

**Министерство образования Иркутской области
Государственное автономное учреждение Иркутской области
«Центр оценки профессионального мастерства, квалификаций педагогов и мониторинга
качества образования»**

**Методический анализ результатов
выполнения заданий КИМ ЕГЭ по МАТЕМАТИКЕ (базовый уровень)
и рекомендации для системы образования Иркутской области**

Иркутск, 2026

МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ КИМ И РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ

Раздел 1. Статистический анализ выполнения заданий КИМ

1.1. Основные статистические характеристики выполнения заданий КИМ в 2026 году

Основные статистические характеристики выполнения заданий в целом представлены в таб. 2-13. Информация о результатах оценивания выполнения заданий, в том числе в разрезе данных о получении того или иного балла по каждому заданию КИМ, представлена в таб. 2-14.

Таблица 2-13

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания/умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Иркутской области в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки				
			средний, %	в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
1	Выполнять вычисление значений и преобразования выражений	Б	87,1	30,1	79,5	91,4	97,8
2	Умение решать текстовые задачи разных типов, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов, умение оценивать размеры объектов окружающего мира	Б	96,9	81,5	95,1	98,1	99,5
3	Умение извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках	Б	96,3	74,7	94,2	98,1	99,6

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания/умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Иркутской области в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки				
			средний, %	в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
4	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов	Б	90,4	52,3	84,7	93,3	97,9
5	Умение вычислять в простейших случаях вероятности событий	Б	79,3	15,6	57,9	86,4	98,1
6	Умение извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках	Б	65,5	7,7	43	68,3	89,5
7	Умение оперировать понятиями: функция, непрерывная функция, производная, определять значение функции по значению аргумента; описывать по графику поведение и свойства функции	Б	96,9	80,1	96	97,9	99,5
8	Умение проводить доказательные рассуждения	Б	94,9	71,3	93	96,5	98,6
9	Умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии; умение оценивать размеры объектов окружающего мира	Б	62,2	10,2	35,5	63,3	90,3
10	Умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии	Б	69,5	8,2	40,1	74,7	96,3

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания/умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Иркутской области в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки				
			средний, %	в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
11	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин, использовать при решении стереометрических задач планиметрические факты и методы	Б	37,3	1,7	9,9	30,8	72,5
12	Умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии	Б	63,6	3,7	21,9	70,8	97,1
13	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин, использовать при решении стереометрических задач планиметрические факты и методы	Б	58,5	6	21,4	59,9	94,4
14	Выполнять вычисление значений и преобразования выражений	Б	66,4	7,7	32,4	72,5	95,1
15	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов	Б	74,1	6,8	43,7	83,6	97,4
16	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений	Б	63,5	10,2	31,8	67,6	92,1
17	Решать рациональные, иррациональные, показательные, тригонометрические и логарифмические уравнения	Б	56,6	4	16,2	60,2	92,1

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания/умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Иркутской области в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки				
			средний, %	в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
18	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, решать рациональные, показательные и логарифмические неравенства	Б	37,9	4,3	12,9	31,2	71,1
19	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов, умение выбирать подходящий изученный метод для решения задачи	Б	43	0,3	10,5	37,7	82
20	Умение решать текстовые задачи разных типов, решать уравнения	Б	31,8	1,7	8,6	24,5	63,7
21	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов, умение выбирать подходящий изученный метод для решения задачи	Б	10,7	0,3	1,4	3,9	28,1

Таблица 2-14

Номер задания / критерия оценивания в КИМ	Количество полученных первичных баллов	Процент участников экзамена в Иркутской области, получивших соответствующий первичный балл за выполнения задания в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки			
		в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
1	X	6,3	0,6	0,2	0
1	0	63,6	19,9	8,5	2,2
1	1	30,1	79,5	91,4	97,8
2	X	0	0,1	0	0
2	0	18,5	4,8	1,9	0,5
2	1	81,5	95,1	98,1	99,5
3	X	1,4	0,3	0	0
3	0	23,9	5,5	1,9	0,4
3	1	74,7	94,2	98,1	99,6
4	X	11,9	2,1	0	0
4	0	35,8	13,2	6,7	2,1
4	1	52,3	84,7	93,3	97,9
5	X	11,1	4,7	0,5	0
5	0	73,3	37,5	13,1	1,9
5	1	15,6	57,9	86,4	98,1
6	X	10,2	3,4	1	0,1

Номер задания / критерия оценивания в КИМ	Количество полученных первичных баллов	Процент участников экзамена в Иркутской области, получивших соответствующий первичный балл за выполнения задания в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки			
		в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
6	0	82,1	53,7	30,7	10,5
6	1	7,7	43	68,3	89,5
7	X	0,9	0	0	0
7	0	19	4	2,1	0,5
7	1	80,1	96	97,9	99,5
8	X	1,1	0,1	0	0
8	0	27,6	6,9	3,5	1,5
8	1	71,3	93	96,5	98,6
9	X	9,1	6,8	3,2	0,2
9	0	80,7	57,7	33,5	9,5
9	1	10,2	35,5	63,3	90,3
10	X	30,1	17,7	5	0,3
10	0	61,7	42,1	20,3	3,4
10	1	8,2	40,1	74,7	96,3
11	X	42,6	36,5	20	3,5
11	0	55,7	53,6	49,2	24
11	1	1,7	9,9	30,8	72,5

Номер задания / критерия оценивания в КИМ	Количество полученных первичных баллов	Процент участников экзамена в Иркутской области, получивших соответствующий первичный балл за выполнения задания в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки			
		в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
12	X	32,4	22,9	5,3	0,3
12	0	63,9	55,3	24	2,6
12	1	3,7	21,9	70,8	97,1
13	X	42,3	29,7	10,7	0,5
13	0	51,7	48,9	29,4	5,1
13	1	6	21,4	59,9	94,4
14	X	25,9	20,9	3,9	0,3
14	0	67,3	46,7	23,6	4,6
14	1	7,7	32,4	72,5	95,1
15	X	46,9	31,4	7,3	0,2
15	0	46,3	36,8	25,1	7,7
15	1	6,8	43,7	83,6	97,4
16	X	46	32,7	8,4	0,5
16	0	43,8	31,8	25,1	7,4
16	1	10,2	31,8	67,6	92,1
17	X	50	32,7	8,4	0,5
17	0	46	51,1	31,4	7,4

Номер задания / критерия оценивания в КИМ	Количество полученных первичных баллов	Процент участников экзамена в Иркутской области, получивших соответствующий первичный балл за выполнения задания в группах участников экзамена с разными уровнями подготовки			
		в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
17	1	4	16,2	60,2	92,1
18	X	13,6	16,9	9,1	1,2
18	0	82,1	70,2	59,7	27,6
18	1	4,3	12,9	31,2	71,1
19	X	58,2	51,2	28,5	5,2
19	0	41,5	38,4	33,8	12,8
19	1	0,3	10,5	37,7	82
20	X	39,2	42,8	32,8	10,3
20	0	59,1	48,6	42,8	26
20	1	1,7	8,6	24,5	63,7
21	X	54	55,7	47,6	25,1
21	0	45,7	42,9	48,5	46,9
21	1	0,3	1,4	3,9	28,1

Выявление для каждой группы участников ЕГЭ заданий, выполняемых с наибольшей и наименьшей успешностью

Пояснение к заполнению таблицы 2-15:

В соответствии с требованиями САО-11 таблица 2-15 предназначена для выявления для каждой группы участников ЕГЭ заданий, выполняемых с наибольшей и наименьшей успешностью. В экзаменационной работе по математике базового уровня все задания имеют базовый уровень сложности (в КИМ отсутствуют задания повышенного и высокого уровней сложности). Это подтверждается спецификацией КИМ ЕГЭ 2026 года по математике базового уровня, где указано, что «экзаменационная работа содержит задания только базового уровня сложности».

В связи с этим строки, предназначенные для заданий повышенного и высокого уровней сложности, в таблице 2-15 являются незаполняемыми.

Таким образом, в таблице 2-15 заполнены только следующие строки:

1. «Наиболее успешно выполненные задания базового уровня сложности» – для каждой группы участников перечислены пять заданий с наибольшими процентами выполнения (по данным таблицы 2-13).

2. «Наименее успешно выполненные задания базового уровня сложности» – для каждой группы участников перечислены задания с наименьшими процентами выполнения (от 5 до 10 заданий в зависимости от группы, с учетом статистической значимости результатов).

Строки для повышенного и высокого уровней сложности оставлены пустыми (не заполняются), поскольку такие задания в КИМ ЕГЭ по математике базового уровня отсутствуют. Это соответствует структуре экзаменационной работы и требованиям к заполнению отчета.

Таблица 2-15

	в группе получивших отметку «2», %	в группе получивших отметку «3», %	в группе получивших отметку «4», %	в группе получивших отметку «5», %
1	2	3	4	5
Наиболее успешно выполненные задания базового уровня сложности	2 (81,5%) 7 (80,1%) 3 (74,7%) 8 (71,3%) 4 (52,3%)	7 (96,0%) 2 (95,1%) 3 (94,2%) 8 (93,0%) 4 (84,7%) 1 (79,5%)	3 (98,1%) 2 (98,1%) 7 (97,9%) 8 (96,5%) 1 (91,4%)	3 (99,6%) 2 (99,5%) 7 (99,5%) 8 (98,6%) 1 (97,8%)

Наименее успешно выполненные задания базового уровня сложности	21 (0,3%) 19 (0,3%) 11 (1,7%) 20 (1,7%) 12 (3,7%) 17 (4,0%) 18 (4,3%) 13 (6,0%) 6 (7,7%) 10 (8,2%)	21 (1,4%) 20 (8,6%) 11 (9,9%) 19 (10,5%) 18 (12,9%) 17 (16,2%) 12 (21,9%) 13 (21,4%) 10 (40,1%) 16 (31,8%)	21 (3,9%) 20 (24,5%) 11 (30,8%) 18 (31,2%) 19 (37,7%)	21 (28,1%) 20 (63,7%) 18 (71,1%) 11 (72,5%) 19 (82,0%)
Наиболее успешно выполненные задания повышенного уровня сложности	-	-	-	-
Наименее успешно выполненные задания повышенного уровня сложности	☒	-	-	-
Наиболее успешно выполненные задания высокого уровня сложности	☒	-	-	-
Наименее успешно выполненные задания высокого уровня сложности	☒	☒	-	-

Раздел 2. Методический анализ выполнения заданий КИМ обучающимися с разными уровнями подготовки и рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета

2.1. Методический анализ выполнения заданий обучающимися с минимальным уровнем подготовки (получивших отметку «2»), включая методические рекомендации для учителей

2.1.1. Описание предметной подготовки участников ЕГЭ, получивших отметку «2», анализ типичных дефицитов в подготовке

- *Описание достигнутых предметных результатов ФГОС: освоенных тем программы, сформированных умений и т. п.*

На основе анализа выполнения заданий участниками, получившими отметку «2» (352 человека, 5,7% от общего числа участников), можно выделить следующие элементы содержания и умения, которые сформированы у данной группы на относительно достаточном уровне (процент выполнения ≥ 50):

1. Умение решать текстовые задачи разных типов, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов, умение оценивать размеры объектов окружающего мира (задание 2) – процент выполнения 81,5. Обучающиеся данной группы успешно справляются с простейшими текстовыми задачами, в которых требуется выполнить несколько арифметических действий (например, задачи на пропорции, нахождение процентов от числа, оценку размеров объектов). Это умение относится к курсу 5–9-х классов (раздел «Числа и вычисления») и не требует сложных алгебраических преобразований.

2. Умение оперировать понятиями: функция, непрерывная функция, производная, определять значение функции по значению аргумента; описывать по графику поведение и свойства функции (задание 7) – процент выполнения 80,1. Данная группа обучающихся способна извлекать информацию из графика функции, определять значение функции по значению аргумента. Это умение проверяет базовое понимание графических представлений функций, изучаемое в курсе алгебры 7–9-х классов (раздел «Функции и графики»).

3. Умение извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках (задание 3) – процент выполнения 74,7. Обучающиеся уверенно работают с информацией, представленной в табличной и графической формах, что свидетельствует о сформированности навыков смыслового чтения и интерпретации данных. Данное умение относится к курсу 5–9-х классов (разделы «Числа и вычисления», «Функции и графики»).

4. Умение проводить доказательные рассуждения (задание 8) – процент выполнения 71,3. Обучающиеся данной группы способны выполнять простейшие логические операции, анализировать истинность высказываний и проводить несложные доказательные рассуждения на основе изученных фактов. Это умение относится к курсу 6-го класса (раздел «Множества и логика»).

5. Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов (задание 4) – процент выполнения 52,3. Обучающиеся справляются с вычислением значений выражений и решением простейших задач на применение изученных формул (например, вычисление площади трапеции по известным элементам).

Вывод: у участников, получивших отметку «2», сформированы отдельные умения, преимущественно связанные с выполнением арифметических действий, работой с информацией, представленной в графической и табличной формах, а также с простейшими логическими операциями. Однако эти умения носят фрагментарный характер и не образуют целостной системы знаний.

- *Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке: неосвоенные или слабо освоенные темы программы, несформированные или недостаточно сформированные умения, навыки, виды познавательной деятельности, проявляющиеся в типичных ошибках при выполнении соответствующих заданий*

На основе анализа статистических данных (таблица 2-13) и вееров ответов участников для группы получивших отметку «2» можно выделить следующие типичные ошибки по заданиям с наименьшими процентами выполнения:

Задание 21 (процент выполнения 0,3). Участники данной группы практически не справляются с заданиями, требующими построения дискретной математической модели, исследования логических связей и комбинаторных

рассуждений. Типичные ошибки: неверное построение модели, непонимание связи между числом разрезов и количеством полученных частей, отсутствие навыка самопроверки.

Задание 19 (процент выполнения 0,3). Обучающиеся не владеют навыками применения признаков делимости натуральных чисел, не умеют строить числа с заданными свойствами. Типичные ошибки: незнание признаков делимости на 9 и 10, неумение организовать перебор вариантов в контексте заданных условий.

Задание 11 (процент выполнения 1,7). На основе вееров ответов, например, по одному из вариантов выявлены следующие типичные ошибки: непонимание физического смысла задачи (объем вытесненной жидкости), незнание термина «правильная четырехугольная призма», неумение вычислять объем тела. Правильный ответ – 6000. Распространенные неверные ответы: 1600, 17, 2000, 10 000, 10 600, 12 500, 20 000, 1160, 160 000 и др.

Задание 20 (процент выполнения 1,7). Обучающиеся не умеют строить математическую модель для текстовой задачи на смешивание растворов. Типичные ошибки: неверное понимание процентов как долей, неумение применять правило «среднего арифметического» для нахождения концентрации смеси. Правильный ответ – 13. Распространенные неверные ответы: 26, 24, 10, 2, 3,2, 0,26, 21, 28, 7, 74, 12.

Задание 12 (процент выполнения 3,7). На основе вееров ответов по одному из вариантов: правильный ответ – 52. Обучающиеся не владеют базовыми геометрическими теоремами (теорема Пифагора) и не умеют применять их в решении планиметрических задач. Типичные ошибки: неверное применение теоремы Пифагора (неправильное определение катетов и гипотенузы), неумение вычислять площадь прямоугольного треугольника, отсутствие навыка самопроверки (полученный ответ противоречит условию, например, катет больше гипотенузы). Распространенные неверные ответы: 13, 26, 169, 49, 9, 33, 50, 76, 126, 5, 21, 31, 39, 40, 34, 164, 54, 67, 4.

Задание 17 (процент выполнения 4,0). На основе вееров ответов по одному из вариантов: правильный ответ (большой корень) – -2. Участники не умеют решать простейшие квадратные уравнения, не владеют алгоритмом решения через дискриминант и теоремой Виета. Типичные ошибки: неверное определение коэффициентов, вычислительные ошибки при нахождении дискриминанта, неверный выбор большего корня. Распространенные неверные ответы: 6, -1, -3, 3, -4, 21, 14, 10, 4,5, 7, 11, 2, 30, 4132.

Задание 18 (процент выполнения 4,3). На основе вееров ответов по одному из вариантов: правильный ответ (соответствие неравенств и решений) – 2134. Обучающиеся не владеют навыками решения логарифмических

неравенств, не понимают свойств монотонности логарифмической функции в зависимости от основания. Типичные ошибки: неучет основания при решении неравенства (неверное определение направления знака неравенства), незнание области определения логарифмической функции. Распространенные неверные ответы: 2314, 1324, 4231, 4123, 2413, 4213, 1432, 4132, 1234, 2143, 4321.

Задание 13 (процент выполнения 6,0). На основе вееров ответов по одному из вариантов: правильный ответ – 2. Обучающиеся не умеют применять формулу площади боковой поверхности конуса, не понимают зависимости между линейными размерами фигур и их площадями. Типичные ошибки: неверное применение формул, вычислительные ошибки. Распространенные неверные ответы: 3, 4, 1,3, 1,7, 5, 1, 18, 9, 1,4, 1,5, 13, 7, 12, 4,5, 144, 15.

Задание 6 (процент выполнения 7,7%). Обучающиеся не умеют анализировать табличные данные и выполнять расчеты на основе информации из таблицы. Типичные ошибки: неверное определение расхода топлива, ошибки в расчете стоимости топлива и общей стоимости аренды.

Задание 10 (процент выполнения 8,2%). Обучающиеся не умеют применять геометрические теоремы для нахождения неизвестных элементов треугольника. Типичные ошибки: неумение выделять необходимые элементы фигуры, неверное применение тригонометрических соотношений.

Таблица 2-16

№ п/п	Темы программы и умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОП
1	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов, умение выбирать подходящий изученный метод для решения задачи	5–9-е классы (числа и вычисления)
2	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин	5–9-е классы (геометрия), 7-й класс (физика)
3	Умение решать текстовые задачи разных типов, решать уравнения	5–9-е классы (числа и вычисления)
4	Умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии	8-9-е классы (геометрия)
5	Решать рациональные, иррациональные, показательные, тригонометрические и логарифмические уравнения	8–9-е классы (уравнения и неравенства)

6	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, решать рациональные, показательные и логарифмические неравенства	10–11-е классы (уравнения и неравенства)
7	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин	10–11-е классы (геометрия)
8	Умение извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках	5–9-е классы (числа и вычисления)

Обобщая типичные дефициты группы участников, получивших отметку «2», можно выделить следующие системные проблемы:

1. **Низкий уровень алгебраической подготовки:** неумение выполнять преобразования выражений, решать уравнения и неравенства, применять свойства элементарных функций (степенных, логарифмических).

2. **Несформированность геометрических знаний:** незнание базовых геометрических теорем (теорема Пифагора), непонимание геометрической терминологии («правильная четырехугольная призма»), неумение применять формулы для вычисления площадей и объемов.

3. **Отсутствие навыков моделирования:** неумение строить математические модели для прикладных задач (движение, смешивание растворов, геометрические конструкции с физическим смыслом).

4. **Низкий уровень логического мышления:** неумение проводить доказательные рассуждения, организовывать перебор вариантов, строить комбинаторные модели.

5. **Отсутствие навыков самоконтроля:** обучающиеся не проверяют полученные ответы на реалистичность, не замечают противоречий в результатах (например, катет, превышающий гипотенузу).

- *Реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки для уверенного получения отметки «3»*

Для преодоления минимального порога и получения отметки «3» обучающимся данной группы необходимо сконцентрироваться на освоении следующих умений:

1. **Арифметические действия с рациональными числами (задания 1, 4, 14).** Отработка навыков выполнения вычислений с обыкновенными и десятичными дробями, применение формул для вычисления площади трапеции, квадрата суммы/разности.

2. Решение простейших текстовых задач (задания 2, 6, 15). Отработка алгоритмов решения задач на пропорции, проценты, определение стоимости по табличным данным.

3. Работа с информацией, представленной в таблицах и графиках (задания 3, 6). Формирование навыков чтения и интерпретации данных, представленных в различных формах.

4. Базовые геометрические задачи (задания 9, 10, 12). Освоение формул для вычисления периметра и площади прямоугольника, треугольника, трапеции; применение теоремы Пифагора для нахождения неизвестных элементов треугольника.

5. Решение квадратных уравнений (задание 17). Отработка алгоритмов решения квадратных уравнений через дискриминант и по теореме Виета.

По нашему мнению, основными направлениями работы с данной группой обучающихся должны стать: систематическое повторение материала 5–9-х классов, использование пошаговых инструкций и опорных схем при решении типовых заданий, формирование навыков самопроверки через прикидку результата и оценку его реалистичности. Особое внимание следует уделить отработке базовых вычислительных навыков и решению простейших текстовых задач, так как именно эти задания составляют основу для успешного преодоления минимального порога.

2.1.2. Методический анализ качества освоения метапредметных результатов ФГОС участниками ЕГЭ, получившими отметку «2»

- *Развернутый комментарий на основе заданий / групп заданий, на успешность выполнения которых могла повлиять достаточная или недостаточная сформированность метапредметных умений, с указанием соответствующих метапредметных умений и их проявления в типичных ошибках в ответах участников экзамена на соответствующие задания*

Анализ выполнения заданий участниками, получившими отметку «2», позволяет выделить ряд метапредметных умений, недостаточная сформированность которых оказала наиболее существенное влияние на неуспешность выполнения экзаменационной работы.

1. Познавательные универсальные учебные действия: базовые исследовательские действия

- **Умение выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения.**

Данное умение оказалось несформированным у большинства участников группы. Наиболее ярко это проявилось при выполнении задания 12 (планиметрическая задача на применение теоремы Пифагора). Обучающиеся не смогли выстроить логическую цепочку рассуждений, позволяющую применить теорему для нахождения неизвестного элемента треугольника. Типичные ошибки: неверное применение теоремы, отсутствие проверки полученного результата (катет больше гипотенузы). Также данное умение оказалось востребованным при выполнении задания 21 (дискретная модель), где участники не смогли выстроить логическую связь между числом разрезов и количеством полученных частей, не проверили свою гипотезу эмпирически.

- **Умение анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях.**

Участники данной группы практически не владеют навыками самопроверки. Это проявилось при выполнении задания 19 (применение признаков делимости). Полученный ответ можно было проверить, разделив число на 45 или на 9, однако большинство участников этого не сделали. В задании 12 участники не критически отнеслись к результату, когда второй катет оказался больше гипотенузы, что противоречит теореме Пифагора. Отсутствие навыков прогнозирования изменения в новых условиях проявилось в задании 21: участники не смогли предвидеть, как изменение числа разрезов повлияет на количество кусков.

- **Умение переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности; уметь интегрировать знания из разных предметных областей.**

Данное умение оказалось несформированным, что особенно ярко проявилось при выполнении задания 11 (стереометрическая задача с физическим смыслом). Участники не смогли интегрировать знания из курса физики (объем вытесненной жидкости) и математики (объем правильной четырехугольной призмы). Типичная ошибка – использование только двух линейных размеров при нахождении объема, что свидетельствует о непонимании

геометрической терминологии и отсутствии навыков переноса знаний из одной предметной области в другую. В задании 6 (табличные данные о расходе топлива) участники не смогли применить знания арифметики для решения практической задачи, связанной с выбором наиболее экономичного варианта.

- **Способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания**

Участники группы не владеют навыками самостоятельного выбора метода решения. В задании 17 (квадратное уравнение) они не смогли применить алгоритм решения через дискриминант или теорему Виета. В задании 20 (текстовая задача на смешивание растворов) участники не смогли выбрать подходящий метод для построения математической модели. Это свидетельствует о том, что обучающиеся не способны самостоятельно организовывать поиск решения, полагаясь на запоминание алгоритмов без понимания их сути.

2. Регулятивные универсальные учебные действия (самоорганизация и самоконтроль)

- **Умение использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения**

Несформированность данного умения проявилась во многих заданиях. Участники не могут оценить, какой метод решения наиболее подходит для конкретной задачи. В задании 21 они не провели рефлексии своей гипотезы о связи числа разрезов и количества кусков, хотя это можно было сделать с помощью мысленного эксперимента или рисунка. В задании 19 участники не оценили возможность самопроверки полученного ответа с помощью признаков делимости.

- **Умение давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям**

В задании 12 участники не скорректировали свои действия, когда получили результат, противоречащий условию (катет больше гипотенузы). В задании 11 они не скорректировали подход к решению, когда поняли, что используют не все данные задачи. Это свидетельствует о том, что регулятивные навыки самооценки и самоконтроля у данной группы находятся на крайне низком уровне. Обучающиеся не способны самостоятельно оценить правильность своих действий и при необходимости внести коррективы.

- *Предположение о достигнутых и недостигнутых метапредметных результатах ФГОС*

У участников, получивших отметку «2», нельзя считать достигнутыми следующие метапредметные результаты ФГОС:

Познавательные УУД:

- базовые исследовательские действия (выявление причинно-следственных связей, выдвижение гипотез, анализ результатов, критическая оценка достоверности);
- работа с информацией (интеграция знаний из разных предметных областей, перенос знаний в практическую деятельность).

Регулятивные УУД:

- самоорганизация (самостоятельный поиск методов решения, планирование деятельности);
- самоконтроль (рефлексия, оценка соответствия результатов целям, внесение корректив в деятельность).

Частично достигнутыми можно считать отдельные элементы познавательных УУД, связанные с извлечением информации из таблиц и графиков (задания 3, 6, 7) и выполнением простейших логических операций (задание 8). Однако эти умения носят фрагментарный характер и не позволяют участникам успешно выполнять задания, требующие комплексного применения метапредметных навыков.

2.1.3. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета группе обучающихся с минимальным уровнем подготовки

На основе проведенного анализа выполнения заданий КИМ участниками, получившими отметку «2», и выявленных типичных дефицитов в их предметной и метапредметной подготовке сформулированы следующие рекомендации для учителей, работающих с данной категорией обучающихся. Целевым ориентиром рекомендаций является уверенное получение отметки «3» (преодоление минимального порога) на ЕГЭ по математике базового уровня.

Рекомендации разработаны с учетом реальных проблем современного образования: снижения уровня вычислительных навыков, недостаточной сформированности когнитивных и волевых качеств обучающихся, а также с учетом необходимости практической реализации предложенных мер в условиях существующей школьной практики.

1. Коррекция предметных дефицитов (освоение/закрепление ключевых тем программы)

· **Организация систематического повторения материала 5–9-х классов.** Учителю рекомендуется выстроить систему повторения, охватывающую следующие темы: арифметические действия с рациональными числами (включая действия с обыкновенными и десятичными дробями), решение уравнений (линейных и квадратных), базовые геометрические факты и формулы (теорема Пифагора, формулы площадей и объемов). Повторение должно быть регулярным и включать элементы диагностики. При этом важно учитывать, что современным детям для формирования устойчивого навыка требуется значительно большее количество однотипных упражнений, чем предусмотрено учебниками. Учителю рекомендуется использовать дополнительные дидактические материалы, самостоятельно разрабатывая или подбирая задания из открытых источников.

· **Использование пошаговых инструкций и опорных схем.** При решении типовых заданий необходимо применять алгоритмические предписания («Чтение – Визуализация – Анализ – Решение»), шаблоны оформления, чек-листы для самопроверки. Например, при решении квадратного уравнения – четкая последовательность действий: приведение к стандартному виду, нахождение дискриминанта, вычисление корней, выбор ответа. Для геометрической задачи – алгоритм: выполнение чертежа, запись условия, применение теоремы/формулы, вычисление, проверка реалистичности результата. Рекомендуется вести с обучающимися тетрадь с образцами решений типовых заданий, куда заносятся алгоритмы и эталонные примеры.

· **Отработка базовых вычислительных навыков.** Рекомендуется регулярное проведение устного счета с целью формирования вычислительной культуры, а также использование тренажеров для отработки действий с дробями, процентами и преобразованиями выражений. Особое внимание следует уделить осознанному применению свойств арифметического квадратного корня и степени. Устный счет будет эффективным обучающим средством, если он способствует многократному повторению важных мыслительных действий и распознаванию базовых математических конфигураций. Важно помнить, что вычислительные навыки должны быть сформированы настолько четко, чтобы раздумывать над вычислениями в пределах сотни обучающиеся уже не должны – это позволит высвободить время на решение более сложных задач.

· **Формирование умения решать текстовые задачи.** Рекомендуется использовать систему задач на пропорции, проценты, движение, стоимость (в том числе с табличными данными). Обучение следует вести от простых моделей

(прямая пропорциональность) к более сложным, с обязательным этапом построения краткой записи и выделения количественных величин. Учителю необходимо уделять особое внимание обучению учеников внимательному чтению текста задачи, выделению условия и вопроса, составлению краткой записи в различных формах (рисунок, таблица, схема). Это особенно актуально в условиях, когда у многих школьников навык смыслового чтения развит недостаточно.

2. Коррекция метапредметных дефицитов (развитие универсальных учебных действий)

- **Развитие логического мышления и навыков смыслового чтения.** Для преодоления трудностей с анализом условия и выстраиванием цепочки рассуждений рекомендуется включать в уроки задания на установление причинно-следственных связей, интерпретацию информации, представленной в различных формах (текст, таблица, график, диаграмма). Полезно использовать задания с избыточными или недостаточными данными, а также предлагать готовые решения для оценки их верности (с поиском ошибки). Особое внимание следует уделять работе с геометрическими задачами, так как именно они наиболее эффективно развивают логическое мышление и пространственные представления.

- **Ведение тетради ошибок.** Рекомендуется организовать с обучающимися ведение индивидуальной тетради ошибок (или «карты дефицитов»), в которую фиксируются типичные ошибки, допускаемые при выполнении заданий, и способы их предотвращения. Это позволит не только систематизировать работу над ошибками, но и сформировать у обучающихся навыки рефлексии собственной учебной деятельности, а также даст учителю возможность адресно работать с каждым учеником.

- **Формирование навыков самоконтроля и самооценки.** Для преодоления отсутствия навыков самопроверки (типичная ошибка – получение противоречивого результата, например, катет больше гипотенузы) рекомендуется внедрение следующих приемов:

- **проверка реалистичности полученного ответа (прикидка результата, оценка порядка величины);**
- **подстановка найденного значения в условие задачи (например, проверка делимости числа на 45 в задании 19);**
- **самостоятельное составление аналогичных задач с последующей проверкой.**

При выполнении работ рекомендуется использовать «листы прогресса» вместо отметок, разрешать исправлять ошибки и поощрять рефлекссию собственных действий. Важно, чтобы у обучающегося после прохождения всех этапов решения задания формировалось внутреннее убеждение: «Я сделал задание верно!».

- **Развитие умения интегрировать знания из разных предметных областей.** Рекомендуется систематически использовать задачи практического содержания, в том числе с физическим смыслом (например, задачи на объем вытесненной жидкости), привлекая знания из курса физики для иллюстрации межпредметных связей. Это поможет обучающимся увидеть практическую значимость математических знаний и преодолеть восприятие математики как науки, оторванной от жизни.

3. Рекомендации по организации дифференцированной работы с группой риска

- **Разработка индивидуальных образовательных маршрутов.** Для каждого обучающегося, относящегося к группе риска (риск получения отметки «2»), рекомендуется разработать индивидуальный план работы по ликвидации дефицитов. План должен включать перечень тем для повторения, сроки контроля и систему поощрений за промежуточные успехи. При составлении маршрута важно учитывать как предметные, так и метапредметные дефициты, выявленные в ходе диагностики.

- **Использование уровневой дифференциации на уроке.** Предлагать задания трех уровней: обязательный минимум (на «3»), задания на понимание и применение (на «4») и задания на анализ и синтез (на «5»). Для группы риска основное внимание уделять обязательному минимуму с постепенным повышением сложности. Важно, чтобы обучающиеся видели свою траекторию продвижения и понимали, что успех достигается последовательной работой.

- **Проведение «пробных» работ без оценки.** Цель таких работ – не контроль, а диагностика и тренировка. После выполнения обязательен разбор типичных ошибок, анализ причин их возникновения и совместный поиск путей их предотвращения. Это снижает уровень тревожности и позволяет обучающимся сосредоточиться на процессе обучения, а не на страхе получить плохую отметку.

- **Предложение «микрокурсов» по выбору** (по заданиям, вызывающим наибольшие затруднения). Это могут быть короткие внеурочные занятия (10–15 минут) по отработке отдельных заданий/тем. Такой формат позволяет точно работать над конкретными дефицитами без перегрузки обучающихся.

- **Использование заданий из открытого банка ФИПИ для диагностики уровня сформированности предметных умений и отработки базовых элементов содержания.** Работа с такими заданиями позволяет учителю выявлять типичные ошибки и организовывать адресную работу по их устранению, а обучающимся – понимать требования к уровню подготовки.

4. Рекомендации по работе с геометрическим материалом

- **Восстановление практической составляющей обучения геометрии.** В условиях, когда черчение исключено из школьной программы, а трудовое обучение во многих школах не предусматривает практической работы с геометрическими моделями, учителю рекомендуется активно использовать:

- **моделирование геометрических ситуаций с помощью подручных средств** (бумага, картон, проволока);
- **построение геометрических чертежей с соблюдением масштаба и пропорций** (правильно построенный чертеж – залог успешного решения);

- **практикумы по построению геометрических моделей реальных ситуаций.**

- **Систематическая работа с геометрической терминологией.** Особое внимание следует уделять формированию понятийного аппарата: добиваться знания и понимания терминов («правильная четырехугольная призма», «медиана», «высота», «радиус», «образующая» и др.). Для этого рекомендуется использовать разнообразные формы работы: математические диктанты, задания на соотнесение термина и определения, устные опросы по геометрическим понятиям.

- **Использование задач практического содержания в геометрии.** Для развития пространственного мышления и понимания прикладного значения геометрических знаний рекомендуется включать в занятия задачи, в которых геометрические факты применяются к реальным ситуациям (расчет площади, объема, расстояний). Учителю следует активно использовать цифровые инструменты и приложения, позволяющие сделать геометрию более наглядной.

- **Обучение методам поиска решения геометрических задач.** Вместо простого заучивания алгоритмов рекомендуется учить обучающихся анализировать условие задачи, выделять ключевые элементы, выдвигать гипотезы о возможных способах решения, проверять их. Для этого полезно использовать задачи с недостающими или избыточными данными, задачи на построение, задачи-исследования.

По нашему мнению, реализация данных рекомендаций позволит не только повысить предметную подготовку обучающихся с минимальным уровнем, но и создать условия для формирования у них устойчивых навыков учебной деятельности, необходимых для успешной сдачи экзамена и дальнейшего обучения. При этом важно понимать, что проблема низких результатов по математике носит системный характер и требует комплексного подхода на всех уровнях образования: пересмотра учебных программ, усиления практической составляющей обучения, восстановления роли домашнего задания как инструмента формирования навыка, а также изменения отношения общества к значимости математического образования.

2.2. Методический анализ выполнения заданий обучающимися с низким уровнем подготовки (в группе получивших отметку «3»), включая методические рекомендации для учителей

2.2.1. Описание предметной подготовки участников ЕГЭ с низким уровнем подготовки, анализ типичных дефицитов в подготовке

- *Описание достигнутых предметных результатов ФГОС: освоенных тем программы, сформированных умений и т. п.*

На основе анализа выполнения заданий участниками, получившими отметку «3» (1455 человек, 23,7% от общего числа участников), можно выделить следующие элементы содержания и умения, которые сформированы у данной группы на достаточно хорошем уровне (процент выполнения ≥ 80):

1. Умение оперировать понятиями: функция, непрерывная функция, производная, определять значение функции по значению аргумента; описывать по графику поведение и свойства функции (задание 7) – процент выполнения 96,0. Обучающиеся данной группы уверенно извлекают информацию из графиков функций, определяют значения функции по графику, понимают базовые свойства функций. Это умение относится к курсу алгебры 7–9-х классов (раздел «Функции и графики»).

2. Умение решать текстовые задачи разных типов, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов, умение оценивать размеры объектов окружающего мира (задание 2) – процент

выполнения 95,1. Обучающиеся успешно справляются с текстовыми задачами, в которых требуется выполнить несколько арифметических действий, оценить правдоподобность полученного результата. Данное умение относится к курсу 5–9-х классов (раздел «Числа и вычисления»).

3. Умение извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках (задание 3) – процент выполнения 94,2. Обучающиеся уверенно работают с информацией, представленной в графической и табличной формах, что свидетельствует о сформированности навыков смыслового чтения и интерпретации данных.

4. Умение проводить доказательные рассуждения (задание 8) – процент выполнения 93,0. Обучающиеся способны выполнять логические операции, анализировать истинность высказываний и проводить несложные доказательные рассуждения.

5. Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов (задание 4) – процент выполнения 84,7. Обучающиеся справляются с вычислением значений выражений и решением задач на применение изученных формул.

6. Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений (задание 1) – процент выполнения 79,5. Обучающиеся владеют базовыми вычислительными навыками, выполняют арифметические действия с рациональными числами.

Вывод: у участников, получивших отметку «3», сформированы базовые вычислительные и логические умения, связанные с арифметическими действиями, работой с информацией, представленной в графической и табличной формах, а также с простейшими логическими операциями. Однако эти умения требуют дальнейшего развития и систематизации для перехода на более высокий уровень.

- *Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке: неосвоенные или слабо освоенные темы программы, несформированные или недостаточно сформированные умения, навыки, виды познавательной деятельности, проявляющиеся в типичных ошибках при выполнении соответствующих заданий*

На основе анализа статистических данных (таблица 2-13) и вееров ответов для группы получивших отметку «3» можно выделить следующие типичные ошибки по заданиям с наименьшими процентами выполнения:

Задание 21 (процент выполнения 1,4). Правильный ответ: 16. Участники данной группы практически не справляются с заданиями, требующими построения дискретной математической модели, исследования логических связей и комбинаторных рассуждений. Типичные ошибки: неверное построение модели, непонимание связи между числом разрезов и количеством полученных частей (ответы 6 – 4,1%, 22 – 3,6%, 15 – 3,0%), отсутствие навыка самопроверки.

Задание 20 (процент выполнения 8,6). Правильный ответ: 13. Обучающиеся не умеют строить математическую модель для текстовой задачи на смешивание растворов. Типичные ошибки: неверное понимание процентов как долей, неумение применять правило «среднего арифметического» для нахождения концентрации смеси (ответ 26 – 25,4%, 2 – 1,8%, 10 – 1,8%).

Задание 11 (процент выполнения 9,9). Правильный ответ: 6000. На основе вееров ответов по одному из вариантов выявлены следующие типичные ошибки: непонимание физического смысла задачи (объем вытесненной жидкости), незнание термина «правильная четырехугольная призма», неумение вычислять объем тела. Распространенные неверные ответы: 16 000 (15,4%), 1600 (10,7%), 160 (5,3%), 160 000 (3,6%).

Задание 19 (процент выполнения 10,5). Правильный ответ: 4680 (шестизначное число, кратное 45, с четными различными цифрами). Обучающиеся не владеют навыками применения признаков делимости натуральных чисел, не умеют строить числа с заданными свойствами. Типичные ошибки: незнание признаков делимости на 9 и 10, неумение организовать перебор вариантов в контексте заданных условий (ответы 2468 – 3,6%, 4628 – 2,4%, 2025 – 1,8%).

Задание 18 (процент выполнения 12,9). Правильный ответ (соответствие неравенств и решений для логарифмических неравенств) – 4132. Обучающиеся не владеют навыками решения логарифмических неравенств, не понимают свойств монотонности логарифмической функции в зависимости от основания. Типичные ошибки: неучет основания при решении неравенства (неверное определение направления знака неравенства), незнание области определения логарифмической функции. Распространенные неверные ответы: 2413 (8,9%), 4231 (7,1%), 2314 (7,1%), 2134 (7,1%).

Задание 17 (процент выполнения 16,2). Правильный ответ (большой корень уравнения $x^2 + 5x = -6$) – -2. Участники не умеют решать простейшие квадратные уравнения, не владеют алгоритмом решения через дискриминант и теоремой Виета. Типичные ошибки: неверное определение коэффициентов, вычислительные ошибки при нахождении

дискриминанта, неверный выбор большего корня. Распространенные неверные ответы: 3 (11,8%), -2 (10,1%), 1 (7,7%), 6 (6,5%).

Задание 12 (процент выполнения 21,9). Правильный ответ: 39. Обучающиеся не владеют базовыми геометрическими теоремами (теорема Пифагора) и не умеют применять их в решении планиметрических задач. Типичные ошибки: неверное применение теоремы Пифагора (неправильное определение катетов и гипотенузы), неумение вычислять площадь прямоугольного треугольника. Распространенные неверные ответы: 52 (13,6%), 26 (5,9%), 13 (5,3%).

Задание 13 (процент выполнения 21,4). Правильный ответ: 2. Обучающиеся не умеют применять формулу площади боковой поверхности конуса, не понимают зависимости между линейными размерами фигур и их площадями. Типичные ошибки: неверное применение формул, вычислительные ошибки. Распространенные неверные ответы: 3 (8,3%), 1,5 (6,5%), 4 (4,7%).

Задание 10 (процент выполнения 40,1). Правильный ответ: 1,75. Обучающиеся не умеют применять тригонометрические соотношения в прямоугольном треугольнике. Типичные ошибки: путаница между синусом, косинусом и тангенсом, неверное выделение противолежащего и прилежащего катетов. Распространенные неверные ответы: 1 (19,5%), 2 (4,7%), 17,5 (3,0%).

Задание 16 (процент выполнения 31,8). Правильный ответ: 5. Обучающиеся допускают ошибки при решении квадратных уравнений, особенно в части выбора корня и подстановки значений. Типичные ошибки: неверное применение формулы корней, ошибки в арифметических вычислениях. Распространенные неверные ответы: 25 (10,1%), 7 (2,4%), 1 (1,2%).

Таблица 2-17

№ п/п	Темы программы и умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОП
1	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов, умение выбирать подходящий изученный метод для решения задачи	5–9-е классы (числа и вычисления)

2	Умение решать текстовые задачи разных типов, решать уравнения	5–9-е классы (числа и вычисления)
3	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин	5–9-е классы (геометрия), 7-й класс (физика)
4	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов	5–9-е классы (числа и вычисления)
5	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, решать рациональные, показательные и логарифмические неравенства	10–11-е классы (уравнения и неравенства)
6	Решать рациональные, иррациональные, показательные, тригонометрические и логарифмические уравнения	8–9-е классы (уравнения и неравенства)
7	Умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии	8-9-е классы (геометрия)
8	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин	10–11-е классы (геометрия)
9	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений	8–9-е классы (уравнения и неравенства)

Обобщая типичные дефициты группы участников, получивших отметку «3», можно выделить следующие системные проблемы:

1. Недостаточный уровень алгебраической подготовки: неумение выполнять преобразования выражений, решать квадратные и логарифмические уравнения и неравенства, применять свойства элементарных функций. Особую сложность представляет задание 17 (квадратные уравнения) – только 16,2% выполнения и задание 18 (логарифмические неравенства) – 12,9% выполнения.

2. Несформированность геометрического мышления: незнание базовых геометрических теорем (теорема Пифагора), непонимание геометрической терминологии («правильная четырехугольная призма»), неумение применять формулы для вычисления площадей и объемов. Задания 11, 12 и 13 выполняются менее чем на 22%.

3. Отсутствие навыков построения математических моделей: неумение строить математические модели для прикладных задач (движение, смешивание растворов, геометрические конструкции с физическим смыслом). Задания 20 и 21 имеют процент выполнения менее 10.

4. Низкий уровень логического мышления и навыков самоконтроля: неумение проводить доказательные рассуждения, организовывать перебор вариантов, строить комбинаторные модели, проверять полученные ответы на реалистичность.

○ *Реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки для уверенного получения отметки «4»*

Для перехода на более высокий уровень и уверенного получения отметки «4» обучающимся данной группы необходимо сконцентрироваться на освоении следующих умений:

1. Решение квадратных уравнений. Отработка алгоритмов решения через дискриминант и по теореме Виета, формирование навыка выбора большего корня. Важно добиваться безошибочного определения коэффициентов и применения формулы дискриминанта.

2. Формирование умения решать логарифмические неравенства (в соответствии с планируемыми результатами обучения по математике на уровне среднего общего образования). Отработка свойств логарифмической функции, правил преобразования неравенств в зависимости от основания, понимания области определения логарифма.

3. Формирование умения строить математические модели при решении текстовых задач на смеси и проценты (в соответствии с планируемыми результатами обучения по математике на уровне основного общего образования). Отработка построения математических моделей для задач на концентрацию, процентное содержание. Формирование умения переводить текст задачи на язык математики.

4. Геометрические задачи. Формирование навыков применения теоремы Пифагора, формул объемов и площадей, развитие пространственного мышления через моделирование. Особое внимание – стереометрическим задачам с физическим смыслом (задание 11).

5. Применение признаков делимости и комбинаторные задачи. Систематизация знаний о свойствах делимости, формирование навыка перебора вариантов, развитие логического мышления через решение комбинаторных задач.

По нашему мнению, основными направлениями работы с данной группой обучающихся должны стать: систематическая отработка навыков решения уравнений и неравенств, формирование умения строить математические модели, развитие геометрического мышления через практические задания и моделирование, а также усиление работы по формированию навыков самоконтроля и самооценки.

2.2.2. Методический анализ качества освоения метапредметных результатов ФГОС участниками ЕГЭ с низким уровнем подготовки

- *Развернутый комментарий на основе заданий / групп заданий, на успешность выполнения которых могла повлиять достаточная или недостаточная сформированность метапредметных умений, с указанием соответствующих метапредметных умений и их проявления в типичных ошибках в ответах участников экзамена на соответствующие задания*

Анализ выполнения заданий участниками, получившими отметку «3», позволяет выделить ряд метапредметных умений, недостаточная сформированность которых препятствует переходу на более высокий уровень подготовки.

1. Познавательные универсальные учебные действия: базовые исследовательские действия

· *Умение выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения.*

Данное умение сформировано недостаточно. В задании 21 (дискретная модель) участники не смогли выявить связь между числом разрезов и количеством полученных частей, не выдвинули гипотезу и не проверили ее эмпирически. В задании 12 (теорема Пифагора) обучающиеся не выстроили логическую цепочку для применения теоремы, не проверили полученный результат на противоречие условию.

· *Умение анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях.*

Участники группы не владеют навыками прогнозирования и самопроверки. В задании 19 (делимость) они не проверили полученное число на делимость, хотя это можно было сделать устно. В задании 20 (смеси) обучающиеся не оценили реалистичность полученной концентрации (она должна находиться между концентрациями исходных растворов). В задании 17 многие участники не проверили подстановкой, являются ли найденные корни решениями уравнения.

· *Умение переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности; уметь интегрировать знания из разных предметных областей.*

Данное умение недостаточно сформировано, что проявилось в задании 11 (физический смысл). Участники не интегрировали знания из курса физики и математики, не поняли, что объем вытесненной жидкости равен объему погруженного тела. В задании 6 (табличные данные о расходе топлива) участники не смогли применить знания арифметики для решения практической задачи, связанной с выбором наиболее экономичного варианта.

· *Способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания.*

Участники группы не владеют навыками самостоятельного выбора метода решения. В задании 17 (квадратное уравнение) они не всегда выбирали рациональный способ решения (дискриминант или теорема Виета). В задании 18 (логарифмические неравенства) участники не смогли применить свойства логарифмической функции для выбора верного решения из четырех предложенных вариантов.

2. Регулятивные универсальные учебные действия (самоорганизация и самоконтроль)

· *Умение использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения.*

Несформированность данного умения проявилась в заданиях, где требовалось выбрать правильный ответ из нескольких вариантов (задание 18 – логарифмические неравенства). Участники не провели рефлексию своих действий при решении неравенств, не проверили соответствие полученных множеств условиям. В задании 2 (соотнесение

величин) и задании 7 (соотнесение периодов времени и характеристик) участники допускали ошибки из-за отсутствия рефлексии о правдоподобности полученных соответствий.

- *Умение давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям*

Участники не корректируют свои действия при получении промежуточных результатов. В задании 12 они не скорректировали решение, когда получили катет, превышающий гипотенузу. В задании 11 не поняли, что используют не все данные задачи, и не изменили подход к решению. В задании 1 при решении задачи на округление в большую сторону участники не оценили, что 12,64 шлюпки не может быть, и не скорректировали ответ на 13.

- *Предположение о достигнутых и недостигнутых метапредметных результатах ФГОС*

У участников, получивших отметку «3», нельзя считать в полной мере достигнутыми следующие метапредметные результаты ФГОС:

Познавательные УУД:

- базовые исследовательские действия (выявление причинно-следственных связей, выдвижение гипотез, анализ результатов);
- работа с информацией (интеграция знаний из разных предметных областей, перенос знаний в практическую деятельность).

Регулятивные УУД:

- самоорганизация (самостоятельный выбор метода решения, планирование деятельности);
- самоконтроль (рефлексия, оценка соответствия результатов целям, внесение корректив в деятельность).

Достигнутыми можно считать отдельные элементы познавательных УУД, связанные с извлечением информации из таблиц и графиков (задания 3, 6, 7) и выполнением простейших логических операций (задание 8). Однако эти умения носят фрагментарный характер и не позволяют участникам успешно выполнять задания, требующие комплексного применения метапредметных навыков.

2.2.3. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета группе обучающихся с низким уровнем подготовки

На основе проведенного анализа выполнения заданий КИМ участниками, получившими отметку «3», и выявленных типичных дефицитов в их предметной и метапредметной подготовке сформулированы следующие рекомендации для учителей, работающих с данной категорией обучающихся. Целевым ориентиром рекомендаций является уверенное получение отметки «4» на ЕГЭ по математике базового уровня.

1. Коррекция предметных дефицитов (освоение/закрепление ключевых тем программы)

- *Систематическая работа по формированию умения решать уравнения и неравенства различных видов.* Учителю рекомендуется организовать систему упражнений, направленных на освоение способов решения квадратных уравнений и логарифмических неравенств (в соответствии с планируемыми результатами обучения по математике на уровне среднего общего образования). Важно добиваться понимания свойств функций, лежащих в основе этих тем, а не просто заучивания алгоритмов. Рекомендуется использовать задания с разбором типичных ошибок и анализом причин их возникновения. Особое внимание – отработке навыка выбора большего корня в квадратном уравнении и пониманию области определения логарифмической функции.
- *Формирование умения строить математические модели.* Для преодоления трудностей с текстовыми задачами (задания 20, 21) рекомендуется систематически включать в учебный процесс задачи практического содержания: на проценты, смеси, движение, комбинаторные модели. Учитывать обучающихся выделять ключевые величины, составлять краткую запись, переводить текст задачи на язык математики. Особое внимание – задачам на смешивание растворов (задание 20), где концентрация полученного раствора должна находиться между концентрациями исходных растворов.
- *Развитие геометрического мышления.* Для преодоления дефицитов в геометрии (задания 11, 12, 13) рекомендуется:
 - активно использовать моделирование геометрических ситуаций с помощью подручных средств (бумага, картон, проволока);
 - уделять внимание правильному построению чертежей (правильно построенный чертеж – залог успешного решения);
 - систематически повторять геометрические теоремы и формулы площадей и объемов;

- использовать цифровые инструменты для наглядной демонстрации геометрических объектов и их свойств;
- особое внимание уделить стереометрическим задачам с физическим смыслом (задание 11), разъясняя связь между объемом вытесненной жидкости и объемом погруженного тела.
- *Формирование умения применять признаки делимости и свойства натуральных чисел (в соответствии с планируемыми результатами обучения по математике на уровне основного общего образования).* Рекомендуется организовать систематическое повторение свойств делимости натуральных чисел, признаков делимости на 3, 9, 10, 5, 2, 4. Учить обучающихся организовывать перебор вариантов в контексте заданных условий и проверять полученный ответ с помощью признаков делимости.
- *Формирование умения применять тригонометрические соотношения в прямоугольном треугольнике (в соответствии с планируемыми результатами обучения по математике на уровне основного общего образования).* Рекомендуется систематически повторять определения синуса, косинуса и тангенса в прямоугольном треугольнике, учить обучающихся правильно определять противолежащий и прилежащий катеты относительно угла.

2. Коррекция метапредметных дефицитов (развитие универсальных учебных действий)

- *Развитие навыков смыслового чтения.* Для преодоления трудностей с пониманием условия задач рекомендуется использовать приемы работы с текстом: выделение ключевых слов, переформулирование условия своими словами, составление краткой записи, схематизация условия задачи. Это особенно актуально для заданий 20 и 21, где требуется глубокое понимание текста.
- *Формирование навыков самоконтроля и самооценки.* Рекомендуется внедрение следующих приемов:
 - проверка реалистичности полученного ответа (прикидка, оценка порядка величины);
 - подстановка найденного значения в условие задачи (например, проверка корней уравнения подстановкой);
 - использование чек-листов для самопроверки при решении типовых заданий;
 - решение обратной задачи для проверки результата.
- *Развитие умения интегрировать знания из разных предметных областей.* Рекомендуется использовать задачи с межпредметным содержанием, особенно с физическим смыслом, для иллюстрации практической значимости математических знаний (задание 11).

- *Обучение методам поиска решения.* Вместо демонстрации готовых алгоритмов учителю следует учить обучающихся анализировать условие задачи, выдвигать гипотезы о способах решения, проверять их, находить ошибки в своих рассуждениях. Для этого полезно использовать задачи с недостающими или избыточными данными, задачи на построение, задачи-исследования.

3. Рекомендации по организации дифференцированной работы с группой низкого уровня

- *Создание «карты дефицитов» для каждого обучающегося.* Рекомендуется фиксировать типичные ошибки каждого ученика и разрабатывать индивидуальные планы их устранения на основе анализа всеев ответов.
- *Использование уровневой дифференциации на уроке.* Предлагать задания трех уровней, постепенно повышая сложность для обучающихся, демонстрирующих готовность к переходу на следующий уровень.
- *Организация групповой работы.* Рекомендуется объединять обучающихся в пары/группы для взаимопроверки и взаимопомощи. Объяснение материала однокласснику способствует более глубокому пониманию темы.
- *Проведение «пробных» экзаменационных работ в условиях, приближенных к реальным.* Это позволит обучающимся адаптироваться к формату экзамена и снизить уровень тревожности.
- *Ведение тетради ошибок.* Рекомендуется организовать с обучающимися ведение индивидуальной тетради ошибок (или «карты дефицитов»), в которую фиксируются типичные ошибки, допускаемые при выполнении заданий, и способы их предотвращения.

По нашему мнению, реализация данных рекомендаций позволит обучающимся данной группы преодолеть имеющиеся дефициты и выйти на уровень уверенного получения отметки «4». Ключевыми условиями успеха являются систематичность работы, ее адресный характер и создание ситуации успеха для каждого обучающегося, что будет способствовать формированию положительной мотивации к изучению математики. Особое внимание следует уделить преодолению дефицитов в геометрии (задания 11–13) и алгебре (задания 17–18), так как именно эти разделы показали наиболее низкие результаты у данной группы.

2.3. Методический анализ выполнения заданий обучающимися со средним уровнем подготовки (в группе получивших отметку «4»), включая методические рекомендации для учителей

2.3.1. Описание предметной подготовки участников ЕГЭ со средним уровнем подготовки, анализ типичных дефицитов в подготовке

- *Описание достигнутых предметных результатов ФГОС: освоенных тем программы, сформированных умений и т. п.*

На основе анализа выполнения заданий участниками, получившими отметку «4» (2400 человек, 39,1% от общего числа участников), можно выделить следующие элементы содержания и умения, которые сформированы у данной группы на достаточно высоком уровне (процент выполнения ≥ 90):

- 1. Умение извлекать информацию, представленную в таблицах, на диаграммах, графиках (задание 3)** – процент выполнения 98,1. Обучающиеся данной группы практически безошибочно работают с информацией, представленной в графической и табличной формах, что свидетельствует о сформированности навыков смыслового чтения и интерпретации данных.
- 2. Умение решать текстовые задачи разных типов, исследовать полученное решение и оценивать правдоподобность результатов, умение оценивать размеры объектов окружающего мира (задание 2)** – процент выполнения 98,1. Обучающиеся успешно справляются с текстовыми задачами различных типов, демонстрируют умение оценивать правдоподобность полученного результата.
- 3. Умение оперировать понятиями: функция, непрерывная функция, производная, определять значение функции по значению аргумента; описывать по графику поведение и свойства функции (задание 7)** – процент выполнения 97,9. Обучающиеся уверенно извлекают информацию из графиков функций, определяют значения функции по графику, понимают базовые свойства функций.
- 4. Умение проводить доказательные рассуждения (задание 8)** – процент выполнения 96,5. Обучающиеся способны выполнять логические операции, анализировать истинность высказываний и проводить доказательные рассуждения на основе изученных фактов.

5. Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов (задание 4) – процент выполнения 93,3. Обучающиеся справляются с вычислением значений выражений и решением задач на применение изученных формул.

6. Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений (задание 1) – процент выполнения 91,4. Обучающиеся владеют вычислительными навыками, выполняют арифметические действия с рациональными числами.

7. Умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии (задание 12) – процент выполнения 70,8. Обучающиеся умеют применять теорему Пифагора и другие геометрические теоремы в стандартных ситуациях.

Вывод: у участников, получивших отметку «4», сформированы базовые вычислительные и логические умения на хорошем уровне. Они уверенно работают с информацией, представленной в различных формах, решают текстовые задачи, выполняют преобразования выражений. Однако для перехода на уровень отметки «5» требуется систематизация знаний и отработка более сложных умений, особенно в геометрии и решении уравнений и неравенств.

- *Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке: неосвоенные или слабо освоенные темы программы, несформированные или недостаточно сформированные умения, навыки, виды познавательной деятельности, проявляющиеся в типичных ошибках при выполнении соответствующих заданий*

На основе анализа статистических данных (таблица 2-13) и вееров ответов для группы, получившей отметку «4», можно выделить следующие задания с наименьшими процентами выполнения (менее 40):

Задание 21 (процент выполнения 3,9). Правильный ответ: 16. Участники данной группы не справляются с заданиями, требующими построения дискретной математической модели, исследования логических связей и комбинаторных рассуждений. Типичные ошибки: неверное построение модели, непонимание связи между числом разрезов и количеством полученных частей. Распространенные неверные ответы: 5 (5,7%), 6 (4,1%), 4 (2,6%).

Задание 20 (процент выполнения 24,5). Правильный ответ: 13. Обучающиеся не умеют строить математическую модель для текстовой задачи на смешивание растворов. Типичные ошибки: неверное понимание процентов как долей, неумение

применять правило «среднего арифметического» для нахождения концентрации смеси. Распространенные неверные ответы: 26 (22,3%), 0,26 (1,9%), 2 (1,1%).

Задание 11 (процент выполнения 30,8). Правильный ответ: 6000. На основе вееров ответов по одному из вариантов выявлены следующие типичные ошибки: непонимание физического смысла задачи (объем вытесненной жидкости), незнание термина «правильная четырехугольная призма», неумение вычислять объем тела. Распространенные неверные ответы: 16000 (29,1%), 6000 (29,1%), 1600 (9,1%), 16 (4,2%), 160 (3,8%), 160000 (3,4%).

Задание 18 (процент выполнения 31,2). Правильный ответ (соответствие неравенств и решений для логарифмических неравенств) – 4132. Обучающиеся не владеют навыками решения логарифмических неравенств, не понимают свойств монотонности логарифмической функции в зависимости от основания. Типичные ошибки: неучет основания при решении неравенства, незнание области определения логарифмической функции. Распространенные неверные ответы: 2134 (12,5%), 4231 (6,8%), 2314 (3,8%), 2413 (3,0%).

Задание 19 (процент выполнения 37,7). Правильный ответ: 4680. Обучающиеся не владеют навыками применения признаков делимости натуральных чисел, не умеют строить числа с заданными свойствами. Типичные ошибки: незнание признаков делимости на 9 и 10, неумение организовать перебор вариантов. Распространенные неверные ответы: 4680 (16,9%), 6480 (4,9%), 8640 (3,4%), 4860 (3,4%), 6840 (3,4%).

Таблица 2-18

№ п/п	Темы программы и умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОП
1	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов, умение выбирать подходящий изученный метод для решения задачи	5–9-е классы (числа и вычисления)
2	Умение решать текстовые задачи разных типов, решать уравнения	5–9-е классы (числа и вычисления)
3	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин	5–9-е классы (геометрия), 7-й класс (физика)
4	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, решать рациональные, показательные и логарифмические неравенства	10–11-е классы (уравнения и неравенства)

5	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов	5–9-е классы (числа и вычисления)
6	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений	8–9-е классы (уравнения и неравенства)
7	Решать рациональные, иррациональные, показательные, тригонометрические и логарифмические уравнения	8–9-е классы (уравнения и неравенства)
8	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин	10–11-е классы (геометрия)
9	Умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии	8–9-е классы (геометрия)

○ *Реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки для уверенного получения отметки «5»*

Для перехода на более высокий уровень и уверенного получения отметки «5» обучающимся данной группы необходимо сконцентрироваться на освоении следующих умений:

- 1. Решение логарифмических неравенств** (задание 18). Отработка свойств логарифмической функции, правил преобразования неравенств в зависимости от основания, понимания области определения логарифма. Формирование навыка быстрого и безошибочного соотнесения неравенств и их решений.
- 2. Решение текстовых задач на смеси и проценты** (задание 20). Отработка построения математических моделей для задач на концентрацию, процентное содержание. Формирование умения переводить текст задачи на язык математики и проверять реалистичность полученного ответа.
- 3. Решение комбинаторных и логических задач** (задание 21). Развитие логического мышления через решение задач на построение дискретных моделей, комбинаторных задач. Формирование навыка проверки гипотез с помощью мысленного эксперимента или рисунка.
- 4. Геометрические задачи с физическим смыслом** (задание 11). Формирование навыков интегрирования знаний из курса физики и математики, понимания термина «правильная четырехугольная призма», отработка формул объемов.
- 5. Применение признаков делимости** (задание 19). Систематизация знаний о свойствах делимости, формирование навыка организованного перебора вариантов и проверки полученного числа с помощью признаков делимости.

По нашему мнению, основными направлениями работы с данной группой обучающихся должны стать: систематическая отработка навыков решения уравнений и неравенств повышенной сложности, формирование умения строить математические модели для прикладных задач, развитие геометрического мышления через решение задач с физическим смыслом, а также усиление работы по формированию навыков самоконтроля и самооценки.

2.3.2. Методический анализ качества освоения метапредметных результатов ФГОС участниками ЕГЭ со средним уровнем подготовки

- *Развернутый комментарий на основе заданий / групп заданий, на успешность выполнения которых могла повлиять достаточная или недостаточная сформированность метапредметных умений, с указанием соответствующих метапредметных умений и их проявления в типичных ошибках в ответах участников экзамена на соответствующие задания*

Анализ выполнения заданий участниками, получившими отметку «4», позволяет выделить ряд метапредметных умений, недостаточная сформированность которых препятствует переходу на более высокий уровень подготовки (отметка «5»).

1. Познавательные универсальные учебные действия: базовые исследовательские действия

· *Умение выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения.*

Данное умение сформировано недостаточно для выполнения заданий повышенной сложности. В задании 21 (дискретная модель) участники не смогли выявить связь между числом разрезов и количеством полученных частей, не выдвинули гипотезу и не проверили ее эмпирически (правильный ответ дали только 3,9% участников). В задании 11 (стереометрическая задача с физическим смыслом) обучающиеся не выстроили логическую цепочку для применения знаний из курса физики и математики одновременно.

· *Умение анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях.*

Участники группы не в полной мере владеют навыками прогнозирования и самопроверки. В задании 19 (делимость) они не всегда проверяли полученное число на делимость, хотя это можно было сделать устно (правильный ответ дали только 37,7%). В задании 20 (смеси) обучающиеся не всегда оценивали реалистичность полученной концентрации – она должна находиться между концентрациями исходных растворов.

· *Умение переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности; уметь интегрировать знания из разных предметных областей*

Данное умение недостаточно сформировано, что проявилось в задании 11 (физический смысл). Участники не всегда интегрировали знания из курса физики и математики, не поняли, что объем вытесненной жидкости равен объему погруженного тела. Только 30,8% участников справились с этим заданием.

· *Способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания*

Участники группы не всегда владеют навыками самостоятельного выбора метода решения. В задании 17 (квадратное уравнение) они не всегда выбирали рациональный способ решения (дискриминант или теорема Виета). В задании 18 (логарифмические неравенства) участники не всегда могли применить свойства логарифмической функции для выбора верного решения из четырех предложенных вариантов.

2. Регулятивные универсальные учебные действия (самоорганизация и самоконтроль)

· *Умение использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения*

Несформированность данного умения проявилась в заданиях, где требовалось выбрать правильный ответ из нескольких вариантов (задание 18 – логарифмические неравенства). Участники не всегда проводили рефлексию своих действий при решении неравенств, не проверяли соответствие полученных множеств условиям.

· *Умение давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям*

Участники не всегда корректируют свои действия при получении промежуточных результатов. В задании 11 они не всегда понимали, что используют не все данные задачи, и не изменяли подход к решению. В задании 1 при решении

задачи на округление в большую сторону участники не всегда оценивали, что дробного количества шлюпок не может быть, и не корректировали ответ.

○ *Предположение о достигнутых и недостигнутых метапредметных результатах ФГОС*

У участников, получивших отметку «4», нельзя считать в полной мере достигнутыми следующие метапредметные результаты ФГОС:

Познавательные УУД:

- базовые исследовательские действия (выявление причинно-следственных связей, выдвижение гипотез, анализ результатов в нестандартных ситуациях);
- работа с информацией (интеграция знаний из разных предметных областей, перенос знаний в практическую деятельность).

Регулятивные УУД:

- самоорганизация (самостоятельный выбор метода решения в нестандартной ситуации);
- самоконтроль (рефлексия, оценка соответствия результатов целям, внесение корректив в деятельность).

Достигнутыми можно считать элементы познавательных УУД, связанные с извлечением информации из таблиц и графиков (задания 3, 6, 7), выполнением логических операций (задание 8) и применением известных алгоритмов в стандартных ситуациях. Однако эти умения не систематизированы на уровне, достаточном для выполнения комплексных заданий, требующих применения нескольких метапредметных навыков одновременно.

2.3.3. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета группе обучающихся со средним уровнем подготовки

На основе проведенного анализа выполнения заданий КИМ участниками, получившими отметку «4», и выявленных типичных дефицитов в их предметной и метапредметной подготовке сформулированы следующие рекомендации для учителей, работающих с данной категорией обучающихся. Целевым ориентиром рекомендаций является уверенное получение отметки «5» на ЕГЭ по математике базового уровня.

1. Коррекция предметных дефицитов (освоение/закрепление ключевых тем программы)

- *Систематическая работа по формированию умения решать уравнения и неравенства повышенной сложности.*

Учителю рекомендуется организовать систему упражнений, направленных на освоение способов решения логарифмических неравенств и квадратных уравнений (в соответствии с планируемыми результатами обучения по математике на уровне среднего общего образования). Важно добиваться понимания свойств функций, лежащих в основе этих тем, а не просто заучивания алгоритмов. Рекомендуется использовать задания с разбором типичных ошибок и анализом причин их возникновения. Особое внимание – отработке навыка выбора большего корня в квадратном уравнении и пониманию области определения логарифмической функции.

· *Формирование умения строить математические модели для прикладных задач.* Для преодоления трудностей с текстовыми задачами рекомендуется систематически включать в учебный процесс задачи практического содержания: на проценты, смеси, движение, комбинаторные модели. Учитывать обучающихся выделять ключевые величины, составлять краткую запись, переводить текст задачи на язык математики. Особое внимание – задачам на смешивание растворов, где концентрация полученного раствора должна находиться между концентрациями исходных растворов, и комбинаторным задачам, где требуется построение дискретной модели.

· *Развитие геометрического мышления и навыков решения стереометрических задач.* Для преодоления дефицитов в геометрии рекомендуется:

- активно использовать моделирование геометрических ситуаций с помощью подручных средств (бумага, картон, проволока);
- уделять внимание правильному построению чертежей;
- систематически повторять геометрические теоремы и формулы площадей и объемов;
- использовать цифровые инструменты для наглядной демонстрации геометрических объектов и их свойств;
- особое внимание уделить стереометрическим задачам с физическим смыслом, разъясняя связь между объемом вытесненной жидкости и объемом погруженного тела.

- *Отработка применения признаков делимости.* Рекомендуется организовать систематическое повторение свойств делимости натуральных чисел, признаков делимости на 3, 9, 10, 5, 2, 4. Учитывать обучающихся организовывать перебор вариантов в контексте заданных условий и проверять полученный ответ с помощью признаков делимости.

2. Коррекция метапредметных дефицитов (развитие универсальных учебных действий)

- *Развитие навыков смыслового чтения и анализа условия задачи.* Для преодоления трудностей с пониманием условия задач повышенной сложности рекомендуется использовать приемы работы с текстом: выделение ключевых слов, переформулирование условия своими словами, составление краткой записи, схематизация условия задачи. Это особенно актуально для заданий 20 и 21, где требуется глубокое понимание текста и умение выделять скрытые условия.

- *Формирование навыков самоконтроля и самооценки на повышенном уровне.* Рекомендуется внедрение следующих приемов:

- проверка реалистичности полученного ответа (прикидка, оценка порядка величины);
- подстановка найденного значения в условие задачи (например, проверка корней уравнения подстановкой);
- использование чек-листов для самопроверки при решении типовых заданий;
- решение обратной задачи для проверки результата.

- *Развитие умения интегрировать знания из разных предметных областей.* Рекомендуется использовать задачи с межпредметным содержанием, особенно с физическим смыслом, для иллюстрации практической значимости математических знаний (задание 11).

- *Обучение методам поиска решения в нестандартных ситуациях.* Вместо демонстрации готовых алгоритмов учителю следует учить обучающихся анализировать условие задачи, выдвигать гипотезы о способах решения, проверять их, находить ошибки в своих рассуждениях. Для этого полезно использовать задачи с недостающими или избыточными данными, задачи на построение, задачи-исследования.

3. Рекомендации по организации дифференцированной работы с группой среднего уровня

- Создание «карты дефицитов» для каждого обучающегося. Рекомендуется фиксировать типичные ошибки каждого ученика и разрабатывать индивидуальные планы их устранения на основе анализа верных ответов.

- Использование уровневой дифференциации на уроке. Предлагать задания трех уровней, постепенно повышая сложность для обучающихся, демонстрирующих готовность к переходу на следующий уровень. Для группы среднего уровня основное внимание – заданиям, соответствующим отметке «5».

- Организация групповой работы и взаимопроверки. Рекомендуется объединять обучающихся в пары/группы для взаимопроверки и взаимопомощи. Объяснение материала однокласснику способствует более глубокому пониманию темы.

- Проведение «пробных» экзаменационных работ в условиях, приближенных к реальным. Это позволит обучающимся адаптироваться к формату экзамена, научиться распределять время и снизить уровень тревожности.

- Ведение тетради ошибок. Рекомендуется организовать с обучающимися ведение индивидуальной тетради ошибок (или «карты дефицитов»), в которую фиксируются типичные ошибки, допускаемые при выполнении заданий, и способы их предотвращения.

По нашему мнению, реализация данных рекомендаций позволит обучающимся данной группы преодолеть имеющиеся дефициты и выйти на уровень уверенного получения отметки «5». Ключевыми условиями успеха являются систематичность работы, ее адресный характер и создание ситуации успеха для каждого обучающегося, что будет способствовать формированию положительной мотивации к изучению математики. Особое внимание следует уделить преодолению дефицитов в решении прикладных задач (задания 20, 21) и логарифмических неравенств (задание 18), так как именно эти разделы показали наиболее низкие результаты у данной группы.

2.4. Методический анализ выполнения заданий обучающимися с высоким уровнем подготовки (в группе получивших отметку «5»), включая методические рекомендации для учителей

2.4.1. Описание предметной подготовки участников ЕГЭ с высоким уровнем подготовки, анализ типичных дефицитов в подготовке

- *Описание достигнутых предметных результатов ФГОС: освоенных тем программы, сформированных умений и т. п.*

На основе анализа выполнения заданий (таблица 2-13, столбец 5) участниками, получившими отметку «5» (1934 человека, 31,5% от общего числа участников), можно сделать вывод, что у данной группы сформированы все основные предметные умения на очень высоком уровне. Процент выполнения большинства заданий базового уровня сложности превышает 90, а по многим из них (задания 2, 3, 7, 8) приближается к 100.

Уверенно сформированы и успешно выполняются следующие виды деятельности:

- Вычисления и преобразования (задания 1, 4, 14): процент выполнения от 95,1 до 97,8.
- Решение текстовых задач (задания 2, 4, 15): процент выполнения от 97,4 до 99,5.
- Работа с информацией, представленной в таблицах и графиках (задания 3, 6): процент выполнения 99,6 и 89,5 соответственно.
- Решение уравнений (задания 16, 17): процент выполнения 92,1 и 92,1.
- Решение планиметрических задач (задания 9, 10, 12): процент выполнения от 90,3 до 97,1.
- Решение стереометрических задач (задание 13): процент выполнения 94,4.

Высокие результаты подтверждают, что обучающиеся данной группы не только владеют предметными знаниями на углубленном уровне, но и способны применять их в нестандартных ситуациях, демонстрируя гибкость мышления. Однако детальный анализ вееров ответов показывает, что даже у этой группы существуют специфические, системные «ловушки».

- *Анализ типичных дефицитов в предметной подготовке: неосвоенные или слабо освоенные темы программы, несформированные или недостаточно сформированные умения, навыки, виды познавательной деятельности, проявляющиеся в типичных ошибках при выполнении соответствующих заданий*

Анализ данных из таблицы вееров ответов для группы «5» позволяет выделить задания, где даже сильные участники допускают характерные ошибки. Эти ошибки связаны не со знанием формул, а с интерпретацией условия, моделированием и самоконтролем.

Наименее успешно выполненные задания (по проценту верных ответов в группе «5»):

1. Задание 21 (процент выполнения 28,1). Проверяемые элементы: умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов, умение выбирать подходящий изученный метод для решения задачи.

· **Анализ типичных ошибок** (на основе веера ответов). Правильный ответ – 16. Типичные неверные ответы: 17 (6,9%), 15 (5,0%), 5 и 6 (по 4,5%). Это указывает на то, что даже сильные участники не полностью владеют навыком формализации дискретного процесса. Ошибка в ответе «17» возникает при арифметическом сложении количества разрезов ($4+4+4+4=16$) и прибавлении единицы («всегда на 1 больше»), без учета пересечений разрезов. Ответы «5» и «6» свидетельствуют о том, что участники решают более простую задачу, не замечая, что разрезы проходят в двух разных направлениях.

· **Типичный дефицит:** слабое развитие комбинаторного и пространственного мышления в дискретных моделях; неумение провести мысленный эксперимент для проверки гипотезы; формальный подход к решению.

2. Задание 20 (процент выполнения 63,7). Проверяемые элементы: умение решать текстовые задачи разных типов, решать уравнения.

· **Анализ типичных ошибок** (на основе веера ответов). Правильный ответ – 13. Типичные неверные ответы: 26 (11,9%) и 0,13 (3,5%). Ответ «26» – классическая ошибка, свидетельствующая о том, что участники складывают проценты ($30-20=10$, а не верно $30+20=50$) или просто вычитают концентрации, не составляя уравнение на массу чистого вещества. Ответ «0,13» показывает путаницу между процентами и долями, а также возможное неверное деление на 100 в уме.

· **Типичный дефицит:** недостаточно прочные навыки работы с «правилом креста» или составления уравнения на концентрацию; неумение провести быструю «прикидку» результата (конечная концентрация должна лежать между 20% и 30%).

3. Задание 18 (процент выполнения 71,1). Проверяемые элементы: умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, решать логарифмические неравенства.

· **Анализ типичных ошибок** (на основе веера ответов). Правильный ответ (соответствие) – 4132. Типичные неверные ответы: 2134 (6,4%), 4231 (4,0%), 2314 (2,5%). Анализ неверных комбинаций показывает, что участники

систематически путают основание логарифма. Например, комбинация 2134 свидетельствует о верном решении первых двух неравенств и ошибке в последних двух.

- **Типичный дефицит:** формальное использование алгоритмов без учета монотонности логарифмической функции в зависимости от основания; ошибки в определении области определения, которые не позволяют отсеять неверный промежуток.

4. **Задание 11 (процент выполнения 72,5).** Проверяемые элементы: решать стереометрические задачи на нахождение геометрических величин.

- **Анализ типичных ошибок** (на основе веера ответов). Правильный ответ – 6000. Типичные неверные ответы: 16 000 (8,4%), 6 (5,0%), 1600 (3,0%). Ответ «16 000» ($20 \cdot 20 \cdot 40$) показывает, что участник нашел объем всего прямоугольного параллелепипеда и не соотнес его с формой детали. Ответ «6» (скорее всего, $6000/1000$) свидетельствует о неверном переводе единиц измерения или путанице между см^3 и литрами.

- **Типичный дефицит:** недостаточное развитие пространственного воображения для перехода от текста к модели («деталь в форме куба»); поверхностное чтение условия, пропуск ключевых слов (диаметр, ребро куба).

В таблицу 2-19 включены задания с наименьшим процентом выполнения в группе «5» (менее 90 и/или вызывающие наибольшие затруднения даже у сильных участников). Задания с процентом выполнения более 90 не включены, так как соответствующие умения можно считать сформированными на достаточном для получения максимального балла уровне.

Таблица 2-19

№ п/п	Темы программы и умения	Класс(-ы) изучения в соответствии с ФОП
1	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов, умение выбирать подходящий изученный метод для решения задачи	5–9-е классы (числа и вычисления)
2	Умение решать текстовые задачи разных типов, решать уравнения	5–9-е классы (числа и вычисления)
3	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, решать рациональные, показательные и логарифмические неравенства	10–11-е классы (уравнения и неравенства)

4	Решать простейшие стереометрические задачи на нахождение геометрических величин	5–9-е классы (геометрия), 7-й класс (физика)
5	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений, умение решать текстовые задачи разных типов	5–9-е классы (числа и вычисления)
6	Умение выполнять вычисление значений и преобразования выражений	5–9-е классы (числа и вычисления)
7	Умение использовать при решении задач изученные факты и теоремы планиметрии	8–9-е классы (геометрия)

- *Реалистичные «зоны роста» в части предметной подготовки для получения максимального количества первичных баллов*

Для минимизации этих «точечных» ошибок и достижения 100% результата обучающимся с высоким уровнем подготовки необходимо сосредоточиться на следующих аспектах:

1. **Формализация задач на логику и моделирование** (задание 21): учить строить таблицы или схемы для визуализации процесса. Например, для задания с разрезанием – рисовать плитку и отмечать линии разрезов, чтобы увидеть, как увеличивается количество частей. Отрабатывать навык проверки гипотезы на небольших числах.

2. **Отработка задач на концентрацию** (задание 20): акцент на составлении уравнения «сухой остаток» (масса чистого вещества). Регулярно выполнять «прикидку»: полученная концентрация не может быть меньше самой низкой и больше самой высокой из исходных.

3. **Углубленное понимание свойств функций в неравенствах** (задание 18): отработка навыка «причинно-следственного» решения (почему меняется знак). Рекомендуются решать неравенства не в уме, а с краткой записью свойств монотонности.

4. **Работа с геометрическим текстом** (задание 11): перед решением обязательно выполнять краткий чертеж-схему, подписывая все данные величины. Это позволит «увидеть» физический процесс (погружение детали в жидкость) и избежать формальной подстановки в формулу.

2.4. Рекомендации для учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета группе обучающихся с высоким уровнем подготовки

На основе проведенного анализа выполнения заданий КИМ участниками, получившими отметку «5», и выявленных дефицитов сформулированы рекомендации, нацеленные на трансформацию знаний из разряда «алгоритмических» в «глубокие и системные», что является ключом к получению максимального балла.

1. Отказ от «натаскивания» в пользу развития математического мышления

· **Рекомендация:** В работе с сильными обучающимися не следует ограничиваться решением типовых вариантов КИМ. Необходимо включать в учебный процесс задачи, требующие самостоятельного поиска решения, анализа и обобщения. Полезно использовать задания с недостающими или избыточными данными, задачи-исследования и задачи на доказательство.

· **Пример:** при решении задач на построение дискретных математических моделей обсуждать не только правильный ответ, но и различные способы решения (от перебора до формулы), анализировать причины возникновения неверных гипотез. Предлагать обучающимся самим составить аналогичную задачу с измененными условиями, чтобы понять структуру модели и научиться переносить известные методы на новые ситуации.

2. Усиление практической составляющей в обучении решению текстовых задач

· **Рекомендация:** для преодоления трудностей с задачами на смеси и сплавы (задание 20) использовать визуализацию и «опорные» схемы. Учить обучающихся табличному методу оформления условий, где строки – это компоненты смеси, а столбцы – масса, процент/доля и масса вещества.

· **Пример:** ввести в урок «задачи без чисел», где нужно лишь описать процесс и обозначить переменные, что развивает навык формализации условия. Обязательно приучать к проверке ответа на реалистичность.

3. Работа над математической грамотностью и пониманием прочитанного

· **Рекомендация:** обратить внимание на навыки смыслового чтения в задачах с физическим контекстом (задание 11). Часто ошибки возникают не из-за незнания формул, а из-за неверного прочтения условия (например, путаница радиуса и диаметра, или объема детали и объема цилиндра).

· **Пример:** при решении геометрических задач с практическим содержанием предлагать обучающимся выполнять краткий чертеж (эскиз) и подписывать на нем все известные величины перед тем, как приступить к вычислениям. Это помогает перевести абстрактный текст в наглядную геометрическую модель и развивает пространственное мышление.

4. Развитие самоконтроля и самопроверки на уровне «эксперта»

· **Рекомендация:** учить обучающихся применять методы «прикидки» результата. Для задания 18 – подстановка крайних точек из полученного промежутка в исходное неравенство для проверки. Для задания 20 – проверка того, что полученная концентрация лежит между концентрациями исходных растворов. Это позволит им самостоятельно находить и исправлять свои ошибки, не дожидаясь проверки учителем.

5. Использование «карты дефицитов» для точечной работы

· **Рекомендация:** для каждого обучающегося из группы высокого уровня рекомендуется вести индивидуальный трекер ошибок. В него следует заносить не просто тему ошибки, а конкретный когнитивный барьер: например, «не учел область определения логарифма» или «перепутал массу раствора и чистого вещества». Это позволит учителю и ученику организовать адресную работу по ликвидации именно этих «точек роста».

Раздел 3. Рекомендации администрации ОО, ИПК/ИРО, иным организациям, реализующим программы профессионального развития учителей по совершенствованию преподавания учебного предмета

На основе проведенного анализа выполнения заданий КИМ по математике базового уровня и выявленных типичных дефицитов в подготовке школьников всех групп (отметки «2», «3», «4», «5») сформулированы следующие практические рекомендации для организаций, осуществляющих управление и методическое сопровождение образовательной деятельности в Иркутской области.

3.1. Рекомендуемые темы для обсуждения / обмена опытом на школьных методических объединениях учителей-предметников, в том числе по трансляции эффективных педагогических практик ОО со стабильно высокими результатами ЕГЭ

1. Система работы со слабоуспевающими обучающимися (группа риска получения отметки «2»)

- **Тема:** «Эффективные приемы формирования вычислительных навыков и базовых геометрических представлений у обучающихся с низкой математической подготовкой».

- **Вопросы для обсуждения:**

- Организация систематического повторения материала 5–9-х классов (арифметические действия с рациональными числами, решение линейных и квадратных уравнений, базовые геометрические факты).

- Использование пошаговых инструкций, опорных схем и чек-листов при решении типовых заданий (задания 1, 2, 3, 4, 7, 8, 14, 15).

- Формирование навыков самопроверки через прикидку результата и оценку его реалистичности (например, проверка того, что катет не может быть больше гипотенузы, концентрация смеси лежит между концентрациями исходных растворов).

2. Подготовка обучающихся, претендующих на отметку «4» и «5»

- **Тема:** «Методика обучения решению нестандартных текстовых и геометрических задач с практическим содержанием».

- **Вопросы для обсуждения:**

- Формирование навыков построения математических моделей для задач на смеси, сплавы, проценты и дискретные процессы.

- Развитие пространственного мышления при решении стереометрических задач с физическим смыслом.

- Отработка алгоритмов решения логарифмических неравенств с акцентом на понимание монотонности функции в зависимости от основания.

- Применение признаков делимости и комбинаторных методов при решении задач на построение чисел с заданными свойствами.

3. Трансляция эффективных педагогических практик

- **Тема:** «Опыт школ-лидеров: система подготовки выпускников к ЕГЭ по математике базового уровня».

- **Основание для обсуждения:** По данным отчета, пять школ стабильно входят в перечень ОО с высокими результатами два года подряд (МОУ Лицей г. Черемхово, МБОУ Заларинская СОШ № 1, МБОУ «Гимназия № 1 имени А. А. Иноземцева» (г. Братск), МБОУ г. Иркутска СОШ № 57, МБОУ г. Иркутска лицей № 3).

- **Форматы работы:** мастер-классы, открытые уроки, семинары-практикумы с приглашением учителей данных ОО, демонстрация методических материалов и диагностических работ, используемых в школах-лидерах.

- **Ключевые вопросы:**

- Как организована работа с высокомотивированными обучающимися?

- Какие формы работы с текстовыми задачами и геометрическим материалом используются?

- Как построена система текущего и промежуточного контроля, позволяющая выявлять дефициты на ранних этапах?

4. Межпредметные связи и практическая направленность обучения математике

- **Тема:** «Интеграция знаний из курса физики и математики при решении практико-ориентированных задач».

- **Вопросы для обсуждения:**

- Использование задач на объем вытесненной жидкости, расчет расхода топлива, экономические расчеты.

- Формирование у обучающихся умения переводить условие практической задачи на язык математики и интерпретировать полученный результат.

5. Организация дифференцированной работы в условиях роста доли участников из СОШ

- **Тема:** «Особенности организации обучения математике на базовом уровне в школах с массовым контингентом обучающихся».

- **Основание для обсуждения:** Анализ данных таблицы 2-4 показывает устойчивый рост доли участников ЕГЭ по математике базового уровня из СОШ: с 78,0% в 2024 году до 80,4% в 2026 году. Это свидетельствует о том, что основная масса выпускников, сдающих экзамен, – обучающиеся общеобразовательных школ, для которых базовый уровень является необходимым для получения аттестата.

- **Вопросы для обсуждения:**

- Как организовать преподавание математики в 10–11-х классах СОШ с учетом того, что основная задача – обеспечить освоение содержания базового уровня, гарантирующее получение аттестата?

- Какие формы работы наиболее эффективны для формирования у обучающихся устойчивых предметных умений в рамках базового уровня?

- Как организовать индивидуальную работу с высокомотивированными обучающимися в условиях, когда основное внимание уделяется освоению содержания базового уровня?

- Опыт школ, успешно сочетающих базовую подготовку с индивидуальными образовательными маршрутами для сильных учеников.

3.2. Рекомендуемые ИПК/ИРО, иным организациям, реализующим программы профессионального развития учителей, направления повышения квалификации (в форме курсов, отдельных мероприятий, консультаций и т. п.) с учетом выявленных дефицитов предметной подготовки

На основе выявленных дефицитов всех групп обучающихся рекомендуется организовать повышение квалификации учителей математики (не только выпускных классов, но и учителей 5–9-х классов, так как именно на этом этапе закладывается база) по следующим направлениям:

1. Методика формирования вычислительной культуры и базовых математических умений в основной школе

· **Актуальность:** Обучающиеся, получившие отметку «2», демонстрируют крайне низкий уровень арифметической подготовки: ошибки в действиях с обыкновенными и десятичными дробями, непонимание алгоритмов решения простейших уравнений и применения формул (задания 1, 4, 14, 17).

· **Содержание курса:**

- Приемы систематизации и повторения материала 5–9-х классов.
- Технологии формирования устойчивых вычислительных навыков.
- Использование опорных схем и алгоритмов для решения типовых заданий.
- Способы работы с геометрической терминологией и базовыми теоремами (теорема Пифагора, формулы площадей и объемов).

2. Методика обучения решению текстовых задач (включая задачи с практическим содержанием)

· **Актуальность:** Системные ошибки допускаются участниками всех групп при решении заданий 20 и 21 (смеси, сплавы, дискретные модели), что свидетельствует о недостаточном владении методом математического моделирования.

· **Содержание курса:**

- Технология обучения составлению уравнений и построению математических моделей.
- Использование табличного метода при решении задач на смеси и сплавы.
- Методика работы с задачами на логику и комбинаторику (дискретные модели, перебор вариантов).
- Формирование навыка самоконтроля через проверку ответа на реалистичность.

3. Методика преподавания стереометрии и развития пространственного мышления

· **Актуальность:** Задания 11 и 13 (стереометрические задачи) демонстрируют низкие результаты даже у группы, получившей отметку «4» (30,8% и 59,9% соответственно), а у группы «5» задание 11 выполняется лишь на 72,5%. Основные причины – непонимание физического смысла, незнание терминологии, слабое пространственное воображение.

· **Содержание курса:**

- Использование моделирования (бумага, картон, цифровые инструменты) при изучении стереометрии.

- Методика решения задач на вписанные и описанные фигуры, нахождение объемов и площадей поверхностей.
- Интеграция физических и математических знаний при решении задач с практическим содержанием.
- Обучение построению чертежей-схем как этапу решения стереометрической задачи.

4. Углубленное изучение свойств элементарных функций (решение уравнений и неравенств)

· **Актуальность:** задание 18 (логарифмические неравенства) выполняется на 71,1% в группе «5» и на 31,2% в группе «4», что указывает на формальное применение алгоритмов без понимания свойств функции.

· Содержание курса:

- Методика преподавания темы «Логарифмическая функция» на уровне понимания, а не запоминания.
- Приемы решения неравенств с учетом области определения и монотонности функции.
- Формирование навыка самопроверки через подстановку граничных значений.

5. Организация адресной методической помощи школам с низкими образовательными результатами (ШНОР)

· **Актуальность:** семь школ стабильно входят в перечень аутсайдеров два года подряд, в одной из них (МБОУ «О(С)ОШ № 1» г. Братска) доля двоечников выросла до 38,5%.

· Форматы работы:

- Индивидуальные консультации для управленческих команд и учителей ШНОР.
- Организация стажировок на базе школ-лидеров.
- Разработка антирисковых программ и дорожных карт для каждой ШНОР с учетом специфики выявленных дефицитов.
- Мониторинг эффективности принимаемых мер и своевременная коррекция планов.

6. Организация адресной методической помощи муниципальным образованиям с низкими результатами ЕГЭ по математике базового уровня

Анализ территориальных результатов (таблица 2-10) показывает, что наиболее низкие результаты в 2026 году зафиксированы в следующих муниципальных образованиях:

- Усть-Удинский муниципальный округ (16,1% двоечников);

- Жигаловский муниципальный округ (13,8% двоечников);
- Ольхонский муниципальный район (12,0% двоечников).

Указанные муниципальные образования нуждаются в адресной методической поддержке со стороны региональных и муниципальных организаций развития образования.

Рекомендуется:

ИРО и муниципальным методическим службам:

- **Включить указанные МО в план адресной методической работы.** Рекомендуется разработать для каждого из перечисленных муниципальных образований индивидуальные программы методической поддержки с учетом специфики выявленных дефицитов.

- **Организовать выездные методические мероприятия («Академические десанты»)** на базе образовательных организаций Усть-Удинского, Жигаловского и Ольхонского муниципальных образований с участием экспертов РПК и региональных методистов. В рамках таких мероприятий провести анализ типичных ошибок, консультации для учителей и управленческих команд, мастер-классы по эффективным методикам преподавания.

- **Организовать стажировки учителей из указанных МО на базе школ-лидеров из муниципальных образований со стабильно высокими результатами** (г. Тулун, г. Усть-Илимск, Шелеховский район). Это позволит педагогам познакомиться с эффективными практиками организации учебного процесса и системой работы с разными группами обучающихся.

- **Организовать повышение квалификации для учителей математики из указанных МО.** Рекомендуется разработать программы повышения квалификации, направленные на устранение дефицитов, выявленных по результатам анализа ЕГЭ, с акцентом на методику работы со слабоуспевающими обучающимися и формирование базовых математических умений.

Органам управления образованием муниципального уровня:

- **Провести анализ причин низких результатов на муниципальном уровне.** Рекомендуется провести детальный анализ результатов ЕГЭ по каждой школе, выявить системные проблемы (кадровые, методические, организационные) и разработать муниципальные планы мероприятий по повышению качества математического образования.

- **Организовать муниципальный мониторинг качества математического образования.** Рекомендуется проводить регулярные диагностические работы в 10–11-х классах и анализировать их результаты для своевременной коррекции образовательного процесса.

7. Трансляция эффективных практик муниципальных образований со стабильно высокими результатами

По данным анализа, стабильно высокие результаты на протяжении трех лет подряд демонстрируют следующие муниципальные образования: г. Тулун, г. Усть-Илимск и Шелеховский район. Это свидетельствует о наличии в данных территориях эффективных муниципальных систем управления качеством образования. Рекомендуется:

ИРО и муниципальным методическим службам:

- **Организовать стажировочные площадки на базе школ-лидеров указанных МО.** Рекомендуется создать стажировочные площадки на базе школ г. Тулуна, г. Усть-Илимска и Шелеховского района для учителей математики из муниципальных образований с низкими результатами.

- **Провести серию методических семинаров с трансляцией опыта.** Рекомендуется организовать региональные и межмуниципальные семинары-практикумы, на которых педагоги и управленческие команды школ-лидеров представят эффективные практики организации образовательного процесса, методики работы с разными группами обучающихся и систему внутришкольного мониторинга качества.

- **Подготовить и распространить методические материалы.** Рекомендуется обобщить опыт школ-лидеров и подготовить методические рекомендации для учителей и администраций школ других муниципальных образований.

8. Организация адресной методической помощи школам, стабильно демонстрирующим низкие результаты ЕГЭ по математике базового уровня

Анализ перечней ОО с низкими результатами за 2025 и 2026 годы выявил образовательные организации, которые сохраняют свои позиции в перечне аутсайдеров на протяжении нескольких лет:

1. МОУ Усть-Ордынская ВСОШ (МО «Эхирит-Булагатский район»)
2. МБОУ г. Иркутска ЦО № 10
3. МБОУ «О(С)ОШ № 1» (г. Братск)

4. МБОУ г. Иркутска ВСОШ № 1
5. МОУ ИРМО «Грановская СОШ» (Иркутский муниципальный округ)
6. МКОУ СОШ № 2 г. Тайшета (Тайшетский муниципальный округ)
7. МКОУ СОШ № 10 г. Нижнеудинск (МО «Нижнеудинский район»)

Особую тревогу вызывает МБОУ «О(С)ОШ № 1» (г. Братск) – единственная школа, где доля двоечников выросла в 2026 году по сравнению с 2025 годом (с 33,3% до 38,5%), что требует безотлагательного вмешательства со стороны муниципальных органов управления образованием.

С учетом выявленной проблемы предлагаются следующие адресные рекомендации:

ИРО, муниципальным методическим службам, иным организациям, реализующим программы профессионального развития учителей:

- **Включить указанные школы в план адресной методической работы.** Рекомендуется разработать для каждой из перечисленных школ индивидуальные программы методической поддержки с учетом специфики выявленных дефицитов и типа образовательной организации (вечерние школы, школы в сельской местности и т. п.).
- **Организовать выездные методические мероприятия («Академические десанты»)** на базе указанных школ с участием экспертов РПК и региональных методистов. В рамках таких мероприятий провести анализ типичных ошибок, консультации для учителей и управленческих команд, мастер-классы по эффективным методикам преподавания.
- **Организовать стажировки учителей из указанных школ на базе школ-лидеров** (в том числе из числа школ, стабильно входящих в перечень ОО с высокими результатами). Это позволит педагогам познакомиться с эффективными практиками организации учебного процесса и системой работы с разными группами обучающихся.
- **Организовать повышение квалификации для учителей математики из указанных школ.** Рекомендуется разработать индивидуальные программы повышения квалификации, направленные на устранение профессиональных дефицитов, выявленных по результатам анализа ЕГЭ, с акцентом на методику работы со слабоуспевающими обучающимися и формирование базовых математических умений.
- **Организовать мониторинг эффективности принимаемых мер.** Рекомендуется организовать систематический мониторинг динамики результатов указанных школ по итогам оценочных процедур (ВПР, ОГЭ, ЕГЭ), а также промежуточный контроль выполнения программ повышения качества математического образования.

Органам управления образованием муниципального уровня:

- **Осуществлять персональное сопровождение школ.** Рекомендуется закрепить за каждой из указанных школ муниципального методиста для оказания систематической методической поддержки. Особое внимание уделить МБОУ «О(С)ОШ № 1» (г. Братск), где доля двоечников выросла до 38,5%, – для этой школы разработать безотлагательный план мероприятий по стабилизации ситуации.

- **Обеспечить контроль за реализацией программ повышения качества математического образования.** Рекомендуется осуществлять регулярный контроль за выполнением программ и дорожных карт школ, предусмотрев механизмы ответственности за достижение целевых показателей.

- **Провести анализ кадровой ситуации в указанных школах.** Рекомендуется оценить уровень квалификации учителей математики, работающих в этих школах, и при необходимости организовать их замену или дополнительное обучение.

9. Организация работы с высокомотивированными обучающимися

Анализ динамики результатов ЕГЭ по математике базового уровня показывает, что доля отметок «5» в 2026 году (31,5%) ниже уровня 2024 года (34,8%). Это свидетельствует о необходимости усиления работы с высокомотивированными обучающимися, направленной на формирование устойчивых предметных умений и развитие математического мышления. С учетом выявленной проблемы предлагаются следующие рекомендации:

Администрации и учителям образовательных организаций:

- **Организовать систему работы с высокомотивированными обучающимися.** Рекомендуется разработать и реализовать систему работы с обучающимися, демонстрирующими высокий уровень математической подготовки, включающую:

- выявление и сопровождение таких обучающихся на всех уровнях образования (5–11-е классы);
- разработку индивидуальных образовательных маршрутов, предусматривающих углубленное изучение математики, решение нестандартных и олимпиадных задач;
- организацию участия в олимпиадах, конкурсах, интеллектуальных соревнованиях по математике.

· **Использовать разнообразные формы работы с высокомотивированными обучающимися.** Рекомендуется наряду с урочной деятельностью использовать:

- факультативные и элективные курсы по математике;
- проектную и исследовательскую деятельность;
- дистанционные образовательные программы, в том числе на базе Образовательного центра «Сириус»;
- профильные смены, олимпиадные школы, интенсивные курсы по математике.

· **Организовать индивидуальную работу по ликвидации «точечных» дефицитов.** Рекомендуется вести «карту дефицитов» для каждого высокомотивированного обучающегося, фиксируя типичные ошибки и организуя адресную работу по их устранению.

Муниципальным методическим службам и ИРО:

· **Организовать специальные мероприятия для работы с высокомотивированными обучающимися.** Рекомендуется проведение профильных смен, олимпиадных школ, интенсивных курсов по математике, направленных на углубление предметных знаний и развитие математической культуры.

· **Организовать повышение квалификации учителей по вопросам работы с высокомотивированными обучающимися.** Рекомендуется разработать программы повышения квалификации, направленные на совершенствование методики работы с одаренными детьми, включая:

- методы решения нестандартных и олимпиадных задач;
- организацию проектной и исследовательской деятельности по математике;
- способы выявления и развития математической одаренности.

· **Транслировать опыт школ с высокими результатами.** Рекомендуется организовать стажировки и мастер-классы на базе школ, стабильно демонстрирующих высокие результаты (МОУ Лицей г. Черемхово, МБОУ Заларинская СОШ № 1, МБОУ «Гимназия № 1 имени А. А. Иноземцева» (г. Братск), МБОУ г. Иркутска СОШ № 57, МБОУ г. Иркутска лицей № 3) для распространения эффективных практик работы с высокомотивированными обучающимися.

Органам управления образованием муниципального уровня:

· **Включить работу с высокомотивированными обучающимися в муниципальные планы мероприятий по повышению качества математического образования.** Рекомендуется предусмотреть в планах конкретные

мероприятия, направленные на выявление, сопровождение и развитие математической одаренности обучающихся, а также систему мониторинга эффективности данной работы.

- **Организовать муниципальные олимпиады и конкурсы по математике.** Рекомендуются проводить муниципальные мероприятия, направленные на выявление и поддержку талантливых школьников, создавая условия для их дальнейшего развития.

10. Создание регионального банка видеоразборов сложных тем

Анализ результатов ЕГЭ по математике базового уровня показывает, что обучающиеся и учителя испытывают потребность в качественных видеоразборах тем, вызывающих наибольшие затруднения (задачи на смеси и сплавы, задачи на делимость, геометрические задачи). С учетом этого рекомендуется:

ИРО и муниципальным методическим службам:

- **Создать региональный банк эталонных видеоразборов** заданий по темам, вызывающим наибольшие затруднения у обучающихся:

- текстовые задачи на смеси, сплавы, проценты;
- задачи на применение признаков делимости и построение чисел с заданными свойствами;
- стереометрические задачи с физическим смыслом (объем вытесненной жидкости);
- задачи на построение дискретных математических моделей.

- **Привлечь к записи видеоразборов экспертов РПК и учителей школ-лидеров** для обеспечения высокого качества материалов и соответствия актуальным требованиям.

- **Обеспечить доступ к банку видеоразборов** всем учителям и обучающимся через портал ИРО или муниципальные образовательные платформы.

3.3. Рекомендации по другим направлениям

1. Рекомендации для муниципальных органов управления образованием

- Усилить контроль за реализацией муниципальных планов мероприятий по повышению качества математического образования, особенно в части работы со школами, стабильно демонстрирующими низкие результаты.

- Организовать систему адресного методического сопровождения учителей, работающих в вечерних школах и образовательных центрах, где доля двоечников остается высокой (вечерние СОШ – 24,8% двоечников).
- Проводить анализ результатов оценочных процедур (ВПР, ОГЭ, ЕГЭ) для выявления профессиональных дефицитов учителей и организации курсов повышения квалификации.

2. Рекомендации для администрации образовательных организаций

- Включить в школьные планы мероприятий по повышению качества математического образования системную работу по развитию метапредметных умений: смысловое чтение, моделирование, самоконтроль, рефлексия.
- Организовать на уровне школы «вертикальное» методическое сопровождение: учителя начальной школы – учителя математики 5–9-х классов – учителя старших классов – для преемственности в формировании математической грамотности.
- Создать условия для участия учителей математики в стажировочных площадках на базе школ-лидеров, а также в программах повышения квалификации, направленных на устранение конкретных дефицитов, выявленных в ходе анализа результатов ЕГЭ.
- Внедрить систему внутреннего мониторинга качества математического образования, включающую регулярные диагностические работы и анализ их результатов на уровне учителя, методического объединения и администрации.

3. Рекомендации по работе с высокомотивированными обучающимися

- В целях восстановления доли отметок «5» до уровня 2024 года (34,8%) организовать системную работу с обучающимися, претендующими на высокие результаты, включающую решение нестандартных задач, участие в олимпиадах и конкурсах, дополнительные занятия по разделам, вызывающим наибольшие затруднения (задания 11, 18, 20, 21).
- Использовать индивидуальные образовательные маршруты для обучающихся с высоким уровнем подготовки, в том числе на основе ведения «карты дефицитов».

4. Рекомендации по развитию межпредметных связей

- На уровне региона и муниципалитетов организовать методические мероприятия для учителей математики и физики по вопросам интеграции знаний при решении практико-ориентированных задач. Это позволит преодолеть трудности, связанные с непониманием физического смысла задач (задание 11), и повысить уровень математической грамотности обучающихся.

5. Рекомендации по формированию навыков самоконтроля и рефлексии

- В рамках учебного процесса систематически использовать приемы, направленные на развитие самоконтроля: проверка ответа на реалистичность, подстановка найденного значения в условие задачи, «прикидка» порядка величины, решение обратной задачи.

- Рекомендовать обучающимся всех групп ведение индивидуальной тетради ошибок (или «карты дефицитов») для систематизации работы над ошибками и развития рефлексии собственной учебной деятельности.

6. Рекомендации по организации работы в СОШ с учетом роста доли участников базового уровня

Анализ данных таблицы 2-4 показывает устойчивый рост доли участников ЕГЭ по математике базового уровня из СОШ: с 78,0% в 2024 году до 80,4% в 2026 году. Это означает, что основная задача учителей математики в СОШ – обеспечить качественное освоение обучающимися содержания учебного предмета на базовом уровне, гарантирующее успешное прохождение государственной итоговой аттестации и получение аттестата. С учетом этого рекомендуется:

Администрации и учителям СОШ:

- **Сосредоточить внимание на освоении содержания базового уровня.** Учителю рекомендуется основное внимание уделять формированию устойчивых предметных умений, предусмотренных программой базового уровня: вычислительных навыков, умения решать текстовые задачи, применять базовые геометрические факты и алгоритмы. Это предполагает систематическое повторение материала 5–9-х классов и работу над типичными ошибками.

- **Организовать индивидуальную работу с высокомотивированными обучающимися.** Учителю рекомендуется выделять время для индивидуальных занятий с обучающимися, проявляющими повышенный интерес к математике, в рамках внеурочной деятельности или индивидуальных образовательных маршрутов. Это позволит не снижать общий уровень требований для сильных учеников, одновременно концентрируя основные усилия на освоении базового содержания основным контингентом.

- **Использовать дифференцированный подход при подборе заданий.** Для основной группы обучающихся предлагать задания базового уровня сложности; для высокомотивированных – дополнительные задания, выходящие за рамки обязательного минимума (в том числе из открытых банков заданий, олимпиадные задачи).

- **Проводить регулярные диагностические работы.** Это позволит своевременно выявлять обучающихся, испытывающих трудности в освоении предмета, и организовывать адресную работу по ликвидации дефицитов.

Муниципальным методическим службам:

- **Организовать методические семинары для учителей СОШ по вопросам работы с разными группами обучающихся.** Рекомендуется проведение семинаров-практикумов по темам: «Эффективные приемы формирования вычислительных навыков и решения текстовых задач», «Организация дифференцированного обучения на уроках математики в СОШ», «Индивидуальные образовательные маршруты для высокомотивированных обучающихся в условиях массовой школы».

- **Транслировать опыт школ, успешно сочетающих базовую подготовку с работой с сильными учениками.** Рекомендуется организовать стажировки на базе школ, где выстроена эффективная система работы с разными группами обучающихся (например, школы, стабильно входящие в перечень ОО с высокими результатами).

7. Рекомендации по работе с обучающимися, не преодолевающими минимальный порог, в различных типах образовательных организаций

Анализ данных таблицы 2-8 показывает, что доля участников, получивших отметку «2», варьируется в зависимости от типа образовательной организации. В лицеях, гимназиях и школах с углубленным изучением отдельных предметов доля таких участников невелика (0,6% и 1,2% соответственно), однако сам факт наличия выпускников, не преодолевших минимальный порог, в этих ОО требует внимания. Наиболее остро проблема стоит в вечерних школах (24,8% двоечников). С учетом этого рекомендуется:

Администрации и учителям лицеев, гимназий, школ с углубленным изучением отдельных предметов:

- **Провести анализ результатов каждого участника, получившего отметку «2».** Рекомендуется выявить причины неуспешности: недостаточный уровень базовой подготовки, отсутствие мотивации, пропуски занятий и т. п.

На основе анализа разработать адресные меры по ликвидации дефицитов, уделяя особое внимание отработке базовых вычислительных навыков и решению простейших текстовых задач.

- **Организовать систему раннего выявления обучающихся «группы риска» в классах с углубленным изучением.** Рекомендуется проводить регулярные диагностические работы, позволяющие на ранних этапах выявлять обучающихся, не справляющихся с программой повышенного уровня, и своевременно организовывать для них дополнительные занятия по ликвидации пробелов в базовых знаниях. Важно не допускать ситуации, когда обучающийся, не готовый к углубленному изучению, оказывается в таком классе и не осваивает даже базовый минимум.

Администрации и учителям вечерних СОШ:

- **Организовать систематическую диагностику уровня подготовки обучающихся на начальном этапе обучения в 10–11-х классах.** Рекомендуется проводить входное тестирование для выявления дефицитов базовой подготовки и формирования групп для коррекционных занятий.

- **Скорректировать рабочие программы с учетом реального уровня подготовки контингента.** Рекомендуется предусмотреть увеличение времени на повторение и отработку базовых тем (арифметические действия с числами, решение простейших уравнений и текстовых задач), а также использование пошаговых инструкций и опорных схем при выполнении заданий.

- **Организовать адресную работу с обучающимися, демонстрирующими стабильно низкие результаты.** Рекомендуется вести индивидуальные образовательные маршруты для таких обучающихся, предусматривающие дополнительные консультации и систематический контроль освоения базового минимума.

ИРО и муниципальным методическим службам:

- **Организовать повышение квалификации учителей вечерних школ.** Рекомендуется разработать программы повышения квалификации, направленные на совершенствование методики работы со слабоуспевающими обучающимися, включая приемы работы с мотивацией, использование пошаговых алгоритмов и опорных схем, формирование базовых вычислительных навыков.

- **Организовать методическую поддержку учителей, работающих в вечерних школах.** Рекомендуется проведение семинаров-практикумов, стажировок на базе школ с низкой долей двоечников, а также индивидуальных консультаций для учителей вечерних школ.

- **Организовать стажировки для учителей школ с углубленным изучением на базе школ, где доля двоечников отсутствует.** Рекомендуется обмен опытом по профилактике неуспеваемости, организации дифференцированной работы и раннему выявлению обучающихся «группы риска».

8. Рекомендации по организации работы в классах с углубленным изучением математики

Анализ данных таблицы 2-9 показывает, что 6,4% участников, изучавших математику на углубленном уровне, получили отметку «2» на ЕГЭ по математике базового уровня. Это свидетельствует о том, что наличие в школе классов с углубленным изучением предмета само по себе не гарантирует освоения даже базового содержания выпускниками. Кроме того, в группах с углубленным изучением доля двоечников (6,4%) оказалась выше, чем в группах с базовым изучением (5,1%). Указанная проблема требует системного пересмотра подходов к преподаванию и организации учебного процесса в таких классах. С учетом выявленной проблемы предлагаются следующие рекомендации:

Администрации ОО, имеющих классы с углубленным изучением математики:

- **Обеспечить объективный отбор в профильные классы.** Рекомендуется проводить отбор на основе не только желания обучающегося, но и объективных показателей его готовности: результатов ОГЭ по математике, участия в олимпиадах и конкурсах, результатов входного тестирования, а также успеваемости по математике в 8–9-х классах. Это позволит снизить риск включения в углубленный класс обучающихся, которые не смогут освоить программу повышенного уровня и при этом не овладеют базовым содержанием.

- **Организовать внутриклассную уровневую дифференциацию.** Рекомендуется создать условия для реализации уровневой дифференциации внутри классов с углубленным изучением математики. Для этого необходимо предусмотреть:

- разработку индивидуальных образовательных маршрутов для обучающихся, испытывающих трудности с освоением программы углубленного уровня, включающих изучение отдельных тем на базовом уровне с последующей коррекцией дефицитов;

- выделение дополнительных часов для индивидуальных и групповых консультаций по ликвидации пробелов в базовых знаниях (арифметические действия с числами, решение простейших уравнений, базовые геометрические факты);

- систему текущего контроля, позволяющую своевременно выявлять обучающихся «группы риска» внутри углубленного класса.

- **Организовать систематический мониторинг качества подготовки в углубленных классах.** Рекомендуется проводить систематические диагностические работы, начиная с 10-го класса, с последующим детальным анализом результатов на уровне школы. Результаты диагностик должны рассматриваться на заседаниях педагогических советов и школьных методических объединений, а для каждого обучающегося, демонстрирующего результаты ниже ожидаемых, должен разрабатываться план коррекционных мероприятий.

- **Организовать методическую поддержку учителей, работающих в углубленных классах.** Рекомендуется создать систему методической поддержки учителей, работающих в углубленных классах, включающую взаимопосещение уроков, обмен опытом на заседаниях ШМО, а также направление учителей на курсы повышения квалификации по вопросам работы с разноуровневыми группами обучающихся и профилактики неуспеваемости.

ИРО, муниципальным методическим службам, иным организациям, реализующим программы профессионального развития учителей:

- **Разработать и реализовать программы повышения квалификации для учителей, работающих в классах с углубленным изучением математики.** Рекомендуется разработать специальные программы повышения квалификации, направленные на совершенствование методики работы в классах с углубленным изучением математики, с акцентом на:

- методику уровневой дифференциации и разработки индивидуальных образовательных маршрутов внутри углубленного класса;

- способы диагностики и ликвидации предметных дефицитов у обучающихся, не справляющихся с программой повышенного уровня;

- методы мотивации и вовлечения в учебный процесс слабоуспевающих обучающихся в классах с высокими образовательными требованиями.

- **Организовать стажировочные площадки на базе школ с успешным опытом работы в углубленных классах.** Рекомендуется создать стажировочные площадки на базе школ, демонстрирующих стабильно высокие

результаты в углубленных классах (отсутствие двоечников на базовом экзамене), для трансляции эффективных педагогических практик.

- **Организовать методические семинары по вопросам работы с углубленными классами.** Рекомендуется проводить региональные и муниципальные семинары-практикумы по темам: «Профилактика неуспеваемости в классах с углубленным изучением математики», «Индивидуальные образовательные маршруты как средство повышения качества подготовки в углубленных классах», «Способы выявления и ликвидации дефицитов у обучающихся углубленных классов».

Органам управления образованием муниципального уровня:

- **Организовать мониторинг эффективности работы углубленных классов на муниципальном уровне.** Рекомендуется включить в систему оценки качества образования анализ результатов государственной итоговой аттестации по математике обучающихся углубленных классов, в том числе мониторинг доли участников, получивших отметку «2» на экзамене базового уровня.

- **Разработать критерии эффективности профильного обучения.** Рекомендуется при оценке деятельности школ с углубленным изучением математики учитывать не только долю высокобалльников на профильном экзамене, но и долю обучающихся, не освоивших базовое содержание (получивших отметку «2» на базовом экзамене). Это будет стимулировать администрацию школ к более адресной работе с данной категорией обучающихся.

9. Рекомендации по организации работы с родителями обучающихся

Анализ результатов ЕГЭ по математике базового уровня показывает, что одним из факторов, влияющих на успешность освоения предмета, является уровень вовлеченности родителей в образовательный процесс. Родители часто не понимают структуру экзамена, не могут контролировать выполнение домашних заданий и не знают, как помочь ребенку. С учетом этого рекомендуется:

Администрации и учителям образовательных организаций:

- **Организовать серию родительских лекториев** по вопросам организации образовательного процесса и подготовки к государственной итоговой аттестации с демонстрацией типовых заданий, разбором типичных ошибок,

рекомендациями по режиму и психологической поддержке. Рекомендуется проводить такие мероприятия с привлечением школьных психологов и классных руководителей.

- **Разработать памятки для родителей с краткими алгоритмами решения базовых заданий**, рекомендациями по организации режима дня и психологической поддержке ребенка в период подготовки к экзаменам.

- **Проводить индивидуальные консультации для родителей обучающихся «группы риска»** по вопросам текущей успеваемости и способов помощи ребенку в освоении предмета.

- **Знакомить родителей со структурой экзамена** (различия между базовым и профильным уровнями, требования к уровню подготовки), чтобы они могли осознанно поддерживать выбор ребенка.

Муниципальным методическим службам и ИРО:

- **Организовать разработку и распространение методических материалов для родителей** (памятки, видеоинструкции, рекомендации) на муниципальном и региональном уровнях.

- **Провести серию вебинаров для родителей с участием экспертов РПК**, психологов и педагогов по вопросам психологической поддержки и организации образовательного процесса.

10. Рекомендации по материально-техническому обеспечению преподавания геометрии

Анализ результатов выполнения геометрических заданий по математике базового уровня показывает, что одной из причин низких результатов является недостаточное развитие пространственного мышления обучающихся, что связано в том числе с отсутствием наглядных пособий и моделей. В условиях, когда черчение исключено из школьной программы, особое значение приобретает использование геометрических моделей и цифровых инструментов. С учетом этого рекомендуется:

Органам управления образованием муниципального уровня и администрации ОО:

- Оснастить школы (в первую очередь ШНОР и школы с низкими результатами по геометрии) комплектами геометрических моделей (тела, сечения, развертки) для использования на уроках и внеурочных занятиях.

- Рассмотреть возможность приобретения 3D-принтеров для печати геометрических моделей в рамках региональных программ модернизации образования.

- Организовать централизованное обеспечение школ цифровыми инструментами (GeoGebra, «Математический конструктор») для визуализации геометрических объектов и их свойств.

ИРО:

- Включить вопросы использования геометрических моделей и цифровых инструментов в программы повышения квалификации учителей математики.

- Создать банк методических материалов по использованию 3D-моделирования в преподавании геометрии.

Специалисты, привлекаемые к подготовке методических рекомендаций на основе результатов ЕГЭ по учебному предмету

<i>Фамилия, имя, отчество</i>	<i>Место работы, должность, ученая степень, ученое звание, принадлежность специалиста (к региональным организациям развития образования, к региональным организациям повышения квалификации работников образования, пр.)</i>
Гаер Максим Александрович	доцент кафедры теории вероятностей и дискретной математики Института математики и информационных технологий Иркутского государственного университета, кандидат технических наук, доцент
Зенцов Андрей Григорьевич	учитель математики РЖД лицея № 14 (г. Иркутск)
Лапшина Елена Сергеевна	доцент кафедры математики и методики обучения математике Педагогического института Иркутского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент
Бычкова Ольга Ивановна	доцент кафедры математики и методики обучения математике Педагогического института Иркутского государственного университета, кандидат педагогических наук, доцент
Агаркова Людмила Алексеевна	ЧОУ «РЖД лицей № 14», г. Иркутск, учитель
Брель Лидия Петровна	ЧОУ «РЖД лицей № 14», г. Иркутск, учитель
Малакичев Артем Олегович	МАОУ Лицей ИГУ города Иркутска, учитель
Марков Сергей Николаевич	МБОУ города Иркутска гимназия № 1, учитель
Осипенко Лариса Анатольевна	ФГБОУ ВО ИГУ, доцент кафедры теории вероятностей и дискретной математики
Орлов Сергей Сергеевич	Педагогический институт ФГБОУ ВО ИГУ, доцент кафедры математики и методики обучения математике
Шварева Людмила Викторовна	МБОУ «СОШ № 10», г. Ангарск, учитель