

Предметно-содержательный анализ результатов репетиционного ЕГЭ по математике (базовый уровень) в Мурманской области в 2024 году

марта 2024 года в Мурманской области был проведён репетиционный ЕГЭ по математике на базовом уровне. Был предложен один вариант КИМ.

Назначение репетиционного ЕГЭ – оценить общеобразовательную подготовку по математике учащихся 11 классов общеобразовательных организаций с целью совершенствования их подготовки к государственной итоговой аттестации по математике на базовом уровне.

Контрольные измерительные материалы разработаны в соответствии с демонстрационным вариантом КИМ ЕГЭ 2024 г. по математике на базовом уровне; спецификацией контрольных измерительных материалов для проведения в 2024 году государственной итоговой аттестации по математике в форме ЕГЭ на базовом уровне; кодификатором требований к уровню подготовки учащихся, освоивших основные общеобразовательные программы среднего общего образования на базовом уровне в 2024 году.

Реализуемая модель ЕГЭ по математике базового уровня предназначена для государственной итоговой аттестации выпускников, не планирующих продолжение образования в профессиях, предъявляющих специальные требования к уровню математической подготовки.

Задания проверяют базовые вычислительные и логические навыки, умение анализировать информацию, представленную в различных формах, использовать простейшие вероятностные и математические модели, ориентироваться в простейших геометрических конструкциях.

В работу включены задания только базового уровня по всем основным предметным разделам и содержательным линиям: арифметика (семь заданий), алгебра (пять заданий), теория вероятностей и статистика (три задания), функции (одно задание), геометрия (планиметрия – три, стереометрия – два).

Третий год функционирует изменённая модель КИМ ЕГЭ 2022 года базового уровня.

Система оценивания выполнения отдельных заданий и экзаменационной работы в целом: правильное решение каждого из заданий 1-21 оценивается 1 баллом; задание считается выполненным верно, если экзаменуемый дал правильный ответ в виде целого числа, или конечной десятичной дроби, или последовательности цифр; максимальный первичный балл за всю работу – 21.

Задания распределены по уровням обучения следующим образом: 75% заданий на уровне основного общего образования, 25% - на уровне среднего общего образования (таблица № 1).

Распределение заданий в КИМ ЕГЭ по математике на базовом уровне по уровням образования и динамика результатов их выполнения обучающимися Мурманской области в 2022-2024 гг.

Таблица 1

Уровень образования, на котором формируется умение	Задания КИМ	Доля учащихся, справившихся с заданиями			
		2022 год (репетиционный экзамен)	2023 год (репетиционный экзамен)	2023 год (основной экзамен)	2024 год (репетиционный экзамен)
Основное общее образование					
Среднее общее образование					

Результаты репетиционного экзамена по математике (базовый уровень) в этом году свидетельствуют о том, что уровень сформированности у учащихся предметных и метапредметных компетенций на уровне основного общего образования превышает примерно на 8% однотипный показатель на уровне среднего общего образования. Примерно на 9% соответствующие показатели ниже экзаменационных результатов 2023 года в основной период. Это свидетельствует о недостаточной подготовке выпускников по разделам «Преобразования выражений», «Уравнения, неравенства, системы», «Тела вращения», «Текстовые задачи». В связи с этим следует перераспределить время на организацию

итогового повторения курса математики в сторону выше указанного предметного содержания.

Вызывает тревогу тот факт, что доля участников (7,06) репетиционного ЕГЭ этого года, набравших менее 7 первичных баллов, примерно в 7 раз превышает результаты основного ЕГЭ (математика на базовом уровне) 2023 года (0,91). В связи с этим необходимо выделить в отдельную группу этих учащихся для организации дифференцированного обучения, индивидуального сопровождения в период подготовки к ГИА, практикуя проведение уроков рефлексии, тренингов, взаимообучения «сильных со слабыми».

Распределение заданий экзаменационной работы по видам проверяемых умений и способам действий представлено в таблице 2.

Динамика результатов репетиционного ЕГЭ по математике на базовом уровне по видам проверяемых умений и способам действий за 2022-2024 гг. в Мурманской области

Таблица 2

Проверяемые умения и способы действий	Количество заданий	Максимальный первичный балл	Доля учащихся, справившихся с заданиями (%)			
			2022 г. (репетиционный экзамен)	2023 г. (репетиционный экзамен)	г. основной экзамен)	г. (репетиционный экзамен)
Уметь выполнять вычисления и преобразования						
Уметь решать уравнения и неравенства						
Уметь выполнять действия с функциями						
Уметь выполнять действия с						

геометрическими фигурами						
Уметь строить и исследовать математические модели						
Уметь использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни						

Результаты выполнения учащимися Мурманской области заданий базового уровня КИМ репетиционного ЕГЭ в 2024 г. по всем познавательным категориям снизились в среднем на 12% по сравнению с подобными результатами основной волны базового ЕГЭ 2023 года. Значительные изменения произошли по категориям «уметь выполнять вычисления и преобразования» - снижение на 25%, «уметь выполнять действия с функциями» - снижение на 45%, «уметь использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни» - снижение на 19%. Практически на прежнем среднем уровне остались показатели результативности выполнения заданий по категориям «уметь выполнять действия с геометрическими фигурами» - 62%, «уметь строить и исследовать математические модели» - 57%.

Возможные причины: несформированность вычислительных навыков оперирования с действительными числами, алгоритмических навыков решения неравенств, навыков смыслового чтения, нарушение логики рассуждений. Для выравнивания результатов по описанным категориям познавательных умений и видов деятельности следует в предэкзаменационный период практиковать уроки решения сюжетных задач, комплексных задач, математические и графические диктанты, а самое главное – усилить систематическую работу по отработке

типологии и методологии решения заданий из открытого банка заданий по математике.

Динамика результатов ЕГЭ по математике на базовом уровне в Мурманской области в период с 2022 г. по 2024 г. представлены в таблице 3.

Динамика результатов ЕГЭ по математике (базовый уровень) в Мурманской области в 2022-2024 гг.

Таблица 3

М.р.с.с.с.с.	Проверяемые умения и способы действий	Проверяемые элементы содержания на уровне основных видов учебной деятельности	Доля учащихся, справившихся с заданиями по математике				Уровень, на котором формируются проверяемые умения		Разделы курса математики, где изучается данное содержание
			ЕГЭ 2022 г. (репетиционный экзамен)	ЕГЭ 2023 г. (репетиционный экзамен)	ЕГЭ 2023 г. (экзамен)	ЕГЭ г. (репетиционный экзамен)	Основное общее образование	Среднее общее образование	
1	Уметь выполнять вычисления и преобразования	Преобразование числовых выражений, содержащих обыкновенные и десятичные дроби, натуральные числа	41,60	91,84	89	90,79			«Числа и вычисления»
2	Уметь выполнять вычисления и преобразования	Решение текстовой практико-ориентированной задачи нахождение количества упаковок лекарства	78,53	99,09	90	97,85			«Текстовые задачи»
3	Уметь использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	Установление соответствия между объёмами величин и их возможными реальными числовыми значениями	97,67	97,41	97	89,10			«Оценка реальных объектов»

4	Уметь использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	Извлечение информации о результатах соревнования по метанию молота, представленной в табличной форме	87,00	90,40	93	78,43			«Статистическая обработка информации»
5	Уметь выполнять действия с геометрическими фигурами	Решение планиметрической задачи с контекстным условием оценки площади озера, изображённого на плане местности в клеточку	63,73	67,53	79	52,88			«Площади фигур»
6	Уметь использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	Решение текстовой задачи по бытовому сюжету на определение стоимости покупки тетрадей с учетом скидки	72,00	83,31	96	89,87			«Текстовые задачи»
7	Уметь выполнять вычисления и преобразования	Нахождение значения тригонометрического выражения по заданному с учётом заданного промежутка	13,40	25,38	94	48,66			«Преобразование тригонометрических выражений»
8	Уметь использовать приобретённые знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	Нахождение энергии заряженного конденсатора по заданным числовым величинам его ёмкости и заряда на	27,53	80,79	87	94,93			«Формулы»

		одной обложке							
9	Уметь решать уравнения и неравенства	Решение простейшего логарифмического уравнения	22,93	80,11	85	78,97			«Уравнения, неравенства»
10	Уметь выполнять действия с геометрическими фигурами	Вычисление длины столба по длине провода и высоте от земли до места его крепежа	53,20	68,60	84	71,60			«Планиметрия: многоугольники, геометрические величины и их свойства»
11	Уметь строить и исследовать простейшие математические модели	Нахождение вероятности элементарного события	56,93	17,23	45	30,24			«Элементы теории множеств, комбинаторики, статистики и теории вероятностей»
12	Уметь строить и исследовать простейшие математические модели	Выбор оптимального варианта гостиницы с наивысшим рейтингом	87,07	29,65	71	61,93			«Элементы теории множеств, комбинаторики, статистики и теории вероятностей»
13	Уметь выполнять действия с геометрическими фигурами	Нахождение объёма детали, имеющей форму многогранника	50,00	23,25	69	68,23			«Стереометрия: многогранники, геометрические величины

									ны и их свойств а»
1 4	Уметь выполнять действия с функциями	Установление соответствия между графиками линейных функций и угловыми коэффициентами прямой	36,13	62,42	66	71,45		+	«Функции и их графики»
1 5	Уметь выполнять действия с геометрическими фигурами	Нахождение косинуса острого угла прямоугольного треугольника, вписанного в окружность	39,40	68,22	86	65,54			«Планиметрия: окружность, геометрические величины и их свойства»
1 6	Уметь выполнять действия с геометрическими фигурами	Нахождение площади сечения цилиндра, параллельного оси	22,73	56,02	79	23,87			«Стереометрия: тела вращения, геометрические величины и их свойства»
1 7	Уметь решать уравнения и неравенства	Установление соответствия между простейшими неравенствами и их решениями	31,27	66,16	53	61,40		+	«Уравнения и неравенства»
1 8	Уметь строить и исследовать простейшие математические модели	Установление логических причинно-следственных связей утверждений относительно установки лифтов в многоэтажных домах	92,00	24,43	37	25,71			«Элементы теории множеств, комбинаторики, статистики и теории

									вероятн остей»
19	Уметь выполнять вычисления и преобразования	Решение задачи на нахождение четырёхзначного числа по заданным условиям	52,27	53,23	59	52,19			«Делимость чисел»
20	Уметь строить и исследовать простейшие математические модели	Решение текстовой задачи на работу двух объектов	10,53	11,01	18	31,70			«Текстовые задачи»
21	Уметь строить и исследовать простейшие математические модели	Решение логико-арифметической задачи	4,93	5,71	14	28,70			«Логические задачи»

Интервал выполнения учащимися заданий базового уровня на репетиционном экзамене составил от 24% до 98%, для сравнения в 2023 г. (основной ЕГЭ) - от 14% до 97%. Уровень сформированности компетенций учащихся Мурманской области на репетиционном ЕГЭ по математике (базовый уровень) в 2024 г. – 63% против 71% на основном ЕГЭ 2023 г. (базовый уровень). Проблемными предметными областями являются неравенства, тела вращения, преобразования числовых выражений, текстовые задачи. Следует отметить, что последняя полностью опирается на программный материал 7-9 классов.

На оптимальном уровне усвоены следующие дидактические единицы: анализ, исследование и интерпретация контекстной статистической информации, представленной в словесно-текстовой, диаграммной и табличной формах: около 89% одиннадцатиклассников верно нашли среднемесячную температуру воздуха в населённом пункте, около 90% обучающихся верно выбрали гостиницу с наивысшим рейтингом и определили стоимость проживания в ней в течение трёх суток; примерно 91% выпускников правильно рассчитали количество литров бензина, которое было залито в машину на автозаправке на определённую сумму денег. Около 98% выпускников овладели умениями использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни, в частности, верно установили соответствие между величинами – массой объектов и их

возможными числовыми значениями. Овладели умениями проведения логических операций 95% выпускников: они верно установили причинно-следственные связи при выборе верного утверждения относительно длины рыбок в аквариуме зоомагазина. Положительную динамику приобрёл уровень сформированности умения решать задания на квадратной решётке, в частности, 79% участников пробного экзамена верно справились с формульным аппаратом вычисления площади треугольника как участка земли, выделенного на плане местности. Этому, вероятно, способствует и наличие справочного материала, и качественная отработка на уровне основного общего образования.

Допустимый уровень освоения учебного материала достигнут по следующим содержательным темам:

- «Буквенные выражения» - три четверти выпускников правильно нашли значение радиуса окружности, описанной около треугольника, по длине его стороны и синуса противолежащего ей угла (возможно допущены вычислительные ошибки);

- «Площади четырёхугольников», «Решение прямоугольного треугольника», «Объём тел вращения» - две третьих участников не допустили ошибок при оценке площади коридора на чертеже плана квартиры по указанным размерам других объектов, вычислении тангенса острого угла прямоугольного треугольника», а также при вычислении радиуса основания конуса по его объёму и высоте (возможные ошибки обусловлены не знанием формульной составляющей геометрии – площадей планиметрических фигур и объёмов стереометрических тел);

- «Обыкновенные дроби» - около 72% выпускников верно применили вычислительный аппарат к нахождению значения числового выражения на порядок действий с дробями (возможные ошибки – незнание правил сложения и деления обыкновенных дробей);

- «Проценты» - 66% обучающихся овладели навыками нахождения скидки в процентном выражении (возможная ошибка – не осуществлен перевод скидки в рублях в проценты);

- «Простейшие уравнения» - 61% выпускников освоили типологию и методологию решения простейших показательных уравнений, вероятнее всего, допустив вычислительные ошибки, фактические ошибки в использовании свойства степени с отрицательным показателем или выражении неизвестного компонента линейного уравнения;

- «Делимость чисел» - каждый второй участник репетиционного ЕГЭ верно нашел четырёхзначное число, большее 4000, но меньшее 6500, которое кратно 45 и каждая следующая цифра которого меньше предыдущей, используя оценку, свойства делимости чисел, тем не менее требует отработки метод перебора вариантов;

- «Вероятность элементарного события» - около 53% одиннадцатиклассников овладели основами стохастической линии школьного курса математики: верно определили вероятность элементарного события «доклад профессора Ф. окажется запланированным на последний день конференции», тем не менее, каждый второй не владеет методологией вероятностной составляющей элементарной математики (возможно, большой массив ошибок связан с неверными определением количества докладчиков по дням работы конференции). Учителям математики следует спланировать комплекс заданий по построению и исследованию математических моделей для описания реальных вероятностных процессов, расширить спектр используемых контекстов и направлений подготовки в этом направлении: от решения задач, основанных на использовании классической формулы вычисления вероятности элементарного события, до использования правил вычисления вероятности зависимых, независимых, совместных, несовместных событий.

Предметная комиссия отмечает достаточно стабильный уровень овладения выпускниками умениями, навыками и видами деятельности по решению задач практико-ориентированной направленности курса математики на уровне общего образования.

В критической зоне находится освоение следующих элементов стандарта:

- преобразование логарифмического выражения (только каждый третий ученик верно применил основное логарифмическое тождество и свойство умножения степеней с одинаковым основанием);
- установление соответствия между точками графика функции $y = f(x)$ и характеристиками функции и её производной (примерно половина выпускников не овладели комплексом умений, навыков и видов деятельности, характерных для элементарных функций, заданных аналитически и графически, что свидетельствует о несформированности основополагающих навыков функционально-графической линии, изучаемой в курсе алгебры 7-9-го классов и в курсе алгебры и начал математического анализа 10-11 классов, в частности, определение знака значения функции в точке и значения производной функции в точке);
- использование приобретённых знаний для решения практико-ориентированных задач (около 68% выпускников не освоили алгебраический метод решения текстовых задач на движение по сухопутной поверхности навстречу друг другу: в большинстве случаев не верно определены зависимости между неизвестными и известными величинами, а также не смогли определить логику построения цепочки причинно-следственных связей между объектами задачи). При этом, возможно, допущены вычислительные ошибки, неверно составлена и математическая модель задачи;
- решение простейших логарифмического, показательного, рациональных неравенств: примерно 74% выпускников не овладели алгоритмической составляющей предметной линии уравнений, неравенств, систем, конкретно, не учтены область допустимых значений переменной, не отработан метод интервалов решения алгебраических неравенств в части определения знака неравенства на промежутках при переходе через нули числителя и знаменателя в разложении на линейные множители;
- овладение видами деятельности по вычислению объемов тел вращений: примерно треть учащихся овладела стереометрической базой 10-11 классов, а

две третьих – планиметрической базой планиметрии треугольников и четырёхугольников. Выявлены ключевые проблемные зоны: вычисление объёма детали сложной формы, помещённой в бак, имеющий форму правильной четырёхугольной призмы. Основные причины: невладение понятийным аппаратом, неумение устанавливать зависимости между элементами и объёмом правильной четырёхугольной призмы, неовладение методами вычисления объёмов тел.

В таблице 4 представлены основные направления организации итогового повторения курса математики на уровне СОО в соответствии с ошибками, допущенными обучающимися на репетиционном ЕГЭ по математике (базовый уровень) в 2024 году.

Основные направления организации итогового повторения курса математики при подготовке к ЕГЭ по математике (базовый уровень)

Таблица 4

Содержательные линии курса математики, где нестабильные результаты обучения	Основные направления организации повторения курса математики	Формы работы	Предметные темы, требующие включения в итоговое повторение
Линия вычислений и преобразования выражений	Отработка навыков перевода десятичной дроби в обыкновенную и наоборот, применения правил арифметических действий с дробями; отработка навыков преобразования выражений по схеме: знание формул; отработка на простейших	Фронтальные формы работы, экспресс-диагностики; математические диктанты, тесты; устный счёт	- нахождение процента от числа, числа по заданной величине процента, процентного отношения; - правила выполнения арифметических операций с дробями, натуральными числами,

	<p>примерах; включение комбинации формул в преобразование более сложных выражений, т.е. в нестандартной ситуации; отработка владения базой свойств степеней, корней, логарифмов, тригонометрических выражений, техникой их преобразования</p>		<p>положительными и отрицательными числами, умножения и деления на 10,100, 1000 и т.д., 0,14 0,01; 0,001 и т.д.;</p> <ul style="list-style-type: none"> - свойства степени, корня n-ой степени, логарифма числа, формул по тригонометрии для проведения преобразования
<p>Линия уравнений, неравенств, систем</p>	<p>Отработка типологии и методологии решения как простейших алгебраических неравенств, так и трансцендентных; алгоритмическая составляющая навыка решения простейших неравенств не освоена в части использования основополагающих методов - метода интервалов, определения логарифма числа, приведения степени к одному общему основанию</p>	<p>Тренинги, в том числе, за счёт включения дополнительно комплекса тренировочных заданий из ЭОР, ЦОР</p>	<p>соответствующих выражений;</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила прикидки; - методы вычисления вероятности элементарного события; - задание элементарных функций графическим и аналитическим способами, определение свойства функций, установите соответствия между графиками функций и знаками из
<p>Геометрическая линия</p>	<p>Отработка формульно-понятийной базы геометрии, практических</p>	<p>Блиц-опросы, зачёты, тренинги по решению задач на готовых чертежах (через</p>	<p>коэффициентов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - вычисление площадей, периметров планиметрически

	умений вычисления линейных, угловых элементов, периметров, площадей и объёмов фигур; закрепление опорных базовых конструкций, включая комбинации многогранников и тел вращений	наглядность) и с практическим контекстом	х фигур, объёмов и площадей поверхностей стереометрически х тел, а также их линейных и угловых элементов; - определения, свойства, признаки планиметрически х фигур, равенства и подобия фигур; - типология и методология решения простейших уравнений, неравен, их систем;
Функциональн ая линия	Отработка аналитического и графического задания всех видов алгебраических функций, зависимостей их коэффициентов	Графические диктанты, групповые формы работы, взаимо-опросы	- типология и методология решения текстовых задач, логических задач, задач по дискретной математике
Линия решения текстовых задач	Отработка типологии решения текстовых задач на движение, работу, смеси, сплавы, растворы с фиксацией этапов математического моделирования, опорных конструкций, представлением условия в различных формах, выбором метода решения (арифметического, алгебраического и т.п.)	Групповые и индивидуальные формы работы учащихся с последующей самопроверкой по образцу (уделение внимания приёмам смыслового чтения при анализе формулировки вопроса задачи) – через анализ текстов задач, структурирован ие условия в разных формах	
Стохастическая линия	Отработка вычисления вероятности	Тренинг с опорой на традиционный	

	элементарного события классическими методами решения, в том числе, и методом перебора вариантов, с использованием формулы для вероятности суммы двух совместных событий, решению задач с применением дерева вероятностей событий	приём - решение одной задачи несколькими методами	
Логическая линия	Отработка методов проведения доказательных рассуждений, изучение основ теории чисел	Нахождение ошибок в предложенных решениях; устное решение логических задач с контекстным содержанием	

Рекомендации

1. Учителям и преподавателям математики:

- в образовательной деятельности акцентировать внимание обучающихся на вариативность математических методов при решении заданий;
- проводить тренинги по отработке вычислительных навыков, техники преобразований, нахождения производной и применения её к исследованию функций, в том числе с использованием цифровых электронных ресурсов;
- уделить особое внимание повторению и обобщению ключевых элементов содержания школьного математического образования: рациональные приёмы выполнения тождественных преобразований, методы и приёмы аппарата уравнений, неравенств, их систем, как основное средство

математического моделирования прикладных задач, логических задач, комбинированных задач;

- в преподавании геометрии усилить теоретико-обосновательную сторону решения задач на построение фигур, их сечений, вычисление площадей, объёмов и соотношение между характеристиками частей одной фигуры;

- повысить наглядность преподавания геометрии;

- скорректировать рабочую программу в части организации итогового повторения школьного курса математики (разработать циклограмму повторения) по результатам репетиционного экзамена;

- скорректировать методику организации итогового повторения по разделам «Текстовые задачи», «Неравенства», «Тела вращения», «Элементарные функции»;

- выделить группы участников репетиционного экзамена на основе дифференциации их образовательных результатов и выстроить их индивидуальные образовательные маршруты. При подготовке к ГИА по математике на базовом уровне в форме ЕГЭ учащихся, имеющих низкий уровень математической подготовки, определить следующие направления подготовки: спланировать работу со справочным материалом, включённым в КИМ, разработать с каждым учащимся индивидуальный маршрут подготовки на основе анализа полученных результатов на ГИА по математике, использовать открытый банк заданий, размещённый на сайте ФГБНУ ФИПИ, обучающие и контролируемые программы (ЭОР, ЦОР);

- отработать приёмы смыслового чтения.

б) Директорам общеобразовательных организаций:

- запланировать контроль и оказание методической помощи учителям по проблемным зонам, выявленным на репетиционном ЕГЭ;

- при проведении внутришкольного контроля по организации итогового

повторения курса математики акцентировать внимание на алгоритмизацию навыков по алгебраической линии и применение опорных конфигураций по геометрической линии.

Старший преподаватель
факультета общего образования

Малахова Н.А.

ГАУДПО МО «Институт развития образования»