них последовательно формируется и совершенствуется умение строить математическую модель реальной ситуации, применять знания, полученные при изучении учебного курса, для решения самостоятельно сформулированной математической задачи, а затем интерпретировать свой ответ.

Содержательно-методическая линия «Числа и вычисления» завершает формирование навыков использования действительных чисел, которое было начато на уровне основного общего образования. На уровне среднего общего образования особое внимание уделяется формированию навыков рациональных вычислений, включающих в себя использование различных форм записи числа, умение делать прикидку, выполнять приближённые вычисления, оценивать числовые выражения, работать с математическими константами. Знакомые обучающимся множества натуральных, целых, рациональных и действительных чисел дополняются множеством комплексных чисел. В каждом из этих множеств рассматриваются свойственные ему специфические задачи и операции: деление нацело, оперирование остатками на множестве целых чисел, особые свойства рациональных и иррациональных чисел, арифметические операции, а также извлечение корня натуральной степени на множестве комплексных чисел. Благодаря последовательному расширению круга используемых чисел и знакомству с возможностями их применения для решения различных задач формируется представление о единстве математики как науки и её роли в построении моделей реального мира, широко используются обобщение и конкретизация.

Линия «Уравнения и неравенства» реализуется на протяжении всего обучения на уровне среднего общего образования, поскольку в каждом

разделе Программы предусмотрено решение соответствующих задач. В результате обучающиеся овладевают различными методами решения рациональных, иррациональных, показательных, логарифмических и тригонометрических уравнений, неравенств и систем, а также задач, содержащих параметры. Полученные умения широко используются при исследовании функций с помощью производной, при решении прикладных задач и задач нахождение наибольших и наименьших значений функции. Данная содержательная линия включает в себя также формирование умений выполнять расчёты по формулам, преобразования рациональных, иррациональных и тригонометрических выражений, а также выражений, содержащих степени и логарифмы. Благодаря изучению алгебраического материала происходит дальнейшее развитие алгоритмического и абстрактного мышления обучающихся, формируются навыки дедуктивных рассуждений, работы с символьными формами, представления закономерностей и зависимостей в виде равенств и неравенств. Алгебра предлагает эффективные инструменты для решения практических и естественно-научных задач, наглядно демонстрирует свои возможности как языка науки.

Содержательно-методическая линия «Функции и графики» тесно переплетается с другими линиями учебного курса, поскольку в каком-то смысле задаёт последовательность изучения материала. Изучение степенной, показательной, логарифмической и тригонометрических функций, их свойств и графиков, использование функций для решения задач из других учебных предметов и реальной жизни тесно связано как с математическим анализом, так и с решением уравнений и неравенств. При этом большое внимание уделяется формированию умения выражать формулами зависимости между различными величинами, исследовать полученные функции, строить их графики. Материал этой содержательной линии нацелен на развитие умений и навыков, позволяющих выражать зависимости между величинами в различной форме: аналитической, графической и словесной. Его изучение способствует развитию алгоритмического мышления, способности к обобщению и конкретизации, использованию аналогий.

Содержательная линия «Начала математического анализа» позволяет существенно расширить круг как математических, так и прикладных задач, доступных обучающимся, так как у них появляется возможность строить графики сложных функций, определять их наибольшие и наименьшие значения, вычислять площади фигур и объёмы тел, находить скорости и ускорения процессов. Данная содержательная линия открывает новые возможности построения математических моделей реальных ситуаций, позволяет находить наилучшее решение в прикладных, в том числе социально-

экономических, задачах. Знакомство с основами математического анализа способствует развитию абстрактного, формально-логического и креативного мышления, формированию умений распознавать проявления законов математики в науке, технике и искусстве. Обучающиеся узнают о выдающихся результатах, полученных в ходе развития математики как науки, и об их авторах.

Содержательно-методическая линия «Множества и логика» включает в себя элементы теории множеств и математической логики. Теоретико-множественные представления пронизывают весь курс школьной математики и предлагают наиболее универсальный язык, объединяющий все разделы математики и её приложений, они связывают разные математические дисциплины и их приложения в единое целое. Поэтому важно дать возможность обучающемуся понимать теоретико-множественный язык современной математики и использовать его для выражения своих мыслей. Другим важным признаком математики как науки следует признать свойственную ей строгость обоснований и следование определённым правилам построения доказательств. Знакомство с элементами математической логики способствует развитию логического мышления обучающихся, позволяет им строить свои рассуждения на основе логических правил, формирует навыки критического мышления.

В учебном курсе «Алгебра и начала математического анализа» присутствуют основы математического моделирования, которые призваны способствовать формированию навыков построения моделей реальных ситуаций, исследования этих моделей с помощью аппарата алгебры и математического анализа, интерпретации полученных результатов. Такие задания вплетены в каждый из разделов программы, поскольку весь материал учебного курса широко используется для решения прикладных задач. При решении реальных практических задач обучающиеся развивают наблюдательность, умение находить закономерности, абстрагироваться, использовать аналогию, обобщать и конкретизировать проблему. Деятельность по формированию навыков решения прикладных задач организуется в процессе изучения всех тем учебного курса «Алгебра и начала математического анализа».

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

## 10 КЛАСС

### **Числа и вычисления**

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

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

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

Арифметический корень натуральной степени и его свойства.

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

Логарифм числа. Свойства логарифма. Десятичные и натуральные логарифмы.

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

### **Уравнения и неравенства**

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

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

Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни.

Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений.

Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений.

Преобразование выражений, содержащих логарифмы.

Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений.

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

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

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

### **Функции и графики**

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

Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знакопостоянства. Чётные и нечётные функции. Периодические функции. Промежутки монотонности функции. Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значения функции на промежутке.

Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции. Элементарное исследование и построение их графиков.

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

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

Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента.

Функциональные зависимости в реальных процессах и явлениях. Графики реальных зависимостей.

### **Начала математического анализа**

Последовательности, способы задания последовательностей. Метод математической индукции. Монотонные и ограниченные последовательности. История возникновения математического анализа как анализа бесконечно малых.

Арифметическая и геометрическая прогрессии. Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия. Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии. Линейный и экспоненциальный рост. Число  $e$ . Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера.

Непрерывные функции и их свойства. Точки разрыва. Асимптоты графиков функций. Свойства функций непрерывных на отрезке. Метод интервалов для решения неравенств. Применение свойств непрерывных функций для решения задач.

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

Производные элементарных функций. Производная суммы, произведения, частного и композиции функций.

### **Множества и логика**

Множество, операции над множествами и их свойства. Диаграммы Эйлера–Венна. Применение теоретико-множественного аппарата для описания реальных процессов и явлений, при решении задач из других учебных предметов.

Определение, теорема, свойство математического объекта, следствие, доказательство, равносильные уравнения.

## **11 КЛАСС**

### **Числа и вычисления**

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

Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа. Арифметические операции с комплексными числами. Изображение комплексных чисел на координатной плоскости. Формула Муавра. Корни  $n$ -ой степени из комплексного числа. Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач.

### **Уравнения и неравенства**

Система и совокупность уравнений и неравенств. Равносильные системы и системы-следствия. Равносильные неравенства.

Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности. Решение тригонометрических неравенств.

Основные методы решения показательных и логарифмических неравенств.

Основные методы решения иррациональных неравенств.

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

Уравнения, неравенства и системы с параметрами.



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

### **Функции и графики**

График композиции функций. Геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости.

Тригонометрические функции, их свойства и графики.

Графические методы решения уравнений и неравенств. Графические методы решения задач с параметрами.

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

### **Начала математического анализа**

Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значений непрерывной функции на отрезке.

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

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

Интеграл. Геометрический смысл интеграла. Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница.

Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур и объёмов геометрических тел.

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

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

## **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **1) гражданского воспитания:**

сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества, представление о математических основах функционирования различных структур, явлений, процедур гражданского общества (выборы, опросы и другое), умение

взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением;

**2) патриотического воспитания:**

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

**3) духовно-нравственного воспитания:**

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

**4) эстетического воспитания:**

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

**5) физического воспитания:**

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

**6) трудового воспитания:**

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

**7) экологического воспитания:**

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

**8) ценности научного познания:**

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

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Познавательные универсальные учебные действия**

#### **Базовые логические действия:**

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

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

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

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

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

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

#### **Базовые исследовательские действия:**

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

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

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

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

### **Работа с информацией:**

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

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

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

оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

### **Коммуникативные универсальные учебные действия**

#### **Общение:**

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

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

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

### **Регулятивные универсальные учебные действия**

#### **Самоорганизация:**

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

#### **Самоконтроль, эмоциональный интеллект:**

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

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

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

#### **Совместная деятельность:**

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

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

### **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

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

#### **Числа и вычисления:**

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

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

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

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

свободно оперировать понятием: арифметический корень натуральной степени;

свободно оперировать понятием: степень с рациональным показателем;

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

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

оперировать понятиями: арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента.

### **Уравнения и неравенства:**

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

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

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

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

использовать свойства действий с корнями для преобразования выражений;

выполнять преобразования числовых выражений, содержащих степени с рациональным показателем;

использовать свойства логарифмов для преобразования логарифмических выражений;

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

применять основные тригонометрические формулы для преобразования тригонометрических выражений;

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

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

### **Функции и графики:**

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

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

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

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

оперировать понятиями: линейная, квадратичная и дробно-линейная функции, выполнять элементарное исследование и построение их графиков;

свободно оперировать понятиями: показательная и логарифмическая функции, их свойства и графики, использовать их графики для решения уравнений;

свободно оперировать понятиями: тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента;

использовать графики функций для исследования процессов и зависимостей при решении задач из других учебных предметов и реальной жизни, выражать формулами зависимости между величинами;

### **Начала математического анализа:**

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

использовать прогрессии для решения реальных задач прикладного характера;

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

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

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

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

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

использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач.

#### **Множества и логика:**

свободно оперировать понятиями: множество, операции над множествами;

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

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

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

#### **Числа и вычисления:**

свободно оперировать понятиями: натуральное и целое число, множества натуральных и целых чисел, использовать признаки делимости целых чисел, НОД и НОК натуральных чисел для решения задач, применять алгоритм Евклида;

свободно оперировать понятием остатка по модулю, записывать натуральные числа в различных позиционных системах счисления;

свободно оперировать понятиями: комплексное число и множество комплексных чисел, представлять комплексные числа в алгебраической и тригонометрической форме, выполнять арифметические операции с ними и изображать на координатной плоскости.

#### **Уравнения и неравенства:**

свободно оперировать понятиями: иррациональные, показательные и логарифмические неравенства, находить их решения с помощью равносильных переходов;

осуществлять отбор корней при решении тригонометрического уравнения;

свободно оперировать понятием тригонометрическое неравенство, применять необходимые формулы для решения основных типов тригонометрических неравенств;

свободно оперировать понятиями: система и совокупность уравнений и неравенств, равносильные системы и системы-следствия, находить решения



системы и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений и неравенств;

решать рациональные, иррациональные, показательные, логарифмические и тригонометрические уравнения и неравенства, содержащие модули и параметры;

применять графические методы для решения уравнений и неравенств, а также задач с параметрами;

моделировать реальные ситуации на языке алгебры, составлять выражения, уравнения, неравенства и их системы по условию задачи, исследовать построенные модели с использованием аппарата алгебры, интерпретировать полученный результат.

### **Функции и графики:**

строить графики композиции функций с помощью элементарного исследования и свойств композиции двух функций;

строить геометрические образы уравнений и неравенств на координатной плоскости;

свободно оперировать понятиями: графики тригонометрических функций;

применять функции для моделирования и исследования реальных процессов.

### **Начала математического анализа:**

использовать производную для исследования функции на монотонность и экстремумы;

находить наибольшее и наименьшее значения функции непрерывной на отрезке;

использовать производную для нахождения наилучшего решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком;

свободно оперировать понятиями: первообразная, определённый интеграл, находить первообразные элементарных функций и вычислять интеграл по формуле Ньютона-Лейбница;

находить площади плоских фигур и объёмы тел с помощью интеграла;

иметь представление о математическом моделировании на примере составления дифференциальных уравнений;

решать прикладные задачи, в том числе социально-экономического и физического характера, средствами математического анализа.

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 10 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы)
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Множество действительных чисел. Многочлены. Рациональные уравнения и неравенства. Системы линейных уравнений	24	1		Учи.ру
2	Функции и графики. Степенная функция с целым показателем	12	1		Я класс
3	Арифметический корень n-ой степени. Иррациональные уравнения	15	1		
4	Показательная функция. Показательные уравнения	10	1		
5	Логарифмическая функция. Логарифмические уравнения	18	1		
6	Тригонометрические выражения и уравнения	22	1		
7	Последовательности и прогрессии	10	1		
8	Непрерывные функции. Производная	20	1		
9	Повторение, обобщение, систематизация знаний	5	2		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		136	10	0	

## 11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Исследование функций с помощью производной	22	1		
2	Первообразная и интеграл	12	1		
3	Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства	14	1		
4	Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства	24	1		
5	Комплексные числа	10	1		
6	Натуральные и целые числа	10	1		
7	Системы рациональных, иррациональных показательных и логарифмических уравнений	12	1		
8	Задачи с параметрами	16	1		
9	Повторение, обобщение, систематизация знаний	16	2		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		136	10	0	

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Переход к изучению геометрии на углублённом уровне позволяет:

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

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

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

# СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

## 10 КЛАСС

### **Прямые и плоскости в пространстве**

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

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

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

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

### **Многогранники**

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

правильная треугольная пирамида и правильный тетраэдр, куб. Представление о правильных многогранниках: октаэдр, додекаэдр и икосаэдр.

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

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

### **Векторы и координаты в пространстве**

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

## **11 КЛАСС**

### **Тела вращения**

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

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

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

описанного около сферы, сферы, вписанной в многогранник или тело вращения.

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

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

### **Векторы и координаты в пространстве**

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

### **Движения в пространстве**

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



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

## **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **1) гражданское воспитание:**

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

### **2) патриотическое воспитание:**

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

### **3) духовно-нравственное воспитание:**

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

### **4) эстетическое воспитание:**

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

### **5) физическое воспитание:**

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

### **6) трудовое воспитание:**

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

самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к активному участию в решении практических задач математической направленности;

**7) экологическое воспитание:**

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

**8) ценности научного познания:**

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

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Познавательные универсальные учебные действия**

**Базовые логические действия:**

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

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

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

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

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

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

**Базовые исследовательские действия:**

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

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

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

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

### **Работа с информацией:**

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

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

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

оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

## **Коммуникативные универсальные учебные действия**

### **Общение:**

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

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

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

## **Регулятивные универсальные учебные действия**

### **Самоорганизация:**

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

#### **Самоконтроль, эмоциональный интеллект:**

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

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

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

#### **Совместная деятельность:**

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

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

## **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

К концу **10 класса** обучающийся научится:

- свободно оперировать основными понятиями стереометрии при решении задач и проведении математических рассуждений;
- применять аксиомы стереометрии и следствия из них при решении геометрических задач;
- классифицировать взаимное расположение прямых в пространстве, плоскостей в пространстве, прямых и плоскостей в пространстве;
- свободно оперировать понятиями, связанными с углами в пространстве: между прямыми в пространстве, между прямой и плоскостью;
- свободно оперировать понятиями, связанными с многогранниками;

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

К концу **11 класса** обучающийся научится:

- свободно оперировать понятиями, связанными с цилиндрической, конической и сферической поверхностями, объяснять способы получения;
- оперировать понятиями, связанными с телами вращения: цилиндром, конусом, сферой и шаром;
- распознавать тела вращения (цилиндр, конус, сфера и шар) и объяснять способы получения тел вращения;
- классифицировать взаимное расположение сферы и плоскости;
- вычислять величины элементов многогранников и тел вращения, объёмы и площади поверхностей многогранников и тел вращения, геометрических тел с применением формул;
- свободно оперировать понятиями, связанными с комбинациями тел вращения и многогранников: многогранник, вписанный в сферу и описанный около сферы, сфера, вписанная в многогранник или тело вращения;
- вычислять соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел;
- изображать изучаемые фигуры, выполнять (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объёмных фигур: вид сверху, сбоку, снизу, строить сечения тел вращения;
- извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках;
- свободно оперировать понятием вектор в пространстве;
- выполнять операции над векторами;
- задавать плоскость уравнением в декартовой системе координат;
- решать геометрические задачи на вычисление углов между прямыми и плоскостями, вычисление расстояний от точки до плоскости, в целом, на применение векторно-координатного метода при решении;
- свободно оперировать понятиями, связанными с движением в пространстве, знать свойства движений;
- выполнять изображения многогранников и тел вращения при параллельном переносе, центральной симметрии, зеркальной симметрии, при повороте вокруг прямой, преобразования подобия;
- строить сечения многогранников и тел вращения: сечения цилиндра (параллельно и перпендикулярно оси), сечения конуса (параллельные основанию и проходящие через вершину), сечения шара;
- использовать методы построения сечений: метод следов, метод внутреннего проектирования, метод переноса секущей плоскости;

- доказывать геометрические утверждения;
- применять геометрические факты для решения стереометрических задач, предполагающих несколько шагов решения, если условия применения заданы в явной и неявной форме;
- решать задачи на доказательство математических отношений и нахождение геометрических величин;
- применять программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении стереометрических задач;
- применять полученные знания на практике: сравнивать, анализировать и оценивать реальные ситуации, применять изученные понятия, теоремы, свойства в процессе поиска решения математически сформулированной проблемы, моделировать реальные ситуации на языке геометрии, исследовать построенные модели с использованием геометрических понятий и теорем, аппарата алгебры, решать практические задачи, связанные с нахождением геометрических величин;
- иметь представления об основных этапах развития геометрии как составной части фундамента развития технологий.

**ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
10 КЛАСС**

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Введение в стереометрию	23	1		
2	Взаимное расположение прямых в пространстве	6	1		
3	Параллельность прямых и плоскостей в пространстве	8			
4	Перпендикулярность прямых и плоскостей в пространстве	25			
5	Углы и расстояния	16	1		
6	Многогранники	7	1		
7	Векторы в пространстве	12			
8	Повторение, обобщение и систематизация знаний	5	2		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		102	6	0	



## 11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Аналитическая геометрия	15	1		
2	Повторение, обобщение и систематизация знаний	15	1		
3	Объём многогранника	17	1		
4	Тела вращения	24	1		
5	Площади поверхности и объёмы круглых тел	9	1		
6	Движения	5	1		
7	Повторение, обобщение и систематизация знаний	17	2		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		102	8	0	

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

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

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

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

Содержание линии «Случайные события и вероятности» служит основой для формирования представлений о распределении вероятностей между значениями случайных величин. Важную часть в этой содержательной линии занимает изучение геометрического и биномиального распределений и

знакомство с их непрерывными аналогами – показательным и нормальным распределениями.

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

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

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

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

## **СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ**

### **10 КЛАСС**

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

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

Операции над событиями: пересечение, объединение, противоположные события. Диаграммы Эйлера. Формула сложения вероятностей.

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

Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого успеха. Перестановки

и факториал. Число сочетаний. Треугольник Паскаля. Формула бинома Ньютона.

Серия независимых испытаний Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности.

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

## 11 КЛАСС

Совместное распределение двух случайных величин. Независимые случайные величины.

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

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

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

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

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

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

# **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОГО КУРСА «ВЕРОЯТНОСТЬ И СТАТИСТИКА» (УГЛУБЛЕННЫЙ УРОВЕНЬ) НА УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

## **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **1) гражданского воспитания:**

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

### **2) патриотического воспитания:**

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

### **3) духовно-нравственного воспитания:**

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

### **4) эстетического воспитания:**

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

### **5) физического воспитания:**

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

### **6) трудового воспитания:**

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

самообразованию на протяжении всей жизни, готовность к активному участию в решении практических задач математической направленности;

**7) экологического воспитания:**

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

**8) ценности научного познания:**

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

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **Познавательные универсальные учебные действия**

**Базовые логические действия:**

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

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

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

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

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

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

**Базовые исследовательские действия:**

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

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

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

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

### **Работа с информацией:**

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

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

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

оценивать надёжность информации по самостоятельно сформулированным критериям.

## **Коммуникативные универсальные учебные действия**

### **Общение:**

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

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

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

## **Регулятивные универсальные учебные действия**

### **Самоорганизация:**

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

#### **Самоконтроль, эмоциональный интеллект:**

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

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

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

#### **Совместная деятельность:**

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

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

## **ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

К концу **10 класса** обучающийся научится:

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

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

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



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

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

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

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

К концу **11 класса** обучающийся научится:

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

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

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

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

**ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
10 КЛАСС**

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Элементы теории графов	3			
2	Случайные опыты, случайные события и вероятности событий	3			
3	Операции над множествами и событиями. Сложение и умножение вероятностей. Условная вероятность. Независимые события	5			
4	Элементы комбинаторики	4	1		
5	Серии последовательных испытаний. Испытания Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности	5			
6	Случайные величины и распределения	14	1		
<b>ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ</b>		<b>34</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	

## 11 КЛАСС

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов			Электронные (цифровые) образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы	
1	Закон больших чисел	5			
2	Элементы математической статистики	6			
3	Непрерывные случайные величины (распределения), показательное и нормальное распределения	4			
4	Распределение Пуассона	2			
5	Связь между случайными величинами	6			
6	Обобщение и систематизация знаний	11	1		
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		34	1	0	

**ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ (математика)****10 КЛАСС**

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
1	Множество, операции над множествами и их свойства	1				
2	Диаграммы Эйлера-Венна	1				
3	Применение теоретико-множественного аппарата для решения задач	1				
4	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби	1				
5	Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты, бесконечные периодические дроби	1				
6	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач	1				
7	Применение дробей и процентов для решения прикладных задач	1				
8	Действительные числа. Рациональные и иррациональные числа	1				

9	Арифметические операции с действительными числами	1				
10	Модуль действительного числа и его свойства	1				
11	Приближённые вычисления, правила округления, прикидка и оценка результата вычислений	1				
12	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств	1				
13	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств	1				
14	Основные методы решения целых и дробно-рациональных уравнений и неравенств	1				
15	Многочлены от одной переменной. Деление многочлена на многочлен с остатком. Теорема Безу	1				
16	Многочлены с целыми коэффициентами. Теорема Виета	1				
17	Решение систем линейных уравнений	1				
18	Решение систем линейных уравнений	1				
19	Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы	1				

	2×2, его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения					
20	Определитель матрицы 2×2, его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения	1				
21	Применение определителя для решения системы линейных уравнений	1				
22	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений	1				
23	Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений	1				
24	Контрольная работа: "Рациональные уравнения и неравенства. Системы линейных уравнений".	1	1			
25	Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка	1				
26	Понятия стереометрии: точка, прямая, плоскость, пространство. Основные правила изображения на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка	1				

27	Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство	1				
28	Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство	1				
29	Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов	1				
30	Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов	1				
31	Аксиомы стереометрии и первые следствия из них	1				
32	Аксиомы стереометрии и первые следствия из них	1				
33	Аксиомы стереометрии и первые следствия из них. Способы задания прямых и плоскостей в пространстве. Обозначения прямых и плоскостей	1				
34	Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами	1				

35	Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами	1				
36	Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами	1				
37	Изображение сечений пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра. Изображение пересечения полученных плоскостей. Раскрашивание построенных сечений разными цветами	1				
38	Метод следов для построения сечений	1				
39	Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей	1				
40	Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей	1				



41	Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения	1				
42	Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения	1				
43	Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения	1				
44	Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения	1				
45	Повторение планиметрии: Теорема о пропорциональных отрезках. Подобие треугольников	1				
46	Повторение планиметрии: Теорема Менелая. Расчеты в сечениях на выносных чертежах. История развития планиметрии и стереометрии	1				
47	Контрольная работа "Аксиомы стереометрии. Сечения"	1	1			
48	Граф, связный граф, представление задачи с помощью графа	1				

49	Степень (валентность) вершины. Путь в графе. Цепи и циклы	1				
50	Графы на плоскости. Дерево случайного эксперимента	1				
51	Случайные эксперименты (опыты) и случайные события. Элементарные события (исходы)	1				
52	Вероятность случайного события. Вероятности событий в опытах с равновозможными элементарными событиями	1				
53	Вероятность случайного события. Вероятности событий в опытах с равновозможными элементарными событиями	1				
54	Пересечение, объединение множеств и событий, противоположные события. Формула сложения вероятностей	1				
55	Условная вероятность. Умножение вероятностей. Формула условной вероятности	1				
56	Условная вероятность. Умножение вероятностей. Формула условной вероятности	1				
57	Функция, способы задания функции. Взаимно обратные функции. Композиция функций	1				

58	График функции. Элементарные преобразования графиков функций	1				
59	Область определения и множество значений функции. Нули функции. Промежутки знак постоянства	1				
60	Чётные и нечётные функции. Периодические функции. Промежутки монотонности функции	1				
61	Максимумы и минимумы функции. Наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке	1				
62	Линейная, квадратичная и дробно-линейная функции	1				
63	Элементарное исследование и построение графиков этих функций	1				
64	Элементарное исследование и построение графиков этих функций	1				
65	Степень с целым показателем. Бином Ньютона	1				
66	Степень с целым показателем. Бином Ньютона	1				
67	Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график	1				
68	Контрольная работа: "Степенная функция. Её свойства и график"	1	1			

69	Арифметический корень натуральной степени и его свойства	1				
70	Арифметический корень натуральной степени и его свойства	1				
71	Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни	1				
72	Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни	1				
73	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений	1				
74	Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений	1				
75	Свойства и график корня $n$ -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем	1				
76	Свойства и график корня $n$ -ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем	1				
77	Контрольная работа: "Свойства и график корня $n$ -ой степени. Иррациональные уравнения"	1	1			
78	Степень с рациональным показателем и её свойства	1				
79	Степень с рациональным показателем и её свойства	1				

80	Степень с рациональным показателем и её свойства	1				
81	Показательная функция, её свойства и график	1				
82	Использование графика функции для решения уравнений	1				
83	Использование графика функции для решения уравнений	1				
84	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	1				
85	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	1				
86	Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений	1				
87	Контрольная работа: "Показательная функция. Показательные уравнения"	1	1			
88	Логарифм числа. Свойства логарифма	1				
89	Логарифм числа. Свойства логарифма	1				
90	Логарифм числа. Свойства логарифма	1				
91	Десятичные и натуральные логарифмы	1				

92	Десятичные и натуральные логарифмы	1				
93	Преобразование выражений, содержащих логарифмы	1				
94	Преобразование выражений, содержащих логарифмы	1				
95	Преобразование выражений, содержащих логарифмы	1				
96	Логарифмическая функция, её свойства и график	1				
97	Логарифмическая функция, её свойства и график	1				
98	Использование графика функции для решения уравнений	1				
99	Использование графика функции для решения уравнений	1				
100	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений	1				
101	Взаимное расположение прямых в пространстве. Скрещивающиеся прямые. Признаки скрещивающихся прямых. Параллельные прямые в пространстве	1				
102	Теорема о существовании и единственности прямой, параллельной данной прямой,	1				

	проходящей через точку пространства и не лежащей на данной прямой. Лемма о пересечении параллельных прямых плоскостью					
103	Параллельность трех прямых. Теорема о трёх параллельных прямых. Теорема о скрещивающихся прямых	1				
104	Параллельное проектирование. Основные свойства параллельного проектирования. Изображение разных фигур в параллельной проекции	1				
105	Центральная проекция. Угол с сонаправленными сторонами. Угол между прямыми	1				
106	Задачи на доказательство и исследование, связанные с расположением прямых в пространстве	1				
107	Понятия: параллельность прямой и плоскости в пространстве. Признак параллельности прямой и плоскости. Свойства параллельности прямой и плоскости	1				
108	Геометрические задачи на вычисление и доказательство,	1				

	связанные с параллельностью прямых и плоскостей в пространстве					
109	Построение сечения, проходящего через данную прямую на чертеже и параллельного другой прямой. Расчёт отношений	1				
110	Параллельная проекция, применение для построения сечений куба и параллелепипеда. Свойства параллелепипеда и призмы	1				
111	Параллельные плоскости. Признаки параллельности двух плоскостей	1				
112	Теорема о параллельности и единственности плоскости, проходящей через точку, не принадлежащую данной плоскости и следствия из неё	1				
113	Свойства параллельных плоскостей: о параллельности прямых пересечения при пересечении двух параллельных плоскостей третьей	1				
114	Свойства параллельных плоскостей: об отрезках параллельных прямых, заключённых между параллельными плоскостями; о	1				



	пересечении прямой с двумя параллельными плоскостями					
115	Повторение: теорема Пифагора на плоскости	1				
116	Повторение: тригонометрия прямоугольного треугольника	1				
117	Свойства куба и прямоугольного параллелепипеда	1				
118	Вычисление длин отрезков в кубе и прямоугольном параллелепипеде	1				
119	Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости	1				
120	Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости	1				
121	Теорема о существовании и единственности прямой, проходящей через точку пространства и перпендикулярной к плоскости	1				
122	Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках	1				
123	Плоскости и перпендикулярные им прямые в многогранниках	1				

124	Перпендикуляр и наклонная. Построение перпендикуляра из точки на прямую	1				
125	Формула полной вероятности	1				
126	Формула Байеса. Независимые события	1				
127	Комбинаторное правило умножения. Перестановки и факториал	1				
128	Число сочетаний. Треугольник Паскаля	1				
129	Формула бинома Ньютона	1				
130	Контрольная работа №1: "Графы, вероятности, множества, комбинаторика"	1	1			
131	Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания. Серия независимых испытаний до первого успеха	1				
132	Серия независимых испытаний до первого успеха	1				
133	Серия независимых испытаний Бернулли	1				
134	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений	1				

135	Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений	1				
136	Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений	1				
137	Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений	1				
138	Контрольная работа: "Логарифмическая функция. Логарифмические уравнения"	1	1			
139	Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента	1				
140	Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента	1				
141	Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента	1				
142	Арксинус, арккосинус и арктангенс числового аргумента	1				
143	Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента	1				
144	Тригонометрическая окружность, определение тригонометрических функций числового аргумента	1				
145	Основные тригонометрические формулы	1				
146	Основные тригонометрические формулы	1				

147	Основные тригонометрические формулы	1				
148	Основные тригонометрические формулы	1				
149	Преобразование тригонометрических выражений	1				
150	Преобразование тригонометрических выражений	1				
151	Преобразование тригонометрических выражений	1				
152	Преобразование тригонометрических выражений	1				
153	Решение тригонометрических уравнений	1				
154	Решение тригонометрических уравнений	1				
155	Решение тригонометрических уравнений	1				
156	Решение тригонометрических уравнений	1				
157	Решение тригонометрических уравнений	1				
158	Решение тригонометрических уравнений	1				
159	Решение тригонометрических уравнений	1				

160	Контрольная работа: "Тригонометрические выражения и тригонометрические уравнения"	1	1			
161	Последовательности, способы задания последовательностей. Метод математической индукции	1				
162	Монотонные и ограниченные последовательности. История анализа бесконечно малых	1				
163	Арифметическая прогрессия	1				
164	Геометрическая прогрессия	1				
165	Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия	1				
166	Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии	1				
167	Линейный и экспоненциальный рост. Число $e$ . Формула сложных процентов	1				
168	Линейный и экспоненциальный рост. Число $e$ . Формула сложных процентов	1				
169	Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера	1				
170	Контрольная работа: "Последовательности и прогрессии"	1	1			

171	Непрерывные функции и их свойства	1				
172	Точка разрыва. Асимптоты графиков функций	1				
173	Свойства функций непрерывных на отрезке	1				
174	Метод интервалов для решения неравенств	1				
175	Метод интервалов для решения неравенств	1				
176	Метод интервалов для решения неравенств	1				
177	Применение свойств непрерывных функций для решения задач	1				
178	Применение свойств непрерывных функций для решения задач	1				
179	Перпендикуляр и наклонная. Построение перпендикуляра из точки на прямую	1				
180	Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная)	1				
181	Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная)	1				
182	Угол между скрещивающимися прямыми	1				
183	Поиск перпендикулярных прямых с помощью перпендикулярных плоскостей	1				

184	Ортогональное проектирование	1				
185	Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью ортогональной проекции	1				
186	Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью ортогональной проекции	1				
187	Симметрия в пространстве относительно плоскости. Плоскости симметрий в многогранниках	1				
188	Признак перпендикулярности прямой и плоскости как следствие симметрии	1				
189	Правильные многогранники. Расчёт расстояний от точки до плоскости	1				
190	Правильные многогранники. Расчёт расстояний от точки до плоскости	1				
191	Способы опустить перпендикуляры: симметрия, сдвиг точки по параллельной прямой	1				
192	Сдвиг по непараллельной прямой, изменение расстояний	1				
193	Контрольная работа "Взаимное расположение прямых и плоскостей в пространстве"	1	1			
194	Повторение: угол между прямыми на плоскости, тригонометрия в	1				

	произвольном треугольнике, теорема косинусов					
195	Повторение: угол между скрещивающимися прямыми в пространстве	1				
196	Геометрические методы вычисления угла между прямыми в многогранниках	1				
197	Двугранный угол. Свойство линейных углов двугранного угла	1				
198	Перпендикулярные плоскости. Свойства взаимно перпендикулярных плоскостей	1				
199	Признак перпендикулярности плоскостей; теорема о прямой пересечения двух плоскостей перпендикулярных третьей плоскости	1				
200	Прямоугольный параллелепипед; куб; измерения, свойства прямоугольного параллелепипеда	1				
201	Теорема о диагонали прямоугольного параллелепипеда и следствие из неё	1				
202	Стереометрические и прикладные задачи, связанные со взаимным расположением прямых и плоскости	1				



203	Повторение: скрещивающиеся прямые, параллельные плоскости в стандартных многогранниках	1				
204	Пара параллельных плоскостей на скрещивающихся прямых, расстояние между скрещивающимися прямыми в простых ситуациях	1				
205	Расстояние от точки до плоскости, расстояние от прямой до плоскости	1				
206	Вычисление расстояний между скрещивающимися прямыми с помощью перпендикулярной плоскости	1				
207	Трёхгранный угол, неравенства для трехгранных углов. Теорема Пифагора, теоремы косинусов и синусов для трёхгранного угла	1				
208	Элементы сферической геометрии: геодезические линии на Земле	1				
209	Контрольная работа "Углы и расстояния"	1	1			
210	Систематизация знаний "Многогранник и его элементы"	1				
211	Пирамида. Виды пирамид. Правильная пирамида	1				
212	Случайный выбор из конечной совокупности	1				

213	Практическая работа с использованием электронных таблиц	1				
214	Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения	1				
215	Операции над случайными величинами. Примеры распределений. Бинарная случайная величина	1				
216	Геометрическое распределение. Биномиальное распределение	1				
217	Математическое ожидание случайной величины. Совместное распределение двух случайных величин	1				
218	Независимые случайные величины. Свойства математического ожидания. Математическое ожидание бинарной случайной величины	1				
219	Математическое ожидание геометрического и биномиального распределений	1				
220	Дисперсия и стандартное отклонение	1				
221	Дисперсия бинарной случайной величины. Свойства дисперсии	1				

222	Первая и вторая производные функции	1				
223	Определение, геометрический смысл производной	1				
224	Определение, физический смысл производной	1				
225	Уравнение касательной к графику функции	1				
226	Уравнение касательной к графику функции	1				
227	Производные элементарных функций	1				
228	Производные элементарных функций	1				
229	Производная суммы, произведения, частного и композиции функций	1				
230	Контрольная работа: «Производная»	1	1			
231	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"	1				
232	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Функции"	1				
233	Призма. Прямая и наклонная призма. Правильная призма	1				

234	Прямой параллелепипед, прямоугольный параллелепипед, куб	1				
235	Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера	1				
236	Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера. Правильные и полуправильные многогранники	1				
237	Контрольная работа "Многогранники"	1	1			
238	Понятие вектора на плоскости и в пространстве	1				
239	Сумма векторов	1				
240	Разность векторов	1				
241	Правило параллелепипеда	1				
242	Умножение вектора на число	1				
243	Разложение вектора по базису трёх векторов, не лежащих в одной плоскости	1				
244	Скалярное произведение	1				
245	Вычисление угла между векторами в пространстве	1				
246	Простейшие задачи с векторами	1				
247	Простейшие задачи с векторами	1				
248	Простейшие задачи с векторами	1				
249	Простейшие задачи с векторами	1				

250	Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин	1				
251	Практическая работа с использованием электронных таблиц	1				
252	Дисперсия биномиального распределения. Практическая работа с использованием электронных таблиц	1				
253	Обобщение и систематизация знаний	1				
254	Контрольная работа №2: "Испытания Бернулли. Случайные величины и распределения"	1	1			
255	Обобщение и систематизация знаний	1				
256	Обобщение и систематизация знаний	1				
257	Обобщение и систематизация знаний	1				
258	Обобщение и систематизация знаний	1				
259	Обобщение и систематизация знаний	1				
260	Обобщение и систематизация знаний	1				

261	Обобщение и систематизация знаний	1				
262	Обобщение и систематизация знаний	1				
263	Итоговая контрольная работа в форме тестирования	1	1			
264	Итоговая контрольная работа в форме тестирования	1	1			
265	Итоговая контрольная работа в форме тестирования	1	1			
266	Итоговая контрольная работа в форме тестирования	1	1			
267	Обобщение и систематизация знаний	1				
268	Обобщение и систематизация знаний	1				
269	Обобщение и систематизация знаний	1				
270	Обобщение и систематизация знаний	1				
271	Обобщение и систематизация знаний	1				
272	Обобщение и систематизация знаний	1				
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		272	15 (18 часов)	0		

## 11 КЛАСС

№ п/п	Тема урока	Количество часов			Дата изучения	Электронные цифровые образовательные ресурсы
		Всего	Контрольные работы	Практические работы		
1	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				
2	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				
3	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				
4	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				
5	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				
6	Применение производной к исследованию функций на монотонность и экстремумы	1				
7	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				

8	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				
9	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				
10	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				
11	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				
12	Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке	1				
13	Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах	1				
14	Применение производной для нахождения наилучшего решения в прикладных задачах	1				
15	Применение производной для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком	1				
16	Применение производной для определения скорости и ускорения	1				



	процесса, заданного формулой или графиком					
17	Композиция функций	1				
18	Композиция функций	1				
19	Композиция функций	1				
20	Геометрические образы уравнений на координатной плоскости	1				
21	Геометрические образы уравнений на координатной плоскости	1				
22	Контрольная работа: "Исследование функций с помощью производной"	1	1			
23	Первообразная, основное свойство первообразных	1				
24	Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных	1				
25	Первообразные элементарных функций. Правила нахождения первообразных	1				
26	Интеграл. Геометрический смысл интеграла	1				
27	Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница	1				
28	Вычисление определённого интеграла по формуле Ньютона-Лейбница	1				
29	Применение интеграла для нахождения площадей плоских фигур	1				

30	Применение интеграла для нахождения объёмов геометрических тел	1				
31	Примеры решений дифференциальных уравнений	1				
32	Примеры решений дифференциальных уравнений	1				
33	Математическое моделирование реальных процессов с помощью дифференциальных уравнений	1				
34	Контрольная работа: "Первообразная и интеграл"	1	1			
35	Повторение темы "Координаты вектора на плоскости и в пространстве"					
36	Повторение темы "Скалярное произведение векторов"					
37	Повторение темы "Вычисление угла между векторами в пространстве"					
38	Повторение темы "Уравнение прямой, проходящей через две точки"					
39	Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках					
40	Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках					
41	Векторное произведение					
42	Линейные неравенства, линейное программирование					

43	Линейные неравенства, линейное программирование					
44	Аналитические методы расчёта угла между прямыми в многогранниках	1				
	Аналитические методы расчёта угла между плоскостями в многогранниках	1				
45	Формула расстояния от точки до плоскости в координатах	1				
46	Нахождение расстояний от точки до плоскости в кубе	1				
47	Нахождение расстояний от точки до плоскости в правильной пирамиде	1				
48	Контрольная работа "Аналитическая геометрия"	1				
49	Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел	1				
50	Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел	1				
51	Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева. Теорема Бернулли. Закон больших чисел	1				
52	Выборочный метод исследований	1				
53	Практическая работа с использованием электронных таблиц	1				
54	Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство с выборочными	1				

	характеристиками. Оценка среднего и дисперсии генеральной совокупности с помощью выборочных характеристик					
55	Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство с выборочными характеристиками. Оценка среднего и дисперсии генеральной совокупности с помощью выборочных характеристик	1				
56	Оценивание вероятностей событий по выборке	1				
57	Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений	1				
58	Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений	1				
59	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				
60	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				
61	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				
62	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				
63	Тригонометрические функции, их свойства и графики	1				

64	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	1				
65	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	1				
66	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	1				
67	Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности	1				
68	Решение тригонометрических неравенств	1				
69	Решение тригонометрических неравенств	1				
70	Решение тригонометрических неравенств	1				
71	Решение тригонометрических неравенств	1				
72	Контрольная работа: "Графики тригонометрических функций. Тригонометрические неравенства"	1	1			
73	Сечения многогранников: стандартные многогранники	1				
74	Сечения многогранников: метод следов	1				

75	Сечения многогранников: стандартные плоскости, пересечения прямых и плоскостей	1				
76	Параллельные прямые и плоскости: параллельные сечения	1				
77	Параллельные прямые и плоскости: расчёт отношений	1				
78	Параллельные прямые и плоскости: углы между скрещивающимися прямыми	1				
79	Перпендикулярные прямые и плоскости: стандартные пары перпендикулярных плоскостей и прямых, симметрии многогранников	1				
80	Перпендикулярные прямые и плоскости: теорема о трех перпендикулярах	1				
81	Перпендикулярные прямые и плоскости: вычисления длин в многогранниках	1				
82	Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия	1				
83	Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия	1				

84	Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия	1				
85	Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия	1				
86	Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия	1				
87	Контрольная работа "Повторение: многогранники, сечения многогранников"	1	1			
88	Примеры непрерывных случайных величин. Функция плотности вероятности	1				
89	Равномерное распределение. Примеры задач, приводящих к показательному и к нормальному распределениям	1				
90	Функция плотности вероятности показательного распределения	1				
91	Функция плотности вероятности нормального распределения	1				
92	Последовательность одиночных независимых событий. Пример задачи, приводящей к распределению Пуассона	1				
93	Практическая работа с использованием электронных таблиц	1				

94	Ковариация двух случайных величин. Коэффициент корреляции	1				
95	Совместные наблюдения двух величин	1				
96	Выборочный коэффициент корреляции	1				
97	Различие между линейной связью и причинно-следственной связью	1				
98	Линейная регрессия	1				
99	Практическая работа с использованием электронных таблиц	1				
100	Представление данных с помощью таблиц и диаграмм, описательная статистика	1				
101	Опыты с равновероятными элементарными событиями	1				
102	Основные методы решения показательных неравенств	1				
103	Основные методы решения показательных неравенств	1				
104	Основные методы решения показательных неравенств	1				
105	Основные методы решения показательных неравенств	1				
106	Основные методы решения логарифмических неравенств	1				
107	Основные методы решения логарифмических неравенств	1				
108	Основные методы решения логарифмических неравенств	1				



109	Основные методы решения иррациональных неравенств	1				
110	Основные методы решения иррациональных неравенств	1				
111	Графические методы решения иррациональных уравнений	1				
112	Графические методы решения иррациональных уравнений	1				
113	Графические методы решения показательных уравнений	1				
114	Графические методы решения показательных неравенств	1				
115	Графические методы решения логарифмических уравнений	1				
116	Графические методы решения логарифмических неравенств	1				
117	Графические методы решения логарифмических неравенств	1				
118	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений	1				
119	Графические методы решения показательных и логарифмических уравнений	1				
120	Графические методы решения показательных и логарифмических неравенств	1				

121	Графические методы решения показательных и логарифмических неравенств	1				
122	Контрольная работа: "Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства"	1	1			
123	Объём тела. Объём прямоугольного параллелепипеда	1				
124	Задачи об удвоении куба, о квадратуре куба; о трисекции угла	1				
125	Стереометрические задачи, связанные с объёмом прямоугольного параллелепипеда	1				
126	Прикладные задачи, связанные с вычислением объёма прямоугольного параллелепипеда	1				
127	Объём прямой призмы	1				
128	Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов прямой призмы	1				
129	Прикладные задачи, связанные с объёмом прямой призмы	1				
130	Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём наклонной призмы	1				
131	Вычисление объёмов тел с помощью определённого интеграла. Объём пирамиды	1				

132	Формула объёма пирамиды. Отношение объёмов пирамид с общим углом	1				
133	Формула объёма пирамиды. Отношение объёмов пирамид с общим углом	1				
134	Стереометрические задачи, связанные с объёмами наклонной призмы	1				
135	Стереометрические задачи, связанные с объёмами пирамиды	1				
136	Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом наклонной призмы	1				
137	Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом пирамиды	1				
138	Применение объёмов. Вычисление расстояния до плоскости	1				
139	Контрольная работа по теме "Объёмы многогранников"	1	1			
140	Вычисление вероятностей событий с применением формул	1				
141	Вычисление вероятностей событий с применением графических методов: координатная прямая, дерево, диаграмма Эйлера	1				
142	Случайные величины и распределения	1				
143	Математическое ожидание случайной величины	1				

144	Математическое ожидание случайной величины	1				
145	Контрольная работа: "Вероятность и статистика"	1				
146	Вычисление вероятностей событий с применением формул и графических методов	1				
147	Вычисление вероятностей событий с применением формул и графических методов	1				
148	Случайные величины и распределения. Математическое ожидание случайной величины	1				
149	Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа	1				
150	Комплексные числа. Алгебраическая и тригонометрическая формы записи комплексного числа	1				
151	Арифметические операции с комплексными числами	1				
152	Арифметические операции с комплексными числами	1				
153	Изображение комплексных чисел на координатной плоскости	1				
154	Изображение комплексных чисел на координатной плоскости	1				

155	Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа	1				
156	Формула Муавра. Корни n-ой степени из комплексного числа	1				
157	Применение комплексных чисел для решения физических и геометрических задач	1				
158	Контрольная работа по теме "Комплексные числа"	1	1			
159	Натуральные и целые числа	1				
160	Натуральные и целые числа	1				
161	Применение признаков делимости целых чисел	1				
162	Применение признаков делимости целых чисел	1				
163	Применение признаков делимости целых чисел: НОД и НОК	1				
164	Применение признаков делимости целых чисел: НОД и НОК	1				
165	Применение признаков делимости целых чисел: остатки по модулю	1				
166	Применение признаков делимости целых чисел: остатки по модулю	1				
167	Применение признаков делимости целых чисел: алгоритм Евклида для решения задач в целых числах	1				
168	Контрольная работа: "Теория целых чисел"	1	1			

169	Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия	1				
170	Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы-следствия	1				
171	Основные методы решения систем и совокупностей рациональных уравнений	1				
172	Основные методы решения систем и совокупностей иррациональных уравнений	1				
173	Основные методы решения систем и совокупностей показательных уравнений	1				
174	Основные методы решения систем и совокупностей показательных уравнений	1				
175	Основные методы решения систем и совокупностей логарифмических уравнений	1				
176	Основные методы решения систем и совокупностей логарифмических уравнений	1				
177	Применение систем к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной	1				

	жизни, интерпретация полученных результатов					
178	Применение систем к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов	1				
179	Применение неравенств к решению математических задач и задач из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов	1				
180	Контрольная работа: "Системы рациональных, иррациональных показательных и логарифмических уравнений"	1	1			
181	Цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности	1				
182	Цилиндр. Прямой круговой цилиндр. Площадь поверхности цилиндра	1				
183	Коническая поверхность, образующие конической поверхности. Конус	1				
184	Сечение конуса плоскостью, параллельной плоскости основания	1				
185	Усечённый конус. Изображение конусов и усечённых конусов	1				

186	Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса	1				
187	Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса	1				
188	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конуса	1				
189	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конуса	1				
190	Прикладные задачи, связанные с цилиндром	1				
191	Прикладные задачи, связанные с цилиндром	1				
192	Сфера и шар	1				
193	Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара	1				
194	Пересечение сферы и шара с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара	1				
195	Уравнение сферы. Площадь сферы и её частей	1				
196	Симметрия сферы и шара	1				
197	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление,	1				



	связанные со сферой и шаром, построением их сечений плоскостью					
198	Стереометрические задачи на доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром, построением их сечений плоскостью	1				
199	Прикладные задачи, связанные со сферой и шаром	1				
200	Повторение: окружность на плоскости, вычисления в окружности, стандартные подобия	1				
201	Различные комбинации тел вращения и многогранников	1				
202	Задачи по теме "Тела и поверхности вращения"	1				
203	Задачи по теме "Тела и поверхности вращения"	1				
204	Контрольная работа "Тела и поверхности вращения"	1	1			
205	Рациональные уравнения с параметрами	1				
206	Рациональные неравенства с параметрами	1				
207	Рациональные системы с параметрами	1				
208	Иррациональные уравнения, неравенства с параметрами	1				
209	Иррациональные системы с параметрами	1				

210	Показательные уравнения, неравенства с параметрами	1				
211	Показательные системы с параметрами	1				
212	Логарифмические уравнения, неравенства с параметрами	1				
213	Логарифмические системы с параметрами	1				
214	Тригонометрические уравнения с параметрами	1				
215	Тригонометрические неравенства с параметрами	1				
216	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью уравнений с параметрами	1				
217	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью систем уравнений с параметрами	1				
218	Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью систем уравнений с параметрами	1				
219	Контрольная работа: "Задачи с параметрами"	1	1			
220	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"	1				

221	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения"	1				
222	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Уравнения. Системы уравнений"	1				
223	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"	1				
224	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"	1				
225	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Неравенства"	1				
226	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"	1				
227	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"	1				
228	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Производная и её применение"	1				
229	Повторение, обобщение, систематизация знаний: "Интеграл и его применение"	1				
230	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
231	Контрольная работа	1	1			
232	Контрольная работа	1	1			

233	Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов цилиндра, конуса	1				
234	Прикладные задачи по теме "Объёмы и площади поверхностей тел"	1				
235	Объём шара и шарового сектора. Теорема об объёме шара. Площадь сферы. Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов шара, шарового сегмента и шарового сектора	1				
236	Прикладные задачи по теме "Объёмы тел", связанные с объёмом шара и площадью сферы. Соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных тел	1				
237	Подобные тела в пространстве. Изменение объёма при подобии. Стереометрические задачи, связанные с вычислением объёмов тел и площадей поверхностей	1				
238	Контрольная работа "Площади поверхности и объёмы круглых тел"	1	1			
239	Движения пространства. Отображения. Движения и равенство фигур. Общие свойства движений	1				
240	Виды движений: параллельный перенос, центральная симметрия,	1				

	зеркальная симметрия, поворот вокруг прямой					
241	Преобразования подобия. Прямая и сфера Эйлера	1				
242	Геометрические задачи на применение движения	1				
243	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Векторы в пространстве"	1				
244	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Параллельность прямых и плоскостей в пространстве"	1				
245	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Векторы в пространстве"	1				
246	Контрольная работа "Векторы в пространстве"	1	1			
247	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Объем многогранника"	1				
248	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–	1				

	11 классов, систематизация знаний: "Объем многогранника"					
249	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Площади поверхности и объёмы круглых тел"	1				
250	Обобщающее повторение 11 понятий и методов курса геометрии 10–11 классов, систематизация знаний: "Площади поверхности и объёмы круглых тел"	1				
251	Итоговая контрольная работа	1	1			
252	Итоговая контрольная работа	1	1			
253	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
254	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
255	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
256	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
257	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
258	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				

259	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
260	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
261	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
262	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
263	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
264	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
265	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
266	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
267	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
268	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				

269	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
270	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
271	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
272	Повторение, обобщение, систематизация знаний	1				
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ		272	15 (17 часов)	0		



## **УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧЕНИКА**

- Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа (в 2 частях), 10 класс/ Часть 1: Мордкович А.Г., Семенов П.В.; Часть 2: Мордкович А.Г. и другие; под редакцией Мордковича А.Г., Общество с ограниченной ответственностью «ИОЦ МНЕМОЗИНА»

- Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа (в 2 частях), 11 класс/ Часть 1: Мордкович А.Г., Семенов П.В.; Часть 2: Мордкович А.Г. и другие; под редакцией Мордковича А.Г., Общество с ограниченной ответственностью «ИОЦ МНЕМОЗИНА»

- Мерзляк А.Г., Д. А. Номировский, В.М. Поляков Математика. Алгебра и начала анализа. Углублённый уровень: 10 класс: учебник. - 3-е изд. стереотип. - М.: Вентана-Граф, 2020.- 480с.: - ил. - (Российский учебник).

- Атанасян Л.С. и др. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Геометрия. 10-11 классы: учебник для образовательных организаций: базовый и углубл. Уровни.- 7-е изд. , перераб. И доп. – М.: Просвещение, 2019, -287 с. : -ил. – (МГУ-школе).

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ**

- Мордкович А.Г., Семёнов П. В. Алгебра и начала математического анализа. 11 класс (профильный уровень): методическое пособие для учителя. - М. :Мнемозина, 2018- 191 с.

- Мордкович А.Г., Семёнов П.В. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического

анализа. 10 класс (базовый и углублённый уровень): методическое пособие для учителя.- 3-е изд., перераб.- М.: Мнемозина, 2015. - 256с.

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

Учи.ру, Я класс