

**Государственное общеобразовательное учреждение Республики Коми  
«Физико-математический лицей-интернат»**

**Рассмотрено**

на заседании методического объединения  
учителей математики

Протокол № 10 от 16.06.2021 г.

**Согласовано**

Методическим советом

Протокол № 1 от 31.08.2021 г.

**Утверждаю**

Директор ГОУ РК ФМЛИ

\_\_\_\_\_ Н.М. Шутова  
«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

**«Математика»**

**(включая алгебру и начала математического анализа,  
геометрию)**

**СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Срок реализации 2 года

(разработана в соответствии с Федеральным государственным  
образовательным стандартом среднего общего образования)

Разработчики: Шутова Наталья Модестовна,  
учитель математики

Гагарина Наталия Юрьевна,  
учитель математики

**Сыктывкар  
2021**

## Пояснительная записка

Рабочая программа учебного предмета «Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) (углубленный уровень) (далее – программа) составлена для преподавания математики в классе естественнонаучного профиля на уровне среднего общего образования.

Программа разработана:

- на основе требований к результатам освоения учебного предмета Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 (в ред. приказов Минобрнауки Российской Федерации от 29.12.2014г. №1645, от 31.12.2015г. №1578, от 29.06.2017г. №613, от 11.12.2020г. №712);
- с учетом программ, входящих в состав Основной образовательной программы среднего общего образования ГОУ РК «ФМЛИ»;
- в соответствии с Положением о разработке, рассмотрении, утверждении, хранении рабочей программы учебного предмета, курса и учебным планом ГОУ РК «ФМЛИ».

Учебный предмет «Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) представлен двумя модулями: «Алгебра и начала математического анализа» и «Геометрия».

На изучение учебного предмета «Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) на углубленном уровне в учебном плане отводится 552 часов, в том числе в 10 классе - 280 часов, в 11 классе - 272 часа, что соответствует 8 учебным часам в неделю в течение двух лет обучения.

Учебный предмет «Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) входит в состав обязательной части учебного плана ГОУ РК «ФМЛИ» для классов естественнонаучного профиля:

Класс	Учебный предмет (курс)	Количество часов в неделю	Количество учебных недель	Количество часов в год
10	«Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) (Модуль «Алгебра и начала математического анализа»)	5	35	175
	«Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) (Модуль «Геометрия»)	3	35	105
11	«Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) (Модуль «Алгебра и начала математического анализа»)	5	34	170
	«Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) (Модуль «Геометрия»)	3	34	102
Итого за уровень среднего общего образования		8	69	552

Рабочая программа учебного предмета «Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) на углубленном уровне ориентирована на работу по учебникам, включенным в Федеральный перечень учебников, рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ среднего общего образования:

- Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа. 10 класс: учеб. Для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / [С.М. Никольский, М.К. Потапов, Н.Н.Решетников и др.]. – 5-е изд. – М.: Просвещение, 2018. – 431с.: ил. – (МГУ - школе).
- Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа. 11 класс: учеб. Для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / [С.М. Никольский, М.К. Потапов, Н.Н.Решетников и др.]. – 4-е изд. – М.: Просвещение, 2018. – 464с.: ил. – (МГУ - школе).
- Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Геометрия. 10–11 классы: учеб. Для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни/ [Л.С.Атанасян, В.Ф.Бутузов, С.Б.Кадомцев и др.]. – М.: Просвещение, 2017. – (МГУ - школе).

В соответствии с Концепцией развития математического образования в Российской Федерации математическое образование решает следующие ключевые задачи:

- предоставлять каждому обучающемуся возможность достижения уровня математических знаний, необходимого для дальнейшей успешной жизни в обществе;
- обеспечивать необходимое стране число выпускников, математическая подготовка которых достаточна для продолжения образования в различных направлениях и для практической деятельности, включая преподавание математики, математические исследования, работу в сфере информационных технологий и др.;
- в среднем общем образовании необходимо предусмотреть подготовку обучающихся в соответствии с их запросами к уровню подготовки в сфере математического образования.

Учебный предмет «Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) входит в предметную область "Математика и информатика" и должен обеспечить:

- сформированность представлений о социальных, культурных и исторических факторах становления математики;
- сформированность основ логического, алгоритмического и математического мышления;
- сформированность умений применять полученные знания при решении различных задач;

- сформированность представлений о математике как части общечеловеческой культуры, универсальном языке науки, позволяющем описывать и изучать реальные процессы и явления;

Выделяются три направления требований к результатам математического образования:

- практико-ориентированное математическое образование (математика для жизни);
- математика для использования в профессии;
- творческое направление, на которое нацелены те обучающиеся, которые планируют заниматься творческой и исследовательской работой в области математики, физики, экономики и других областях.

Эти направления реализуются в требованиях к результатам математического образования.

На углубленном уровне:

- Выпускник научится в 10–11-м классах: для успешного продолжения образования по специальностям, связанным с прикладным использованием математики.
- Выпускник получит возможность научиться в 10–11-м классах: для обеспечения возможности успешного продолжения образования по специальностям, связанным с осуществлением научной и исследовательской деятельности в области математики и смежных наук.

При изучении математики на углубленном уровне предъявляются требования, соответствующие направлению «математика для профессиональной деятельности»; вместе с тем выпускник получает возможность изучить математику на гораздо более высоком уровне, что создаст фундамент для дальнейшего серьезного изучения математики в вузе.

При изучении математики большое внимание уделяется развитию коммуникативных умений (формулировать, аргументировать и критиковать), формированию основ логического мышления в части проверки истинности и ложности утверждений, построения примеров и контрпримеров, цепочек утверждений, формулировки отрицаний, а также необходимых и достаточных условий. Уделяется внимание умению работать по алгоритму, методам поиска алгоритма и определению границ применимости алгоритмов. Требования, сформулированные в разделе «Геометрия», в большей степени относятся к развитию пространственных представлений и графических методов, чем к формальному описанию стереометрических фактов.

## Планируемые результаты освоения учебного предмета

«Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию)

### Личностные результаты:

- ориентация на инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели;
- развитие компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;
- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимости науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;
- готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
- осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов;
- потребность трудиться, уважение к труду и людям труда, трудовым достижениям, добросовестное, ответственное и творческое отношение к разным видам трудовой деятельности.

### Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;
- выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

Познавательные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности.

#### Коммуникативные универсальные учебные действия

Выпускник научится:

- осуществлять деловую коммуникацию;
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

#### Предметные результаты:

Согласно приказу Минпросвещения Российской Федерации от 11.12.2020г. №712) требования к предметным результатам освоения углубленного курса "Математика" (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) должны включать требования к результатам освоения базового курса и дополнительно отражать:

- сформированность представлений о необходимости доказательств при обосновании математических утверждений и роли аксиоматики в проведении дедуктивных рассуждений;
- сформированность понятийного аппарата по основным разделам курса математики; знаний основных теорем, формул и умения их применять;

умения доказывать теоремы и находить нестандартные способы решения задач;

- сформированность умений моделировать реальные ситуации, исследовать построенные модели, интерпретировать полученный результат;
- сформированность представлений об основных понятиях математического анализа и их свойствах, владение умением характеризовать поведение функций, использование полученных знаний для описания и анализа реальных зависимостей;
- владение умениями составления вероятностных моделей по условию задачи и вычисления вероятности наступления событий, в том числе с применением формул комбинаторики и основных теорем теории вероятностей; исследования случайных величин по их распределению.

### Предметные результаты:

#### 10 класс

Углубленный уровень «Системно-теоретические результаты»		
Раздел	II. Выпускник научится	IV. Выпускник получит возможность научиться
<b>Цели освоения предмета</b>	Для успешного продолжения образования по специальностям, связанным с прикладным использованием математики	Для обеспечения возможности успешного продолжения образования по специальностям, связанным с осуществлением научной и исследовательской деятельности в области математики и смежных наук
Требования к результатам		
<b>Элементы теории множеств и математической логики</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Свободно оперировать<sup>1</sup> понятиями: конечное множество, элемент множества, подмножество, пересечение, объединение и разность множеств, числовые множества на координатной прямой, отрезок, интервал, полуинтервал, промежуток с выколотой точкой, графическое представление множеств на координатной плоскости;</li> <li>– задавать множества перечислением и характеристическим свойством;</li> <li>– оперировать понятиями: утверждение, отрицание утверждения, истинные и ложные утверждения, причина, следствие, частный случай общего утверждения, контрпример;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II</i></li> <li>– оперировать понятием определения, основными видами определений, основными видами теорем;</li> <li>– понимать суть косвенного доказательства;</li> <li>– оперировать понятиями счетного и несчетного множества;</li> <li>– применять метод математической индукции для проведения рассуждений и доказательств и при решении задач.</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проверять принадлежность элемента множеству;</li> <li>– находить пересечение и объединение множеств, в том числе представленных графически на числовой прямой и на координатной плоскости;</li> <li>– проводить доказательные рассуждения для обоснования истинности утверждений.</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать числовые множества на координатной прямой и на координатной плоскости для описания реальных процессов и явлений;</li> <li>– проводить доказательные рассуждения в ситуациях повседневной жизни, при решении задач из других предметов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать теоретико-множественный язык и язык логики для описания реальных процессов и явлений, при решении задач других учебных предметов</li> </ul>
<p><b>Числа и выражения</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Свободно оперировать понятиями: натуральное число, множество натуральных чисел, целое число, множество целых чисел, обыкновенная дробь, десятичная дробь, смешанное число, рациональное число, множество рациональных чисел, иррациональное число, корень степени <math>n</math>, действительное число, множество действительных чисел, геометрическая интерпретация натуральных, целых, рациональных, действительных чисел;</li> <li>– понимать и объяснять разницу между позиционной и непозиционной системами записи чисел;</li> <li>– переводить числа из одной системы записи (системы счисления) в другую;</li> <li>– доказывать и использовать признаки делимости суммы и произведения при выполнении вычислений и решении задач;</li> <li>– выполнять округление рациональных и иррациональных чисел с заданной точностью;</li> <li>– сравнивать действительные числа разными способами;</li> <li>– упорядочивать числа, записанные в виде обыкновенной и десятичной дроби, числа, записанные с использованием арифметического</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Достижение результатов раздела II;</li> <li>– свободно оперировать числовыми множествами при решении задач;</li> <li>– понимать причины и основные идеи расширения числовых множеств;</li> <li>– владеть основными понятиями теории делимости при решении стандартных задач</li> <li>– иметь базовые представления о множестве комплексных чисел;</li> <li>– свободно выполнять тождественные преобразования тригонометрических, логарифмических, степенных выражений;</li> <li>– владеть формулой бинома Ньютона;</li> <li>– применять при решении задач теорему о линейном представлении НОД;</li> <li>– применять при решении задач Китайскую теорему об остатках;</li> <li>– применять при решении задач Малую теорему Ферма;</li> </ul>

	<p>квадратного корня, корней степени больше 2;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– находить НОД и НОК разными способами и использовать их при решении задач;</li> <li>– выполнять вычисления и преобразования выражений, содержащих действительные числа, в том числе корни натуральных степеней;</li> <li>– выполнять стандартные тождественные преобразования тригонометрических, логарифмических, степенных, иррациональных выражений.</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять и объяснять сравнение результатов вычислений при решении практических задач, в том числе приближенных вычислений, используя разные способы сравнений;</li> <li>– записывать, сравнивать, округлять числовые данные реальных величин с использованием разных систем измерения;</li> <li>– оставлять и оценивать разными способами числовые выражения при решении практических задач и задач из других учебных предметов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь выполнять запись числа в позиционной системе счисления;</li> <li>– применять при решении задач теоретико-числовые функции: число и сумма делителей, функцию Эйлера;</li> <li>– применять при решении задач цепные дроби;</li> <li>– применять при решении задач многочлены с действительными и целыми коэффициентами;</li> <li>– владеть понятиями приводимый и неприводимый многочлен и применять их при решении задач;</li> <li>– применять при решении задач Основную теорему алгебры;</li> <li>– применять при решении задач простейшие функции комплексной переменной как геометрические преобразования</li> </ul>
<p><b>Уравнения и неравенства</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Решать разные виды уравнений и неравенств и их систем, в том числе некоторые уравнения 3-й и 4-й степеней, дробно-рациональные;</li> <li>– овладеть основными типами показательных, логарифмических, степенных уравнений и неравенств и стандартными методами их решений и применять их при решении задач;</li> <li>– применять теорему Безу к решению уравнений;</li> <li>– применять теорему Виета для решения некоторых уравнений степени выше второй;</li> <li>– владеть методами решения уравнений, неравенств и их систем, уметь выбирать метод решения и обосновывать свой выбор;</li> <li>– использовать метод интервалов для решения неравенств;</li> <li>– решать уравнения в целых числах</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Достижение результатов раздела II;</li> <li>– свободно определять тип и выбирать метод решения показательных и логарифмических уравнений и неравенств, тригонометрических уравнений и неравенств, их систем;</li> <li>– свободно решать системы линейных уравнений;</li> <li>– применять при решении задач неравенства Коши — Буняковского, Бернулли;</li> <li>– иметь представление о неравенствах между средними степенными</li> </ul>

	<p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять и решать уравнения, неравенства, их системы при решении задач других учебных предметов;</li> <li>– выполнять оценку правдоподобия результатов, получаемых при решении различных уравнений, неравенств и их систем при решении задач других учебных предметов;</li> <li>– составлять и решать уравнения и неравенства с параметрами при решении задач других учебных предметов;</li> <li>– составлять уравнение, неравенство или их систему, описывающие реальную ситуацию или прикладную задачу, интерпретировать полученные результаты;</li> <li>– использовать программные средства при решении отдельных классов уравнений и неравенств</li> </ul>	
<p><b>Функции</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеть понятиями: зависимость величин, функция, аргумент и значение функции, область определения и множество значений функции, график зависимости, график функции, нули функции, промежутки знакопостоянства, возрастание на числовом промежутке, убывание на числовом промежутке, наибольшее и наименьшее значение функции на числовом промежутке, периодическая функция, период, четная и нечетная функции; уметь применять эти понятия при решении задач;</li> <li>– владеть понятием степенная функция; строить ее график и уметь применять свойства степенной функции при решении задач;</li> <li>– владеть понятиями показательная функция, экспонента; строить их графики и уметь применять свойства показательной функции при решении задач;</li> <li>– владеть понятием логарифмическая функция; строить ее график и уметь применять свойства логарифмической функции при решении задач;</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть понятиями тригонометрические функции; строить их графики и уметь применять свойства тригонометрических функций при решении задач.</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других учебных предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять по графикам и использовать для решения прикладных задач свойства реальных процессов и зависимостей (наибольшие и наименьшие значения, промежутки возрастания и убывания функции, промежутки знакопостоянства и т.п.);</li> <li>– интерпретировать свойства в контексте конкретной практической ситуации</li> </ul>	
<b>Статистика и теория вероятностей, логика и комбинаторика</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеть основными понятиями комбинаторики и уметь их применять при решении задач</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II;</i></li> <li>– <i>уметь применять метод математической индукции;</i></li> </ul>
<b>Текстовые задачи</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Решать разные задачи повышенной трудности;</li> <li>– анализировать условие задачи, выбирать оптимальный метод решения задачи, рассматривая различные методы;</li> <li>– строить модель решения задачи, проводить доказательные рассуждения при решении задачи;</li> <li>– решать задачи, требующие перебора вариантов, проверки условий, выбора оптимального результата;</li> <li>– анализировать и интерпретировать полученные решения в контексте условия задачи, выбирать решения, не противоречащие контексту;</li> <li>– переводить при решении задачи информацию из одной формы записи в другую, используя при необходимости схемы, таблицы, графики, диаграммы</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решать практические задачи и задачи из других предметов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II</i></li> </ul>
<b>Геометрия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеть геометрическими понятиями при решении задач и проведении математических рассуждений;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Иметь представление об аксиоматическом методе;</i></li> <li>– <i>владеть понятием геометрические места точек</i></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельно формулировать определения геометрических фигур, выдвигать гипотезы о новых свойствах и признаках геометрических фигур и обосновывать или опровергать их, обобщать или конкретизировать результаты на новых классах фигур, проводить в несложных случаях классификацию фигур по различным основаниям;</li> <li>– исследовать чертежи, включая комбинации фигур, извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию, представленную на чертежах;</li> <li>– решать задачи геометрического содержания, в том числе в ситуациях, когда алгоритм решения не следует явно из условия, выполнять необходимые для решения задачи дополнительные построения, исследовать возможность применения теорем и формул для решения задач;</li> <li>– уметь формулировать и доказывать геометрические утверждения;</li> <li>– владеть понятиями стереометрии: призма, параллелепипед, пирамида, тетраэдр;</li> <li>– иметь представления об аксиомах стереометрии и следствиях из них и уметь применять их при решении задач;</li> <li>– уметь строить сечения многогранников с использованием различных методов, в том числе и метода следов;</li> <li>– иметь представление о скрещивающихся прямых в пространстве и уметь находить угол и расстояние между ними;</li> <li>– применять теоремы о параллельности прямых и плоскостей в пространстве при решении задач;</li> <li>– уметь применять параллельное проектирование для изображения фигур;</li> <li>– уметь применять перпендикулярности прямой и плоскости при решении задач;</li> <li>– владеть понятиями ортогональное проектирование, наклонные и их проекции, уметь применять теорему о</li> </ul>	<p><i>в пространстве и уметь применять их для решения задач;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>уметь применять для решения задач свойства плоских и двугранных углов, трехгранного угла, теоремы косинусов и синусов для трехгранного угла;</i></li> <li>– <i>владеть понятием перпендикулярное сечение призмы и уметь применять его при решении задач;</i></li> <li>– <i>иметь представление о двойственности правильных многогранников;</i></li> <li>– <i>владеть понятиями центральное и параллельное проектирование и применять их при построении сечений многогранников методом проекций;</i></li> <li>– <i>иметь представление о развертке многогранника и кратчайшем пути на поверхности многогранника;</i></li> <li>– <i>иметь представление о площади ортогональной проекции;</i></li> <li>– <i>иметь представление о трехгранном и многогранном угле и применять свойства плоских углов многогранного угла при решении задач;</i></li> </ul>
--	---	--

	<p>трех перпендикулярах при решении задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть понятиями расстояние между фигурами в пространстве, общий перпендикуляр двух скрещивающихся прямых и уметь применять их при решении задач;</li> <li>– владеть понятием угол между прямой и плоскостью и уметь применять его при решении задач;</li> <li>– владеть понятиями двугранный угол, угол между плоскостями, перпендикулярные плоскости и уметь применять их при решении задач;</li> <li>– владеть понятиями призма, параллелепипед и применять свойства параллелепипеда при решении задач;</li> <li>– владеть понятием прямоугольный параллелепипед и применять его при решении задач;</li> <li>– владеть понятиями пирамида, виды пирамид, элементы правильной пирамиды и уметь применять их при решении задач;</li> <li>– иметь представление о теореме Эйлера, правильных многогранниках;</li> <li>– владеть понятием площади поверхностей многогранников и уметь применять его при решении задач;</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i> составлять с использованием свойств геометрических фигур математические модели для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин, исследовать полученные модели и интерпретировать результат</p>	
<b>История математики</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Иметь представление о вкладе выдающихся математиков в развитие науки;</li> <li>– понимать роль математики в развитии России</li> </ul>	– <i>Достижение результатов раздела II</i>
<b>Методы математики</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использовать основные методы доказательства, проводить доказательство и выполнять опровержение;</li> <li>– применять основные методы решения математических задач;</li> <li>– на основе математических закономерностей в природе характеризовать красоту и</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II;</i></li> <li>– <i>применять математические знания к исследованию окружающего мира (моделирование физических процессов, задачи экономики)</i></li> <li>–</li> </ul>

	<p>совершенство окружающего мира и произведений искусства;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении математических задач;</li> <li>– пользоваться прикладными программами и программами символьных вычислений для исследования математических объектов</li> </ul>	
--	---	--

## 11 класс

<b>Углубленный уровень «Системно-теоретические результаты»</b>		
<b>Раздел</b>	<b>II. Выпускник научится</b>	<b>IV. Выпускник получит возможность научиться</b>
<b>Цели освоения предмета</b>	Для успешного продолжения образования по специальностям, связанным с прикладным использованием математики	<i>Для обеспечения возможности успешного продолжения образования по специальностям, связанным с осуществлением научной и исследовательской деятельности в области математики и смежных наук</i>
<b>Требования к результатам</b>		
<b>Уравнения и неравенства</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Свободно оперировать понятиями: уравнение, неравенство, равносильные уравнения и неравенства, уравнение, являющееся следствием другого уравнения, уравнения, равносильные на множестве, равносильные преобразования уравнений;</li> <li>– решать разные виды уравнений и неравенств и их систем, в том числе иррациональные;</li> <li>– овладеть основными типами иррациональных уравнений и неравенств и стандартными методами их решений и применять их при решении задач;</li> <li>– понимать смысл теорем о равносильных и неравносильных преобразованиях уравнений и уметь их доказывать;</li> <li>– владеть методами решения уравнений, неравенств и их систем, уметь выбирать метод решения и обосновывать свой выбор;</li> <li>– использовать метод интервалов для решения неравенств, в том числе дробно-рациональных и</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II;</i></li> <li>– <i>свободно определять тип и выбирать метод решения иррациональных уравнений и неравенств,</i></li> <li>– <i>решать основные типы уравнений и неравенств с параметрами</i></li> </ul>

	<p>включающих в себя иррациональные выражения;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решать алгебраические уравнения и неравенства и их системы с параметрами алгебраическим и графическим методами;</li> <li>– владеть разными методами доказательства неравенств;</li> <li>– изображать множества на плоскости, задаваемые уравнениями, неравенствами и их системами;</li> <li>– свободно использовать тождественные преобразования при решении уравнений и систем уравнений</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять и решать уравнения, неравенства, их системы при решении задач других учебных предметов;</li> <li>– выполнять оценку правдоподобия результатов, получаемых при решении различных уравнений, неравенств и их систем при решении задач других учебных предметов;</li> <li>– составлять и решать уравнения и неравенства с параметрами при решении задач других учебных предметов;</li> <li>– составлять уравнение, неравенство или их систему, описывающие реальную ситуацию или прикладную задачу, интерпретировать полученные результаты;</li> <li>– использовать программные средства при решении отдельных классов уравнений и неравенств</li> </ul>	
<b>Функции</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеть понятиями: зависимость величин, функция, аргумент и значение функции, область определения и множество значений функции, график зависимости, график функции, нули функции, промежутки знакопостоянства, возрастание на числовом промежутке, убывание на числовом промежутке, наибольшее и наименьшее значение функции на числовом промежутке, периодическая функция, период, четная и нечетная функции; уметь</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II;</i></li> <li>– <i>владеть понятием асимптоты и уметь его применять при решении задач;</i></li> <li>– <i>применять методы решения простейших дифференциальных уравнений первого и второго порядков</i></li> </ul>

	<p>применять эти понятия при решении задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– владеть понятием обратная функция; применять это понятие при решении задач;</li> <li>– применять при решении задач свойства функций: четность, периодичность, ограниченность;</li> <li>– применять при решении задач преобразования графиков функций;</li> <li>– владеть понятиями числовая последовательность, арифметическая и геометрическая прогрессия;</li> <li>– применять при решении задач свойства и признаки арифметической и геометрической прогрессий.</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других учебных предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определять по графикам и использовать для решения прикладных задач свойства реальных процессов и зависимостей (наибольшие и наименьшие значения, промежутки возрастания и убывания функции, промежутки знакопостоянства, асимптоты, точки перегиба, период и т.п.);</li> <li>– интерпретировать свойства в контексте конкретной практической ситуации;</li> <li>– определять по графикам простейшие характеристики периодических процессов в биологии, экономике, музыке, радиосвязи и др. (амплитуда, период и т.п.)</li> </ul>	
<p><b>Элементы математического анализа</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеть понятием бесконечно убывающая геометрическая прогрессия и уметь применять его при решении задач;</li> <li>– применять для решения задач теорию пределов;</li> <li>– владеть понятиями бесконечно большие и бесконечно малые числовые последовательности и уметь сравнивать бесконечно большие и бесконечно малые последовательности;</li> <li>– владеть понятиями: производная функции в точке, производная функции;</li> <li>– вычислять производные элементарных функций и их комбинаций;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II;</i></li> <li>– <i>свободно владеть стандартным аппаратом математического анализа для вычисления производных функции одной переменной;</i></li> <li>– <i>свободно применять аппарат математического анализа для исследования функций и построения графиков, в том числе исследования на выпуклость;</i></li> <li>– <i>оперировать понятием первообразной функции для решения задач;</i></li> <li>– <i>овладеть основными сведениями об интеграле</i></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– исследовать функции на монотонность и экстремумы;</li> <li>– строить графики и применять к решению задач, в том числе с параметром;</li> <li>– владеть понятием касательная к графику функции и уметь применять его при решении задач;</li> <li>– владеть понятиями первообразная функция, определенный интеграл;</li> <li>– применять теорему Ньютона–Лейбница и ее следствия для решения задач</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других учебных предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решать прикладные задачи из биологии, физики, химии, экономики и других предметов, связанные с исследованием характеристик процессов;</li> <li>– интерпретировать полученные результаты</li> </ul>	<p><i>Ньютона–Лейбница и его простейших применениях;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– оперировать в стандартных ситуациях производными высших порядков;</li> <li>– уметь применять при решении задач свойства непрерывных функций;</li> <li>– уметь применять при решении задач теоремы Вейерштрасса;</li> <li>– уметь выполнять приближенные вычисления (методы решения уравнений, вычисления определенного интеграла);</li> <li>– уметь применять приложение производной и определенного интеграла к решению задач естествознания;</li> <li>– владеть понятиями вторая производная, выпуклость графика функции и уметь исследовать функцию на выпуклость</li> </ul>
<p><b>Статистика и теория вероятностей, логика и комбинаторика</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Оперировать основными описательными характеристиками числового набора, понятием генеральная совокупность и выборкой из нее;</li> <li>– оперировать понятиями: частота и вероятность события, сумма и произведение вероятностей, вычислять вероятности событий на основе подсчета числа исходов;</li> <li>– владеть основными понятиями комбинаторики и уметь их применять при решении задач;</li> <li>– иметь представление об основах теории вероятностей;</li> <li>– иметь представление о дискретных и непрерывных случайных величинах и распределениях, о независимости случайных величин;</li> <li>– иметь представление о математическом ожидании и дисперсии случайных величин;</li> <li>– иметь представление о совместных распределениях случайных величин;</li> <li>– понимать суть закона больших чисел и выборочного метода измерения вероятностей;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Достижение результатов раздела II;</li> <li>– иметь представление о центральной предельной теореме;</li> <li>– иметь представление о выборочном коэффициенте корреляции и линейной регрессии;</li> <li>– иметь представление о статистических гипотезах и проверке статистической гипотезы, о статистике критерия и ее уровне значимости;</li> <li>– иметь представление о связи эмпирических и теоретических распределений;</li> <li>– иметь представление о кодировании, двоичной записи, двоичном дереве;</li> <li>– владеть основными понятиями теории графов (граф, вершина, ребро, степень вершины, путь в графе) и уметь применять их при решении задач;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– иметь представление о нормальном распределении и примерах нормально распределенных случайных величин;</li> <li>– иметь представление о корреляции случайных величин.</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вычислять или оценивать вероятности событий в реальной жизни;</li> <li>– выбирать методы подходящего представления и обработки данных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– иметь представление о деревьях и уметь применять при решении задач;</li> <li>– владеть понятием связность и уметь применять компоненты связности при решении задач;</li> <li>– уметь осуществлять пути по ребрам, обходы ребер и вершин графа;</li> <li>– иметь представление об эйлеровом и гамильтоновом пути, иметь представление о трудности задачи нахождения гамильтонова пути;</li> <li>– владеть понятиями конечные и счетные множества и уметь их применять при решении задач;</li> <li>– уметь применять метод математической индукции;</li> <li>– уметь применять принцип Дирихле при решении задач</li> </ul>
<b>Текстовые задачи</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Решать разные задачи повышенной трудности;</li> <li>– анализировать условие задачи, выбирать оптимальный метод решения задачи, рассматривая различные методы;</li> <li>– строить модель решения задачи, проводить доказательные рассуждения при решении задачи;</li> <li>– решать задачи, требующие перебора вариантов, проверки условий, выбора оптимального результата;</li> <li>– анализировать и интерпретировать полученные решения в контексте условия задачи, выбирать решения, не противоречащие контексту;</li> <li>– переводить при решении задачи информацию из одной формы записи в другую, используя при необходимости схемы, таблицы, графики, диаграммы</li> </ul> <p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– решать практические задачи и задачи из других предметов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Достижение результатов раздела II</li> </ul>
<b>Геометрия</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеть геометрическими понятиями при решении задач и проведении математических рассуждений;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Иметь представление о конических сечениях;</li> <li>– иметь представление о касающихся сферах и</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельно формулировать определения геометрических фигур, выдвигать гипотезы о новых свойствах и признаках геометрических фигур и обосновывать или опровергать их, обобщать или конкретизировать результаты на новых классах фигур, проводить в несложных случаях классификацию фигур по различным основаниям;</li> <li>– исследовать чертежи, включая комбинации фигур, извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию, представленную на чертежах;</li> <li>– решать задачи геометрического содержания, в том числе в ситуациях, когда алгоритм решения не следует явно из условия, выполнять необходимые для решения задачи дополнительные построения, исследовать возможность применения теорем и формул для решения задач;</li> <li>– уметь формулировать и доказывать геометрические утверждения;</li> <li>– владеть понятиями тела вращения (цилиндр, конус, шар и сфера), их сечения и уметь применять их при решении задач;</li> <li>– владеть понятиями касательные прямые и плоскости и уметь применять их при решении задач;</li> <li>– иметь представления о вписанных и описанных сферах и уметь применять их при решении задач;</li> <li>– владеть понятиями объем, объемы многогранников, тел вращения и применять их при решении задач;</li> <li>– иметь представление о развертке цилиндра и конуса, площади поверхности цилиндра и конуса, уметь применять их при решении задач;</li> <li>– иметь представление о площади сферы и уметь применять его при решении задач;</li> <li>– уметь решать задачи на комбинации многогранников и тел вращения;</li> <li>– иметь представление о подобии в пространстве и уметь решать задачи на отношение объемов и площадей поверхностей подобных фигур.</li> </ul>	<p><i>комбинации тел вращения и уметь применять их при решении задач;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>применять при решении задач формулу расстояния от точки до плоскости;</i></li> <li>– <i>владеть разными способами задания прямой уравнениями и уметь применять при решении задач;</i></li> <li>– <i>применять при решении задач и доказательстве теорем векторный метод и метод координат;</i></li> <li>– <i>иметь представление об аксиомах объема, применять формулы объемов прямоугольного параллелепипеда, призмы и пирамиды, тетраэдра при решении задач;</i></li> <li>– <i>применять теоремы об отношениях объемов при решении задач;</i></li> <li>– <i>применять интеграл для вычисления объемов и поверхностей тел вращения, вычисления площади сферического пояса и объема шарового слоя;</i></li> <li>– <i>иметь представление о движениях в пространстве: параллельном переносе, симметрии относительно плоскости, центральной симметрии, повороте относительно прямой, винтовой симметрии, уметь применять их при решении задач;</i></li> <li>– <i>иметь представления о преобразовании подобия, гомотетии и уметь применять их при решении задач;</i></li> <li>– <i>уметь решать задачи на плоскости методами стереометрии;</i></li> <li>– <i>уметь применять формулы объемов при решении задач</i></li> </ul>
--	---	---

	<p><i>В повседневной жизни и при изучении других предметов:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– составлять с использованием свойств геометрических фигур математические модели для решения задач практического характера и задач из смежных дисциплин, исследовать полученные модели и интерпретировать результат</li> </ul>	
<b>Векторы и координаты в пространстве</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Владеть понятиями векторы и их координаты;</li> <li>– уметь выполнять операции над векторами;</li> <li>– использовать скалярное произведение векторов при решении задач;</li> <li>– применять уравнение плоскости, формулу расстояния между точками, уравнение сферы при решении задач;</li> <li>– применять векторы и метод координат в пространстве при решении задач</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II;</i></li> <li>– <i>находить объем параллелепипеда и тетраэдра, заданных координатами своих вершин;</i></li> <li>– <i>задавать прямую в пространстве;</i></li> <li>– <i>находить расстояние от точки до плоскости в системе координат;</i></li> <li>– <i>находить расстояние между скрещивающимися прямыми, заданными в системе координат</i></li> </ul>
<b>История математики</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Иметь представление о вкладе выдающихся математиков в развитие науки;</li> <li>– понимать роль математики в развитии России</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II</i></li> </ul>
<b>Методы математики</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использовать основные методы доказательства, проводить доказательство и выполнять опровержение;</li> <li>– применять основные методы решения математических задач;</li> <li>– на основе математических закономерностей в природе характеризовать красоту и совершенство окружающего мира и произведений искусства;</li> <li>– применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении математических задач;</li> <li>– пользоваться прикладными программами и программами символьных вычислений для исследования математических объектов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>Достижение результатов раздела II;</i></li> <li>– <i>применять математические знания к исследованию окружающего мира (моделирование физических процессов, задачи экономики)</i></li> </ul>

**Содержание**  
**учебного предмета «Математика»**  
**(включая алгебру и начала математического анализа, геометрию)**  
**(углубленный уровень)**

Содержание учебного предмета «Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию) на углубленном уровне представляет собой перечень дидактических единиц, отражающих знания, умения и опыт практической деятельности, формируемых при освоении учащимися каждого раздела (темы). Содержание соответствует требованиям ФГОС СОО к результатам освоения учебного предмета, отражает инвариантную часть содержания учебного предмета, представленную в Примерной основной образовательной программе среднего общего образования, одобренной федеральным УМО (протокол №1/15 от 08.04.2015 г., в ред. протокола №2/16-з от 28.06.2016).

Содержание включает дидактические единицы, расширяющие и/или углубляющие содержание учебного предмета. В программе данные дидактические единицы выделяются курсивом.

**Углубленный уровень**  
**Алгебра и начала математического анализа**

**10 класс**

Повторение. Решение задач с использованием свойств чисел и систем счисления, делимости, долей и частей, процентов, модулей чисел. Решение задач с использованием свойств степеней и корней, многочленов, преобразований многочленов и дробно-рациональных выражений. Решение задач с использованием градусной меры угла. Модуль числа и его свойства. Решение задач на движение и совместную работу, смеси и сплавы с помощью линейных, квадратных и дробно-рациональных уравнений и их систем. Решение задач с помощью числовых неравенств и систем неравенств с одной переменной, с применением изображения числовых промежутков. Решение задач с использованием числовых функций и их графиков. Использование свойств и графиков линейных и квадратичных функций, обратной пропорциональности и функции  $y = \sqrt{x}$ . Графическое решение уравнений и неравенств. Использование операций над множествами и высказываниями. Использование неравенств и систем неравенств с одной переменной, числовых промежутков, их объединений и пересечений. Применение при решении задач свойств арифметической и геометрической прогрессии, суммирования бесконечной сходящейся геометрической прогрессии.

Множества (числовые, геометрических фигур). Характеристическое свойство, элемент множества, пустое, конечное, бесконечное множество. Способы задания множеств. Подмножество. Отношения принадлежности, включения, равенства. Операции над множествами. Круги Эйлера. Конечные и бесконечные, счетные и несчетные множества.

*Множества на координатной плоскости.*

*Теоремы о приближении действительных чисел рациональными.*

Истинные и ложные высказывания, операции над высказываниями. *Алгебра высказываний*. Связь высказываний с множествами. Кванторы существования и всеобщности.

Законы логики. *Основные логические правила*. Решение логических задач с использованием кругов Эйлера, *основных логических правил*.

Умозаключения. Обоснования и доказательство в математике. Теоремы. Виды математических утверждений. *Виды доказательств*. *Математическая индукция*. *Утверждения: обратное данному, противоположное, обратное противоположному данному*. Признак и свойство, необходимые и достаточные условия.

*Основная теорема арифметики*. *Остатки и сравнения*. *Алгоритм Евклида*. *Китайская теорема об остатках*. *Малая теорема Ферма*.  *$q$ -ичные системы счисления*. *Функция Эйлера, число и сумма делителей натурального числа*.

*Неравенство Коши–Буняковского, неравенство Йенсена, неравенства о средних*.

*Диофантовы уравнения*. *Цепные дроби*. *Теорема Ферма о сумме квадратов*.

Метод интервалов для решения неравенств.

Степень с действительным показателем, свойства степени. Простейшие показательные уравнения и неравенства. Показательная функция и ее свойства и график. Число  $e$  и функция  $y = e^x$ .

Степенная функция и ее свойства и график.

Логарифм, свойства логарифма. Десятичный и натуральный логарифм. Преобразование логарифмических выражений. Логарифмические уравнения и неравенства. Логарифмическая функция и ее свойства и график.

*Формула Бинома Ньютона*. *Решение уравнений степени выше 2 специальных видов*. *Теорема Виета, теорема Безу*. *Приводимые и неприводимые многочлены*. *Основная теорема алгебры*. *Симметрические многочлены*. *Целочисленные и целозначные многочлены*.

Радианная мера угла, тригонометрическая окружность. Тригонометрические функции чисел и углов. Формулы приведения, сложения тригонометрических функций, формулы двойного и половинного аргумента. Преобразование суммы, разности в произведение тригонометрических функций, и наоборот.

Тригонометрические функции числового аргумента  $y = \cos x$ ,  $y = \sin x$ ,  $y = \operatorname{tg} x$ ,  $y = \operatorname{ctg} x$ . Свойства и графики тригонометрических функций.

Обратные тригонометрические функции, их главные значения, свойства и графики. Тригонометрические уравнения. Однородные тригонометрические уравнения. Решение простейших тригонометрических неравенств. Простейшие системы тригонометрических уравнений.

Первичные представления о множестве комплексных чисел. *Действия с комплексными числами*. *Комплексно сопряженные числа*. *Модуль и аргумент числа*. *Тригонометрическая форма комплексного числа*. *Решение уравнений в комплексных числах*.

## 11 класс

Нули функции, промежутки знакопостоянства, монотонность. Наибольшее и наименьшее значение функции. Периодические функции и наименьший период. Четные и нечетные функции. *Функции «дробная часть числа»  $y = \{x\}$  и «целая часть числа»  $y = [x]$ .*

Иррациональные уравнения.

Преобразования графиков функций: сдвиг, умножение на число, отражение относительно координатных осей. Графические методы решения уравнений и неравенств. Решение уравнений и неравенств, содержащих переменную под знаком модуля.

Системы показательных, логарифмических и иррациональных уравнений. Системы показательных, логарифмических и иррациональных неравенств.

Взаимно обратные функции. Графики взаимно обратных функций.

Уравнения, системы уравнений с параметром.

Понятие предела функции в точке. *Понятие предела функции в бесконечности. Асимптоты графика функции. Сравнение бесконечно малых и бесконечно больших.* Непрерывность функции. *Свойства непрерывных функций. Теорема Вейерштрасса.*

Дифференцируемость функции. Производная функции в точке. Касательная к графику функции. Геометрический и физический смысл производной. *Применение производной в физике.* Производные элементарных функций. Правила дифференцирования.

Вторая производная, ее геометрический и физический смысл.

Точки экстремума (максимума и минимума). Исследование элементарных функций на точки экстремума, наибольшее и наименьшее значение с помощью производной. *Построение графиков функций с помощью производных. Применение производной при решении задач. Нахождение экстремумов функций нескольких переменных.*

*Суммы и ряды, методы суммирования и признаки сходимости.*

Первообразная. Неопределенный интеграл. Первообразные элементарных функций. Площадь криволинейной трапеции. Формула Ньютона-Лейбница. Определенный интеграл. *Вычисление площадей плоских фигур и объемов тел вращения с помощью интеграла.*

*Методы решения функциональных уравнений и неравенств.*

### **Вероятность и статистика, логика, теория графов и комбинаторика**

Повторение. Использование таблиц и диаграмм для представления данных. Решение задач на применение описательных характеристик числовых наборов: средних, наибольшего и наименьшего значения, размаха, дисперсии и стандартного отклонения. Вычисление частот и вероятностей событий. Вычисление вероятностей в опытах с равновозможными элементарными исходами. Использование комбинаторики. Вычисление вероятностей независимых событий. Использование формулы сложения вероятностей, диаграмм Эйлера, дерева вероятностей, формулы Бернулли.

*Вероятностное пространство. Аксиомы теории вероятностей.*

Условная вероятность. Правило умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Формула Байеса.

Дискретные случайные величины и распределения. Совместные распределения. Распределение суммы и произведения независимых случайных величин. Математическое

ожидание и дисперсия случайной величины. Математическое ожидание и дисперсия суммы случайных величин.

Бинарная случайная величина, распределение Бернулли. Геометрическое распределение. Биномиальное распределение и его свойства. *Гипергеометрическое распределение и его свойства.*

Непрерывные случайные величины. Плотность вероятности. Функция распределения. Равномерное распределение.

*Показательное распределение, его параметры.*

*Распределение Пуассона и его применение.* Нормальное распределение. Функция Лапласа. Параметры нормального распределения. Примеры случайных величин, подчиненных нормальному закону (погрешность измерений, рост человека). *Центральная предельная теорема.*

*Неравенство Чебышева. Теорема Чебышева и теорема Бернулли. Закон больших чисел. Выборочный метод измерения вероятностей. Роль закона больших чисел в науке, природе и обществе.*

Ковариация двух случайных величин. Понятие о коэффициенте корреляции. Совместные наблюдения двух случайных величин. *Выборочный коэффициент корреляции. Линейная регрессия.*

*Статистическая гипотеза. Статистика критерия и ее уровень значимости. Проверка простейших гипотез. Эмпирические распределения и их связь с теоретическими распределениями. Ранговая корреляция.*

*Построение соответствий. Инъективные и сюръективные соответствия. Биекции. Дискретная непрерывность. Принцип Дирихле.*

*Кодирование. Двоичная запись.*

*Основные понятия теории графов. Деревья. Двоичное дерево. Связность. Компоненты связности. Пути на графе. Эйлеровы и Гамильтоновы пути.*

## Геометрия

### 10 класс

Повторение. Решение задач с использованием свойств фигур на плоскости. Решение задач на доказательство и построение контрпримеров. Применение простейших логических правил. Решение задач с использованием теорем о треугольниках, соотношений в прямоугольных треугольниках, фактов, связанных с четырехугольниками. Решение задач с использованием фактов, связанных с окружностями. Решение задач на измерения на плоскости, вычисления длин и площадей. *Решение задач с помощью векторов и координат.*

Наглядная стереометрия. Призма, параллелепипед, пирамида, тетраэдр.

Основные понятия геометрии в пространстве. Аксиомы стереометрии и следствия из них. *Понятие об аксиоматическом методе.*

*Теорема Менелая для тетраэдра.* Построение сечений многогранников методом следов. Центральное проектирование. Построение сечений многогранников методом проекций.

Скрещивающиеся прямые в пространстве. Угол между ними. *Методы нахождения расстояний между скрещивающимися прямыми.*

Теоремы о параллельности прямых и плоскостей в пространстве. Параллельное проектирование и изображение фигур. *Геометрические места точек в пространстве.*

Перпендикулярность прямой и плоскости. Ортогональное проектирование. Наклонные и проекции. Теорема о трех перпендикулярах.

*Виды тетраэдров. Ортоцентрический тетраэдр, каркасный тетраэдр, равногранный тетраэдр. Прямоугольный тетраэдр. Медианы и бимедианы тетраэдра.*

*Достраивание тетраэдра до параллелепипеда.*

Расстояния между фигурами в пространстве. Общий перпендикуляр двух скрещивающихся прямых.

Углы в пространстве. Перпендикулярные плоскости. *Площадь ортогональной проекции. Перпендикулярное сечение призмы. Трехгранный и многогранный угол. Свойства плоских углов многогранного угла. Свойства плоских и двугранных углов трехгранного угла. Теоремы косинусов и синусов для трехгранного угла.*

Виды многогранников. *Развертки многогранника. Кратчайшие пути на поверхности многогранника.*

*Теорема Эйлера. Правильные многогранники. Двойственность правильных многогранников.*

Призма. Параллелепипед. Свойства параллелепипеда. Прямоугольный параллелепипед. Наклонные призмы.

Пирамида. Виды пирамид. Элементы правильной пирамиды. Пирамиды с равнонаклоненными ребрами и гранями, их основные свойства.

Площади поверхностей многогранников.

## 11 класс

Тела вращения: цилиндр, конус, шар и сфера. Сечения цилиндра, конуса и шара. Шаровой сегмент, шаровой слой, шаровой сектор (конус).

Усеченная пирамида и усеченный конус.

*Элементы сферической геометрии. Конические сечения.*

Касательные прямые и плоскости. Вписанные и описанные сферы. *Касающиеся сферы. Комбинации тел вращения.*

Векторы и координаты. Сумма векторов, умножение вектора на число. Угол между векторами. Скалярное произведение.

Уравнение плоскости. Формула расстояния между точками. Уравнение сферы. *Формула расстояния от точки до плоскости. Способы задания прямой уравнениями.*

*Решение задач и доказательство теорем с помощью векторов и методом координат. Элементы геометрии масс.*

Понятие объема. Объемы многогранников. Объемы тел вращения. *Аксиомы объема. Вывод формул объемов прямоугольного параллелепипеда, призмы и пирамиды. Формулы для нахождения объема тетраэдра. Теоремы об отношениях объемов.*

*Приложения интеграла к вычислению объемов и поверхностей тел вращения. Площадь сферического пояса. Объем шарового слоя. Применение объемов при решении задач.*

Площадь сферы.

*Развертка цилиндра и конуса. Площадь поверхности цилиндра и конуса.*

Комбинации многогранников и тел вращения.

Подобие в пространстве. Отношение объемов и площадей поверхностей подобных фигур.

*Движения в пространстве: параллельный перенос, симметрия относительно плоскости, центральная симметрия, поворот относительно прямой.*

*Преобразование подобия, гомотетия. Решение задач на плоскости с использованием стереометрических методов.*

## Тематическое планирование

Тематическое планирование представлено в табличной форме, содержит перечень разделов и тем в последовательности их освоения по классам с указанием количества часов на освоение каждого раздела и каждой темы, а также характеристики основных видов учебной деятельности, отражающих формируемые учебные действия по предмету. Приводится перечень обязательных для выполнения всеми учащимися контрольных работ.

### Тематическое планирование учебного предмета

*«Математика» (включая алгебру и начала математического анализа, геометрию)*  
(углубленный уровень)

10 класс

№	Раздел, тема	Всего часов	В том числе на контрольные работы	Характеристика основных видов учебной деятельности ученика (формируемые учебные действия)
1.	<i>Раздел 1. Повторение курса алгебры 7-9 классы</i>	<b>9</b>		
2.	<i>Раздел 2. Повторение и расширение сведений о множествах, математической логике</i>	<b>10</b>		<p><i>Описывать понятия:</i> множества, функции истинности, тавтологии, предиката, области определения предиката, области истинности предиката, кванторов общности и существования.</p> <p><i>Формулировать определения:</i> подмножества данного множества, собственного подмножества данного множества, пересечения множеств, объединения множеств, разности множеств, взаимнооднозначного соответствия между множествами, равномоощных множеств, счетного множества, конъюнкции высказываний, дизъюнкции высказываний, импликации высказываний, эквивалентности высказываний, отрицания высказывания, эквивалентных высказываний, равносильных предикатов, конъюнкции предикатов, дизъюнкции предикатов, импликации предикатов, эквивалентности предикатов, отрицания предиката, взаимнообратных теорем, теоремы, противоположной данной.</p>

				<i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач
3.	<b>Раздел 3. Корни, степени, логарифмы</b>	<b>91</b>	<b>5</b>	
	Действительные числа	15	1	<p><i>Формулировать</i> определение перестановки конечного множества.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: размещения <math>n</math>-элементного множества по <math>k</math> элементов; сочетания <math>n</math>-элементного множества по <math>k</math> элементов.</p> <p><i>Использовать</i> формулы: количества перестановок конечного множества, размещений и сочетаний <math>n</math>-элементного множества по <math>k</math> элементов.</p> <p><i>Решать</i> задачи комбинаторного характера.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p> <p><i>Формулировать:</i> <i>определения:</i> делимости нацело, чисел, сравнимых по данному модулю, взаимно простых чисел, функции Эйлера, диофантова уравнения, цепной дроби, рациональных, действительных, соизмеримых чисел, иррациональных чисел, периодической десятичной дроби; <i>свойства:</i> делимости нацело, чисел, сравнимых по данному модулю, основные свойства сравнения, теорему Ферма о сумме квадратов;</p> <p><i>Описывать:</i> алгоритм Евклида</p> <p><i>Доказывать теоремы:</i> о свойствах деления нацело, о делении с остатком, о свойствах чисел, сравнимых по модулю, о бесконечности множества простых чисел, о свойствах рациональных чисел, о десятичной записи рационального числа.</p> <p><i>Доказывать</i> основную теорему арифметики, малую теорему Ферма.</p> <p><i>Решать</i> задачи на делимость, перевод чисел из одной системы счисления в</p>

				<p>другую, действия с действительными числами</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.</p>
	Рациональные уравнения и неравенства	29	1	<p><i>Формулировать:</i> <i>определения:</i> деления нацело многочленов, корня многочлена, целого рационального уравнения; теорему о делении многочленов с остатком, теорему Безу, теорему о целом корне целого рационального уравнения.</p> <p><i>Формулировать:</i> основную теорему алгебры, теорему Виета для уравнений высших степеней</p> <p><i>Доказывать теоремы:</i> теорему Безу и следствия из неё, теорему о целом корне целого рационального уравнения.</p> <p><i>Находить</i> целые корни целого рационального уравнения, корни кубического уравнения с помощью формулы Кардано, корни уравнения 4-й степени методом Феррари.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p> <p><i>Записывать</i> формулу бинома Ньютона.</p> <p><i>Формулировать</i> свойства треугольника Паскаля и биномиальных коэффициентов</p>
	Корень степени $n$	14	1	<p><i>Описывать</i> понятия: функция корень <math>n</math>-й степени.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: корня <math>n</math>-й степени, арифметического корня <math>n</math>-й степени</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p>
	Степень положительного числа	12	1	<p><i>Описывать</i> понятия: степенная функция с натуральным показателем, степенная функция с целым показателем, степенной функции с рациональным показателем.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: степени с рациональным показателем</p>

				<p><i>Формулировать</i> определение показательной функции</p> <p><i>Формулировать</i> определение числа <math>e</math>, Описывать свойства показательной функции, выделяя случай основания, большего единицы, и случай положительного основания, меньшего единицы. Преобразовывать выражения, содержащие степени с действительным показателем.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p>
	Логарифмы	8		<p><i>Формулировать</i> определение логарифма положительного числа по положительному основанию, отличному от единицы, теоремы о свойствах логарифма.</p> <p><i>Преобразовывать</i> выражения, содержащие логарифмы.</p> <p><i>Формулировать</i> определение логарифмической функции и описывать её свойства, выделяя случай основания, большего единицы, и случай положительного основания, меньшего единицы.</p> <p><i>Формулировать</i> определение натурального логарифма</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p>
	Показательные и логарифмические уравнения и неравенства	13	1	<p><i>Распознавать</i> показательные уравнения и неравенства.</p> <p><i>Решать</i> показательные уравнения и неравенства.</p> <p><i>Распознавать</i> логарифмические уравнения и неравенства.</p> <p><i>Решать</i> логарифмические уравнения и неравенства.</p>
4.	<b>Раздел 4.</b> <b>Тригонометрические формулы.</b> <b>Тригонометрические функции</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	
	Синус и косинус угла	8		

	Тангенс и котангенс	6		<p><i>Описывать</i> понятия: тригонометрические функции угла поворота.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: угла в 1 радиан, косинуса, синуса, тангенса и котангенса, угла поворота.</p> <p><i>Доказывать</i> формулы: основные соотношения между тригонометрическими функциями одного и того же аргумента, сложения, приведения, двойного, тройного и половинного углов, понижения степени, для преобразований суммы, разности и произведения тригонометрических функций, производных тригонометрических функций.</p> <p><i>Доказывать</i> свойства: тригонометрических функций, неравенство для тригонометрических функций.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p>
	Тригонометрические формулы	12	2	
	Тригонометрические функции числового аргумента	8	1	
	Тригонометрические уравнения и неравенства	16	1	<p><i>Формулировать определения</i> однородных тригонометрических уравнений.</p> <p><i>Доказывать</i> формулы: корней простейших тригонометрических уравнений.</p> <p><i>Знать</i> формулы корней частных случаев тригонометрических уравнений</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению тригонометрических уравнений и неравенств, систем тригонометрических уравнений</p>
<b>5.</b>	<b>Раздел 5. Комплексные числа</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	
	Алгебраическая форма и геометрическая интерпретация комплексных чисел	3		<p><i>Формулировать определения:</i> комплексных чисел, арифметических действий над комплексными числами, сопряженных чисел.</p>
	Тригонометрическая форма комплексных чисел	3		<p><i>Формулировать свойства:</i> арифметических действий над</p>

	Корни многочленов. Показательная форма комплексных чисел	4	1	<p>комплексными числами, модуля комплексного числа</p> <p><i>Описывать:</i> тригонометрическую форму записи комплексного числа</p> <p><i>Доказывать теоремы:</i> формулу Муавра, о квадратном корне и корне <math>n</math>-й степени из комплексного числа</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p>
6.	<b>Раздел 6.</b> <b>Повторение курса алгебры и начал анализа за курс 10 класса</b>	5	2	

### 11 класс

№	Раздел, тема	Всего часов	В том числе на контрольные работы	Характеристика основных видов учебной деятельности ученика (формируемые учебные действия)
1.	<b>Раздел 1.</b> <b>Функции, производные, интегралы</b>	84	6	
	Функции и их графики	13	1	<p><i>Формулировать определения:</i> функции, наибольшего и наименьшего значения функции на множестве, четной функции, нечетной функции, периодической функции.</p> <p><i>Описывать</i> алгоритмы: построения графиков функций <math>y = f(kx)</math>, <math>y = f( x )</math>, <math>y =  f(x) </math>, решения неравенств методом интервалов.</p> <p><i>Формулировать</i> и доказывать теоремы: о графике четной функции, о графике нечетной функции, о свойствах периодических функций.</p>
	Предел функции и непрерывность	11		<p><i>Формулировать определения:</i> предела функции в точке, в бесконечности, бесконечно малых и бесконечно больших функций; одностороннего предела функции, непрерывной функции, точек разрыва.</p> <p><i>Формулировать</i> и доказывать теоремы о свойствах сходящихся функций, о связи бмф и ббф, о непрерывности</p>

				<p>многочлена, рациональной, иррациональной функции.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теорем и формулы к решению задач</p>
	Обратные функции	5	1	<p><i>Формулировать определения:</i> обратимой функции, взаимно обратных функций.</p> <p><i>Формулировать</i> и доказывать теоремы: об обратимости возрастающей (убывающей) функции, о графиках взаимно обратных функций, об общих точках графиков возрастающих взаимно обратных функций и её следствие</p> <p><i>Доказывать</i>, что показательная и логарифмическая функции являются взаимно обратными</p>
	Производная	12	1	<p><i>Описывать</i> понятия: мгновенной скорости, приращения функции в точке, геометрический и физический смысл производной, второй производной, физический смысл второй производной.</p> <p><i>Формулировать</i> теоремы о производной композиции функций, обратной функции</p> <p><i>Доказывать теоремы:</i> о правилах вычисления производной, о производных степенной функции, квадратного, кубического корня</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p>
	Применение производной	28	2	<p><i>Описывать</i> понятия: касательной к графику функции, наибольшего (наименьшего) значения функции на отрезке, выпуклой вверх (вниз) функции, асимптоты графика.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: точки максимума, точки минимума, критической точки функции.</p> <p><i>Описывать</i> алгоритмы: поиска наибольшего и наименьшего значений функции на отрезке, исследования свойств и построения графика функции.</p>

				<p><i>Записывать</i> уравнение касательной к графику функции.</p> <p><i>Формулировать</i> и <i>доказывать</i> теоремы: о непрерывности дифференцируемой функции, о признаке возрастания (убывания) функции, о признаке точки максимума (минимума), о признак выпуклой вверх(вниз) функции.</p> <p><i>Формулировать</i> и <i>пояснять</i> геометрические смыслы теорем: Ферма, Ролля, Лагранжа.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p>
	Первообразная и интеграл	15	1	<p><i>Формулировать</i> определение первообразной функции, теорему об основном свойстве первообразной, правила нахождения первообразной. На основе таблицы первообразных и правил нахождения первообразных находить первообразную, общий вид первообразных, неопределенный интеграл. По закону изменения скорости движения материальной точки находить закон движения материальной точки.</p> <p><i>Формулировать</i> теорему о связи первообразной и площади криволинейной трапеции.</p> <p><i>Формулировать</i> определение определенного интеграла. Используя формулу Ньютона-Лейбница, находить определенный интеграл, площади фигур, ограниченных данными линиями. Использовать определенный интеграл для нахождения объемов тел, в частности объемов тел вращения</p>
<b>2.</b>	<b><i>Раздел 2. Уравнения, неравенства, системы</i></b>	<b>51</b>	<b>2</b>	
	Равносильность уравнений и неравенств	2		<p><i>Формулировать определения:</i> уравнение, неравенство, равносильные уравнения и неравенства, уравнение, являющееся следствием другого уравнения, уравнения, равносильные на множестве, равносильные преобразования уравнений.</p>
	Уравнения-следствия	4		
	Равносильность уравнений и неравенств системам	3		
	Равносильность уравнений и неравенств на множествах	8		

	Иррациональные уравнения и неравенства	6		<i>Понимать смысл</i> теорем о равносильных и неравносильных преобразованиях уравнений и уметь их доказывать.  <i>Владеть</i> методами решения уравнений, неравенств и их систем, уметь выбирать метод решения и обосновывать свой выбор.
	Метод промежутков для уравнений и неравенств	8		
	Использование свойств функции при решении уравнений и неравенств	6		
	Системы уравнений с несколькими неизвестными	6		
	Уравнения, неравенства и системы с параметрами	8	2	<i>Применять</i> метод интервалов для решения неравенств, в том числе дробно-рациональных и включающих в себя иррациональные выражения;  <i>Владеть</i> алгебраическим и графическим методами решения алгебраических уравнений и неравенств и их системы с параметрами;  <i>Изобразить</i> множества на плоскости, задаваемые уравнениями, неравенствами и их системами;  <i>Использовать</i> тождественные преобразования при решении уравнений и систем уравнений
<b>3.</b>	<b><i>Раздел 3. Теория графов и комбинаторика</i></b>	<b>7</b>		
	Основные понятия теории графов	7		<i>Иметь представление</i> о кодировании, двоичной записи, двоичном дереве; о деревьях и уметь применять при решении задач; об эйлеровом и гамильтоновом пути, иметь представление о трудности задачи нахождения гамильтонова пути.  <i>Владеть</i> основными понятиями теории графов (граф, вершина, ребро, степень вершины, путь в графе) и уметь применять их при решении задач; понятием связность и уметь применять компоненты связности при решении задач; <i>Уметь</i> осуществлять пути по ребрам, обходы ребер и вершин графа
<b>4.</b>	<b><i>Раздел 4. Теория вероятностей и статистика</i></b>	<b>20</b>	<b>1</b>	
	Статистика. Характеристики числовых наборов.	20	1	<i>Формулировать</i> определения несовместных событий, объединения и пересечения событий, дополнения события. Используя формулу вероятности объединения двух

	<p>Вычисление вероятностей независимых событий. Условная вероятность. Формула полной вероятности. Дискретные и непрерывные случайные величины и распределения.</p>		<p>несовместных событий, формулу, связывающую вероятности объединения и пересечения двух событий, формулу вероятности дополнения события, находить вероятности событий.</p> <p><i>Формулировать</i> определения зависимых и независимых событий, условной вероятности. Используя теоремы о вероятности пересечения двухзависимых и независимых событий, теорему о вероятности пересечения нескольких независимых событий, находить вероятности событий.</p> <p><i>Распознавать</i> вероятностные эксперименты, описываемые с помощью схемы Бернулли. Находить вероятность события, состоящего в том, что в схеме Бернулли успехом завершиться данное количество испытаний. Находить условную вероятность, вероятности, используя формулу полной вероятности, формулу Байеса</p> <p><i>Формулировать</i> определения случайной величины и её множества значений. Для случайной величины с конечным множеством значений формулировать определения распределения случайной величины и её математического ожидания.</p> <p><i>Находить</i> математическое ожидание случайной величины по её распределению. Использовать выводы теории вероятностей в задачах с практическим жизненным содержанием.</p> <p><i>Распознавать</i> распределения случайной величины: распределение Бернулли, биномиальное, гипергеометрическое, геометрическое, распределение Пуассона, показательное, нормальное. Понимать, что такое ковариация двух случайных величин, коэффициент корреляции.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач</p>
	<p><b>Повторение курса алгебры и начал анализа за уровень среднего общего образования</b></p>	<p>8</p>	

**Тематическое планирование модуля «Геометрия»  
10 класс**

№	Раздел, тема	Всего часов	В том числе на контрольные работы	Характеристика основных видов учебной деятельности ученика (формируемые учебные действия)
<b>1.</b>	<b><i>Раздел 1. Повторение</i></b>	<b>6</b>		
1.1.	Решение задач с использованием свойств фигур на плоскости.	1		
1.2.	Решение задач на доказательство и построение контрпримеров. Применение простейших логических правил.	1		
1.3.	Решение задач с использованием теорем о треугольниках, соотношений в прямоугольных треугольниках, фактов, связанных с четырехугольниками.	1		
1.4.	Решение задач с использованием фактов, связанных с окружностями.	1		
1.5.	Решение задач на измерения на плоскости, вычисления длин и площадей.	1		
1.6.	Решение задач с помощью векторов и координат.	1		
<b>2.</b>	<b><i>Раздел 2. Аксиомы стереометрии.</i></b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<i>Перечислять</i> основные понятия стереометрии.
2.1.	Предмет стереометрии. Основные понятия стереометрии. Наглядная стереометрия. Призма, параллелепипед, пирамида, тетраэдр.	1		<i>Описывать</i> основные понятия стереометрии (точка, прямая, плоскость).  <i>Описывать</i> возможные способы расположения точек, прямых и плоскостей в пространстве.
2.2.	Понятие об аксиоматическом способе построения геометрии. Аксиомы стереометрии.	1		<i>Формулировать</i> аксиомы стереометрии.

2.3.	Следствия из аксиом стереометрии.	1		<p><i>Разъяснять и иллюстрировать</i> аксиомы.</p> <p><i>Формулировать и доказывать</i> теоремы — следствия из аксиом.</p> <p><i>Формулировать</i> способы задания плоскости в пространстве.</p> <p><i>Перечислять</i> и описывать основные элементы многогранников: ребра, вершины, грани.</p> <p><i>Описывать</i> виды многогранников (пирамида, тетраэдр, призма, прямоугольный параллелепипед, куб), а также их элементы (основания, боковые грани, рёбра основания, боковые ребра).</p> <p><i>Решать</i> задачи на доказательство, а также на построение сечений многогранников.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы к решению задач.</p>
2.4.	Пересечение прямой и плоскости, двух плоскостей.	1		
2.5.	Техника выполнения простейших стереометрических чертежей.	1		
2.6.	Построение сечений многогранников методом следов.	2		
2.7.	Теорема Менелая для тетраэдра.	1		
2.8.	Решение задач по теме «Аксиомы стереометрии».	3		
2.9.	Контрольная работа №1 по теме «Аксиомы стереометрии».	1		
3.	<b><i>Раздел 3. Взаимное расположение прямых в пространстве.</i></b>	<b>9</b>	<b>1</b>	
3.1.	Пересекающиеся и параллельные прямые в пространстве.	1		
3.2.	Скрещивающиеся прямые. Признаки скрещивающихся прямых.	2		
3.3.	Теоремы о параллельных прямых.	1		
3.4.	Направление в пространстве. Теорема о равенстве двух углов с сонаправленными сторонами.	1		
3.5.	Угол между прямыми. Определение угла между скрещивающимися прямыми.	1		
3.6.	Решение простейших задач на построение в пространстве. Число решений задач на построение.	1		
3.7.	Решение задач по теме «Взаимное расположение прямых в пространстве»	1		

3.8.	Контрольная работа №2 по теме «Взаимное расположение прямых в пространстве».	1		<p><i>Формулировать и доказывать</i> теорему о равенстве двух углов с сонаправленными сторонами.</p> <p><i>Решать</i> задачи на доказательство, а также вычисление угла между прямыми.</p> <p><i>Решать</i> простейшие задачи на построение в пространстве с определением числа решений задач на построение.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы к решению задач.</p>
<b>4.</b>	<b><i>Раздел 4. Взаимное расположение прямой и плоскости.</i></b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<p><i>Описывать</i> возможные способы расположения прямой и плоскости в пространстве.</p>
4.1.	Параллельность прямой и плоскости. Признак параллельности прямой и плоскости.	1		<p><i>Формулировать</i> определение прямой и параллельной ей плоскости.</p>
4.2.	Теоремы о прямой и параллельной ей плоскости.	2		<p><i>Разъяснять</i> понятия: параллельное проектирование, центральное проектирование, параллельная проекция (изображение) пространственной фигуры.</p> <p><i>Формулировать и доказывать</i> признак параллельности прямой и плоскости.</p> <p><i>Формулировать и доказывать</i> свойства прямой и параллельной ей плоскости.</p> <p><i>Формулировать и доказывать</i> теорему о свойствах параллельного проектирования.</p> <p><i>Решать</i> задачи на доказательство, на построение сечений многогранников методом проекций, а также построение изображений фигур.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы к решению задач.</p>
4.3.	Решение задач на построение в пространстве.	1		
4.4.	Параллельное проектирование. Свойства параллельного проектирования. Изображение пространственных фигур.	1		
4.5.	Центральное проектирование. Построение сечений многогранников методом проекций.	1		
4.6.	Техника стереометрического чертежа.	1		
4.7.	Решение задач по теме «Взаимное расположение прямой и плоскости»	1		
4.8.	Контрольная работа №3 «Взаимное расположение прямой и плоскости»	1		
<b>5.</b>	<b><i>Раздел 5. Параллельные плоскости.</i></b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<p><i>Описывать</i> возможные способы расположения двух плоскостей в пространстве.</p>
5.1.	Взаимное расположение двух плоскостей в	1		

	пространстве. Параллельность плоскостей. Признак параллельности двух плоскостей.			<i>Формулировать</i> определение параллельных плоскостей.
5.2.	Теоремы о параллельных плоскостях.	2		<i>Формулировать и доказывать</i> признак параллельности двух плоскостей. <i>Формулировать и доказывать</i> свойства параллельных плоскостей.
5.3.	Решение задач по теме «Параллельность плоскостей».	3		<i>Формулировать и доказывать</i> теорему о существовании и единственности плоскости, проходящий через точку и параллельной данной плоскости.
5.4.	Пространственная теорема Фалеса.	1		
5.5.	Контрольная работа №4 «Параллельность плоскостей»	1		<i>Формулировать и доказывать</i> пространственную теорему Фалеса.  <i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.
<b>6.</b>	<b><i>Раздел 6. Перпендикулярность прямой и плоскости. Расстояние в пространстве.</i></b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<i>Формулировать</i> определения: прямой и перпендикулярной ей плоскости, расстояния от точки до плоскости, расстояния от прямой до параллельной ей плоскости, расстояние между параллельными плоскостями, общего перпендикуляра двух скрещивающихся прямых, геометрического места точек пространства.
6.1.	Перпендикулярность прямой и плоскости. Признак перпендикулярности прямой и плоскости.	1		<i>Описывать</i> понятия: перпендикуляр, наклонная, основание перпендикуляра, основание наклонной, проекция наклонной, ортогональная проекция фигуры, ортогональное проектирование, ближайшая точка, расстояние между фигурами, расстояние между скрещивающимися прямыми.
6.2.	Теоремы о прямой и перпендикулярной ей плоскости.	2		<i>Формулировать и доказывать</i> признак перпендикулярности прямой и плоскости.
6.3.	Проведение плоскости через точку перпендикулярно к данной прямой. Проведение через точку прямой, перпендикулярной к данной плоскости.	1		<i>Разъяснять</i> понятие ортогональное проектирование.
6.4.	Решение задач по теме «Перпендикулярность прямой и плоскости».	1		<i>Формулировать</i> свойства ортогонального проектирования.
6.5.	Перпендикуляр и наклонная к плоскости. Проекция наклонной на плоскость. Теоремы о длинах перпендикуляра, наклонных и проекций.	1		<i>Формулировать и доказывать</i> свойства прямых, перпендикулярных плоскости.
6.6.	Теоремы о трех перпендикулярах.	1		<i>Формулировать и доказывать</i> теоремы: о существовании и единственности прямой, проходящий через данную
6.7.	Ортогональное проектирование, его свойства.	1		

6.8.	Ближайшая точка. Теорема о ближайшей точке.	1		<p>точку и перпендикулярной данной плоскости, о существовании и единственности плоскости, проходящей через данную точку и перпендикулярной данной прямой, о параллельности плоскостей, перпендикулярных данной прямой, о перпендикуляре и наклонной, проведенных из одной точки, о трех перпендикулярах, о ближайшей точке, ГМТ равноудаленных от концов отрезка.</p> <p><i>Решать</i> задачи на доказательство, а также вычисление: расстояния от точки до прямой, расстояния от точки до плоскости, расстояния между скрещивающимися прямыми, расстояния между параллельными плоскостями.</p>
6.9.	Расстояния между фигурами в пространстве.	1		
6.10.	Общий перпендикуляр двух скрещивающихся прямых. Методы нахождения расстояний между скрещивающимися прямыми.	1		
6.11.	Геометрические места точек в пространстве.	1		
6.12.	Решение задач по теме «Расстояние в пространстве».	2		
6.13.	Контрольная работа №5 «Перпендикулярность прямой и плоскости».	1		
<b>7.</b>	<b><i>Раздел 7. Угол между прямой и плоскостью.</i></b>	<b>6</b>		<p><i>Формулировать</i> определения: угла между наклонной и плоскостью, угла между прямой и плоскостью.</p> <p><i>Формулировать</i> и <i>доказывать</i> теорему об угле между наклонной и плоскостью, ГМТ прямых, проходящих через данную точку, не лежащую на плоскости, и образующих с плоскостью данный острый угол.</p> <p><i>Решать</i> задачи на доказательство, а также вычисление угла между прямой и плоскостью.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы к решению задач.</p>
7.1.	Определение угла между наклонной и плоскостью. Теорема об угле между наклонной и плоскостью.	1		
7.2.	Угол между прямой и плоскостью.	1		
7.3.	Множество прямых, проходящих через данную точку, не лежащую на плоскости, и образующих с плоскостью данный острый угол.	1		
7.4.	Методы нахождения угла между прямой и плоскостью.	1		
7.5.	Решение задач по теме «Угол между прямой и плоскостью».	2		
<b>8.</b>	<b><i>Раздел 8. Угол между двумя плоскостями.</i></b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<p><i>Формулировать</i> определения: величины двугранного угла, угла между двумя плоскостями, биссектора двугранного угла, перпендикулярных плоскостей.</p> <p><i>Описывать</i> понятия: двугранный угол, грань двугранного угла, ребро двугранного угла, линейный угол двугранного угла.</p>
8.1.	Двугранный угол. Линейный угол двугранного угла.	1		
8.2.	Теоремы о линейном угле двугранного угла.	1		
8.3.	Угол между двумя плоскостями.	1		
8.4.	Перпендикулярные плоскости. Признак	1		

	перпендикулярности плоскостей.			<i>Формулировать и доказывать</i> признак перпендикулярности двух плоскостей.
8.5.	Теоремы о перпендикулярных плоскостях.	2		<i>Формулировать и доказывать</i> свойства перпендикулярных плоскостей.
8.6.	Методы нахождения двугранных углов и углов между двумя плоскостями.	1		<i>Формулировать и доказывать</i> теоремы: о линейном угле двугранного угла, о площади ортогональной проекции выпуклого многоугольника, ГМТ равноудаленных от двух пересекающихся плоскостей. <i>Решать</i> задачи на доказательство, а также вычисление: величины двугранного угла, угла между плоскостями, площади ортогональной проекции выпуклого многоугольника.
8.7.	Множество точек пространства, равноудаленных от двух пересекающихся плоскостей.	1		
8.8.	Площадь ортогональной проекции многоугольника.	1		
8.9.	Решение задач по теме «Угол между плоскостями».	2		
8.10.	Контрольная работа №6 «Угол между прямой и плоскостью и между плоскостями».	1		<i>Применять</i> изученные определения, теоремы к решению задач.
<b>9.</b>	<b><i>Раздел 9. Многогранные углы.</i></b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<i>Описывать</i> понятия: трехгранный угол, грань трехгранного угла, ребро трехгранного угла, многогранный угол, вершина многогранного угла, ребро многогранного угла, грань многогранного угла, двугранный угол многогранного угла, три взаимно перпендикулярных плоскости, система координат в пространстве.
9.1.	Трехгранный угол, его элементы. Свойства плоских углов трехгранного угла.	1		<i>Формулировать и доказывать</i> теоремы: о свойствах плоских углов трехгранного угла, косинусов и синусов для трехгранного угла, о свойствах плоских углов многогранного угла.
9.2.	Теоремы синусов и косинусов трехгранного угла.	2		
9.3.	Три взаимно перпендикулярных плоскости. Понятие о системе координат в пространстве.	1		
9.4.	Многогранные углы, его элементы. Свойство плоских углов многогранного угла.	1		<i>Решать</i> задачи на вычисление: плоских углов трехгранного угла, двугранных углов трехгранного угла.
9.5.	Контрольная работа №7 «Многогранные углы».	1		<i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.
<b>10.</b>	<b><i>Раздел 10. Многогранники.</i></b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<i>Описывать</i> понятия: геометрическое тело, соседние грани многогранника, плоский угол многогранника, двугранный угол многогранника, площадь поверхности многогранника, развертки многогранника, кратчайшие пути на поверхности многогранника, диагональное сечение призмы,
10.1.	Понятие многогранника, его элементы. Виды многогранников. Развертки многогранника. Кратчайшие пути на	1		

	поверхности многогранника.			<p>противолежащие грани параллелепипеда, прямой параллелепипед, диагональное сечение призмы и пирамиды, усеченная пирамида, правильные многогранники, полуправильные многогранники, звездчатые многогранники, двойственность правильных многогранников.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: многогранника, выпуклого многогранника, призмы, прямой призмы, правильной призмы, куба, параллелепипеда, пирамиды, правильной пирамиды, правильного тетраэдра, высоты призмы, высоты пирамиды, высоты усеченной пирамиды, апофемы правильной пирамиды и правильной усеченной пирамиды, ортоцентрического тетраэдра, каркасного тетраэдра, прямоугольного тетраэдра, средней линии тетраэдра, медианы и бимедианы тетраэдра, равногранного тетраэдра.</p> <p><i>Формулировать</i> теорему Эйлера.</p> <p><i>Формулировать и доказывать</i> теоремы: о площади боковой поверхности прямой призмы, о диагоналях параллелепипеда, о квадрате диагонали прямоугольного параллелепипеда, о площади боковой поверхности правильной пирамиды, о сечении пирамиды плоскостью, о площади боковой поверхности правильной усеченной пирамиды, о свойствах пирамиды с равнонаклоненными ребрами и гранями, о признаке ортоцентрического тетраэдра, о средних линиях тетраэдра, о медианах тетраэдра.</p> <p><i>Решать</i> задачи на доказательство, построение сечений многогранников, а также вычисление: элементов призмы и пирамиды, площади полной и боковой поверхности призмы и пирамиды.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.</p>
10.2.	Призма, ее элементы. Прямая и наклонная призмы. Правильная призма.	1		
10.3.	Перпендикулярное сечение призмы. Боковая и полная поверхности призмы.	1		
10.4.	Куб. Параллелепипед. Свойства параллелепипеда. Прямоугольный параллелепипед.	1		
10.5.	Пирамида и ее элементы. Виды пирамид. Боковая и полная поверхности пирамиды.	1		
10.6.	Правильная пирамида. Элементы правильной пирамиды.	1		
10.7.	Пирамиды с равнонаклоненными ребрами и гранями, их основные свойства.	1		
10.8.	Виды тетраэдров. Ортоцентрический тетраэдр, каркасный тетраэдр, равногранный тетраэдр. Прямоугольный тетраэдр. Медианы и бимедианы тетраэдра. Достираивание тетраэдра до параллелепипеда.	1		
10.9.	Теорема о сечении пирамиды плоскостью. Усеченная пирамида.	2		
10.10.	Правильные многогранники.	1		
10.11.	Теорема Эйлера.	1		
10.12.	Двойственность правильных многогранников.	1		
10.13.	Полуправильные многогранники. Звездчатые многогранники.	1		
10.14.	Решение задач по теме «Многогранники».	1		
10.15.	Построение сечений многогранников.	1		

10.16.	Контрольная работа №8 «Многогранники».	1		
<b>11.</b>	<b>Раздел 11. Повторение.</b>	<b>5</b>		
11.1.	Повторение по теме «Угол между прямыми и плоскостями».	2		
11.2.	Повторение по теме «Расстояния в пространстве».	1		
11.3.	Повторение по теме «Многогранные углы».	1		
11.4.	Повторение по теме «Многогранники. Построение сечений многогранников».	1		

### 11 класс

№	Раздел, тема	Всего часов	В том числе на контр. работы	Характеристика основных видов учебной деятельности ученика (формируемые учебные действия)
<b>1.</b>	<b>Раздел 1. Векторы в пространстве.</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	
1.1	Вектор в пространстве. Модуль вектора. Равенство векторов.	1		<p><i>Описывать</i> понятия: вектор, модуль вектора, сонаправленные и противоположно направленные векторы, параллельный перенос на вектор, сумма векторов, базис, разложение вектора в базисе, координаты вектора в базисе, угол между векторами, проекция вектора на ось, ортогональный базис, ортонормированный базис.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: коллинеарных векторов, равных векторов, компланарных векторов, разности векторов, противоположных векторов, произведения вектора и числа, скалярного произведения двух векторов.</p> <p><i>Формулировать</i> свойства: суммы векторов, умножения вектора на число, скалярного произведения векторов.</p> <p><i>Формулировать</i> и <i>доказывать</i> теоремы: о коллинеарных векторах, о компланарных векторах, о разложении вектора по трем некопланарным векторам, о скалярном произведении двух перпендикулярных векторов, о</p>
1.2	Коллинеарность двух векторов, компланарность трех векторов.	1		
1.3	Угол между векторами. Коллинеарность вектора и прямой, компланарность вектора и плоскости.	1		
1.4	Сумма и разность векторов, умножение вектора на число.	1		
1.5	Разложение одного вектора, компланарного данной плоскости, по двум неколлинеарным векторам, компланарным этой плоскости.	1		
1.6	Векторный базис пространства. Разложение вектора	1		

	пространства в данном базисе. Координаты вектора в данном базисе.			векторе, компланарном данной плоскости <i>Решать</i> задачи с помощью векторов. <i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.
1.7	Условие коллинеарности двух векторов, условие компланарности трех векторов.	1		
1.8	Скалярное произведение векторов и его свойства, проекция вектора на ось. Формулы, связанные со скалярным произведением.	1		
1.9	Условие ортогональности двух векторов. Ортогональный базис, ортонормированный базис в пространстве.	1		
1.10	Решение задач и доказательство теорем с помощью векторов.	1		
1.11	Контрольная работа №1 по теме «Векторы в пространстве».	1		
<b>2.</b>	<b><i>Раздел 2. Координаты в пространстве .</i></b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<i>Описывать</i> понятия: прямоугольная система координат в пространстве, координаты точки, координаты вектора.
2.1	Прямоугольная декартова система координат в пространстве. Координаты вектора и точки.	1		<i>Формулировать</i> определения: уравнения и неравенства фигуры, векторного произведения векторов.  <i>Формулировать</i> свойства векторного произведения векторов.
2.2	Действия над векторами в координатах и формулы, с ними связанные.	1		<i>Описывать</i> возможные способы задания плоскости и прямой уравнениями.
2.3	Формулы расстояния между двумя точками пространства через их координаты.	1		<i>Доказывать</i> формулы: расстояния между двумя точками (с заданными координатами), координат середины отрезка, координат точки, делящей отрезок в данном отношении, координат суммы и разности векторов, скалярного произведения двух векторов, для вычисления косинуса угла между двумя ненулевыми векторами, расстояния от точки до плоскости, косинуса угла между двумя плоскостями, косинуса угла между
2.4	Координаты середины отрезка. Деление отрезка в данном отношении.	1		
2.5	Скалярное произведение векторов в координатах.	1		

2.6	Условия коллинеарности и ортогональности двух векторов в координатах. Условия компланарности трех векторов в координатах.	1		<p>прямыми, расстояния между скрещивающимися прямыми в координатах.</p> <p><i>Формулировать и доказывать</i> теоремы: о координатах вектора (при заданных координатах его начала и конца), о коллинеарных векторах в координатах, о компланарных векторах в координатах, об ортогональных векторах в координатах, об уравнении плоскости, об уравнении сферы данного радиуса с центром в данной точке, о неравенстве шара, об уравнении прямой в пространстве, о взаимном расположении прямых и плоскостей в координатах.</p> <p><i>Решать</i> задачи методом координат и методом масс.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.</p>
2.7	Уравнения и неравенства, задающие множества точек в пространстве.	1		
2.8	Уравнение сферы и неравенство шара.	1		
2.9	Векторное произведение и его свойства	1		
2.10	Уравнение плоскости в пространстве.	1		
2.11	Условие параллельности и перпендикулярности плоскостей.	1		
2.12	Формула, выражающая косинус угла между двумя плоскостями в координатах.	1		
2.13	Формула расстояния от точки до плоскости.	1		
2.14	Расстояние между скрещивающимися прямыми.	1		
2.15	Решение задач по теме «Координаты в пространстве. Расстояние от точки до плоскости».	1		
2.16	Прямая в пространстве. Способы задания прямой уравнениями.	1		
2.17	Взаимное расположение двух прямых в координатах. Угол между прямыми. Условия параллельности и перпендикулярности прямых.	1		
2.18	Взаимное расположение прямой и плоскости в координатах.	1		

2.19	Решение задач и доказательство теорем методом координат.	1		
2.20	Элементы геометрии масс.	1		
2.21	Контрольная работа №2 по теме «Координаты в пространстве».	1		
<b>3.</b>	<b>Раздел 3. Тела вращения.</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	
3.1	Цилиндр. Элементы. Сечения цилиндра плоскостью.	1		<p><i>Описывать</i> понятия: тело вращения, цилиндр, боковая поверхность цилиндра, образующая цилиндра, осевое сечение цилиндра, развертка цилиндра, касательная плоскость к цилиндру, конус, боковая поверхность конуса, образующая конуса, осевое сечение конуса, развертка конуса, касательная плоскость конуса, усеченный конус, цилиндр, вписанный в конус.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: призмы, вписанной в цилиндр, призмы, описанной около цилиндра, пирамиды, вписанной в конус, пирамиды, описанной около конуса.</p> <p><i>Доказывать</i> формулы: площади боковой поверхности цилиндра, площади полной поверхности цилиндра, площади боковой поверхности конуса, площади полной поверхности конуса, площади боковой поверхности усеченного конуса, площади полной поверхности усеченного конуса.</p> <p><i>Формулировать</i> и <i>доказывать</i> теоремы: о сечениях цилиндра, о сечениях конуса.</p> <p><i>Решать</i> задачи на вычисление: площади полной и боковой поверхностей цилиндра, конуса, усеченного конуса.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.</p>
3.2	Развертка цилиндра. Площади боковой и полной поверхностей цилиндра.	1		
3.3	Призма, вписанная в цилиндр, описанная около цилиндра.	1		
3.4	Конус. Элементы. Сечения конуса плоскостью.	1		
3.5	Развертка конуса. Площади боковой и полной поверхностей конуса.	1		
3.6	Конические сечения. Эллипс, гипербола, парабола как сечения конуса.	1		
3.7	Усеченный конус. Элементы. Площади боковой и полной поверхностей усеченного конуса.	1		
3.8	Пирамида, вписанная в конус и описанная около нее.	1		
3.9	Цилиндр, вписанный в конус.	1		
3.10	Цилиндрические и конические поверхности.	1		
3.11	Решение задач по теме «Тела вращения».	1		
3.12	Контрольная работа №3 по теме «Тела вращения».	1		

4.	<b>Раздел 4. Сфера и шар.</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<p><i>Описывать</i> понятия: шаровой сегмент, шаровой слой, шаровой сектор, фигура касается сферы, сфер, касающихся внешним образом и внутренним образом.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: сферы и шара, а также их элементов, касательной плоскости к сфере, расстояния между плоскостью и сферой, прямой, касательной к сфере, сферы, вписанной в многогранник, сферы, описанной около многогранника.</p> <p><i>Формулировать и доказывать</i> теоремы: о взаимном расположении сферы и плоскости, о сечении сферы плоскостью, о касательной плоскости к сфере, о прямой, касательной к сфере.</p> <p><i>Решать</i> задачи сферической геометрии.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.</p>
4.1	Сфера и шар. Элементы. Шаровой сегмент, шаровой слой, шаровой сектор.	1		
4.2	Взаимное расположение сферы и плоскости. Сечение сферы и шара плоскостью. Касательная плоскость к сфере.	1		
4.3	Теоремы о касательной плоскости. Расстояние между плоскостью и сферой.	1		
4.4	Взаимное расположение прямой и сферы. Прямая, касательная к сфере. Ее свойства.	1		
4.5	Взаимное расположение двух сфер. Касающиеся сферы.	1		
4.6	Сфера, вписанная в многогранник.	1		
4.7	Сфера, описанная около многогранника.	1		
4.8	Комбинации тел вращения.	1		
4.9	Элементы сферической геометрии.	1		
4.10	Контрольная работа №4 по теме «Сфера и шар».	1		
5.	<b>Раздел 5. Объемы.</b>	<b>16</b>	<b>1</b>	<p><i>Описывать</i> понятия: шаровой слой, шаровой сектор, шаровой сегмент.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: объема тела, площади поверхности шара.</p> <p><i>Доказывать</i> формулы: объема прямоугольного параллелепипеда, объема призмы, объема пирамиды,</p>
5.1	Понятие объема тела. Аксиомы объема. Формула объема куба.	1		
5.2	Вывод формул объема прямоугольного параллелепипеда, объема прямой призмы.	1		

5.3	Вывод формул объема наклонной призмы, объема цилиндра.	1		<p>объема усеченной пирамиды, объема конуса, объема усеченного конуса, объема цилиндра, объема шара, объема фигуры, полученной при вращении криволинейной трапеции, объема шарового сектора, слоя и сегмента, площади сферы, площади сферической части поверхности шарового сегмента.</p> <p><i>Формулировать и доказывать</i> теоремы: об отношении объемов треугольных пирамид, об объеме описанного многогранника, о вычислении объема тетраэдра, об отношении объемов подобных тел.</p> <p><i>Решать</i> задачи на вычисление: объема многогранников, объема тел вращения, площади поверхности сферы и ее частей.</p> <p><i>Применять</i> изученные определения, теоремы и формулы к решению задач.</p>	
5.4	Вывод формул объема пирамиды, объема усеченной пирамиды.	1			
5.5	Вывод формулы объема фигуры, полученной при вращении криволинейной трапеции.	1			
5.6	Вывод формул объема конуса, объема усеченного конуса.	1			
5.7	Решение задач по теме «Объемы».	1			
5.8	Приложения интеграла к вычислению объемов и поверхностей тел вращения.	1			
5.9	Теоремы об отношении объемов.	1			
5.10	Объем описанного многогранника.	1			
5.11	Формулы для нахождения объема тетраэдра.	1			
5.12	Применение объемов при решении задач.	1			
5.13	Подобие в пространстве. Отношение объемов и площадей поверхностей подобных фигур.	1			
5.14	Объем шара, шарового сегмента, шарового слоя, шарового сектора.	1			
5.15	Площадь поверхности сферы, сферического пояса.	1			
5.16	Контрольная работа №5 по теме «Объемы».	1			
6.	<b><i>Раздел 6. Движения в пространстве.</i></b>	<b><i>11</i></b>	<b><i>1</i></b>		<p><i>Описывать</i> понятия: неподвижные точки, прямые и плоскости, ориентация пространства, движения I и II рода, композиция движений, преобразование подобия, гомотетия.</p> <p><i>Формулировать</i> определения: отображения, движения, параллельного переноса, симметрии относительно</p>
6.1	Отображения. Движения. Свойства движений.	1			
6.2	Неподвижные точки, прямые и плоскости.	1			
6.3	Ориентация в пространстве.	1			

	Движения I и II рода, композиция движений.			плоскости, центральной симметрии, поворота относительно прямой, фигуры, симметричной относительно точки, прямой, плоскости.
6.4	Задание движения в координатах. Векторы и движения.	1		
6.5	Виды движений. Параллельный перенос.	1		<i>Формулировать и доказывать свойства движений.</i>
6.6	Симметрия относительно плоскости. Центральная симметрия. Поворот относительно прямой.	1		<i>Описывать задание движения в координатах. Формулировать теорему Шаля. Решать задачи методом движений.</i>
6.7	Примеры композиции движений.	1		<i>Применять изученные определения, теоремы к решению задач.</i>
6.8	Теорема Шаля.	1		
6.9	Симметрии в кубе, в параллелепипеде, в призме и пирамиде.	1		
6.10	Преобразование подобия, гомотетия.	1		
6.11	Контрольная работа №6 по теме «Движения в пространстве».	1		
7.	<b>Раздел 7. Геометрия на плоскости.</b>	<b>11</b>		<i>Формулировать свойства: биссектрисы угла треугольника, вписанных и описанных четырехугольников.</i>
7.1	Свойство биссектрисы угла треугольника. Решение треугольников.	1		<i>Формулировать признаки вписанных и описанных четырехугольников.</i>
7.2	Вычисление биссектрис, медиан, высот, радиусов вписанной и описанной окружностей.	1		<i>Формулировать теоремы: о произведении отрезков хорд, о касательной и секущей, о сумме квадратов сторон и диагоналей параллелограмма.</i>
7.3	Формулы площади треугольника: формула Герона, выражение площади треугольника через радиус вписанной и описанной окружностей.	1		<i>Формулировать формулы для вычисления: биссектрис, медиан, высот, радиусов вписанной и описанной окружностей, площади треугольника, углов с вершиной внутри и вне круга, угла между хордой и касательной.</i>
7.4	Вычисление углов с вершиной внутри и вне круга, угла между хордой и касательной.	1		<i>Описывать неразрешимые классические задачи на построение, различные геометрические места точек на плоскости.</i>
7.5	Теорема о произведении отрезков хорд. Теорема о касательной и секущей.	1		<i>Формулировать теоремы Чебы и Менелая.</i>
7.6	Вписанные и описанные многоугольники. Свойства и признаки	1		<i>Решать задачи с помощью геометрических преобразований,</i>

	вписанных и описанных четырехугольников.			геометрических мест, с использованием стереометрических методов.
7.7	Геометрические места точек. Решение задач с помощью геометрических преобразований и геометрических мест.	1		<i>Применять</i> изученные формулы, теоремы к решению задач.
7.8	Теорема Чебы и теорема Менелая.	1		
7.9	Эллипс, гипербола, парабола как геометрические места точек.	1		
7.10	Неразрешимость классических задач на построение.	1		
7.11	Решение задач на плоскости с использованием стереометрических методов.	1		
<b>8.</b>	<b><i>Раздел 8. Практикум по решению задач.</i></b>	<b>10</b>		
8.1	Решение задач по теме «Сфера и шар».	1		
8.2	Решение задач по теме «Тела вращения».	1		
8.3	Решение задач по теме «Векторы в пространстве».	1		
8.4	Решение задач по теме «Координаты в пространстве».	1		
8.5	Решение задач по теме «Объемы».	1		
8.6	Решение задач по теме «Движения».	1		
8.7	Повторение по теме «Угол между прямыми».	1		
8.8	Повторение по теме «Угол между прямой и плоскостью».	1		
8.9	Повторение по теме «Угол между плоскостями».	1		
8.10	Повторение по теме «Расстояния в пространстве».	1		

## Перечень контрольных работ

### Модуль «Алгебра и начала математического анализа»

#### 10 класс

- Контрольная работа № 1 по теме «Множества. Математическая логика. Действительные числа»  
Контрольная работа № 2 по теме «Рациональные уравнения и неравенства»  
Контрольная работа № 3 по теме «Корень степени  $n$ »  
Контрольная работа № 4 по теме «Степень»  
Контрольная работа № 5 по теме «Показательные и логарифмические уравнения и неравенства»  
Контрольная работа № 6 по теме «Тригонометрические формулы»  
Контрольная работа № 7 по теме «Тригонометрические функции»  
Контрольная работа № 8 по теме «Тригонометрические уравнения и неравенства»  
Контрольная работа № 9 по теме «Комплексные числа»

#### 11 класс

- Контрольная работа № 1 по теме «Функции и графики»  
Контрольная работа № 2 по теме «Предел функции и непрерывность. Обратные функции»  
Контрольная работа № 3 по теме «Производная функции»  
Контрольная работа № 4 по теме «Применение производной»  
Контрольная работа № 5 по теме «Первообразная и интеграл»  
Контрольная работа № 6 по теме «Уравнения, неравенства, системы»  
Контрольная работа № 7 по теме «Теория вероятностей и статистика»

### Модуль «Геометрия»

#### 10 класс

- Контрольная работа № 1 по теме «Аксиомы стереометрии».  
Контрольная работа № 2 по теме «Взаимное расположение прямых в пространстве».  
Контрольная работа № 3 по теме «Взаимное расположение прямой и плоскости».  
Контрольная работа № 4 по теме «Параллельность плоскостей».  
Контрольная работа № 5 по теме «Перпендикулярность прямой и плоскости».  
Контрольная работа № 6 по теме «Угол между прямой и плоскостью и между плоскостями».  
Контрольная работа № 7 по теме «Многогранные углы».  
Контрольная работа № 8 по теме «Многогранники».

#### 11 класс

- Контрольная работа № 1 по теме «Векторы в пространстве».  
Контрольная работа № 2 по теме «Координаты в пространстве».  
Контрольная работа № 3 по теме «Тела вращения».  
Контрольная работа № 4 по теме «Сфера и шар».  
Контрольная работа № 5 по теме «Объемы».  
Контрольная работа № 6 по теме «Движения в пространстве».

**Литература и средства обучения:**

1. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа. 10 класс: учеб. Для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / [С.М. Никольский, М.К. Потапов, Н.Н.Решетников и др.]. – 5-е изд. – М.: Просвещение, 2018. – 431с.: ил. – (МГУ - школе).
2. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Алгебра и начала математического анализа. 11 класс: учеб. Для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни / [С.М. Никольский, М.К. Потапов, Н.Н.Решетников и др.]. – 4-е изд. – М.: Просвещение, 2018. – 464с.: ил. – (МГУ - школе).
3. Математика: алгебра и начала математического анализа, геометрия. Геометрия. 10–11 классы: учеб. для общеобразоват. организаций: базовый и углубл. уровни/ [Л.С.Атанасян, В.Ф.Бутузов, С.Б.Кадомцев и др.]. – М.: Просвещение, 2017. – (МГУ - школе).
4. Яковлев В.Д. Алгебра и математический анализ. 10 кл.: Учеб. Пособие для учащихся школ и классов с углубленным изучением математики. – Сыктывкар: КРИРОиПК, 2005.
5. Яковлев В.Д. Алгебра и математический анализ. 11 кл.: Учеб. Пособие для учащихся школ и классов с углубленным изучением математики. – Сыктывкар: КРИРОиПК, 2006.
6. Яковлев В.Д. Сборник задач к учебному пособию «Алгебра и математический анализ, 10 класс». – Сыктывкар: КРИРОиПК, 2005.
7. Яковлев В.Д. Сборник задач к учебному пособию «Алгебра и математический анализ, 11 класс». – Сыктывкар: КРИРОиПК, 2006.
8. Гагарина Н.Ю., Уляшева И.И., Яковлев В.Д. Тождественные преобразования: Учебное пособие для классов с углубленным изучением математики. Сыктывкар, 2007.
9. Гагарина Н.Ю., Уляшева И.И., Яковлев В.Д. Многочлены. Тождественные преобразования радикалов. Учебное пособие для классов с углубленным изучением математики. Сыктывкар, 2007.
10. Борко Т.С., Яковлев В.Д. Кусочно-линейные функции. Модуль: Учебное пособие для классов с углубленным изучением математики. Сыктывкар: Сыктывкарский ун-т, 1993.
11. Борко Т.С., Яковлев В.Д. Рациональные уравнения и неравенства: Методические указания. Сыктывкар: Сыктывкарский ун-т, 1997.
12. Борко Т.С., Яковлев В.Д. Иррациональные уравнения и неравенства: Методические указания. Сыктывкар: Сыктывкарский ун-т, 1997.

#### **Интернет-ресурсы:**

13. Сайт Министерства Просвещения Российской Федерации: [www.edu.ru](http://www.edu.ru)
14. Российский общеобразовательный портал:[www.school.edu.ru](http://www.school.edu.ru)
15. Всероссийский Интернет-педсовет:[www.pedsovet.org](http://www.pedsovet.org)
16. Сайт Федерального института педагогических измерений:[www.fipi.ru](http://www.fipi.ru)
17. Интернет-поддержка учителей математики:[www.math.ru](http://www.math.ru)

18. Сайт Московского центра непрерывного математического образования: [www.mcsme.ru](http://www.mcsme.ru)
19. Сайт газеты «Математика»: [http:// mat.1september.ru](http://mat.1september.ru)
20. Фестиваль педагогических идей «Открытый урок» («Первое сентября»): [http:// festival.1september.ru](http://festival.1september.ru)