Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Лицей №1»

(МАОУ Лицей №1)

**АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

**Математика (углубленный уровень)**

**Среднее общее образование**

Программа по математике углублённого уровня для обучающихся на уровне среднего общего образования разработана на основе ФГОС СОО с учётом современных мировых требований, предъявляемых к математическому образованию, и традиций российского образования. Реализация программы по математике обеспечивает овладение ключевыми компетенциями, составляющими основу для саморазвития и непрерывного образования, целостность общекультурного, личностного и познавательного развития личности обучающихся.

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

В эпоху цифровой трансформации всех сфер человеческой деятельности невозможно стать образованным современным человеком без хорошей математической подготовки. Это обусловлено тем, что в наши дни растёт число

специальностей, связанных с непосредственным применением математики: и в сфере экономики, и в бизнесе, и в технологических областях, и даже в гуманитарных сферах. Таким образом, круг обучающихся, для которых математика становится значимым предметом, фундаментом образования, существенно расширяется. В него входят не только обучающиеся, планирующие заниматься творческой и исследовательской работой в области математики, информатики, физики, экономики и в других областях, но и те, кому математика нужна для использования в профессиях, не связанных непосредственно с ней.

Прикладная значимость математики обусловлена тем, что её предметом являются фундаментальные структуры нашего мира: пространственные формы и количественные отношения, функциональные зависимости и категории неопределённости, от простейших, усваиваемых в непосредственном опыте, до достаточно сложных, необходимых для развития научных и технологических идей. Без конкретных математических знаний затруднено понимание принципов устройства и использования современной техники, восприятие и интерпретация разнообразной социальной, экономической, политической информации, малоэффективна повседневная практическая деятельность. Во многих сферах профессиональной деятельности требуются умения выполнять расчёты, составлять алгоритмы, применять формулы, проводить геометрические измерения и построения, читать, обрабатывать, интерпретировать и представлять информацию в виде таблиц, диаграмм и графиков, понимать вероятностный характер случайных событий.

Одновременно с расширением сфер применения математики в современном обществе всё более важным становится математический стиль мышления, проявляющийся в определённых умственных навыках. В процессе изучения математики в арсенал приёмов и методов мышления человека естественным образом включаются индукция и дедукция, обобщение и конкретизация, анализ и синтез, классификация и систематизация, абстрагирование и аналогия. Объекты математических умозаключений, правила их конструирования раскрывают механизм логических построений, способствуют выработке умения формулировать, обосновывать и доказывать суждения, тем самым формируют логический стиль мышления. Ведущая роль принадлежит математике в формировании алгоритмической компоненты мышления и воспитании умений действовать по заданным алгоритмам, совершенствовать известные и конструировать новые. В процессе решения задач – основы для организации учебной деятельности на уроках математики – развиваются творческая и прикладная стороны мышления.

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

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

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

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

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

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

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

формирование функциональной математической грамотности: умения распознавать математические аспекты в реальных жизненных ситуациях и при изучении других учебных предметов, проявления зависимостей и закономерностей, формулировать их на языке математики и создавать математические модели, применять освоенный математический аппарат для решения практико-ориентированных задач, интерпретировать и оценивать полученные результаты.

Основными линиями содержания математики в 10–11 классах углублённого уровня являются: «Числа и вычисления», «Алгебра» («Алгебраические выражения», «Уравнения и неравенства»), «Начала математического анализа»,

«Геометрия» («Геометрические фигуры и их свойства», «Измерение геометрических величин»), «Вероятность и статистика». Данные линии развиваются параллельно, каждая в соответствии с собственной логикой, однако не независимо одна от другой, а в тесном контакте и взаимодействии. Кроме этого, их объединяет логическая составляющая, традиционно присущая математике и пронизывающая все математические курсы и содержательные линии. Сформулированное во ФГОС СОО требование «умение оперировать понятиями: определение, аксиома, теорема, следствие, свойство, признак, доказательство, равносильные формулировки, умение формулировать обратное и противоположное утверждение, приводить примеры и контрпримеры,

использовать метод математической индукции, проводить доказательные рассуждения при решении задач, оценивать логическую правильность рассуждений» относится ко всем учебным курсам, а формирование логических умений распределяется по всем годам обучения на уровне среднего общего образования.

В соответствии с ФГОС СОО математика является обязательным предметом на данном уровне образования. Настоящей программой по математике предусматривается изучение учебного предмета «Математика» в рамках трёх учебных курсов: «Алгебра и начала математического анализа», «Геометрия»,

«Вероятность и статистика». Формирование логических умений осуществляется на протяжении всех лет обучения на уровне среднего общего образования, а элементы логики включаются в содержание всех названных выше учебных курсов.

Общее количество часов, направленных на изучение математики на углубленном уровне – 544: в 10 классе – 272 часа (8 часов в неделю), в 11 классе – 272 часа (8 часов в неделю).

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

1. **КЛАСС**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название раздела (темы) | Количество часов | Основное содержание | Основные виды деятельности обучающихся |
| Множество действительных чисел. Многочлены.  Рациональные уравнения и неравенства.  Системы линейных уравнений | 24 | Множество, операции  над множествами и их свойства. Диаграммы Эйлера – Венна.  Применение теоретико- множественного аппарата для решения задач.  Рациональные числа. Обыкновенные и десятичные дроби, проценты,  бесконечные периодические дроби. Применение дробей и процентов для решения прикладных задач.  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. | Использовать теоретико- множественный аппарат для описания хода решения  математических задач, а также реальных процессов и явлений. Оперировать понятиями: рациональное число, бесконечная периодическая дробь, проценты; иррациональное и действительное число; модуль действительного числа; использовать эти понятия при проведении рассуждений  и доказательств, применять дроби и проценты для решения  прикладных задач из различных отраслей знаний и реальной жизни. Использовать приближённые вычисления, правила округления, прикидку и оценку результата вычислений. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | 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*.* Решение систем линейных уравнений. Матрица системы линейных уравнений. Определитель матрицы 2×2, его геометрический смысл и свойства; вычисление его значения; применение определителя для решения системы линейных уравнений. Решение прикладных задач с помощью системы линейных уравнений | Применять различные методы решения рациональных и дробно- рациональных уравнений; а также метод интервалов для решения неравенств.  Оперировать понятиями многочлен от одной переменной, его корни; применять деление многочлена  на многочлен с остатком, теорему Безу и теорему Виета для решения задач.  Оперировать понятиями: система линейных уравнений, матрица, определитель матрицы.  Использовать свойства определителя 2 × 2 для вычисления его значения, применять определители для решения системы линейных уравнений.  Моделировать реальные ситуации с помощью системы линейных уравнений, исследовать построенные модели с помощью матриц и определителей, интерпретировать полученный результат |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Функции и графики. Степенная функция с целым показателем | 12 | 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 значение функции на промежутке.  Линейная, квадратичная и дробно- линейная функции. Элементарное исследование и построение графиков этих функций.  Степень с целым показателем. Бином Ньютона.  Степенная функция с натуральным и целым показателем. Её свойства и график | Оперировать понятиями: функция, способы задания функции; взаимно обратные функции, композиция функций, график функции, область определения и множество значений функции, нули функции, промежутки знакопостоянства; линейная, квадратичная, дробно- линейная и степенная функции.  Выполнять элементарные преобразования графиков функций. Знать и уметь доказывать чётность или нечётность функции, периодичность функции, находить промежутки монотонности  функции, максимумы и минимумы функции, наибольшее и наименьшее значение функции на промежутке.  Формулировать и иллюстрировать графически свойства линейной,  квадратичной, дробно-линейной и степенной функций.  Выражать формулами зависимости между величинами.  Знать определение и свойства степени с целым показателем; |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | подходящую форму записи действитель-ных чисел для решения практических задач и представления данных |
| Арифметический корень  *n*-ой степени. Иррациональные уравнения | 15 | Арифметический корень натуральной степени и его свойства.  Преобразования числовых выражений, содержащих степени и корни.  Иррациональные уравнения. Основные методы решения иррациональных уравнений. Равносильные переходы в решении иррациональных уравнений.  Свойства и график корня *n*-ой степени как функции обратной степени с натуральным показателем | Формулировать, записывать в символической форме  и использовать свойства корня  *n*-ой степени для преобразования выражений.  Находить решения иррациональных уравнений с помощью равносильных переходов или осуществляя проверку корней.  Строить график функции корня  *n*-ой степени как обратной  для функции степени с натуральным показателем |
| Показательная функция. Показательные уравнения | 10 | Степень с рациональным показателем и её свойства.  Показательная функция, её свойства и график. Использование графика функции для решения уравнений.  Показательные уравнения. Основные методы решения показательных уравнений | Формулировать определение степени с рациональным  показателем.  Выполнять преобразования числовых выражений, содержащих степени с рациональным  показателем.  Использовать цифровые ресурсы |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | для построения графика  показательной функции и изучения её свойств.  Находить решения показательных уравнений |
| Логарифмическая функция. Логарифмические уравнения | 18 | Логарифм числа. Свойства логарифма. Десятичные и натуральные логарифмы. Преобразование выражений, содержащих логарифмы.  Логарифмическая функция, её свойства и график.  Использование графика функции для решения уравнений.  Логарифмические уравнения. Основные методы решения логарифмических уравнений. Равносильные переходы в решении логарифмических уравнений | Давать определение логарифма  числа; десятичного и натурального логарифма.  Использовать свойства логарифмов для преобразования логарифмических выражений.  Строить график логарифмической функции как обратной  к показательной и использовать свойства логарифмической функции для решения задач.  Находить решения логарифмических уравнений  с помощью равносильных переходов или осуществляя проверку корней |
| Тригонометрические выражения и уравнения | 22 | Синус, косинус, тангенс и котангенс числового аргумента. Арксинус,  арккосинус и арктангенс числового аргумента.  Тригонометрическая окружность, | Давать определения синуса,  косинуса, тангенса и котангенса числового аргумента; а также арксинуса, арккосинуса и  арктангенса числа. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | определение тригонометрических функций числового аргумента.  Основные тригонометрические формулы. Преобразование тригонометрических выражений. Решение тригонометрических уравнений | Применять основные тригонометрические формулы для преобразования тригонометрических выражений.  Применять формулы тригонометрии для решения основных типов тригонометрических уравнений |
| Последовательности и прогрессии | 10 | Последовательности, способы задания последовательностей. Метод математической индукции. Монотонные и ограниченные последовательности. История анализа бесконечно малых.  Арифметическая и геометрическая прогрессии.  Бесконечно убывающая геометрическая прогрессия.  Сумма бесконечно убывающей геометрической прогрессии.  Линейный и экспоненциальный рост. Число *е*.  Формула сложных процентов. Использование прогрессии для решения реальных задач прикладного характера | Оперировать понятиями: последовательность, способы задания последовательностей; монотонные и ограниченные последовательности; исследовать последовательности на монотонность и ограниченность.  Получать представление об основных идеях анализа бесконечно малых.  Давать определение  арифметической и геометрической прогрессии. Доказывать свойства арифметической и геометрической прогрессии, находить сумму членов прогрессии, а также сумму членов бесконечно убывающей геометрической прогрессии. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Использовать прогрессии  для решения задач прикладного характер.  Применять формулу сложных процентов для решения задач из реальной практики |
| Непрерывные функции. Производная | 20 | Непрерывные функции и их свойства. Точка 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 | Оперировать понятиями: функция непрерывная на отрезке, точка разрыва функции, асимптота графика функции.  Применять свойства непрерывных функций для решения задач.  Оперировать понятиями: первая и вторая производные функции; понимать физический и геометрический смысл производной; записывать уравнение касательной. Вычислять производные суммы, произведения, частного и сложной функции.  Изучать производные элементарных функций.  Использовать геометрический и физический смысл производной для решения задач |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Повторение, обобщение, систематизация знаний | 5 | Основные понятия курса алгебры и начал математического анализа 10 класса, обобщение и систематизация знаний | Применять основные понятия курса алгебры и начал математического анализа для решения задач  из реальной жизни и других школьных предметов |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | 136 |  |  |

## КЛАСС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название раздела (темы) | Количество часов | Основное содержание раздела (темы) | Основные виды деятельности обучающихся |
| Исследование функций с помощью производной | 22 | Применение производной к исследованию функций  на монотонность и экстремумы. Нахождение наибольшего и наименьшего значения непрерывной функции на отрезке.  Применение производной для нахождения наилучшего  решения в прикладных задачах, для определения скорости и ускорения процесса, заданного формулой или графиком.  Композиция функций. Геометрические образы уравнений и неравенств на координатной  плоскости | Строить график композиции  функций с помощью элементарного исследования и свойств композиции. Строить геометрические образы уравнений и неравенств  на координатной плоскости. Использовать производную для исследования функции  на монотонность и экстремумы; находить наибольшее и наименьшее значения функции непрерывной на отрезке; строить графики функций на основании проведённого исследования.  Использовать производную для нахождения наилучшего  решения в прикладных, в том числе социально-экономических, задачах, для определения скорости  и ускорения процесса, заданного формулой или графиком.  Получать представление |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | о применении производной  в различных отраслях знаний |
| Первообразная и интеграл | 12 | 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 | Оперировать понятиями: первообразная и определённый интеграл. Находить первообразные элементарных функций и вычислять интеграл по формуле Ньютона– Лейбница.  Находить площади плоских фигур и объёмы тел с помощью определённого интеграла.  Знакомиться с математическим моделированием на примере дифференциальных уравнений. Получать представление о значении введения понятия интеграла  в развитии математики |
| Графики тригонометрических функций.  Тригонометрические неравенства | 14 | Тригонометрические функции, их свойства и графики.  Отбор корней тригонометрических уравнений с помощью тригонометрической окружности. | Использовать цифровые ресурсы для построения графиков тригонометрических функции и изучения их свойств.  Решать тригонометрические |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Решение тригонометрических неравенств | уравнения и осуществлять отбор корней с помощью тригонометрической  окружности.  Применять формулы тригонометрии для решения основных типов тригонометрических неравенств.  Использовать цифровые ресурсы для построения и исследования графиков функций |
| Иррациональные, показательные и логарифмические неравенства | 24 | Основные методы решения  показательных и логарифмических неравенств.  Основные методы решения иррациональных неравенств. Графические методы решения иррациональных, показательных и логарифмических уравнений и неравенств | Применять свойства показательной и логарифмической функций  к решению показательных и логарифмических неравенств. Обосновать равносильность переходов.  Решать иррациональные и  комбинированные неравенства, с помощью равносильных переходов.  Использовать графические методы и свойства входящих в уравнение или неравенство функций  для решения задачи |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Комплексные числа | 10 | 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 | Оперировать понятиями:  комплексное число и множество комплексных чисел.  Представлять комплексные числа в алгебраической и тригонометрической форме.  Выполнять арифметические операции с ними.  Изображать комплексные числа на координатной плоскости.  Применять формулу Муавра и получать представление о корнях  *n*-ой степени из комплексного числа. *З*накомиться с примерами применения комплексных чисел  для решения геометрических и физических задач |
| Натуральные и целые числа | 10 | Натуральные и целые числа. Применение признаков делимости целых чисел, НОД и НОК, остатков по модулю, алгоритма Евклида  для решения задач в целых числах | Оперировать понятиями: натуральное и целое число, множество натуральных и целых чисел.  Использовать признаки делимости целых чисел; остатки по модулю; НОД и НОК натуральных чисел; алгоритм Евклида для решения |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | задач.  Записывать натуральные числа  в различных позиционных системах счисления |
| Системы рациональных, иррациональных  показательных  и логарифмических уравнений | 12 | Система и совокупность уравнений. Равносильные системы и системы- следствия.  Основные методы решения систем и совокупностей рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений.  Применение уравнений, систем и неравенств к решению математических задач и задач  из различных областей науки и реальной жизни, интерпретация полученных результатов | Оперировать понятиями: система и совокупность уравнений и неравенств; решение системы или совокупности; равносильные системы и системы-следствия.  Находить решения систем и совокупностей целых рациональных, иррациональных, показательных и логарифмических уравнений и неравенств.  Применять системы уравнений к решению текстовых задач  из различных областей знаний и реальной жизни; интерпретировать полученные решения.  Использовать цифровые ресурсы |
| Задачи с параметрами | 16 | Рациональные, иррациональные, показательные, логарифмические и тригонометрические уравнения, неравенства и системы | Выбирать способ решения рациональных, иррациональных, показательных, логарифмических и тригонометрических уравнений |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | с параметрами.  Построение и исследование математических моделей реальных ситуаций с помощью уравнений, систем уравнений и неравенств  с параметрами | и неравенств, содержащих модули и параметры.  Применять графические и аналитические методы для решения уравнений и неравенств  с параметрами, а также исследование функций методами математического анализа.  Строить и исследовать математические модели реальных ситуаций с помощью уравнений, неравенств и систем  с параметрами |
| Повторение, обобщение, систематизация знаний | 16 | Основные понятия и методы курса, обобщение и систематизация знаний | 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.  Применять функции  для моделирования и исследования реальных процессов.  Решать прикладные задачи, |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | в том числе социально-  экономического и физического характера, средствами алгебры и математического анализа |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | 136 |  |  |

**КУРС «ГЕОМЕТРИЯ»**

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 в ФГОС СОО требование «уметь оперировать понятиями», релевантных геометрии на углублённом уровне обучения в 10–11 классах, относится ко всем содержательным линиям учебного курса, а формирование логических умений распределяется не только по содержательным линиям, но и по годам обучения. Содержание образования, соответствующее предметным результатам освоения 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 углубленном уровне отводится

204 часа: в 10 классе – 102 часа (3 часа в неделю), в 11 классе – 102 часа (3 часа в неделю).

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

## КЛАСС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название раздела (темы) курса | Количество часов | Основное содержание | Основные виды деятельности учащихся |
| Введение в стереометрию | 23 | Основные пространственные фигуры.  Понятия стереометрии: точка, прямая, плоскость, пространство.  Основные правила изображения  на рисунке плоскости, параллельных прямых (отрезков), середины отрезка.  Понятия: пересекающиеся плоскости, пересекающиеся прямая и плоскость; полупространство.  Многогранники, изображение простейших пространственных фигур, несуществующих объектов. Аксиомы стереометрии и первые следствия из них.  Способы задания прямых и плоскостей в пространстве.  Обозначения прямых и плоскостей. Сечения. Изображение сечений | Определять плоскость как фигуру,  в которой выполняется планиметрия. Делать простейшие логические выводы из аксиоматики плоскости.  Приводить примеры реальных объектов, идеализацией которых являются аксиомы геометрии.  Изучать, применять принципы построения сечений.  Использовать для построения сечений метод следов, метод внутреннего проектирования, метод переноса секущей плоскости.  Решать стереометрические задачи: на определение вида сечения и нахождение его площади.  Актуализировать факты и методы планиметрии, релевантные теме, проводить аналогии.  Использовать при решении задач |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | пирамиды, куба и призмы, которые проходят через их рёбра.  Изображение пересечения полученных плоскостей.  Раскрашивание построенных сечений разными цветами.  Метод следов для построения сечений. Свойства пересечений прямых и плоскостей. Построение сечений в пирамиде, кубе по трём точкам на рёбрах. Создание выносных чертежей и запись шагов построения.  Повторение планиметрии. Теорема о пропорциональных отрезках. Подобие треугольников.  Теорема Менелая. Расчёты  в сечениях на выносных чертежах.  История развития планиметрии и стереометрии | следующие планиметрические факты и методы:  Теоремы Фалеса и  о пропорциональных отрезках.  Алгоритм деления отрезка на *n* равных частей. Теорема Менелая.  Равнобедренный треугольник. Равносторонний треугольник. Прямоугольный треугольник.  Свойство средней линии треугольника. Свойство биссектрисы угла треугольника. Свойство медиан треугольника.  Признаки подобия треугольников. Получать представления об основных этапах развития геометрии как составной части фундамента развития технологий |
| Взаимное расположение прямых в пространстве | 6 | Взаимное расположение прямых в пространстве. Скрещивающиеся  прямые. Признаки скрещивающихся прямых.  Параллельные прямые | Классифицировать взаимное расположение прямых  в пространстве, иллюстрируя рисунками и приводя примеры из реальной жизни. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | в пространстве. Теорема  о существовании и единственности прямой параллельной данной  прямой, проходящей через точку пространства и не лежащей  на данной прямой.  Лемма о пересечении параллельных прямых плоскостью. Параллельность трёх прямых. Теорема о трёх параллельных прямых.  Теорема о скрещивающихся прямых. Параллельное проектирование.  Основные свойства параллельного проектирования. Изображение разных фигур в параллельной проекции.  Центральная проекция.  Угол с сонаправленными сторонами. Угол между прямыми.  Задачи на доказательство и исследование, связанные  с расположением прямых в пространстве | Доказывать теорему  о существовании и единственности параллельной прямой, проходящей через точку пространства и не  лежащей на другой прямой; лемму о пересечении плоскости двумя параллельными прямыми; теорему о трёх параллельных прямых.  Доказывать признак  скрещивающихся прямых, теорему о скрещивающихся прямых.  Доказывать теорему о равенстве углов с сонаправленными сторонами. Объяснять, что называется параллельным и центральным  проектированием и как выполняется проектирование фигур на плоскость. Доказывать свойства параллельного проектирования.  Изображать в параллельной проекции разные геометрические фигуры.  Решать стереометрические задачи на доказательство и исследование, связанные с расположением прямых в пространстве. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Проводить доказательные рассуждения при решении геометрических задач, связанных со взаимным расположением  прямых в пространстве.  Сравнивать, анализировать и оценивать утверждения с целью выявления логически корректных и некорректных рассуждений.  Моделировать реальные ситуации, связанные со взаимным  расположением прямых  в пространстве, на языке геометрии.  Исследовать построенные модели с использованием геометрических  понятий и теорем, аппарата алгебры, цифровых ресурсов.  Получать представление  о центральном проектировании и об истории работ по теории перспективы |
| Параллельность прямых и плоскостей  в пространстве | 8 | Понятия: параллельность прямой и плоскости в пространстве.  Признак параллельности прямой и плоскости. Свойства параллельности | Классифицировать взаимное расположение прямой и плоскости в пространстве, приводя соответствующие примеры |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | прямой и плоскости.  Геометрические задачи  на вычисление и доказательство, связанные с параллельностью  прямых и плоскостей в пространстве. Построение сечения, проходящего через данную прямую на чертеже и параллельного другой прямой.  Расчёт отношений. Параллельная проекция, применение  для построения сечений куба и параллелепипеда.  Свойства параллелепипеда и призмы. Параллельные плоскости. Признаки параллельности двух плоскостей.  Теорема о параллельности и единственности плоскости, проходящей через точку, не  принадлежащую данной плоскости и следствия из неё.  Свойства параллельных плоскостей: о параллельности прямых пересечения при пересечении двух параллельных плоскостей третьей; об отрезках параллельных прямых, заключённых между параллельными | из реальной жизни. Формулировать определение параллельных прямой и плоскости.  Доказывать признак  о параллельности прямой и  плоскости; свойства параллельности прямой и плоскости.  Решать стереометрические задачи вычисления и доказательство,  связанные с параллельностью  прямых и плоскостей в пространстве.  Решать практические задачи  на построение сечений на чертежах тетраэдра и параллелепипеда.  Решать стереометрические задачи, связанные с построением сечений плоскостью.  Проводить логически корректные доказательные рассуждения  при решении геометрических задач связанных с параллельностью плоскостей.  Сравнивать и анализировать реальные ситуации, связанные с параллельностью прямой и плоскости в пространстве; |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | плоскостями; о пересечении прямой с двумя параллельными плоскостями | моделировать реальные ситуации, связанные с параллельностью  прямой и плоскости в пространстве, на языке геометрии |
| Перпендикулярность прямых и плоскостей в пространстве | 25 | Повторение: теорема Пифагора на плоскости, тригонометрия прямоугольного треугольника.  Свойства куба и прямоугольного параллелепипеда. Вычисление длин отрезков в кубе и прямоугольном параллелепипеде.  Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак  перпендикулярности прямой и  плоскости. Теорема о существовании и единственности прямой,  проходящей через точку пространства и перпендикулярной к плоскости. Плоскости и перпендикулярные им прямая  в многогранниках. Перпендикуляр и наклонная. Построение перпендикуляра из точки на прямую.  Теорема о трёх перпендикулярах (прямая и обратная). | Актуализировать факты и методы планиметрии, релевантные теме, проводить аналогии.  Формулировать определения: перпендикулярных прямых  в пространстве; определение прямой, перпендикулярной к плоскости.  Доказывать: лемму  о перпендикулярности двух параллельных прямых к третьей прямой; теоремы о связи между параллельностью прямых и их перпендикулярностью к плоскости.  Доказывать: теорему, выражающую признак перпендикулярности прямой и плоскости; теорему  о существовании и единственности прямой, проходящей через данную точку и перпендикулярной к данной плоскости.  Изображать взаимно перпендикулярные прямую |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Угол между скрещивающимися  прямыми. Поиск перпендикулярных прямых с помощью  перпендикулярных плоскостей Ортогональное проектирование. Построение сечений куба, призмы, правильной пирамиды с помощью ортогональной проекции.  Симметрия в пространстве относительно плоскости. Плоскости симметрий в многогранниках.  Признак перпендикулярности  прямой и плоскости как следствие симметрии. Правильные многогранники  Расчёт расстояний от точки  до плоскости. Способы опустить перпендикуляры: симметрия, сдвиг точки по параллельной прямой.  Сдвиг по непараллельной прямой, изменение расстояний | и плоскость.  Формулировать свойство перпендикуляра по отношению к плоскости.  Получать представление о значении перпендикуляра для других областей науки (физика, энергетика, лазерные технологии), в реальной жизни (техника, окружающая обстановка). Доказывать утверждения, связанные с проекцией прямой на плоскость, неперпендикулярную к этой прямой. Доказывать теорему о трёх перпендикулярах и теорему обратную теореме о трёх  перпендикулярах.  Получать представление  об ортогональном проектировании. Доказывать теорему о проекции точки на прямую.  Решать стереометрические задачи, связанные с перпендикулярностью прямой и плоскости.  Решать прикладные задачи, связанные с нахождением геометрических величин. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Решать стереометрические задачи, связанные с применением теоремы о трёх перпендикулярах,  нахождением расстояний, построением проекций.  Сравнивать и анализировать утверждения с целью выявления логически корректных и  некорректных рассуждений. Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные ситуации, связанные  с перпендикулярностью прямой и плоскости; исследовать построенные модели, в том числе и  с использованием аппарата алгебры |
| Углы и расстояния | 16 | Повторение: угол между прямыми на плоскости, тригонометрия  в произвольном треугольнике, теорема косинусов.  Повторение: угол между  скрещивающимися прямыми  в пространстве. Геометрические методы вычисления угла между прямыми в многогранниках. | Актуализировать факты и методы планиметрии, релевантные теме, проводить аналогии.  Формулировать определение двугранного угла.  Доказывать свойство равенства всех линейных углов двугранного угла.  Классифицировать двугранные углы в зависимости от их градусной меры. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Двугранный угол. Свойство линейных углов двугранного угла. Перпендикулярные плоскости.  Свойства взаимно перпендикулярных плоскостей. Признак  перпендикулярности плоскостей; тео­рема о прямой пересечения двух плоскостей перпендикулярных третьей плоскости.  Прямоугольный параллелепипед; куб; измерения, свойства  прямоугольного параллелепипеда. Теорема о диагонали прямоугольного параллелепипеда и следствие из неё. Стереометрические и прикладные задачи, связанные со взаимным расположением прямых и плоскости.  Повторение: скрещивающиеся прямые, параллельные плоскости в стандартных многогранниках. Пара параллельных плоскостей на скрещивающихся прямых, расстояние между  скрещивающимися прямыми в простых ситуациях.  Опускание перпендикуляров, | Формулировать определение взаимно перпендикулярных плоскостей.  Доказывать теорему о признаке перпендикулярности двух плоскостей.  Формулировать следствие  (из признака) о перпендикулярности плоскости, которая перпендикулярна прямой, по которой пересекаются две плоскости, эти плоскостям.  Доказывать утверждения о его свойствах; теорему и следствие  из неё о диагоналях прямоугольного параллелепипеда.  Решать стереометрические задачи, связанные с перпендикулярность прямых и плоскостей, используя планиметрические факты и методы. Проводить логически корректные доказательные рассуждения при решении геометрических задач,  связанных с перпендикулярностью плоскостей.  Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные ситуации, связанные |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | вычисление расстояний от точки до точки; прямой; плоскости.  Вычисление расстояний между скрещивающимися прямыми  с помощью перпендикулярной плоскости.  Трёхгранный угол, неравенства для трёхгранных углов.  Теорема Пифагора, теоремы косинусов и синусов  для трёхгранного угла. Элементы сферической геометрии: геодезические линии на Земле | с перпендикулярностью прямых и плоскостей.  Исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры.  Решать прикладные задачи, связанные с нахождением геометрических величин |
| Многогранники | 7 | Систематизация знаний: Многогранник и его элементы. Пирамида. Виды пирамид.  Правильная пирамида. Призма. Прямая и наклонная призмы. Правильная призма. Прямой параллелепипед,  прямоугольный параллелепипед, куб. Выпуклые многогранники. Теорема Эйлера. Правильные и полуправильные многогранники | Работать с учебником: задавать вопросы, делать замечания,  комментарии.  Анализировать решение задачи. Рисовать выпуклые многогранники с заданными свойствами; восстанавливать общий вид  выпуклого многогранника по двум его проекциям.  Доказывать свойства выпуклого многогранника.  Рисовать выпуклые многогранники |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | с разной эйлеровой характеристикой; исследовать возможности получения результата при варьировании данных. Доказывать свойства правильных многогранников. Планировать построение правильных многогранников на поверхностях других правильных многогранников |
| Векторы в пространстве | 12 | Понятие вектора на плоскости и в пространстве.  Сумма и разность векторов, правило параллелепипеда, умножение вектора на число, разложение вектора  по базису трёх векторов, не лежащих в одной плоскости.  Скалярное произведение, вычисление угла между векторами в пространстве.  Простейшие задачи с векторами | Актуализировать факты и методы планиметрии, релевантные теме, проводить аналогии.  Оперировать понятиями: вектор на плоскости и в пространстве;  компланарные векторы. Приводить примеры физических векторных величин.  Осваивать правила выполнения действий сложения и вычитания векторов, умножения вектора  на число.  Доказывать признак компланарности трёх векторов.  Доказывать теорему о разложении любого вектора по трём данным некомпланарным векторам |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Повторение, обобщение и систематизация знаний | 5 | Обобщающее повторение понятий и методов курса геометрии  10 класса, систематизация знаний. История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и  компьютерных технологий | Решать стереометрические задачи на доказательство математических отношений, нахождение геометрических величин (длин, углов, площадей, объёмов).  Использовать при решении стереометрических задач планиметрические факты и методы. Проводить логически корректные доказательные рассуждения  при решении стереометрических и планиметрических задач.  Сравнивать и анализировать реальные ситуации и выявлять возможность её моделирования на языке геометрии.  Моделировать реальную ситуацию на языке геометрии и исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры. Использовать компьютерные программы при решении задач.  Получать представление о геометрии как о развивающейся науке, исследующей окружающий мир,  связанной с реальными объектами, |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | помогающей решить реальные жизненные ситуации о роли стереометрии в развитии современных инженерных и  компьютерных технологий.  Сравнивать и анализировать утверждения с целью выявления логически корректных и  некорректных рассуждений. Исследовать построенные модели. Использовать цифровые ресурсы |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | 102 |  |  |

## КЛАСС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название раздела (темы) курса | Количество часов | Основное содержание | Основные виды деятельности учащихся |
| Аналитическая геометрия | 15 | Повторение: координаты вектора на плоскости и в пространстве,  скалярное произведение векторов, вычисление угла между векторами в пространстве. Уравнение прямой, проходящей через две точки.  Уравнение плоскости, нормаль, уравнение плоскости в отрезках.  Векторное произведение. Линейные неравенства, линейное программирование.  Аналитические методы расчёта угла между прямыми и плоскостями в многогранниках. Формула  расстояния от точки до плоскости в координатах.  Нахождение расстояний от точки до плоскости в кубе и правильной пирамиде | Актуализировать факты и методы планиметрии, релевантные теме, проводить аналогии.  Сводить действия с векторами к аналогичным действиям с их координатами.  Вспомнить определение скалярного умножения и его свойства.  Вычислять с помощью скалярного умножения длины векторов, углы между ними, устанавливать перпендикулярность векторов.  Выводить уравнение плоскости и формулу расстояния от точки  до плоскости.  Решать задачи, сочетая  координатный и векторный методы. Проводить логически корректные доказательные рассуждения  при решении геометрических задач на применение векторно-  координатного метода. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные ситуации, связанные векторами и координатами.  Исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры.  Использовать компьютерные программы.  Знакомиться с историей развития математики |
| Повторение, обобщение и систематизация знаний | 15 | Сечения многогранников: стандартные многогранники, метод следов, стандартные плоскости, пересечения прямых и плоскостей. Параллельные прямые и плоскости: параллельные сечения, расчёт отношений, углы между  скрещивающимися прямыми. Перпендикулярные прямые и плоскости: стандартные пары перпендикулярных плоскостей и прямых, симметрии многогранников, теорема о трёх  перпендикулярах, вычисления длин | Строить сечения.  Решать стереометрические задачи на доказательство математических отношений, нахождение геометрических величин (длин, углов, площадей, объёмов).  Использовать при решении стереометрических задач планиметрические факты и методы. Проводить логически корректные доказательные рассуждения  при решении стереометрических задач.  Сравнивать и анализировать |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | в многогранниках. Повторение: площади многоугольников, формулы для площадей, соображения подобия.  Площади сечений многогранников: площади поверхностей, разрезания на части, соображения подобия | реальные ситуации и выявлять возможность её моделирования на языке геометрии.  Моделировать реальную ситуацию на языке геометрии и исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры. Использовать компьютерные программы при решении задач |
| Объём многогранника | 17 | Объём тела. Объём прямоугольного параллелепипеда. Задачи  об удвоении куба, о квадратуре куба; о трисекции угла.  Стереометрические задачи, связанные с объёмом  прямоугольного параллелепипеда.  Прикладные задачи, связанные с вычислением объёма  прямоугольного параллелепипеда. Объём прямой призмы.  Стереометрические задачи,  связанные с вычислением объёмов прямой призмы. Прикладные задачи, связанные с объёмом  прямой призмы. | Свободно оперировать понятиями: объём тела, объём прямоугольного параллелепипеда.  Формулировать основные свойства объёмов.  Доказывать теорему об объёме прямоугольного параллелепипеда, следствия из неё.  Разрезать многогранники, перекладывать части.  Решать стереометрические задачи, связанные с вычислением объёма прямоугольного параллелепипеда, призмы.  Сравнивать и анализировать утверждения с целью выявления |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Вычисление объёмов тел  с помощью определённого интеграла. Объём наклонной призмы, пирамиды.  Формула объёма пирамиды. Отношение объемов пирамид с общим углом.  Стереометрические задачи,  связанные с объёмами наклонной призмы, пирамиды.  Прикладные задачи по теме  «Объёмы тел», связанные с объёмом наклонной призмы, пирамиды.  Применение объёмов. Вычисление расстояния до плоскости | логически корректных и некорректных рассуждений.  Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные ситуации, связанные с объёмом  прямоугольного параллелепипеда, призмы, пирамиды.  Исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры.  Выводить основную интегральную формулу для вычисления объёмов тел.  Доказывать теорему об объёме наклонной призмы на примере треугольной призмы и  для произвольной призмы.  Доказывать теорему: об объёме пирамиды, формулировать следствия из нее: объём усечённой пирамиды. Выводить формулу для вычисления объёмов усечённой пирамиды |
| Тела вращения | 24 | Цилиндрическая поверхность, образующие цилиндрической поверхности. | Свободно оперировать понятиями: цилиндрическая поверхность, цилиндр. Изучать способы |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Цилиндр. Прямой круговой цилиндр. Площадь поверхности цилиндра.  Коническая поверхность, образующие конической поверхности. Конус. Сечение конуса плоскостью, параллельной  плоскости основания. Усечённый конус. Изображение конусов и усечённых конусов.  Площадь боковой поверхности и полной поверхности конуса.  Стереометрические задачи  на доказательство и вычисление, построением сечений цилиндра, конуса.  Прикладные задачи, связанные с цилиндром.  Сфера и шар.  Пересечение сферы и шара  с плоскостью. Касание шара и сферы плоскостью. Вид и изображение шара.  Уравнение сферы. Площадь сферы и её частей.  Симметрия сферы и шара. | получения цилиндрической поверхности, цилиндра.  Изображать цилиндр и его сечения плоскостью.  Свободно оперировать понятиями: коническая поверхность, конус, усечённый конус. Изучать способы получения конической поверхности, конуса.  Изображать конус и его сечения плоскостью, проходящей через ось, и плоскостью, перпендикулярной  к оси.  Выводить формулы для вычисления боковой и полной поверхностей тел вращения. Решать  стереометрические задачи, связанные с телами вращения, нахождением площади боковой и полной поверхности, построением сечений.  Использовать при решении задач планиметрические факты и методы. Сравнивать и анализировать утверждения с целью выявления логически корректных и  некорректных рассуждений. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Стереометрические задачи  на доказательство и вычисление, связанные со сферой и шаром, построением их сечений  плоскостью.  Прикладные задачи, связанные со сферой и шаром.  Повторение: окружность на плоскости, вычисления в окружности, стандартные подобия.  Различные комбинации тел вращения и многогранников. Задачи по теме «Тела и поверхности вращения» | Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные ситуации, связанные с конусом и цилиндром.  Исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры  Актуализировать факты и методы планиметрии, релевантные теме, проводить аналогии.  Свободно оперировать понятиями: сфера и шар, центр, радиус, диаметр сферы и шара.  Исследовать взаимное расположение сферы и плоскости.  Формулировать определение  касательной плоскости к сфере. Доказывать теоремы о свойстве и признаке касательной плоскости.  Выводить формулу для вычисления площади сферы через радиус сферы. Решать стереометрические задачи, связанные со сферой и шаром, нахождением площади сферы и её частей, построением сечений сферы и шара. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные ситуации, связанные с шаром и сферой.  Решать простые задачи, в которых фигурируют комбинации тел вращения и многогранников.  Использовать при решении задач, связанных со сферой и шаром, планиметрические факты и методы. Решать стереометрические задачи, связанные с телами вращения, построением сечений тел вращения, с комбинациями тел вращения и многогранников.  Проводить логически корректные доказательные рассуждения  при решении геометрических задач, связанных с перпендикулярностью плоскостей.  Анализировать и моделировать на  языке геометрии реальные ситуации, связанные с многогранниками.  Исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Площади поверхности и объёмы круглых тел | 9 | Объём цилиндра. Теорема  об объёме прямого цилиндра. Площади боковой и полной поверхности цилиндра.  Вычисление объёмов тел  с помощью определённого интеграла. Объём конуса. Площади боковой и полной поверхности конуса.  Стереометрические задачи,  связанные с вычислением объёмов цилиндра, конуса.  Прикладные задачи по теме «Объёмы и площади поверхностей тел.  Объём шара и шарового сектора. Теорема об объёме шара. Площадь сферы.  Стереометрические задачи,  связанные с вычислением объёмов шара, шарового сегмента, шарового сектора.  Прикладные задачи по теме  «Объёмы тел», связанные  с объёмом шара и площадью сферы. Соотношения между площадями поверхностей и объёмами подобных | Свободно оперировать понятиями: объём тела, площадь поверхности. Формулировать основные свойства объёмов.  Доказывать теоремы: об объёме цилиндра; об объёме конуса.  Выводить формулы для вычисления объёма усечённого конуса.  Исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры.  Знать возможности решения задач на построение циркулем и линейкой, о классических неразрешимых задачах.  Свободно оперировать понятиями: шаровой сегмент, шаровой слой, шаровой сектор, основание и высота сегмента, основание и высота шарового слоя.  Выводить формулы для нахождения объёмов шарового сегмента, шарового сектора, площади сферы. Доказывать теорему об объёме шара. Решать стереометрические задачи, связанные с объёмом шара, шарового |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | тел.  Подобные тела в пространстве. Изменение объёма при подобии. Стереометрические задачи,  связанные с вычислением объёмов тел и площадей поверхностей | сегмента, шарового сектора, площадью сферы.  Сравнивать и анализировать утверждения с целью выявления логически корректных и  некорректных рассуждений. Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные ситуации, связанные с объёмом  шара, шарового сегмента, шарового сегмента, площадью сферы.  Свободно оперировать понятием: подобные тела в пространстве.  Вычислять объёмы тел с помощью определённого интеграла.  Решать стереометрические задачи, связанные с соотношениями между площадями поверхностей и объёмами подобных тел.  Проводить логически корректные доказательные рассуждения  при решении геометрических задач, связанных с вычислением объёмов тел с помощью определённого интеграла, нахождением соотношения между площадями |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | поверхностей и объёмами подобных тел.  Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные  ситуации, связанные с объёмами и поверхностями тел,  на доказательство и на нахождение геометрических величин |
| Движения | 5 | 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.  Геометрические задачи на применение движения | Применять правила выполнения действий сложения и вычитания векторов, умножения вектора  на число при решении задач.  Находить координаты вектора  в данном базисе и строить вектор по его координатам.  Вспомнить определение скалярного умножения и его свойства.  Вычислять с помощью скалярного умножения длины векторов, углы между ними, устанавливать перпендикулярность векторов.  Анализировать и моделировать на языке геометрии реальные  ситуации, связанные с физическими векторными величинами. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Использовать при решении задач, связанных с векторами  в пространстве, планиметрические факты и методы.  Свободно оперировать понятиями: отображение пространства на себя, движение пространства; центральная, осевая и зеркальная симметрии, параллельный перенос; равенство и подобие фигур.  Доказывать утверждения о том, что центральная, осевая и зеркальная симметрии, параллельный перенос являются движениями. Выполнять преобразования подобия.  Оперировать понятиями: прямая и сфера Эйлера.  Решать геометрические задачи с использованием движений.  Использовать при решении задач движения пространства и их свойства |
| Повторение, обобщение и систематизация знаний | 17 | Обобщающее повторение понятий и методов курса геометрии  10–11 классов, систематизация | Решать стереометрические задачи на доказательство математических отношений, нахождение |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | знаний.  История развития стереометрии как науки и её роль в развитии современных инженерных и  компьютерных технологий | геометрических величин (длин, углов, площадей, объёмов).  Использовать при решении стереометрических задач планиметрические факты  и методы.  Проводить логически корректные доказательные рассуждения  при решении стереометрических и планиметрических задач.  Сравнивать и анализировать реальные ситуации и выявлять возможность её моделирования на языке геометрии.  Моделировать реальную ситуацию на языке геометрии и исследовать построенные модели, в том числе и с использованием аппарата алгебры.  Использовать компьютерные программы при решении задач. Получать представление о геометрии как о развивающейся науке, исследующей окружающий мир,  связанной с реальными объектами, помогающей решить реальные |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | жизненные ситуации о роли стереометрии в развитии современных инженерных и компьютерных технологий |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | 102 |  |  |

**КУРС «ВЕРОЯТНОСТЬ И СТАТИСТИКА»**

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 различные 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).

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

## класс

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название раздела (темы) | Количество часов | Основное содержание | Основные виды деятельности обучающихся |
| Элементы теории графов | 3 | Граф, связный граф, представление задачи с помощью графа.  Степень (валентность) вершины. Путь в графе. Цепи и циклы.  Графы на плоскости. Дерево случайного эксперимента | Представлять объекты и связи между ними с помощью графа, находить пути между вершинами графа.  Выделять в графе цепи и циклы. Строить дерево по описанию случайного опыта, описывать случайные события в терминах дерева.  Решать задачи с помощью графов |
| Случайные опыты, случайные события и вероятности событий | 3 | Случайные эксперименты (опыты)  и случайные события. Элементарные события (исходы). Вероятность случайного события. Вероятности событий в опытах  с равновозможными элементарными событиями | Выделять и описывать случайные события в случайном опыте.  Формулировать условия проведения случайного опыта.  Находить вероятности событий в опытах с равновозможными элементарными исходами |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Операции  над множествами и событиями.  Сложение и умножение вероятностей.  Условная вероятность. Независимые события | 5 | Пересечение, объединение множеств и событий, противоположные события. Формула сложения  вероятностей Условная вероятность. Умножение вероятностей.  Формула условной вероятности. Формула полной вероятности.  Формула Байеса. Независимые события | Использовать диаграммы Эйлера и вербальное описание событий при выполнении операций  над событиями.  Оценивать изменение вероятностей событий по мере наступления других событий в случайном опыте.  Решать задачи, в том числе  с использованием дерева случайного опыта, формул сложения  и умножения вероятностей |
| Элементы комбинаторики | 4 | Комбинаторное правило умножения. Перестановки и факториал. Число сочетаний. Треугольник Паскаля.  Формула бинома Ньютона | Формулировать и доказывать комбинаторные факты.  Использовать правило умножения, изученные комбинаторные формулы для перечисления элементов различных множеств, в том числе элементарных событий в случайном опыте.  Пользоваться формулой и треугольником Паскаля  для определения числа сочетаний. Применять формулу бинома Ньютона для преобразования выражений |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Серии последовательных испытаний. Испытания Бернулли.  Случайный выбор  из конечной совокупности | 5 | Бинарный случайный опыт (испытание), успех и неудача. Независимые испытания.  Серия независимых испытаний до первого успеха. Серия  независимых испытаний Бернулли. Случайный выбор из конечной совокупности.  Практическая работа  с использованием электронных таблиц | Разбивать сложные эксперименты на отдельные испытания.  Решать задачи на поиск  вероятностей событий в серии испытаний до первого успеха и в сериях испытаний Бернулли, а также в опытах со случайным  выбором из конечной совокупности с использованием комбинаторных фактов и формул, в том числе в ходе практической работы с применением стандартных функций |
| Случайные величины и распределения | 14 | Случайная величина. Распределение вероятностей. Диаграмма распределения. Операции  над случайными величинами. Примеры распределений. Бинарная случайная величина. Геометрическое расп­ределение. Биномиальное распределение. Математическое  ожидание случайной величины.  Совместное распределение двух случайных величин. Независимые случайные величины. Свойства математического ожидания. | Осваивать понятия: случайная величина, распределение, таблица распределения, диаграмма распределения.  Находить значения суммы и произведения случайных величин. Строить бинарные распределения по описанию событий в случайных опытах. Строить и распознавать геометрическое и биномиальное распределения.  Решать задачи на вычисление математического ожидания. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Математическое ожидание бинарной случайной величины.  Математическое ожидание геометрического и биномиального распределений. Дисперсия и стандартное отклонение. Дисперсия бинарной случайной величины.  Свойства дисперсии. Математическое ожидание произведения и дисперсия суммы независимых случайных величин. Дисперсия биномиального распределения.  Практическая работа  с использованием электронных таблиц | Строить совместные распределения. Изучать свойства математического ожидания.  Решать задачи с помощью изученных свойств.  По изученным формулам находить математические ожидания случайных величин, имеющих геометрическое и биномиальное распределения  Осваивать понятия: дисперсия, стандартное отклонение случайной величины.  Находить дисперсию по распределению.  Изучать свойства дисперсии.  По изученным формулам находить дисперсию биномиального распределения, в том числе в ходе практической работы |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | 34 |  |  |

## КЛАСС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название раздела (темы) | Количество часов | Основное содержание | Основные виды деятельности обучающихся |
| Закон больших чисел | 5 | Неравенство Чебышёва. Теорема Чебышёва. Теорема Бернулли.  Закон больших чисел. Выборочный метод исследований.  Практическая работа  с использованием электронных таблиц | Разбирать доказательства теорем. Осваивать выборочный метод исследований, в том числе в ходе практической работы |
| Элементы математической статистики | 6 | Генеральная совокупность и случайная выборка. Знакомство  с выборочными характеристиками. Оценка среднего и дисперсии генеральной совокупности  с помощью выборочных характеристик. Оценивание  вероятностей событий по выборке. Статистическая гипотеза. Проверка простейших гипотез с помощью свойств изученных распределений.  Практическая работа  с использованием электронных таблиц | Осваивать понятия: генеральная совокупность, выборка, выборочное среднее и выборочная дисперсия.  Вычислять выборочные  характеристики и на их основе оценивать характеристики генеральной совокупности.  Осваивать понятия: статистическая гипотеза.  Оценивать вероятность событий и проверять простейшие гипотезы на основе выборочных данных,  в том числе в ходе практической работы |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Непрерывные случайные величины (распределения), показательное и нормальное распределения | 4 | Примеры непрерывных случайных величин. Функция плотности вероятности. Равномерное распределение. Примеры задач, приводящих к показательному  и к нормальному распределениям. Функция плотности вероятности показательного распределения.  Функция плотности вероятности нормального распределения | Знакомиться понятиями: непрерывная случайная величина, непрерывное распределение, функция плотности вероятности. Находить вероятности событий по данной функции  плотности.  Знакомиться с понятиями: показательное распределение, нормальное распределение.  Выделять по описанию случайные величины, распределенные  по показательному закону, по нормальному закону.  Разбирать примеры задач, приводящих к показательному распределению и к нормальному распределению |
| Распределение Пуассона | 2 | Последовательность одиночных независимых событий.  Пример задачи, приводящей к распределению Пуассона.  Практическая работа  с использованием электронных таблиц | Выделять по описанию случайного опыта величины, распределенные по закону Пуассона.  Решать задачи, в том числе в ходе практической работы с применением стандартных функций электронных таблиц |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Связь между случайными величинами | 6 | Ковариация двух случайных величин. Коэффициент корреляции. Совместные наблюдения двух величин. Выборочный коэффициент корреляции. Различие между линейной связью и причинно- следственной связью. Линейная регрессия. Практическая работа  с использованием электронных таблиц | Осваивать понятия: ковариация,  коэффициент корреляции, линейная зависимость.  Оценивать характер связи между случайными величинами, исходя из природы данных и вычисленных характеристик.  Использовать диаграммы рассеивания для изображения совместного рассеивания данных.  Находить коэффициенты оси диаграммы, в том числе в ходе  практической работы с применением стандартных функций |
| Обобщение и систематизация знаний | 11 | Представление данных с помощью таблиц и диаграмм, описательная статистика, опыты  с равновозможными элементарными событиями, вычисление вероятностей событий с применением формул и графических методов (координатная прямая, дерево, диаграмма Эйлера), случайные | Повторять изученное и выстраивать систему знаний |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | величины и распределения, математическое ожидание случайной величины |  |
| ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ПО ПРОГРАММЕ | 34 |  |  |