

Требования к предметным результатам обучающихся по математике в 10-11 классах

Раздел	Базовый уровень «Проблемно-функциональные результаты»		Углублённый уровень «Системно-теоретические результаты»	
	I. Выпускник научится	III. Выпускник получит возможность научиться	II. Выпускник научится	IV. Выпускник получит возможность научиться
Линия	Требования к результатам			
Элементы теории множеств и математической логики	– оперировать на базовом уровне ¹ понятиями: конечное множество, элемент множества, элемент множества, подмножество, пересечение и объединение множеств, числовые множества на координатной прямой, отрезок, интервал; – оперировать на базовом уровне понятиями: утверждение, отрицание	– оперировать ² понятиями: конечное множество, множества, подмножество, пересечение и объединение множеств, числовые множества на координатной прямой, отрезок, интервал, полуинтервал, промежуток с выколотой точкой, графическое представление множеств на координатной плоскости;	– свободно оперировать ³ 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; – задавать множества	– достижение результатов раздела II; – оперировать понятием определения, основными видами определений; – основными видами теорем; – понимать суть косвенного доказательства; – владеть понятиями инъекция, сюръекция, биекция и уметь их применять при решении задач; – оперировать понятиями счетного и

¹ Здесь и далее – распознавать конкретные примеры общих понятий по характерным признакам, выполнять действия в соответствии с определением и простейшими свойствами понятий, конкретизировать примерами общие понятия.

² Здесь и далее – знать определение понятия, уметь пояснять его смысл, уметь использовать понятие и его свойства при проведении рассуждений, решении задач.

³ Здесь и далее – знать определение понятия, знать и уметь доказывать свойства (признаки, если они есть) понятия, характеризовать связи с другими понятиями, представляя одно понятие как часть целостного комплекса, использовать понятие и его свойства при проведении рассуждений, доказательств, решении задач.

	<p>утверждения, истинные и ложные утверждения, причина, следствие, частный случай общего утверждения, контрпример;</p> <p>– находить пересечение и объединение двух множеств, представленных графически на числовой прямой;</p> <p>– строить на числовой прямой подмножество числового множества, заданное простейшими условиями;</p> <p>– распознавать ложные утверждения, ошибки в рассуждениях, в том числе, с использованием контрпримеров;</p>	<p>– оперировать понятиями: утверждение, отрицание утверждения, истинные и ложные утверждения, причина, следствие, частный случай общего утверждения, контрпример;</p> <p>– проверять принадлежность элемента множеству;</p> <p>– находить пересечение и объединение множеств, в том числе, представленных графически на числовой прямой и на координатной плоскости;</p> <p>– проводить доказательные рассуждения для обоснования истинности утверждений;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении</p>	<p>перечислением и характеристическим свойством;</p> <p>– оперировать понятиями: утверждение, отрицание утверждения, истинные и ложные утверждения, причина, следствие, частный случай общего утверждения, контрпример;</p> <p>– проверять принадлежность элемента множеству;</p> <p>– находить пересечение и объединение множеств, в том числе, представленных графически на числовой прямой и на координатной плоскости;</p> <p>– проводить доказательные рассуждения для обоснования истинности утверждений;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении других предметов;</p>	<p>несчетного множества;</p> <p>– иметь представление о несчетности множества действительных чисел;</p> <p>– уметь применять принцип Дирихле при решении задач;</p> <p>– применять метод математической индукции для проведения рассуждений и доказательств и при решении задач;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении других предметов;</p> <p>– использовать теоретико-множественный язык и язык логики для описания реальных процессов и явлений, при решении задач других учебных предметов.</p>
--	---	---	--	---

	<p>– в повседневной жизни и при изучении других предметов;</p> <p>– использовать числовые множества на координатной прямой для описания реальных процессов и явлений;</p> <p>– проводить логические рассуждения в ситуациях повседневной жизни.</p>	<p>других предметов;</p> <p>– использовать числовые множества на координатной прямой и на координатной плоскости для описания реальных процессов и явлений;</p> <p>– проводить доказательные рассуждения в ситуациях повседневной жизни, при решении задач из других предметов.</p>	<p>– использовать числовые множества на координатной прямой и на координатной плоскости для описания реальных процессов и явлений;</p> <p>– проводить доказательные рассуждения в ситуациях повседневной жизни, при решении задач из других предметов.</p>	
Числа и выражения	<p>– оперировать на базовом уровне понятиями: целое число, делимость чисел, обыкновенная дробь, десятичная дробь, рациональное число, приближённое значение числа, часть, доля,</p>	<p>– свободно оперировать понятиями: целое число, делимость чисел, обыкновенная дробь, десятичная дробь, рациональное число, приближённое значение числа, часть, доля, отношение, процент, повышение и понижение на заданное число процентов,</p>	<p>– 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,</p>	<p>– достижение результатов раздела ii;</p> <p>– свободно оперировать числовыми множествами при решении задач;</p> <p>– понимать причины и основные идеи расширения числовых множеств;</p> <p>– владеть основными понятиями теории делимости при решении</p>

	<p>отношение, процент, повышение и понижение на заданное число процентов, масштаб;</p> <p>– оперировать на базовом уровне понятиями: логарифм числа, тригонометрическая окружность, градусная мера угла, величина угла, заданного точкой на тригонометрической окружности, синус, косинус, тангенс и котангенс углов, имеющих произвольную величину;</p> <p>– выполнять арифметические действия с целыми и рациональными числами;</p> <p>– выполнять несложные преобразования числовых</p>	<p>масштаб;</p> <p>– приводить примеры чисел с заданными свойствами делимости;</p> <p>– оперировать понятиями: логарифм числа, тригонометрическая окружность, радианная и градусная мера угла, величина угла, заданного точкой на тригонометрической окружности, синус, косинус, тангенс и котангенс углов, имеющих произвольную величину, числа e и π;</p> <p>– выполнять арифметические действия, сочетая устные и письменные приемы, применяя при необходимости вычислительные устройства;</p> <p>– находить значения корня натуральной степени,</p>	<p>действительное число, корень степени n, действительное число, множество действительных чисел, геометрическая интерпретация натуральных, целых, рациональных, действительных чисел;</p> <p>– понимать и объяснять разницу между позиционной и непозиционной системами записи чисел;</p> <p>– переводить числа из одной системы записи (системы счисления) в другую;</p> <p>– доказывать и использовать признаки делимости на 2, 4, 8, 5, 3, 6, 9, 10, 11, суммы и произведения при выполнении вычислений и решении задач;</p> <p>– выполнять округление рациональных и иррациональных чисел с заданной точностью;</p>	<p>стандартных задач;</p> <p>– иметь базовые представления о множестве комплексных чисел;</p> <p>– свободно выполнять тождественные преобразования тригонометрических, логарифмических, степенных выражений;</p> <p>– владеть формулой бинома Ньютона;</p> <p>– применять при решении задач теорему о линейном представлении нод;</p> <p>– применять при решении задач китайскую теорему об остатках;</p> <p>– применять при решении задач малую теорему Ферма;</p> <p>– уметь выполнять запись числа в десятичной и k-ичной записи;</p> <p>– применять при решении задач</p>
--	--	---	--	--

	<p>выражений, содержащих степени чисел, либо корни из чисел, либо логарифмы чисел;</p> <ul style="list-style-type: none"> – сравнивать рациональные числа между собой; – оценивать и сравнивать с рациональными числами значения целых степеней чисел, корней натуральной степени из чисел, логарифмов чисел в простых случаях; – изображать точками на числовой прямой целые и рациональные числа; – изображать точками на числовой прямой целые степени чисел, корни натуральной 	<p>степени рациональным показателем, логарифма, используя при необходимости вычислительные устройства;</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться оценкой и прикидкой при практических расчетах; – проводить по известным формулам и правилам преобразования буквенных выражений, включающих степени, корни, логарифмы и тригонометрические функции; – находить значения числовых и буквенных выражений, осуществляя необходимые подстановки и преобразования; – изображать схематически угол, величина которого выражена в градусах 	<ul style="list-style-type: none"> – сравнивать действительные числа разными способами; – упорядочивать числа, записанные в виде обыкновенной и десятичной дроби, числа, записанные с использованием арифметического квадратного корня, корней степени больше 2; – находить нод и нок разными способами и использовать их при решении задач; – выполнять вычисления и преобразования выражений, содержащих действительные числа, в том числе корни натуральных степеней; – выполнять стандартные тождественные преобразования тригонометрических, логарифмических, степенных, 	<p>теоретико-числовые функции: число и сумма делителей, функцию Эйлера;</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять при решении задач цепные дроби; – применять при решении задач целочисленные и целозначные многочлены; – применять при решении методы суммирования, признаки сходимости рядов; – владеть понятиями приводимые и неприводимые многочлены и применять их при решении задач; – применять при решении задач основную теорему алгебры; – применять при решении задач простейшие функции комплексной переменной как геометрические преобразования.
--	--	---	--	--

	<p>степени из чисел, логарифмы чисел в простых случаях;</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять несложные преобразования целых и дробно-рациональных буквенных выражений; – выразить в простейших случаях из равенства одну переменную через другие; – вычислять в простых случаях значения числовых и буквенных выражений, осуществляя необходимые подстановки и преобразования; – изображать схематически угол, величина которого выражена в градусах; – оценивать знаки синуса, 	<p>или радианах;</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать при решении задач табличные значения тригонометрических функций углов; – выполнять перевод величины угла из радианной меры в градусную и обратно; – в повседневной жизни и при изучении других учебных предметов; – выполнять действия с числовыми данными при решении задач практического характера и задач из различных областей знаний, используя, при необходимости, справочные материалы и вычислительные устройства; – оценивать, сравнивать и использовать при решении практических задач числовые значения реальных 	<p>иррациональных выражений;</p> <ul style="list-style-type: none"> – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – выполнять и объяснять результаты сравнения результатов вычислений при решении практических задач, в том числе приближенных вычислений, используя разные способы сравнений; – записывать, сравнивать, округлять числовые данные реальных величин с использованием разных систем измерения; – составлять и оценивать разными способами числовые выражения при решении практических задач и задач из других учебных предметов. 	
--	--	---	---	--

	<p>косинуса, тангенса, котангенса конкретных углов; – в повседневной жизни и при изучении других учебных предметов; – выполнять вычисления при решении задач практического характера; – ВЫПОЛНЯТЬ практические расчёты с использованием, при необходимости, справочных материалов и вычислительных устройств; – соотносить реальные величины, характеристики объектов окружающего мира с их конкретными числовыми значениями; – использовать методы округления,</p>	<p>величин, конкретные числовые характеристики объектов окружающего мира.</p>		
--	---	---	--	--

	приближения и прикидки при решении практических задач повседневной жизни.			
Уравнения и неравенства	<ul style="list-style-type: none"> – решать линейные уравнения и неравенства, квадратные уравнения; – решать логарифмические уравнения вида «логарифм от линейной функции равен константе» и простейшие логарифмические неравенства вида; – решать простейшие показательные уравнения и неравенства; – приводить несколько примеров корней простейших тригонометрического уравнения вида: $\sin x = a$, $\cos x = a$, tg 	<ul style="list-style-type: none"> – решать рациональные, показательные и логарифмические уравнения и неравенства, простейшие иррациональные и тригонометрические уравнения, неравенства и их системы; – использовать методы решения уравнений: приведение к виду “произведение равно нулю” или “частное равно нулю”, замена переменных; – использовать метод интервалов для решения неравенств; – использовать графический метод для приближенного решения уравнений и 	<ul style="list-style-type: none"> – свободно оперировать понятиями: уравнение, неравенство, равносильные уравнения и неравенства, уравнение, являющееся следствием другого уравнения, уравнения, равносильные на множестве, равносильные преобразования уравнений; – решать разные виды уравнений и неравенств и их систем, в том числе некоторые виды уравнений 3 и 4 степеней, дробно-рациональные и иррациональные уравнения; – овладеть основными типами показательных, 	<ul style="list-style-type: none"> – достижение результатов раздела ii; – свободно определять тип и выбирать метод решения показательных и логарифмических уравнений и неравенств иррациональных уравнений и неравенств, тригонометрических уравнений и неравенств, их систем; – свободно решать системы линейных уравнений; – решать основные типы уравнений и неравенств с параметрами; – применять при решении задач неравенства Коши-Буняковского, Йенсена, Бернулли;

	<p>$x = a$, $\operatorname{ctg} x = a$, где a – табличное значение соответствующей тригонометрической функции;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении других предметов;</p> <p>– составлять и решать уравнения и системы линейных уравнений при решении несложных практических задач.</p>	<p>неравенств;</p> <p>– изображать на тригонометрической окружности множество решений простейших тригонометрических уравнений и неравенств;</p> <p>– выполнять отбор корней уравнений или решений неравенств в соответствии с дополнительными условиями и ограничениями;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении других учебных предметов;</p> <p>– составлять и решать уравнения, системы уравнений и неравенства при решении задач других учебных предметов;</p> <p>– использовать уравнения и неравенства для построения и исследования простейших</p>	<p>логарифмических, иррациональных, степенных уравнений и неравенств и стандартными методами их решений и применять их при решении задач;</p> <p>– применять теорему Безу к решению уравнений;</p> <p>– применять теорему Виета для решения некоторых уравнений степени выше второй;</p> <p>– понимать смысл теорем о равносильных и неравносильных преобразованиях уравнений и уметь их доказывать;</p> <p>– владеть разными методами решения уравнений, неравенств и их систем, уметь выбирать метод решения и обосновывать свой выбор;</p> <p>– использовать метод интервалов для решения неравенств, в том числе дробно-</p>	<p>– иметь представление о неравенстве между средними степенными.</p>
--	--	--	--	---

		<p>математических моделей реальных ситуаций или прикладных задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> – уметь интерпретировать полученный при решении уравнения, неравенства или системы результат, оценивать его правдоподобие в контексте заданной реальной ситуации или прикладной задачи. 	<p>рациональных и включающих в себя иррациональные выражения;</p> <ul style="list-style-type: none"> – решать алгебраические уравнения и неравенства и их системы с параметрами алгебраическим и графическим методами; – владеть разными методами доказательства неравенств; – решать уравнения в целых числах; – изображать множества на плоскости, задаваемые уравнениями, неравенствами и их системами; – свободно использовать тождественные преобразования при решении уравнений и систем уравнений; – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – составлять и 	
--	--	---	---	--

			<p>решать уравнения, неравенства, их системы при решении задач других учебных предметов;</p> <ul style="list-style-type: none">– выполнять оценку правдоподобия результатов, получаемых при решении различных уравнений, неравенств и их систем при решении задач других учебных предметов;– составлять и решать уравнения и неравенства с параметрами при решении задач других учебных предметов;– составлять уравнение, неравенство или их систему, описывающие реальную ситуацию или прикладную задачу, интерпретировать полученные результаты;– использовать программные средства при решении отдельных классов уравнений и	
--	--	--	--	--

			неравенств.	
Функции	<p>– оперировать на базовом уровне 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;</p> <p>– оперировать на базовом уровне</p>	<p>– оперировать 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;</p> <p>– оперировать понятиями: прямая и обратная пропорциональность, линейная, квадратичная,</p>	<p>– 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; и уметь применять эти понятия при решении задач;</p> <p>– владеть понятием степенная функция; строить ее график и уметь применять свойства степенной функции при решении</p>	<p>– достижение результатов раздела ii;</p> <p>– владеть понятием асимптоты и уметь их применять при решении задач;</p> <p>– применять методы решения простейших функциональных уравнений и неравенств.</p>

	<p>понятиями: прямая и обратная пропорциональность, линейная, квадратичная, логарифмическая и показательная функции, тригонометрические функции;</p> <p>– распознавать графики элементарных функций: прямой и обратной пропорциональности, линейной, квадратичной, логарифмической и показательной функций, тригонометрических функций;</p> <p>– соотносить графики элементарных функций: прямой и обратной пропорциональности, линейной, квадратичной,</p>	<p>логарифмическая и показательная функции, тригонометрические функции;</p> <p>– определять значение функции по значению аргумента при различных способах задания функции;</p> <p>– строить графики изученных функций;</p> <p>– описывать по графику и в простейших случаях по формуле поведение и свойства функций, находить по графику функции наибольшие и наименьшие значения;</p> <p>– строить эскиз графика функции, удовлетворяющей приведенному набору условий (промежутки возрастания/убывания, значение функции в заданной точке, точки экстремумов, асимптоты, нули</p>	<p>задач;</p> <p>– владеть понятиями показательная функция, экспонента; строить их графики и уметь применять свойства показательной функции при решении задач;</p> <p>– владеть понятием логарифмическая функция; строить ее график и уметь применять свойства логарифмической при решении задач;</p> <p>– владеть понятиями тригонометрические функции; строить их графики и уметь применять свойства тригонометрических функций при решении задач;</p> <p>– владеть понятием обратная функция; применять это понятие при решении задач;</p> <p>– применять при решении задач свойства функций: четность, периодичность,</p>	
--	---	--	---	--

	<p>логарифмической и показательной функций, тригонометрических функций с формулами, которыми они заданы;</p> <p>– находить по графику приближённо значения функции в заданных точках;</p> <p>– определять по графику свойства функции (нули, промежутки знакопостоянства, промежутки монотонности, наибольшие и наименьшие значения и т.п.);</p> <p>– строить эскиз графика функции, удовлетворяющей приведенному набору условий (промежутки возрастания/убывания, значение</p>	<p>функции и т.д.) ;</p> <p>– решать уравнения, простейшие системы уравнений, используя свойства функций и их графиков;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении других учебных предметов;</p> <p>– определять по графикам и использовать для решения прикладных задач свойства реальных процессов и зависимостей (наибольшие и наименьшие значения, промежутки возрастания и убывания, области промежутки знакопостоянства, асимптоты, точки перегиба, период и т.п.), интерпретировать свойства в контексте конкретной практической</p>	<p>ограниченность;</p> <p>– применять при решении задач преобразования графиков функций;</p> <p>– владеть понятием числовые последовательности арифметическая и геометрическая прогрессия;</p> <p>– применять при решении задач свойства и признаки арифметической и геометрической прогрессий;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении других учебных предметов;</p> <p>– определять по графикам и использовать для решения прикладных задач свойства реальных процессов и зависимостей (наибольшие и наименьшие значения, промежутки возрастания и убывания, области</p>	
--	---	---	---	--

	<p>функции в заданной точке, точки экстремумов, и т.д.);</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении других предметов;</p> <p>– определять по графикам свойства реальных процессов и зависимостей (наибольшие и наименьшие значения, промежутки возрастания и убывания, промежутки знакопостоянства и т.п.), интерпретировать свойства в контексте конкретной практической ситуации.</p>	<p>ситуации;</p> <p>– определять по графикам простейшие характеристики периодических процессов в биологии, экономике, музыке, радиосвязи и т.п. (амплитуда, период и т.п.).</p>	<p>промежутки знакопостоянства, асимптоты, точки перегиба, период и т.п.), интерпретировать свойства в контексте конкретной практической ситуации;</p> <p>– определять по графикам простейшие характеристики периодических процессов в биологии, экономике, музыке, радиосвязи и т.п. (амплитуда, период и т.п.).</p>	
<p>Элементы математического анализа</p>	<p>– оперировать на базовом уровне понятиями: производная функции в точке,</p>	<p>– оперировать понятиями: производная функции в точке, касательная к графику функции,</p>	<p>– владеть понятием бесконечно убывающая геометрическая прогрессия и уметь применять его при</p>	<p>– достижение результатов раздела ii;</p> <p>– применять для решения задач теория пределов;</p>

	<p>касательная к графику функции, производная функции;</p> <p>– определять значение производной функции в точке по изображению касательной к графику, проведенной в этой точке;</p> <p>– решать несложные задачи на применение связи между промежутками монотонности и точками экстремума функции, с одной стороны, и промежутками знакопостоянства и нулями производной этой функции – с другой;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении других предметов;</p>	<p>производная функции;</p> <p>– вычислять производную одночлена, многочлена, квадратного корня, производную суммы функций;</p> <p>– вычислять производные элементарных функций и их комбинаций, используя справочные материалы;</p> <p>– исследовать в простейших случаях функции на монотонность, находить наибольшие и наименьшие значения функций, строить графики многочленов и простейших рациональных функций с использованием аппарата математического анализа;</p> <p>– в повседневной</p>	<p>решении задач;</p> <p>– владеть понятиями: производная функции в точке, производная функции;</p> <p>– вычислять производные элементарных функций и их комбинаций;</p> <p>– исследовать функции на монотонность и экстремумы;</p> <p>– строить графики и применять к решению задач, в том числе с параметром;</p> <p>– владеть понятием касательная к графику функции и уметь применять его при решении задач;</p> <p>– владеть понятиями первообразная, определенный интеграл;</p> <p>– применять теорему Ньютона-Лейбница и ее следствия для решения задач;</p> <p>– в повседневной жизни и при изучении</p>	<p>– владеть понятиями бесконечно большие и бесконечно малые числовые последовательности и уметь сравнивать бесконечно большие и бесконечно малые последовательности;</p> <p>– свободно владеть стандартным аппаратом математического анализа для вычисления производных функции одной переменной;</p> <p>– свободно применять аппарат математического анализа для исследования функций и построения графиков, в том числе исследования на выпуклость;</p> <p>– оперировать понятием первообразной для решения задач;</p> <p>– овладеть основными сведениями об интеграле Ньютона-Лейбница и его простейших</p>
--	--	---	--	---

	<p>– пользуясь графиками, сравнивать скорости возрастания (роста, повышения, увеличения и т.п.) или скорости убывания (падения, снижения, уменьшения и т.п.) величин в реальных процессах;</p> <p>– соотносить графики реальных процессов и зависимостей с их описаниями, включающими характеристики скорости изменения (быстрый рост, плавное понижение и т.п.);</p> <p>– использовать графики реальных процессов для решения несложных прикладных задач, в том числе, определяя по графику скорость</p>	<p>жизни и при изучении других учебных предметов;</p> <p>– решать прикладные задачи из биологии, физики, химии, экономики и других предметов, связанные с исследованием характеристик реальных процессов, нахождением наибольших и наименьших значений, скорости и ускорения и т.п., интерпретировать полученные результаты.</p>	<p>других учебных предметов;</p> <p>– решать прикладные задачи из биологии, физики, химии, экономики и других предметов, связанные с исследованием характеристик реальных процессов, нахождением наибольших и наименьших значений, скорости и ускорения и т.п., интерпретировать полученные результаты.</p>	<p>применениях;</p> <p>– оперировать в стандартных ситуациях производными высших порядков;</p> <p>– уметь применять при решении задач свойства непрерывных функций;</p> <p>– уметь применять при решении задач теоремы вейерштрасса;</p> <p>– уметь находить экстремумы функций нескольких переменных;</p> <p>– уметь выполнять приближенные вычисления при решении уравнений и при вычисления определенного интеграла;</p> <p>– уметь применять понятия производной и определенного интеграла к решению задач естествознания;</p> <p>– владеть понятиями вторая производная, выпуклость графика функции и уметь</p>
--	---	--	---	--

	хода процесса.			исследовать функцию на выпуклость.
Статистика и теория вероятностей	<ul style="list-style-type: none"> – оперировать на базовом уровне понятиями: числовой набор, среднее арифметическое, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия и стандартное отклонение, погрешности при измерениях, вероятность события; – находить ключевые статистические характеристики числового набора; – вычислять в простейших случаях вероятности событий на основе подсчета числа исходов; – в 	<ul style="list-style-type: none"> – оперировать понятиями: среднее арифметическое, средневзвешенное, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, мода, дисперсия и стандартное отклонение, упорядоченные и неупорядоченные множества, погрешности при измерениях, вероятность события, сумма и произведение вероятностей; статистические парадоксы, смещённая выборка; решающие правила; – вычислять вероятности событий на основе подсчета числа исходов или применяя формулы комбинаторики; – находить 	<ul style="list-style-type: none"> – оперировать понятиями: среднее арифметическое, средневзвешенное, медиана, наибольшее и наименьшее значения, размах, дисперсия и стандартное отклонение, упорядоченные и неупорядоченные множества, погрешности при измерениях, вероятность события, сумма и произведение вероятностей; статистические парадоксы, смещённая выборка; – вычислять вероятности событий на основе подсчета числа исходов или применяя формулы комбинаторики; – сравнивать эффективность использования медианы, среднего арифметического и 	<ul style="list-style-type: none"> – достижение результатов раздела ii; – иметь представление о кодировании, двоичной записи, двоичном дереве; – владеть основными понятиями теории графов (граф, вершина, ребро, степень вершины, путь в графе) и уметь применять их при решении задач; – иметь представление о деревьях и уметь применять при решении задач; – владеть понятием связность графа и уметь применять компоненты связности графа при решении задач; – уметь осуществлять пути по ребрам, обходы ребер и вершин графа; – иметь представление об

	<p>повседневной жизни и при изучении других предметов;</p> <ul style="list-style-type: none"> – оценивать и сравнивать в простых случаях вероятности событий в реальной жизни; – читать, сопоставлять, сравнивать, интерпретировать в простых случаях реальные данные, представленные в виде таблиц, диаграмм, графиков; – решать несложные задачи на применение закона больших чисел в социологии, страховании, здравоохранении, обеспечении безопасности населения в чрезвычайных ситуациях. 	<p>статистические характеристики числового набора;</p> <ul style="list-style-type: none"> – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – вычислять или оценивать вероятности событий в реальной жизни; – выбирать наиболее адекватное представление для анализа реальных числовых данных; – анализировать информацию статистического характера, полученную на основе реальных данных, выбирая для этого наиболее эффективные статистические параметры. 	<p>средневзвешенного для анализа числового набора;</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеть понятиями размещение, перестановка, сочетание и уметь их применять при решении задач; – иметь представление об основах теории вероятностей (включая формулы полной вероятности и формулы байеса) и иметь представление о случайной величине (ее характеристики, их вычисление в дискретном случае); – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – вычислять или оценивать вероятности событий в реальной жизни; – выбирать наиболее адекватное представление для анализа реальных 	<p>эйлеровом и гамильтоновом пути; иметь представление о трудности задачи нахождения гамильтонова пути.</p> <p>–</p>
--	---	---	--	--

			<p>числовых данных;</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать информацию статистического характера, полученную на основе реальных данных, выбирая для этого наиболее эффективные статистические параметры. 	
<p>Текстовые задачи</p>	<ul style="list-style-type: none"> – решать несложные текстовые задачи разных типов; – анализировать условие задачи, при необходимости строить для её решения математическую модель; – понимать и использовать для решения задачи информацию, представленную в виде текстовой и символьной записи, схем, таблиц, диаграмм, графиков, 	<ul style="list-style-type: none"> – решать простые и сложные задачи разных типов, а также задачи повышенной трудности; – анализировать условие задачи, выбирать оптимальный метод решения задачи, рассматривая различные методы; – строить модель решения задачи, проводить доказательные рассуждения при решении задачи; – решать задачи, требующие перебора вариантов, проверки 	<ul style="list-style-type: none"> – решать разных типов повышенной трудности; – анализировать условие задачи, выбирать оптимальный метод решения задачи, рассматривая различные методы; – строить модель решения задачи, проводить доказательные рассуждения при решении задачи; – решать задачи, требующие перебора вариантов, проверки условий, выбора оптимального результата; 	<ul style="list-style-type: none"> – достижение результатов раздела ii. –

	<p>рисунков; – действовать по алгоритму, содержащемуся в условии задачи; – использовать логические рассуждения при решении задачи; – работать с избыточными условиями, выбирая из всей информации, данные, необходимые для решения задачи; – осуществлять несложный перебор возможных решений, выбирая из них оптимальное по критериям, сформулированным в условии; – анализировать и интерпретировать полученные решения в контексте условия задачи, выбирать решения,</p>	<p>условий, выбора оптимального результата; – анализировать и интерпретировать полученные решения в контексте условия задачи, выбирать решения, не противоречащие контексту; – переводить при решении задачи информации из одной формы записи в другую, используя при необходимости схемы, таблицы, графики, диаграммы; – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – решать практические задачи и задачи из других предметов.</p>	<p>– анализировать и интерпретировать полученные решения в контексте условия задачи, выбирать решения, не противоречащие контексту; – переводить при решении задачи информации из одной формы записи в другую, используя при необходимости схемы, таблицы, графики, диаграммы; – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – решать практические задачи и задачи из других предметов.</p>	
--	--	--	--	--

	<p>не противоречащие контексту;</p> <ul style="list-style-type: none">– решать задачи на расчёт стоимости покупок, услуг, поездок и т.п.;– решать несложные задачи, связанные с долевым участием во владении фирмой, предприятием, недвижимостью;– решать задачи на простые проценты (системы скидок, комиссии) и на вычисление сложных процентов в различных схемах вкладов, кредитов и ипотек;– решать практические задачи, требующие использования отрицательных чисел: на определение температуры,			
--	---	--	--	--

	<p>определение положения на временной оси (до нашей эры и после), на движение денежных средств (приход/расход), на определение глубина/высота и т.п.;</p> <ul style="list-style-type: none">– использовать понятие масштаба для нахождения расстояний и длин на картах, планах местности, планах помещений, выкройках, при работе на компьютере и т.п.;– в повседневной жизни и при изучении других предметов;– решать несложные практические задачи, возникающие в ситуациях повседневной			
--	--	--	--	--

	жизни.			
Геометрия	<ul style="list-style-type: none"> – оперировать на базовом уровне понятиями: точка, прямая, плоскость в пространстве, параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей; – распознавать основные виды многогранников (призма, пирамида, прямоугольный параллелепипед, куб); – изображать изучаемые фигуры от руки и с применением простых чертежных инструментов; – делать (выносные) плоские чертежи из рисунков простых объемных фигур: вид сверху, сбоку, снизу; – извлекать 	<ul style="list-style-type: none"> – оперировать понятиями: точка, прямая, плоскость в пространстве, параллельность и перпендикулярность прямых и плоскостей; – применять для решения задач геометрические факты, если условия применения заданы в явной форме; – решать задачи на нахождение геометрических величин по образцам или алгоритмам; – делать (выносные) плоские чертежи из рисунков объемных фигур, в том числе рисовать вид сверху, сбоку, строить сечения многогранников; – извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию о 	<ul style="list-style-type: none"> – владеть геометрическими понятиями при решении задач и проведении математических рассуждений; – самостоятельно формулировать определения геометрических фигур, выдвигать гипотезы о новых свойствах и признаках геометрических фигур и обосновывать или опровергать их, обобщать или конкретизировать результаты на новые классы фигур, проводить в несложных случаях классификацию фигур по различным основаниям; – исследовать чертежи, включая комбинации фигур, извлекать, интерпретировать и преобразовывать информацию, 	<ul style="list-style-type: none"> – иметь представление об аксиоматическом методе; – владеть методами нахождения расстояний между скрещивающимися прямыми; – владеть понятием геометрические места точек в пространстве и уметь применять их для решения задач; – уметь применять для решения задач свойства плоских и двугранных углов трехгранного угла, теоремы косинусов и синусов для трехгранного угла; – владеть понятием перпендикулярное сечение призмы и уметь применять его при решении задач; – уметь достраивать тетраэдра до параллелепипеда; – иметь

	<p>информацию о пространственных геометрических фигурах, представленную на чертежах и рисунках;</p> <p>– применять теорему пифагора при вычислении элементов стереометрических фигур;</p> <p>– находить объемы и площади поверхностей простейших многогранников с применением формул;</p> <p>– распознавать основные виды тел вращения (конус, цилиндр, сфера и шар);</p> <p>– находить объемы и площади поверхностей простейших многогранников и тел вращения с</p>	<p>геометрических фигурах, представленную на чертежах;</p> <p>– применять геометрические факты для решения задач, в том числе, предполагающих несколько шагов решения;</p> <p>– описывать взаимное расположение прямых и плоскостей в пространстве;</p> <p>– формулировать свойства и признаки фигур;</p> <p>– доказывать геометрические утверждения;</p> <p>– владеть стандартной классификацией пространственных фигур (пирамиды, призмы, параллелепипеды);</p> <p>– находить объемы и площади</p>	<p>представленную на чертежах;</p> <p>– 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;</p> <p>– уметь формулировать и доказывать геометрические утверждения;</p> <p>– владеть понятиями стереометрии: призма, параллелепипед, пирамида, тетраэдр;</p> <p>– иметь представления об аксиомах стереометрии и следствий из них и уметь применять их при решении задач;</p> <p>– уметь строить</p>	<p>представление о двойственности правильных многогранников;</p> <p>– владеть понятиями центральное и параллельное проектирование и применять их при построении сечений многогранников методом проекций;</p> <p>– иметь представление о развёртке многогранника и кратчайшем пути на поверхности многогранника;</p> <p>– иметь представления об элементах сферической геометрии;</p> <p>– иметь представления о конических сечениях;</p> <p>– иметь представление о касающихся сферах и комбинации тел вращения и уметь применять их при</p>
--	--	--	--	--

	<p>применением формул; – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – соотносить абстрактные геометрические понятия и факты с реальными жизненными объектами и ситуациями; – использовать свойства пространственных геометрических фигур для решения типовых задач практического содержания; – соотносить площади поверхностей тел одинаковой формы различного размера; – соотносить объемы сосудов одинаковой формы различного размера;</p>	<p>поверхностей геометрических тел с применением формул; – вычислять расстояния и углы в пространстве; – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – использовать свойства геометрических фигур для решения задач практического характера и задач из других областей знаний.</p>	<p>сечения многогранников с использованием различных методов, в том числе и метода следов; – иметь представление о скрещивающихся прямых в пространстве и уметь находить угол и расстояние между ними; – применять теоремы о параллельности прямых и плоскостей в пространстве при решении задач; – уметь применять параллельное проектирование для изображения фигур; – уметь применять перпендикулярности прямой и плоскости при решении задач; – владеть понятием ортогональное проектирование, наклонные и их проекции, уметь применять теорему о трех перпендикулярах</p>	<p>решении задач; – применять при решении задач формулу расстояния от точки до плоскости; – владеть разными способами задания прямой уравнениями и уметь применять при решении задач; – применять при решении задач и доказательстве теорем векторный метод и метод координат, иметь представление об элементах геометрии масс; – иметь представления об аксиомах объема, применять формулы объемов прямоугольного параллелепипеда, призмы и пирамиды, тетраэдра при решении задач; – применять теоремы об отношениях объёмов при решении задач; – применять</p>
--	--	---	---	--

	<p>– оценивать форму правильного многогранника после спилов, срезов и т.п. (определять количество вершин, ребер и граней полученных многогранников).</p>		<p>при решении задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> – владеть понятиями расстояние между фигурами в пространстве, общий перпендикуляр двух скрещивающихся прямых и уметь применять их при решении задач; – владеть понятием угол между прямой и плоскостью и уметь применять его при решении задачи; – владеть понятиями двугранный угол, угол между плоскостями, перпендикулярные плоскости и уметь применять их при решении задач; – иметь представление о площади ортогональной проекции; – иметь представление о трехгранном и многогранном угле и применять свойства 	<p>интеграл для вычисления объемов и поверхностей тел вращения, вычисления площади сферического пояса и объема шарового слоя;</p> <ul style="list-style-type: none"> – иметь представления о движениях в пространстве: параллельный перенос, симметрия относительно плоскости, центральная симметрия, поворот относительно прямой и уметь применять их при решении задач; – иметь представления о преобразовании подобия, гомотетии и уметь применять их при решении задач; – уметь решать задачи на плоскости методом «выхода в пространство»; – уметь применять формулы объемов при решении задач –
--	--	--	---	--

			<p>плоских углов многогранного угла при решении задач;</p> <ul style="list-style-type: none">– владеть понятиями призма, параллелепипед и применять свойства параллелепипеда при решении задач;– владеть понятием прямоугольный параллелепипед и применять его при решении задач;– владеть понятиями пирамида, виды пирамид, элементы правильной пирамиды и уметь применять их при решении задач;– иметь представление о теореме эйлера, правильных многогранниках;– владеть понятиями площади поверхностей многогранников и уметь применять их при решении задач;– владеть понятием тела вращения: цилиндр, конус, шар и сфера и	
--	--	--	--	--

			<p>уметь применять их при решении задач;</p> <p>– иметь представление о сечениях цилиндра, конуса и шара и уметь применять их при решении задач;</p> <p>– владеть понятиями касательные прямые и плоскости и уметь применять их при решении задач;</p> <p>– иметь представления о вписанных и описанных сферах и уметь применять их при решении задач;</p> <p>– иметь представление о касании сфер и уметь применять его при решении задач;</p> <p>– владеть понятиями объем, объемы многогранников, объемы тел вращения и применять их при решении задач;</p> <p>– иметь представление о</p>	
--	--	--	---	--

			<p>развертке цилиндра и конуса; понятиями площадь поверхности цилиндра и конуса уметь применять их при решении задач;</p> <ul style="list-style-type: none"> – иметь представлением о площади сферы и уметь применять его при решении задач; – уметь решать задачи на комбинации многогранников и тел вращения; – иметь представление о подобии в пространстве и уметь решать задачи на отношение объемов и площадей поверхностей подобных фигур; – в повседневной жизни и при изучении других предметов; – составлять с использованием свойств геометрических фигур математические модели <p>исследовать полученные</p>	
--	--	--	---	--

			модели и интерпретировать результат.		
Векторы координаты пространстве	и в	<ul style="list-style-type: none"> – оперировать на базовом уровне понятием декартовы координаты в пространстве; – находить координаты вершин куба и прямоугольного параллелепипеда. 	<ul style="list-style-type: none"> – оперировать понятиями декартовы координаты в пространстве, вектор, модуль вектора, равенство векторов, координаты вектора, угол между векторами, скалярное произведение векторов, коллинеарные векторы; – находить расстояние между двумя точками, сумму векторов и произведение вектора на число, угол между векторами, скалярное произведение, раскладывать вектор по двум неколлинеарным векторам; – задавать плоскость уравнением в декартовой системе 	<ul style="list-style-type: none"> – владеть понятиями векторы и их координаты; – уметь выполнять операции над векторами; – использовать скалярное произведение векторов при решении задач; – применять уравнение плоскости, формулу расстояния между точками, уравнение сферы при решении задач; – применять векторы и метод координат в пространстве при решении задач. 	<ul style="list-style-type: none"> – достижение результатов раздела ii; – находить объем параллелепипеда и тетраэдра, заданных координатами своих вершин; – задавать прямую в пространстве (как пересечение плоскостей или параметрически); – находить расстояние от точки до плоскости в системе координат; – находить расстояние между скрещивающимися прямыми, заданными в системе координат.

		координат.		
История математики	<ul style="list-style-type: none"> – описывать отдельные выдающиеся результаты, полученные в ходе развития математики как науки; – знать примеры математических открытий и их авторов, в связи с отечественной и всемирной историей; – понимать роль математики в развитии России. 	<ul style="list-style-type: none"> – представлять вклад выдающихся математиков в развитие математики и иных научных областей; – понимать роль математики в развитии России. 	<ul style="list-style-type: none"> – представлять вклад выдающихся математиков в развитие математики и иных научных областей; – понимать роль математики в развитии России. 	<ul style="list-style-type: none"> – представлять вклад выдающихся математиков в развитие математики и иных научных областей; – понимать роль математики в развитии России.
Методы математики	<ul style="list-style-type: none"> – применять известные методы при решении стандартных математических задач; – замечать и характеризовать математические закономерности в окружающей действительности; 	<ul style="list-style-type: none"> – использовать основные методы доказательства, проводить доказательство и выполнять опровержение; – применять основные методы решения математических задач; – на основе 	<ul style="list-style-type: none"> – использовать основные методы доказательства, проводить доказательство и выполнять опровержение; – применять основные методы решения математических задач; – на основе 	<ul style="list-style-type: none"> – достижение результатов раздела ii; – применять математический знания к исследованию окружающего мира (моделирование физических процессов, задачи экономики). –

	<p>– приводить примеры математических закономерностей в природе, в том числе характеризующих красоту и совершенство окружающего мира и произведений искусства.</p>	<p>математических закономерностей в природе, характеризовать красоту и совершенство окружающего мира и произведений искусства;</p> <p>– применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении математических задач.</p>	<p>математических закономерностей в природе, характеризовать красоту и совершенство окружающего мира и произведений искусства;</p> <p>– применять простейшие программные средства и электронно-коммуникационные системы при решении математических задач;</p> <p>– пользоваться прикладными программами и программами символьных вычислений для исследования математических объектов.</p>	
--	--	---	---	--