

# Итоги ЕГЭ по физике 2022

Артёмова Татьяна Константиновна,  
к.ф.-м.н., доцент,  
председатель региональной предметной комиссии  
ЕГЭ по физике в Ярославской области

# **Статистические итоги ЕГЭ-2022**

# Уменьшение числа участников ЕГЭ по физике

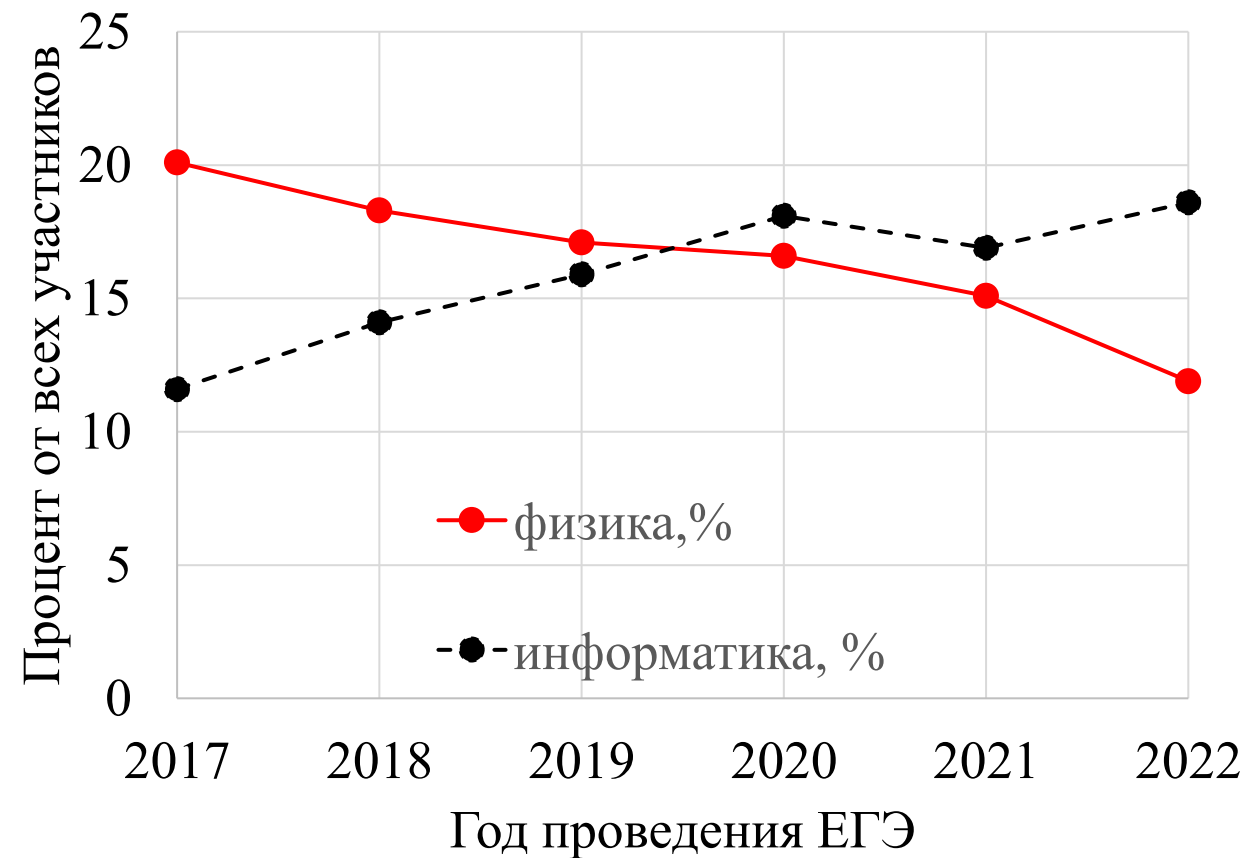
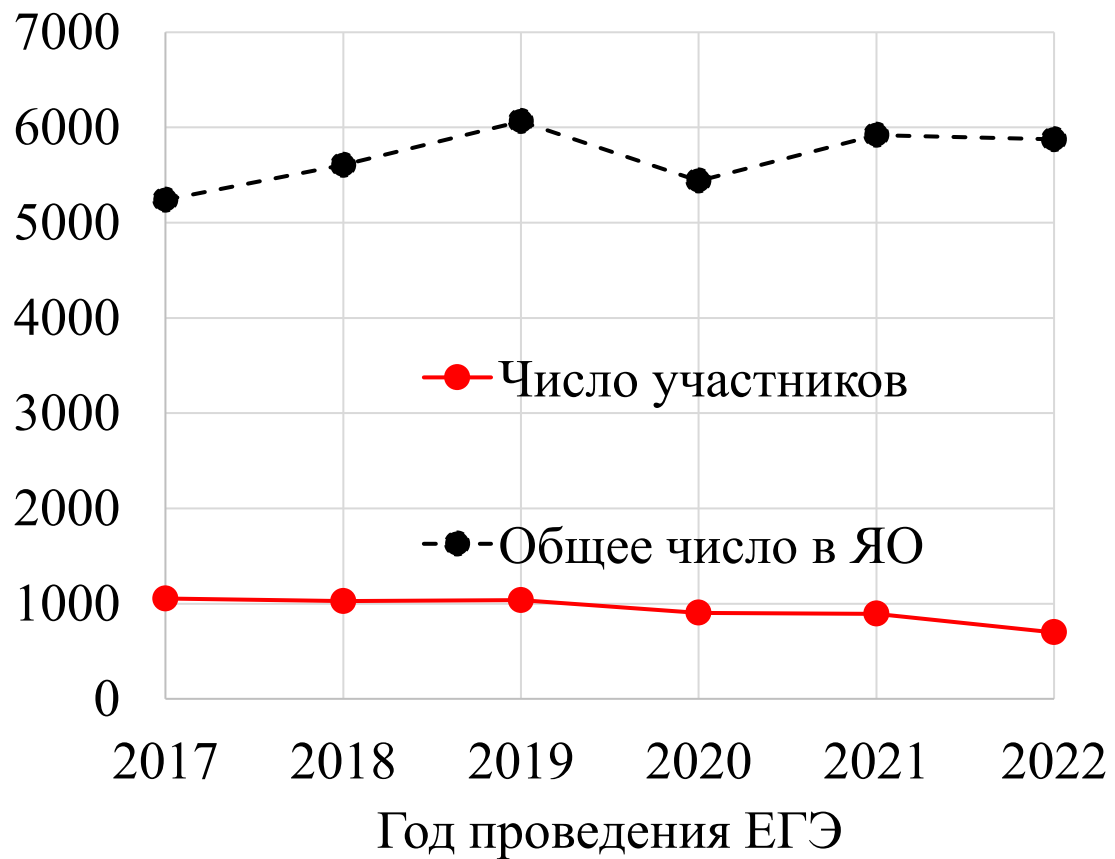
## В Ярославской области

2020		2021		2022	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
903	16,6	894	15,1	699	11,9

## В городе Ярославле

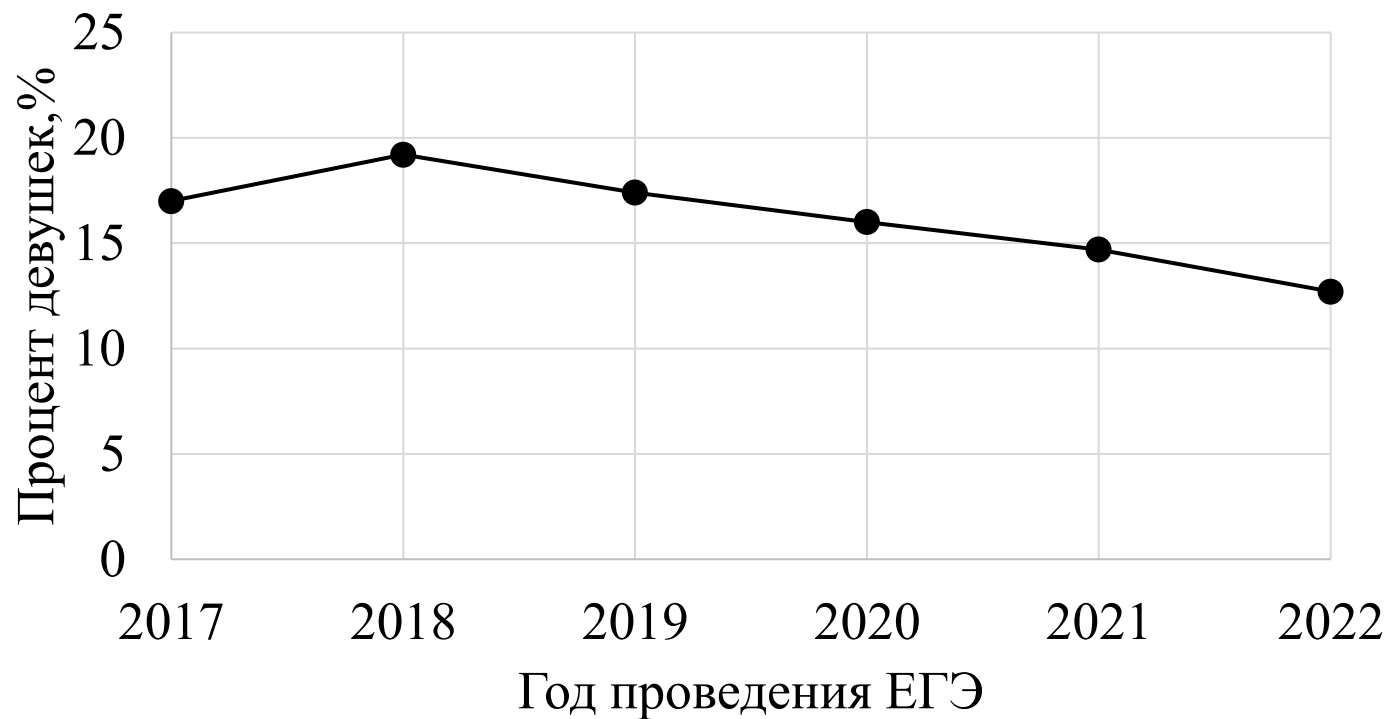
2020		2021		2022	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
456	50,5	436	48,77	289	41,34

# Уменьшение числа участников ЕГЭ по физике за последние 6 лет



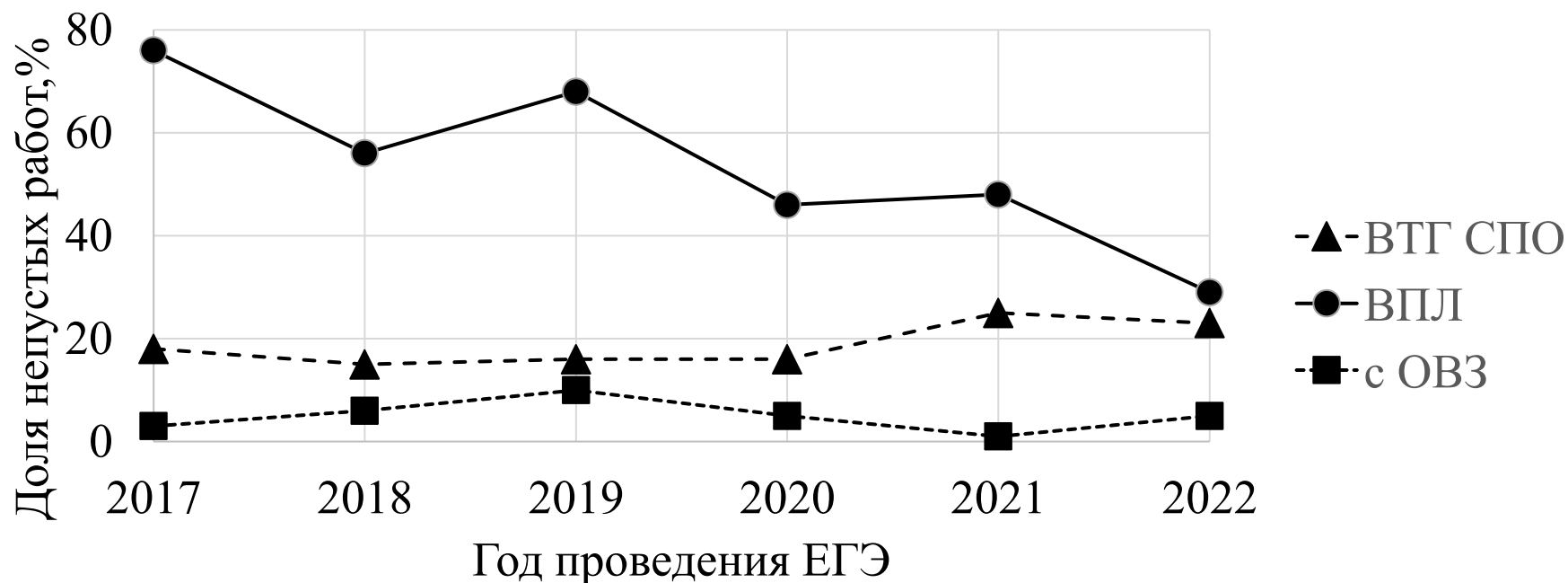
# Уменьшение числа девушек - участников ЕГЭ по физике

2020		2021		2022	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
144	16,0	131	14,7	89	12,7

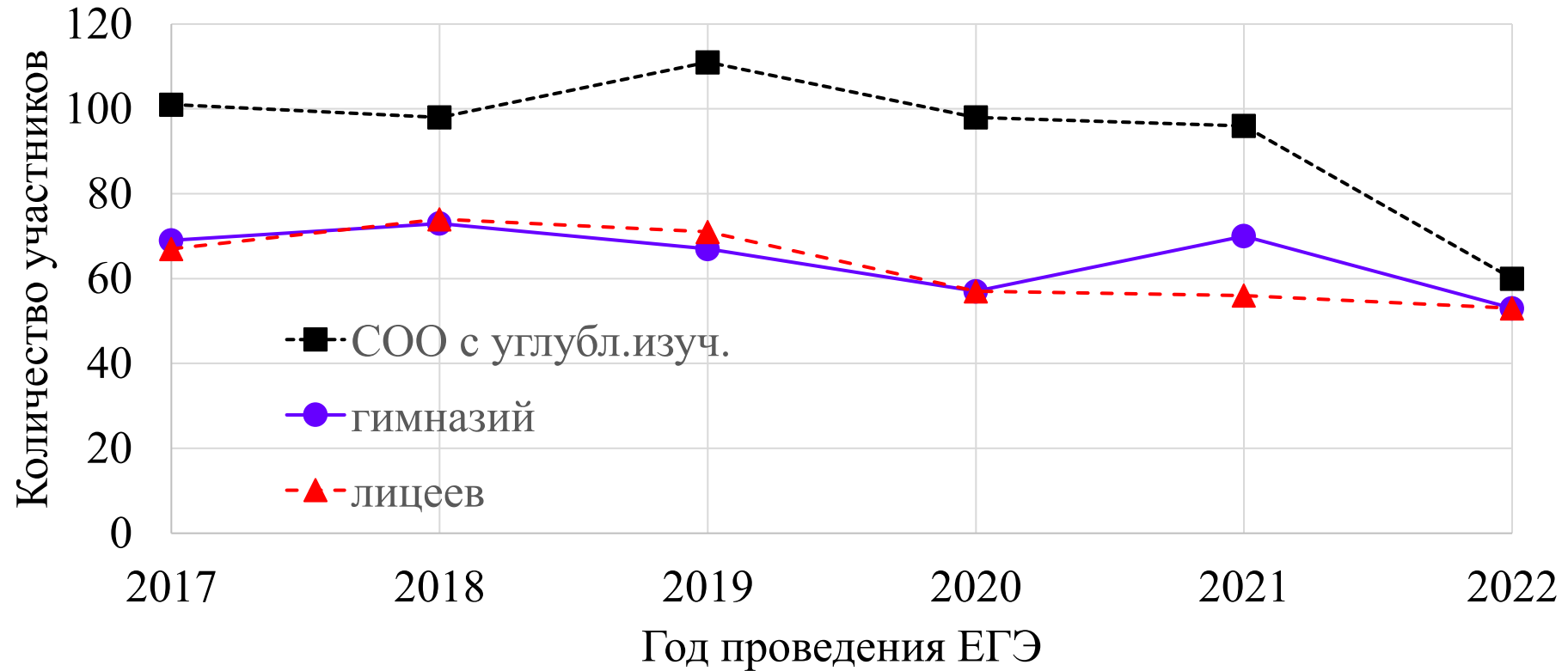


# Статистика по категориям участников

Учебный год	2020	2021	2022
Всего участников ЕГЭ по предмету	903	894	699
– выпускников текущего года СОО	841	821	646
– выпускников текущего СПО	16	25	2
– выпускников прошлых лет	46	48	28
– участников с ОВЗ	5	1	5



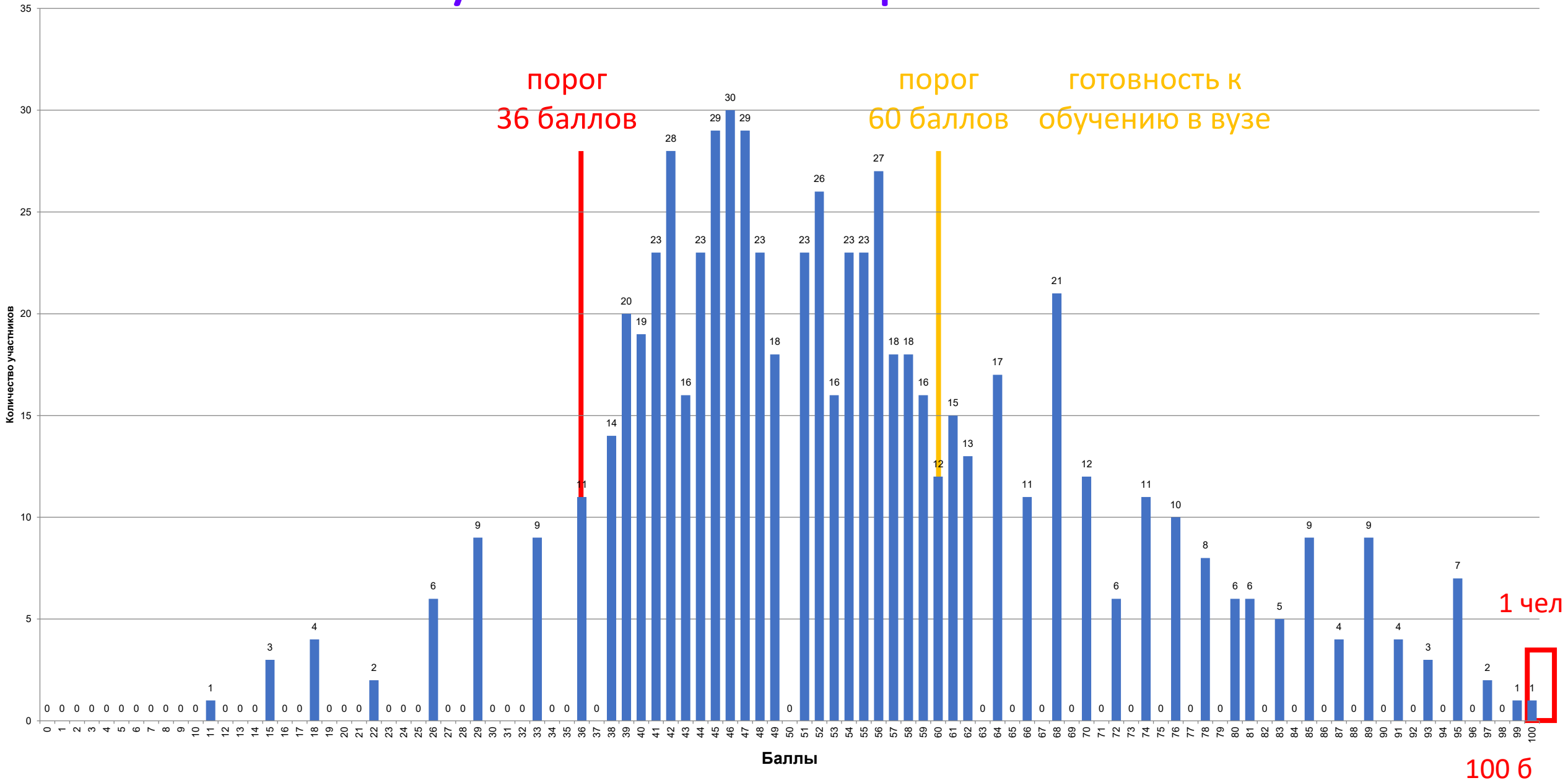
# По типам образовательных организаций



**Выбор физики  
выпускниками  
базовых школ РАН**

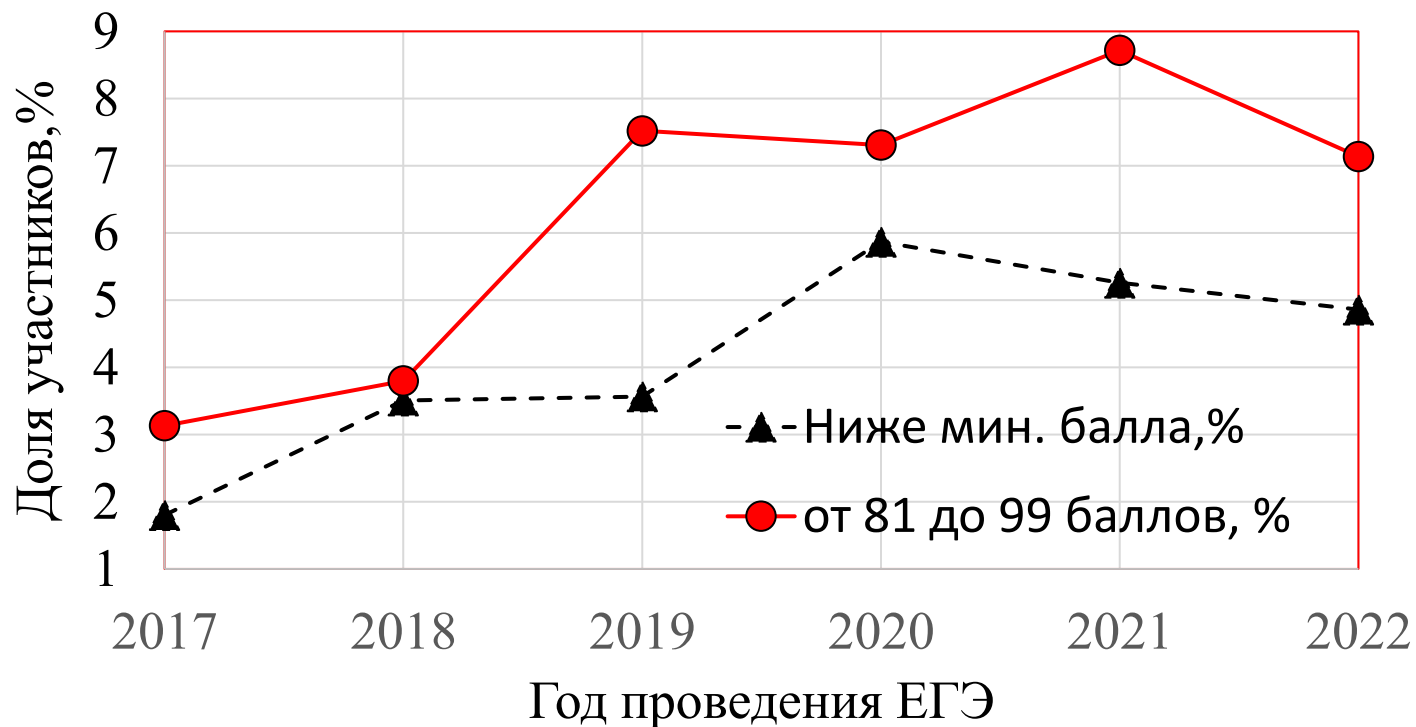
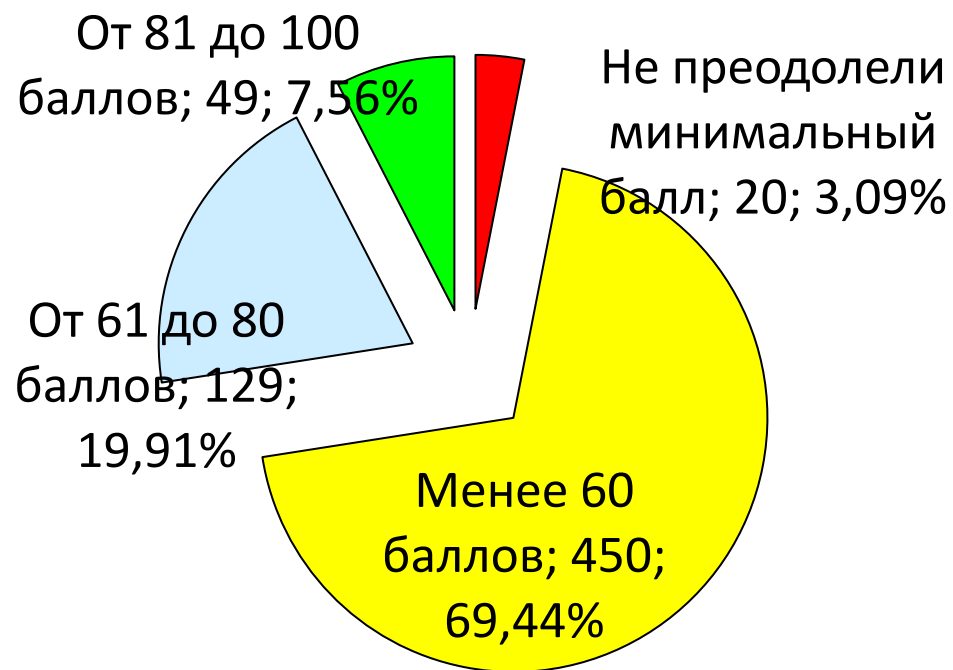
2021		2022	
чел.	%	чел.	%
69	7,72	47	6,72

# Результаты ЕГЭ по физике 2021





# Результаты по группам участников



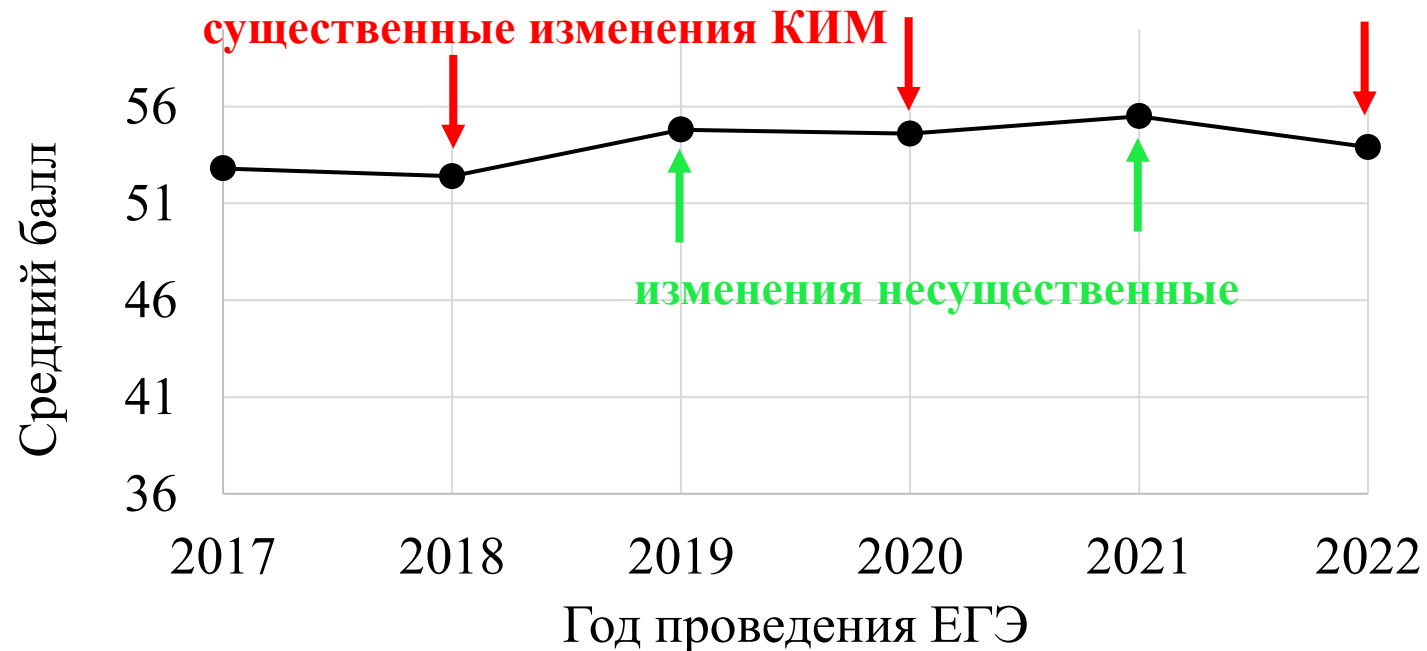
№	Участников, набравших балл	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	Ниже минимального балла, %	5,87	5,26	4,86 ↑
2	От 61 до 80 баллов, %	19,05	20,47	18,57
3	От 81 до 99 баллов, %	7,31	8,72	7,14 ↓
4	100 баллов, чел.	1	4	1
5	Средний тестовый балл	54,6	55,5	53,9 ↓

# Образовательные организации с максимальной долей высокобалльников

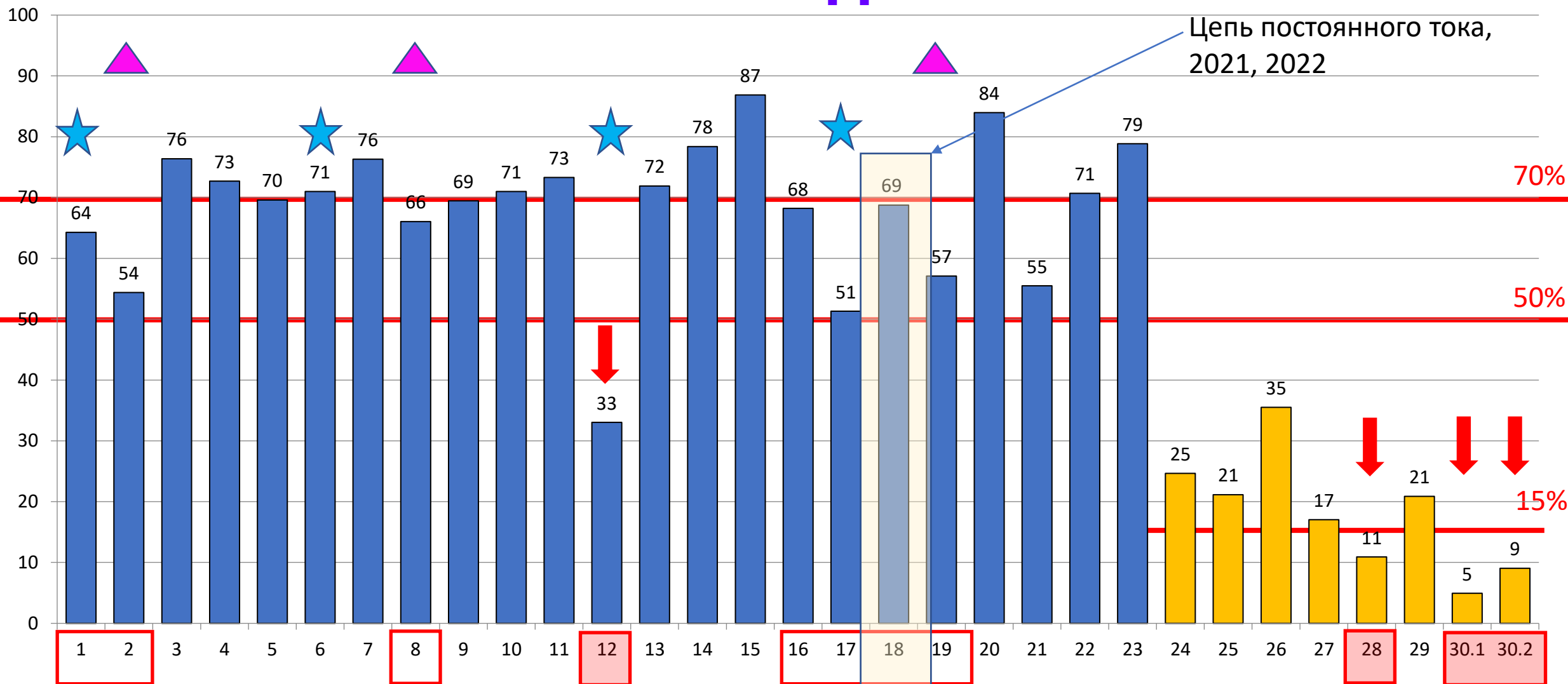
Наименование ОО	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	Доля участников, не достигших минимального балла
г. Ярославль: лицей № 86	40,74	40,74	0,00
г. Ярославль: средняя школа № 33	30,77	38,46	0,00
г. Ярославль: средняя школа № 58↑	30,00	30,00	0,00

# Влияние структуры и содержания КИМ

Год	Изменения в КИМ по сравнению с предыдущим годом	Часть с развёрнутыми ответами
2018	Добавлен новый тип заданий на астрофизику (выбор 2 из 5 утверждений)	5 из 32 заданий
2019	-	
2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 расчётная задача перенесена в часть с развёрнутым ответом;</li> <li>➤ в задании на элементы астрофизики нужно выбрать все верные утверждения из неизвестного заранее числа (2 или 3)</li> </ul>	6 из 32 заданий
2021	-	
2022	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ещё 1 расчётная задача перенесена в часть с развёрнутым ответом</li> <li>➤ В задаче на механику добавился принципиально новый критерий (обоснование применимости законов вместе с рисунком)</li> <li>➤ Все задания типа 2 из 5 заменены на задания «выбрать все верные из 5, где верных 2 или 3, заранее неизвестно»</li> </ul>	7 из 30 заданий



# Средний процент выполнения по линиям заданий



★ Задания типа 2|3 верных из 5

Номера заданий

▲ Задания на анализ графиков

# Справляемость по способам действий и уровню сложности

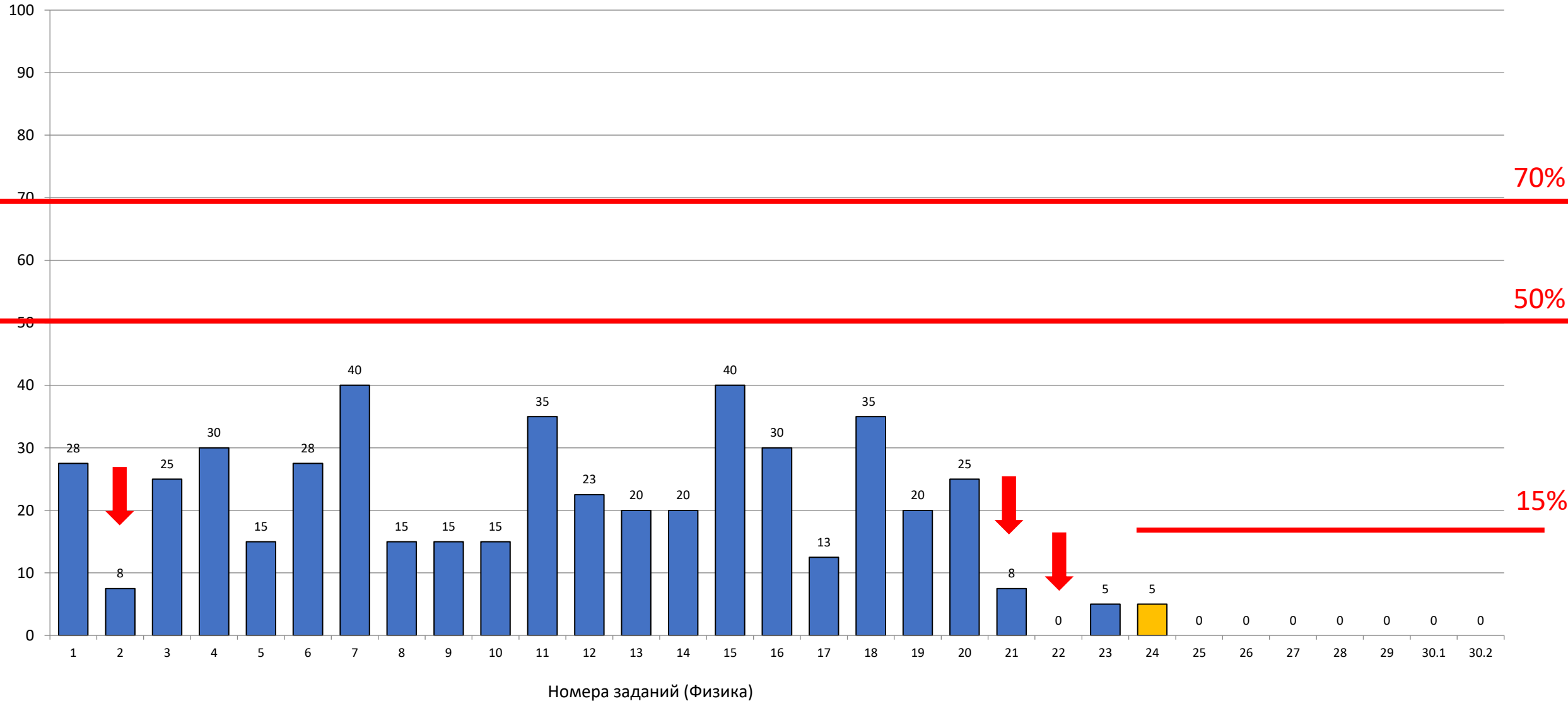
## по способам действий

Способы действий	Средний % выполнения по группам заданий в 2022 г.	Средний по РФ % выполнения по группам заданий в 2022 г.
Применение законов и формул в типовых учебных ситуациях	<b>74,99</b>	66,8
Анализ и объяснение явлений и процессов	<b>61,21</b>	60,9
Методологические умения	<b>74,8</b>	75,9
Решение задач	<b>18</b>	22,0

## по уровням сложности

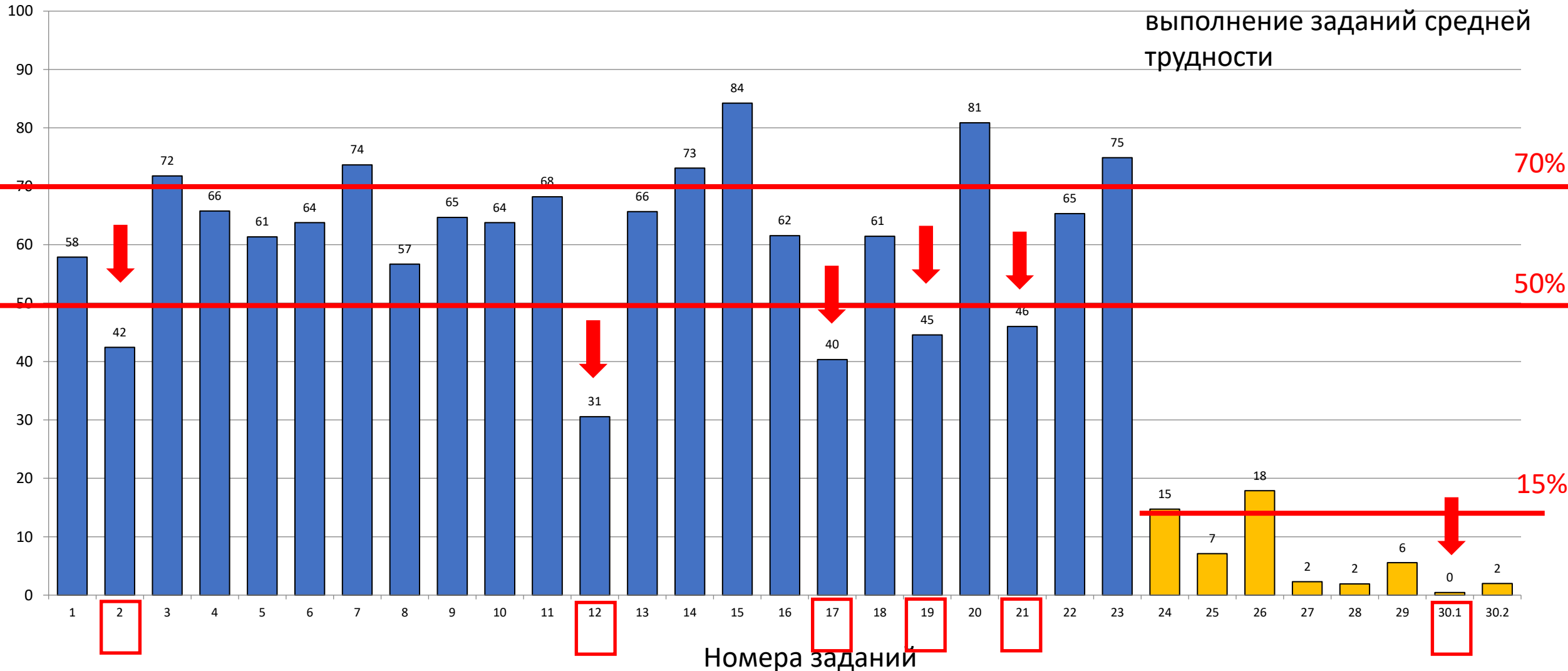
Группы заданий различного уровня сложности	Средний % выполнения по группам заданий в 2022 г.	Средний по РФ % выполнения по группам заданий в 2022 г.
Базового уровня	<b>71,55</b>	67,0
Повышенного уровня	<b>41,56</b>	44,2
Высокого уровня	<b>12,56</b>	15,3

# Средний процент выполнения в группе не преодолевших порога в 2022



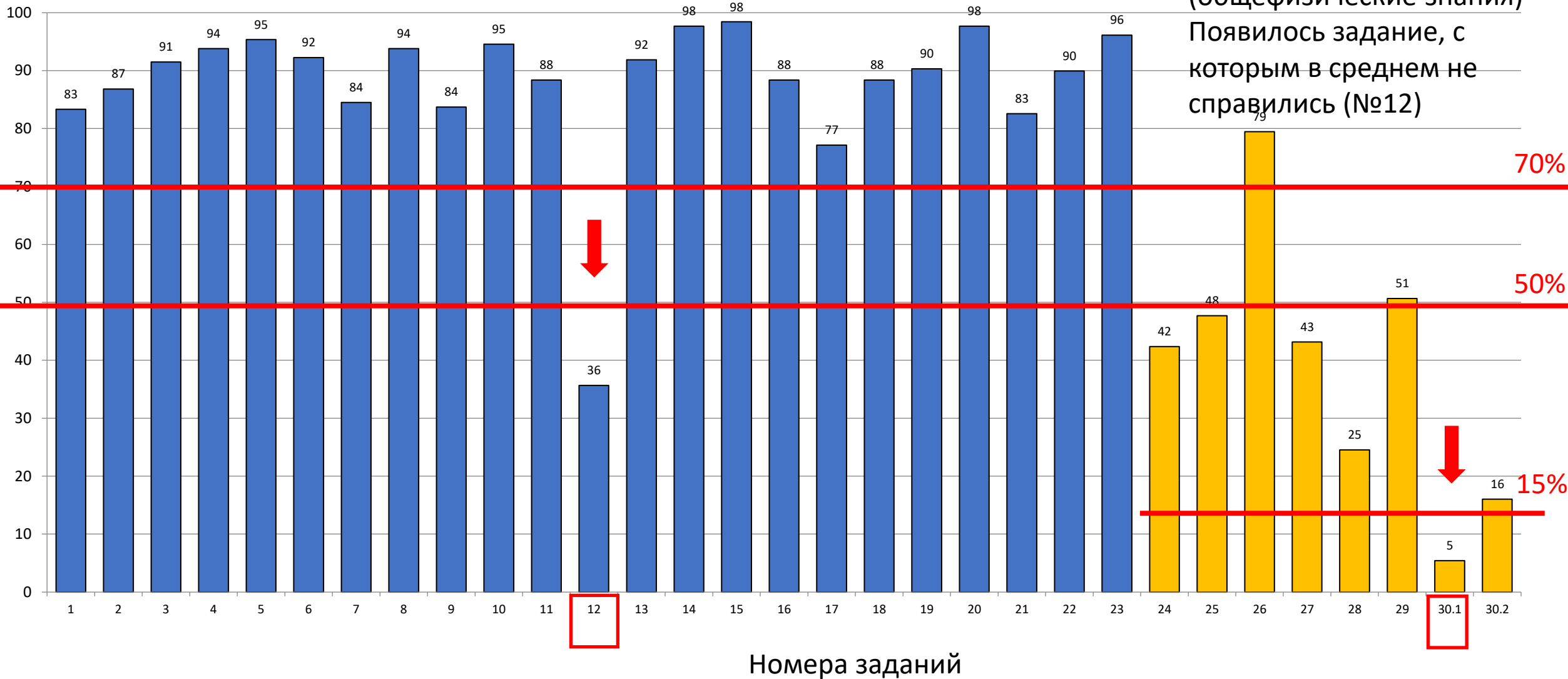
# Средний процент выполнения в группе до 60 т.б. в 2022

Несколько просело  
выполнение заданий средней  
трудности



# Средний процент выполнения в группе набравших от 61 до 80 т.б. 2022

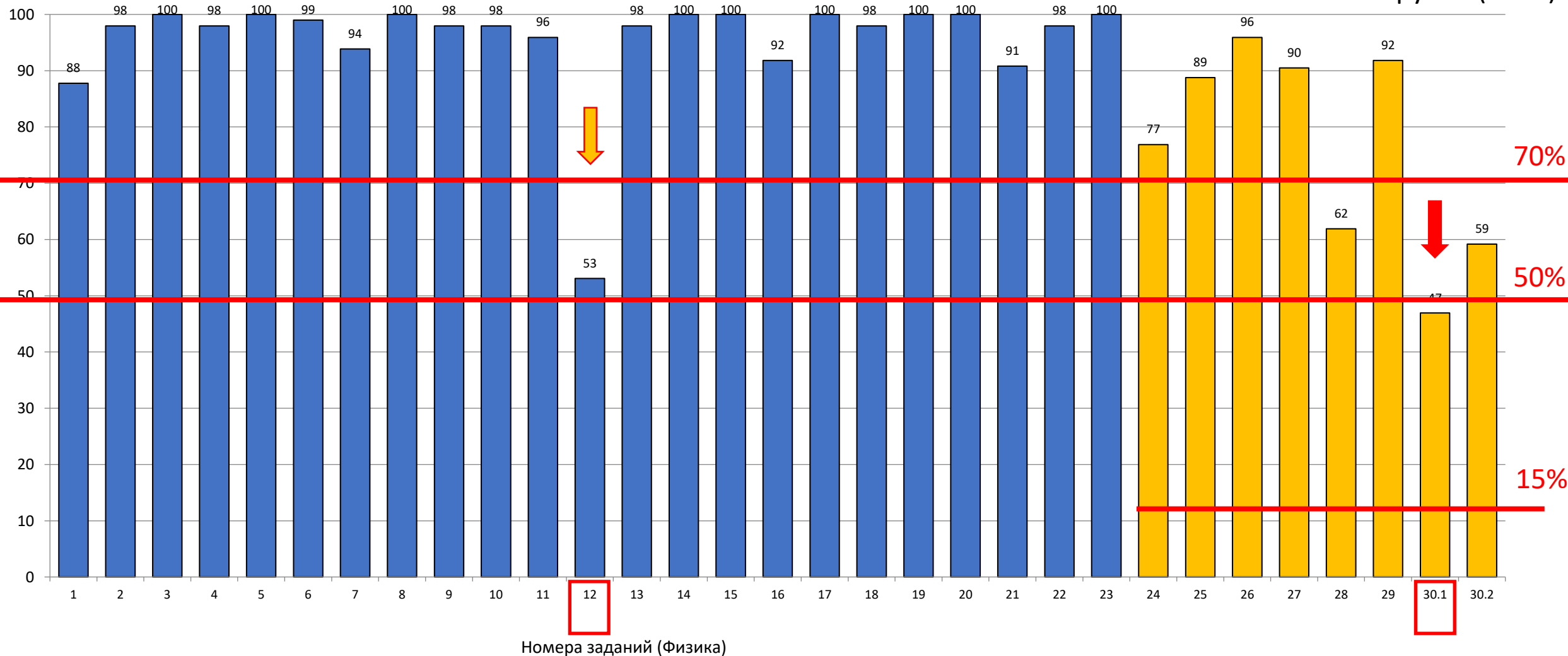
Слабоваты №1-2  
(общефизические знания)  
Появилось задание, с которым в среднем не справились (№12)





# Средний процент выполнения в группе высокобальников 2022

Слабовато умение обосновывать применимость законов №30.1  
Появилось задание, с которым справились менее 70% из этой группы(№12)



# Характеристика трудностей

# Проблемные места подготовки

В среднем по всем участникам можно считать не сформированными:

– знания по темам:

- водяной пар, насыщенный пар,
- энергетика процесса теплопередачи,
- механика и электродинамика проводника в магнитном поле,
- диаграмма энергетических состояний,
- закон сохранения энергии при вращении подвешенного тела в вертикальной плоскости;

– умения:

- решать задачи высокой сложности в нестандартной постановке;
- сопоставлять график изменения физической величине (по различным разделам физики);
- анализировать переходы на энергетической диаграмме;
- давать обоснование применимости физических законов, использованных при решении задачи.

# Задания 1-24

# Общие для всех участников трудности

## Задание 1

Из методических рекомендаций ФИПИ для учителей по итогам 2022, с. 15

**Дефицит базовых теоретических знаний**

*Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.*

- 1) Импульсом тела называется величина, равная произведению массы тела на его ускорение.*
- 2) Теплопередача путём теплопроводности происходит за счет переноса вещества в струях и потоках.*
- 3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален квадрату расстояния между ними.*
- 4) Свободные электрические колебания являются гармоническими, если электрический заряд с течением времени меняется по закону синуса или косинуса.*
- 5)  $\beta$ -излучение представляет собой поток электронов или позитронов, возникающих при распаде ядер.*

Лучше справлялись с законами и зависимостями (словесным описанием формул), хуже - с принципами, основными постулатами, свойствами процессов и явлений

средний	в группе не преодолевших порога	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
71,9	20,0	65,7	91,9	98,0

# Общие для всех участников трудности

## Задание 1

Из методических рекомендаций ФИПИ для учителей по итогам 2022, с. 15

Многие в стране (более 70%) не сочли эти утверждения верными!

Вариант из 5 утверждений для анализа

- В поперечной механической волне колебания частиц происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.
- В однородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками не зависит от траектории.
- Сила тока короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника.
- Дифракция волн хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней.
- Линейчатый спектр дают вещества в газообразном атомарном состоянии.
- Количество фотоэлектронов, вылетающих с поверхности металла за единицу времени, прямо пропорционально интенсивности падающего на поверхность металла света.
- При совпадении частоты вынуждающей силы и собственной частоты колебаний системы наблюдается явление резонанса.
- Процесс передачи теплоты от более нагретого к менее нагретому телу является обратимым.
- В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всей частиц всегда равна нулю.
- Дифракция волн хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней.
- В планетарной модели атома в центре атома находится положительно заряженное ядро.

# Общие для всех участников трудности

## Задание 2

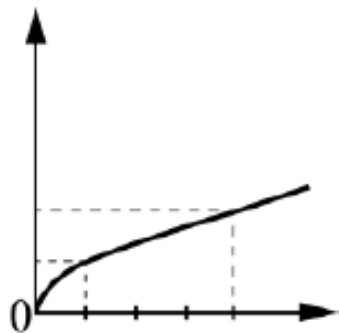
Из методических рекомендаций ФИПИ для учителей по итогам 2022, с. 12

Даны следующие зависимости величин:

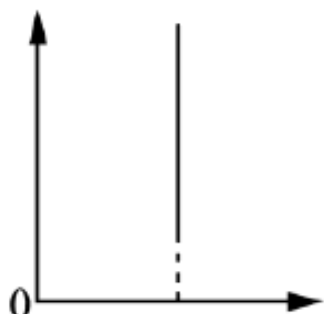
- А) зависимость периода малых свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника;
- Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при конденсации пара, от его массы;
- В) зависимость силы тока через участок цепи, содержащий резистор, от сопротивления резистора при постоянном напряжении на концах участка.

**Трудность в распознавании схематических графиков**

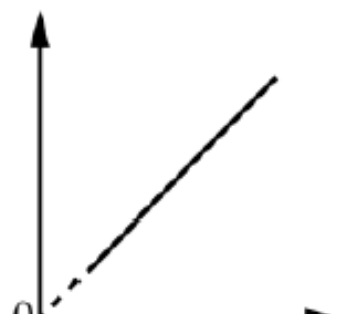
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



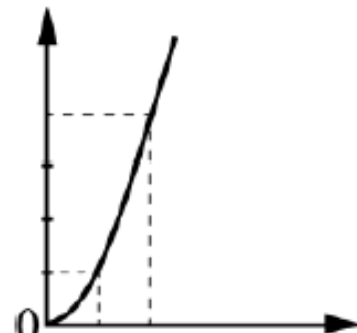
(1)



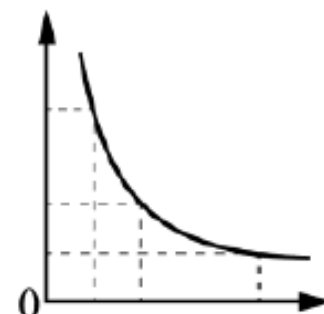
(2)



(3)



(4)

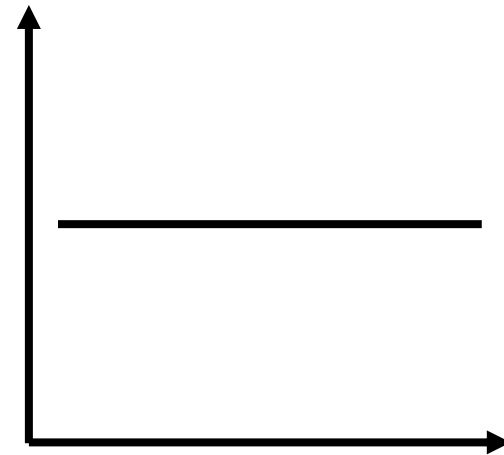
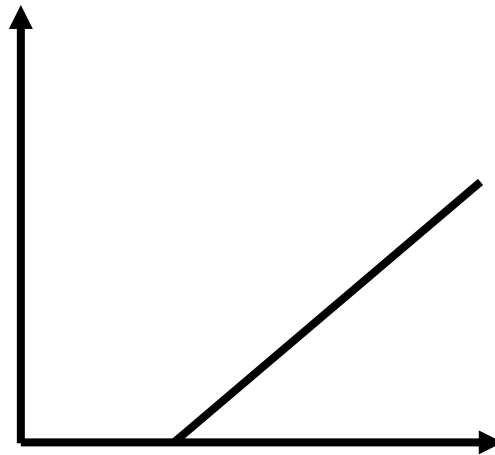
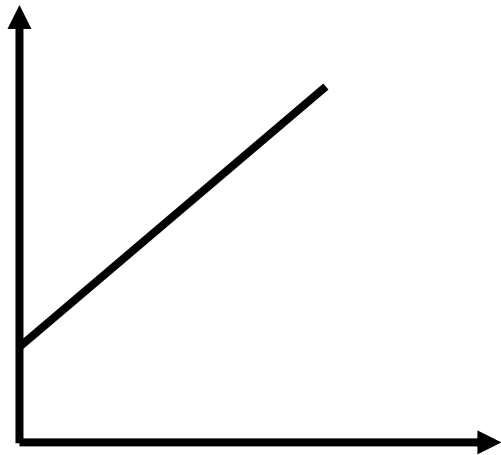


(5)

# Общие для всех участников трудности

## Задание 2

Ещё варианты зависимостей

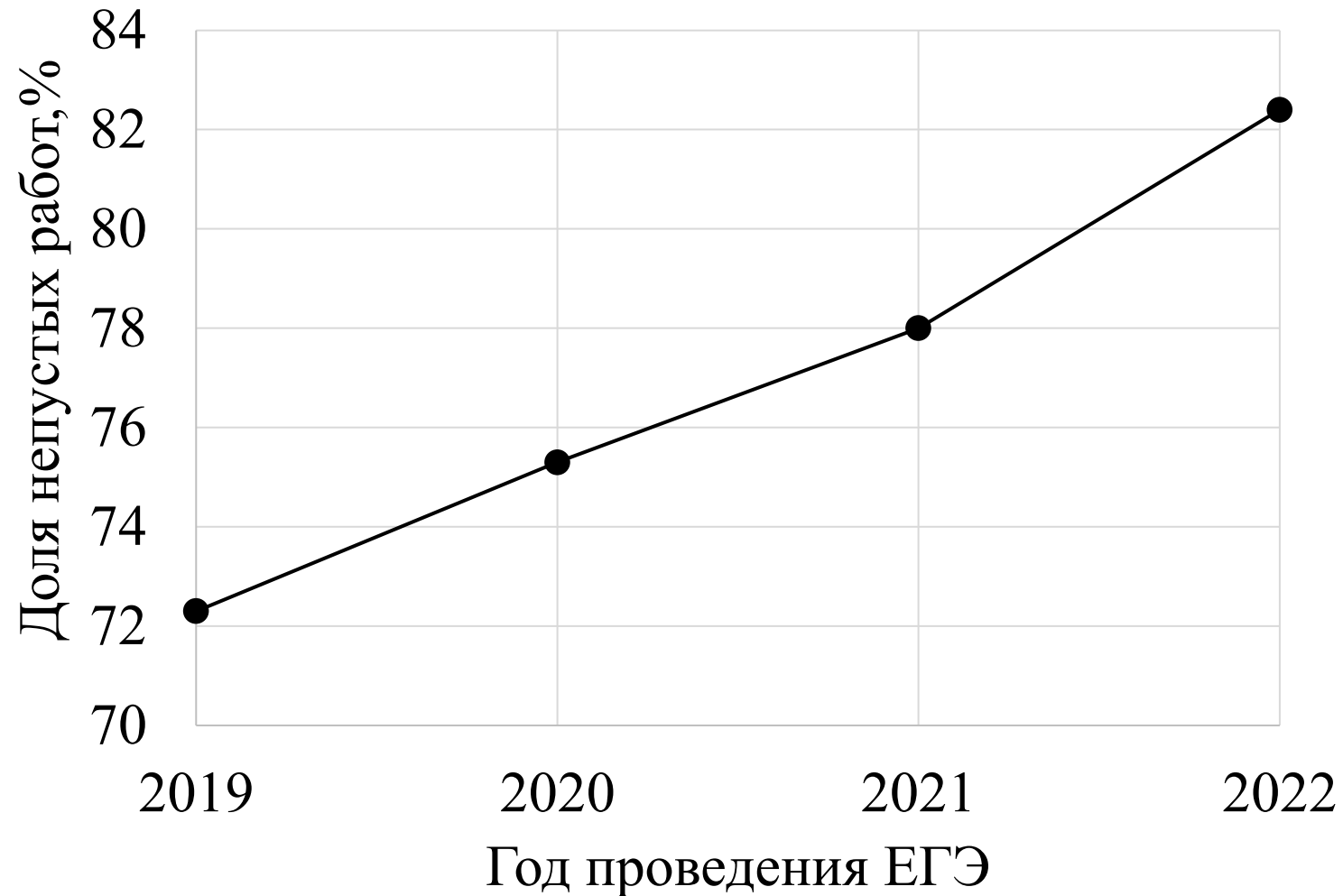


средний	в группе не преодолевших порога	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
71,9	20,0	65,7	91,9	98,0

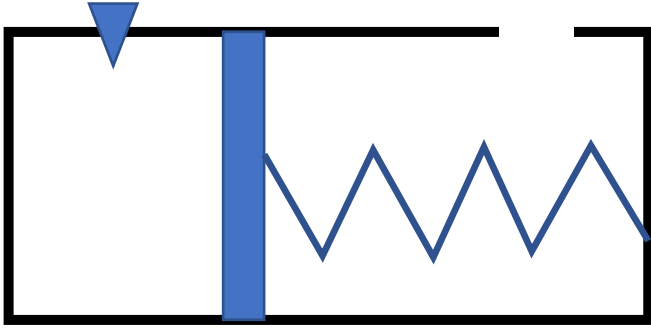


Задания 25-30

# Участники активнее работают с частью с развёрнутыми ответами



# Задание 24



Сосуд разделён на две части подвижным поршнем, который движется без трения относительно стенок сосуда. В правой части сосуда есть отверстие. Поршень соединен с правым краем сосуда пружиной, в начальном положении она растянута. В левой части сосуда имеется отверстие, плотно закрытое пробкой. Объяснить, как начнёт двигаться поршень, если вынуть пробку.

Давление в правой части сосуда равно атмосферному, т.к. она открыта.

Поршень находится в равновесии, т.е. по 2 закону Ньютона сумма сил, действующих на него, равна нулю.

На поршень действуют: сила упругости  $F_{\text{упр}}$ , направленная вправо (т.к. по закону Гука сила упругости направлена противоположно изменению длины пружины, а пружина по условию растянута), сила давления со стороны атмосферного воздуха  $p_{\text{атм}}S$  ( $S$  – площадь поршня), направленная влево, сила давления со стороны газа в левой части  $p_{\text{лев}}S$ , направленная вправо.

Поэтому давление в левом сосуде меньше атмосферного:  $p_{\text{лев}} = p_{\text{атм}} - F_{\text{упр}}/S$ .

Когда пробку открывают, давление в левом сосуде возрастает за счёт врывающегося воздуха.

Равновесие нарушается, и равнодействующая всех сил, действующих на поршень, будет направлена вправо. Следовательно, **поршень начнёт двигаться вправо**. (дальнейшее зависит от наличия и величины трения, если его нет или мало, будут колебания, т.к. сила упругости – переменная сила)

# Основные ошибки в №24

Основные ошибки (в порядке убывания частоты):

- неверная запись условия равновесия поршня (неверные проекции сил или запись в одном выражении и сил, и давлений, входящих равноправно);
- отсутствие указания на изменение давления газа в части, из которой вынимают пробку (рост или уменьшение до атмосферного);
- неверное описание характера движения;
- отсутствие ссылок на законы.

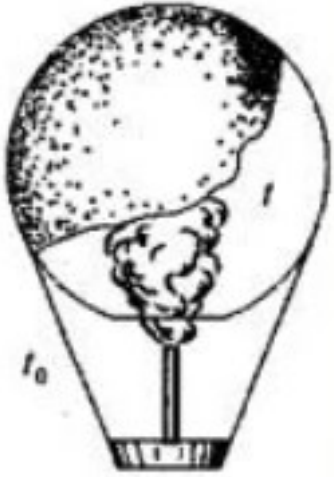
Первая ошибка могла быть вызвана невнимательностью или неверным определением направления силы упругости, действующей на поршень со стороны пружины.

Третья ошибка, скорее всего, вызвана непониманием того, что характер движения определяется зависимостью от времени (в случае переменности) величины и направления равнодействующей всех сил, мышлением по инерции привычными шаблонами (равномерное или равноускоренное движения). Ошибка встречалась очень часто, т.е. это явно методологическая проблема.

Можно порекомендовать при изучении и повторении движения тел под действием сил акцентировать внимание на необходимости в первую очередь анализировать, скомпенсировано ли действие сил, а если нет, то изменяется ли и как именно равнодействующая.

Кроме этого, традиционная рекомендация для именно качественных задач: прочитать своё готовое решение и проверить, все ли высказанные утверждения подкреплены ссылкой на закон или явление, т.е. всё ли аргументировано, не пропущены ли логические шаги.

# Задание 27



Воздушный шар, оболочка которого имеет массу  $M=145$  кг и объём  $V=230$  м<sup>3</sup> наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха  $t_0=0^\circ\text{C}$ . Какую минимальную температуру  $t$  должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

Задача подразумевает запись:

- условия всплытия,
- силы Архимеда,
- условия равенства наружного и внутреннего давлений газа,
- формулы для плотности газа и
- уравнения Менделеева-Клапейрона для внутреннего и наружного газов.

Основная ошибка даже в принципе решивших участников заключается в:

- пропуске исходных формул (участники сочли их очевидными): условия равенства наружного и внутреннего давлений газа или формулы для плотности газа при записи уравнений Менделеева-Клапейрона через массы, а не через плотности.

Причина может крыться в невнимательности, тем более что это старый и хорошо решаемый сюжет.

Рекомендуется уделить внимание самопроверке решения в части комплектности системы исходных формул.

# Проблема с неучётом одной из исходных формул в широкодоступных образцах решения 27

Воздушный шар, оболочка которого имеет массу  $M=145$  кг и объём  $V=230$  м<sup>3</sup> наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха  $t_0=0^\circ\text{C}$ . Какую минимальную температуру  $t$  должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

В решении отсутствует условие равенства наружного и внутреннего давлений газа – просто без комментариев используются одинаковые буквы

Условие подъема шара:  $F_{\text{Архимеда}} \geq Mg + mg$ , где  $M$  – масса оболочки,  $m$  – масса воздуха внутри оболочки, отсюда

$$\rho_0 g V \geq Mg + \rho g V \Rightarrow \rho_0 V \geq M + \rho V,$$

где  $\rho_0$  – плотность окружающего воздуха,  $\rho$  – плотность воздуха внутри оболочки,  $V$  – объем шара.

Для воздуха внутри шара:  $\frac{pV}{T} = \frac{m}{\mu} R$ , или  $\rho = \frac{m}{V} = \frac{p \cdot \mu}{R \cdot T}$ , где  $p$  – атмосферное давление,  $T$  – температура воздуха внутри шара. Соответственно, плотность воздуха снаружи:  $\rho_0 = \frac{\mu p}{R T_0}$ , где  $T_0$  – температура окружающего воздуха.

$$\begin{aligned} \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} &\geq M + \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_{\min}} = \frac{p \cdot \mu \cdot V}{R \cdot T_0} - M \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{1}{T_{\min}} = \frac{1}{T_0} - \frac{M \cdot R}{p \cdot \mu \cdot V} \end{aligned}$$

$$T_{\min} = T_0 \frac{p \mu V}{p \mu V - M R T_0} \approx 539 \text{ К} = 266 \text{ }^\circ\text{C}.$$

# Общие проблемы задания 27 и других

Есть общая проблема этого задания и ряда заданий с кратким ответом: непонимание, в каких ситуациях давления внутри и снаружи одинаковы, а в каких – различные, и почему. В заданиях с развёрнутым ответом это выражается в пропуске одной из исходных формул, а в заданиях с кратким – в неверном ходе рассуждений и ошибке в ответе.

Из методических рекомендаций ФИПИ для учителей по итогам 2022, с. 16

*Детский тёмно-зелёный воздушный шарик надули в тени под деревом, а затем вынесли на солнечный пляж. Как начали при этом изменяться давление воздуха в шарике и средняя кинетическая энергия молекул в шарике? Оболочка шарика тонкая, упругая и мягкая.*

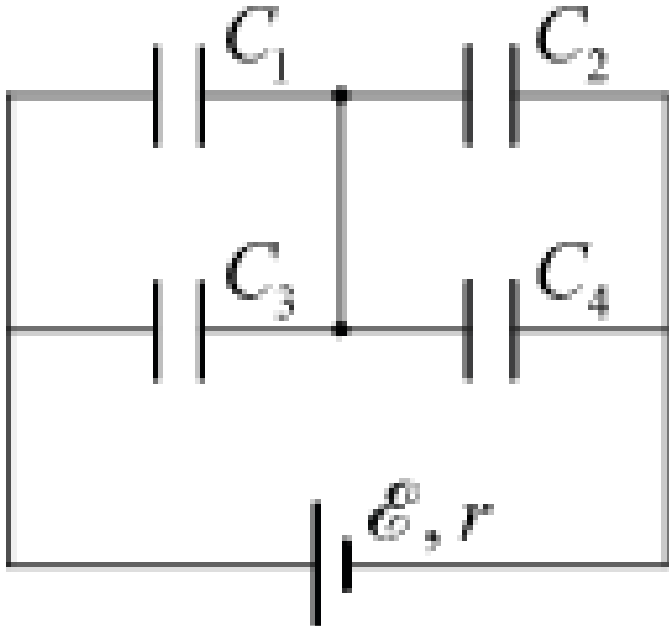
*Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:*

- 1) увеличивается*
- 2) уменьшается*
- 3) не изменяется*

*Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.*

<i>Давление воздуха в шарике</i>	<i>Средняя кинетическая энергия молекул</i>
<i>1</i>	<i>1</i>

# Основные ошибки в №28



Четыре конденсатора подключены к источнику тока, как показано на рисунке. ЭДС источника равна  $E$ , его внутреннее сопротивление  $r$ , ёмкости конденсаторов  $C_1=2C$ ,  $C_2=C$ ,  $C_3=4C$ ,  $C_4=2C$ .

На сколько и как изменится общая энергия, запасённая в батарее, если в конденсаторе  $C_3$  возникнет пробой?

или

Определите энергию конденсатора  $C_1$ .

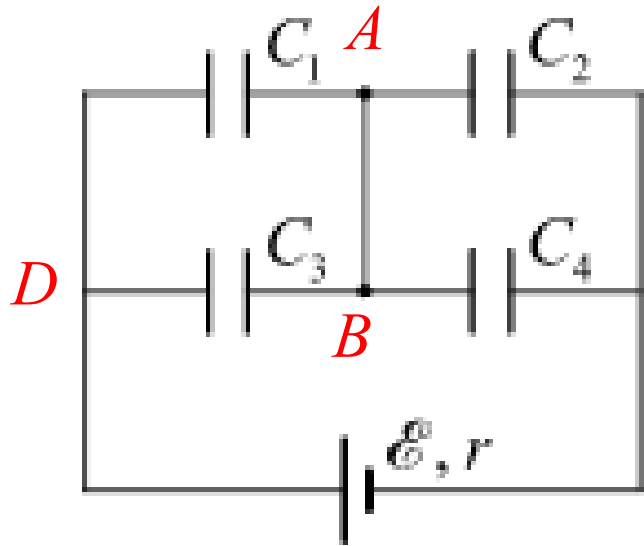
**1 аспект:** решение через мостовую схему (как правило, даже указание на мост отсутствовало), т.е. «высокого уровня».

Необходимо: обосновывать возможность убрать перемычку (либо указывать, что это – мостовая схема, либо доказывать, что узлы, соединяемые перемычкой, - точки одного потенциала).

Признак мостовой схемы: отношение левых ёмкостей к правым в обеих ветках одинаково при 5-веточной схеме, в данном случае:  $C_1:C_2=C_3:C_4=2$ .

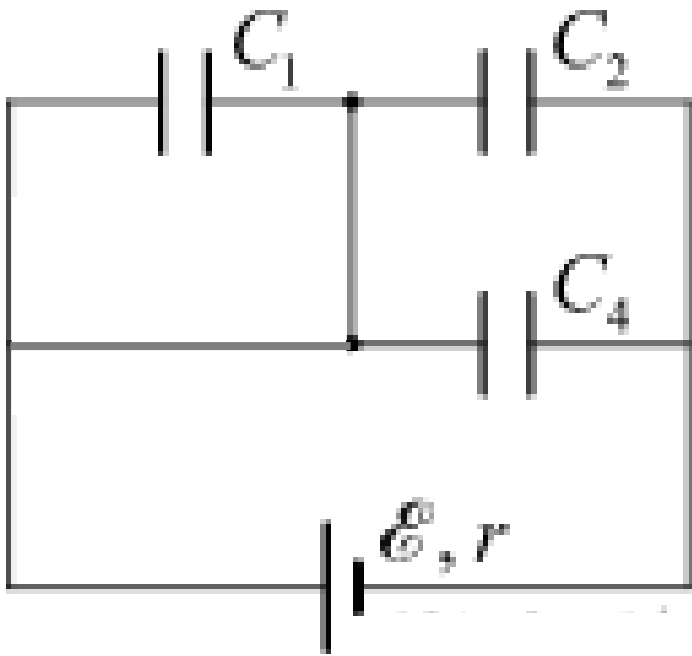


# Основные ошибки в №28

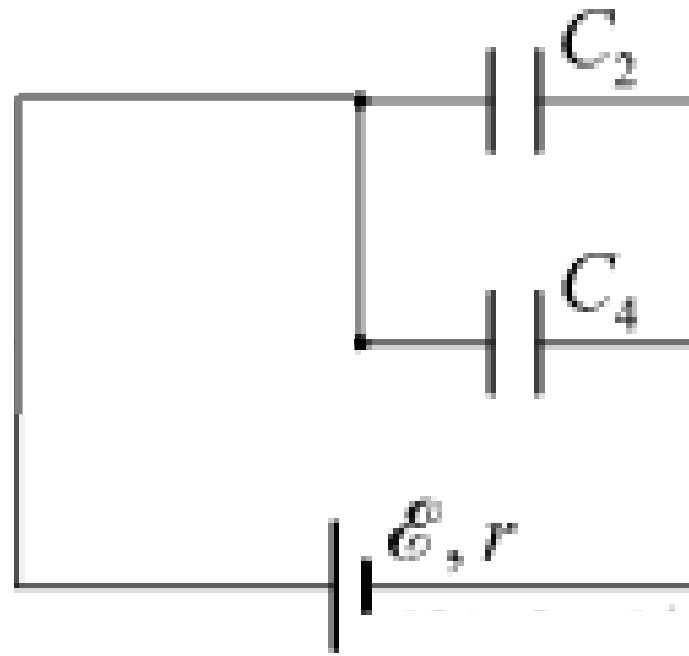


**2 аспект:** пробой конденсатора и исключение закороченных участков

Пробой конденсатора  $\Rightarrow$  в эквивалентной схеме вместо него – идеальный проводник, значит, **нужно проверить, какие участки цепи закорачиваются.**

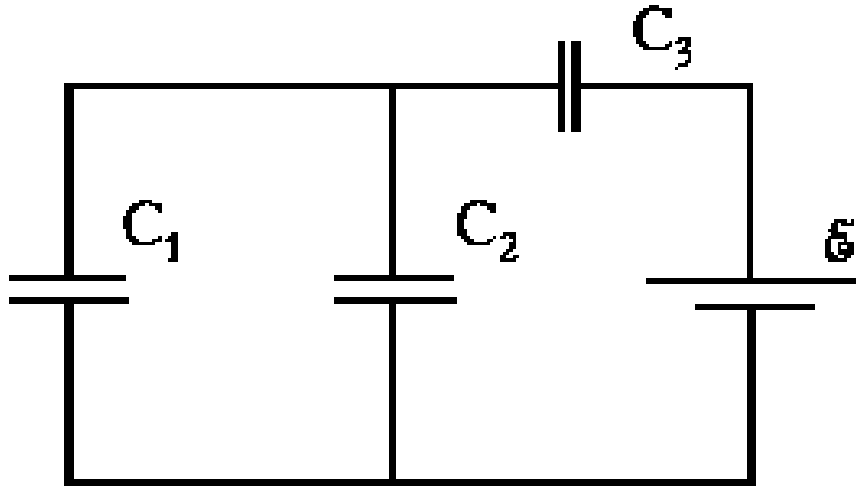


$C_3$   
отключают  
многие



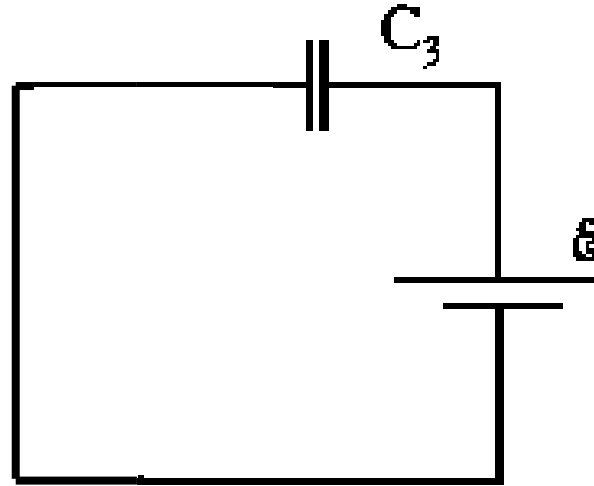
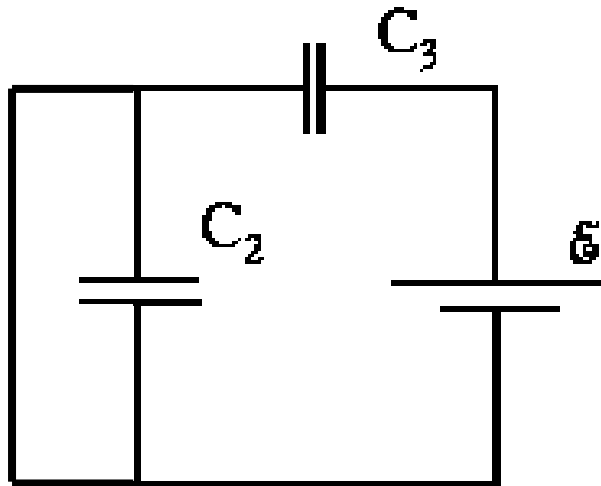
$C_1$  многие  
забывают  
отключить

# Пример задачи, где совершаются ошибки такого же рода



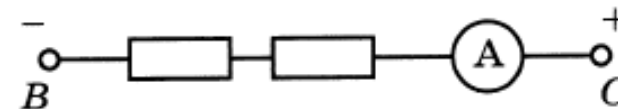
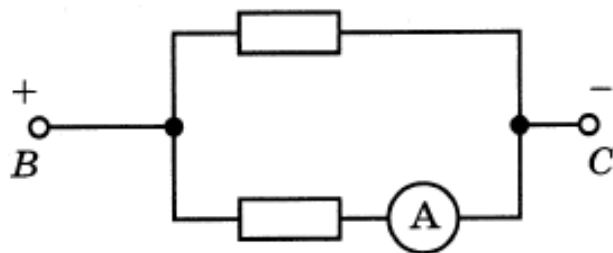
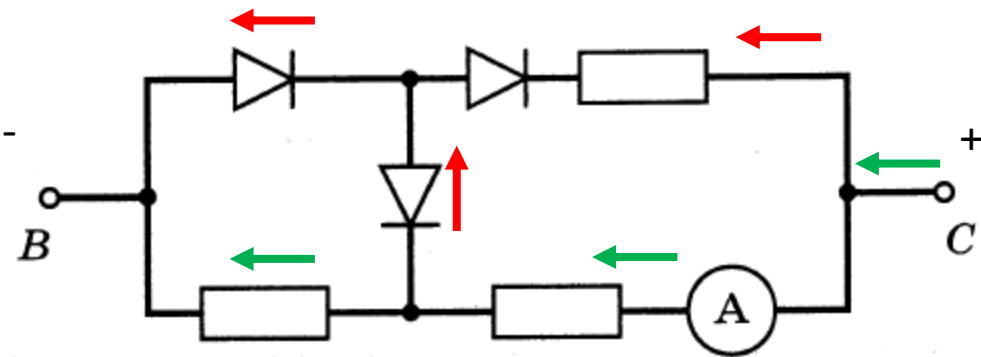
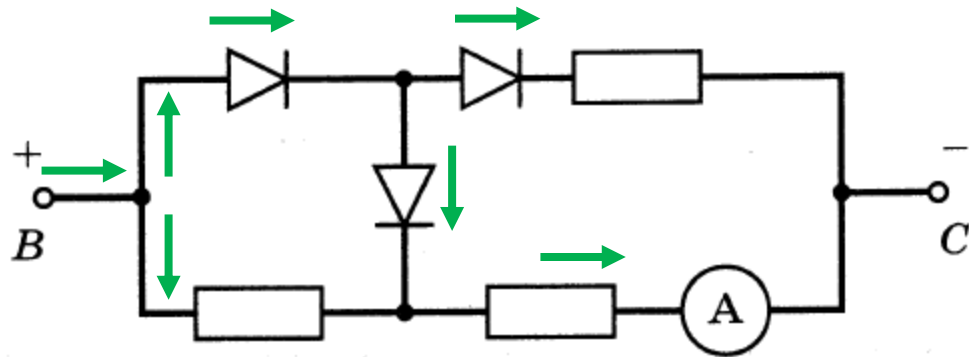
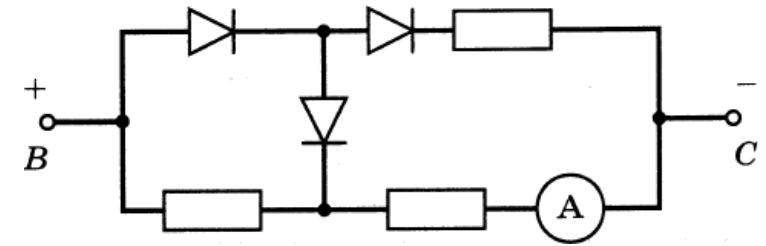
В изображённой на рисунке схеме ЭДС источника равна  $E=120$  В, ёмкости конденсаторов  $C_1=C$ ,  $C_2=4C$ ,  $C_3=20C$ .

На сколько изменится напряжение на конденсаторе  $C_3$  после пробоя конденсатора  $C_1$ ?

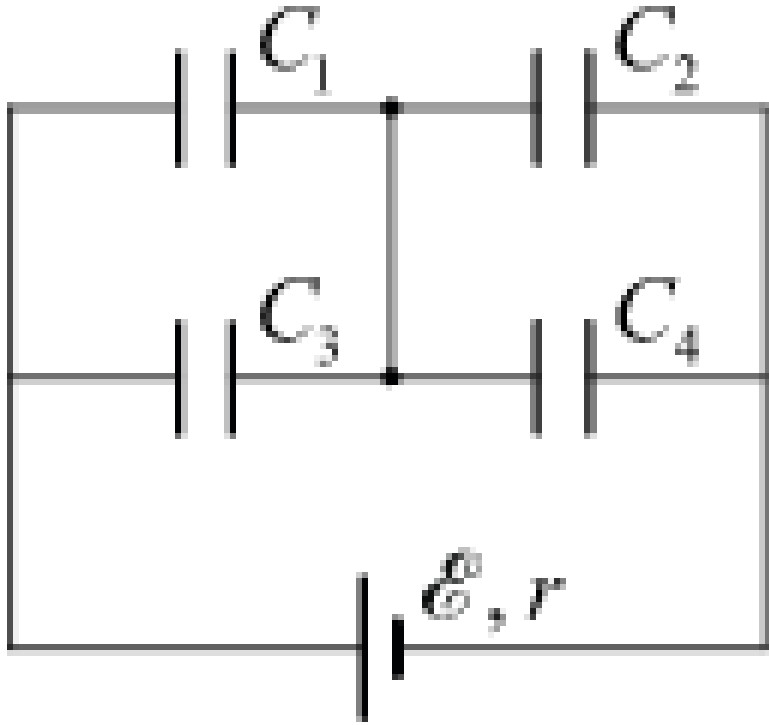


# Пример задачи, где совершаются ошибки такого же рода

Три одинаковых резистора и три одинаковых идеальных диода включены в электрическую цепь, показанную на рисунке, и подключены к аккумулятору в точках  $B$  и  $C$ . Показания амперметра равны  $2\text{ А}$ . Определите силу тока через амперметр после смены полярности подключения аккумулятора. Нарисуйте эквивалентные электрические схемы для двух случаев подключения аккумулятора. Опираясь на законы электродинамики, поясните свой ответ. Сопротивлением амперметра и внутренним сопротивлением аккумулятора пренебречь.



# Основные ошибки в №28



Ряд участников, похоже, выбирал решение через «мост», однако лишь в единицах работ встречались осмысленные комментарии к преобразованной электрической схеме. Это ситуация, когда указание на возможность удаления проводника из схемы обязательна, а отсутствие проверки соотношения ёмкостей является существенным недостатком решения. Причиной появления такой ошибки в высокобалльных работах можно считать стремление минимизировать записи, относящиеся к задаче, в ущерб изложению решения.

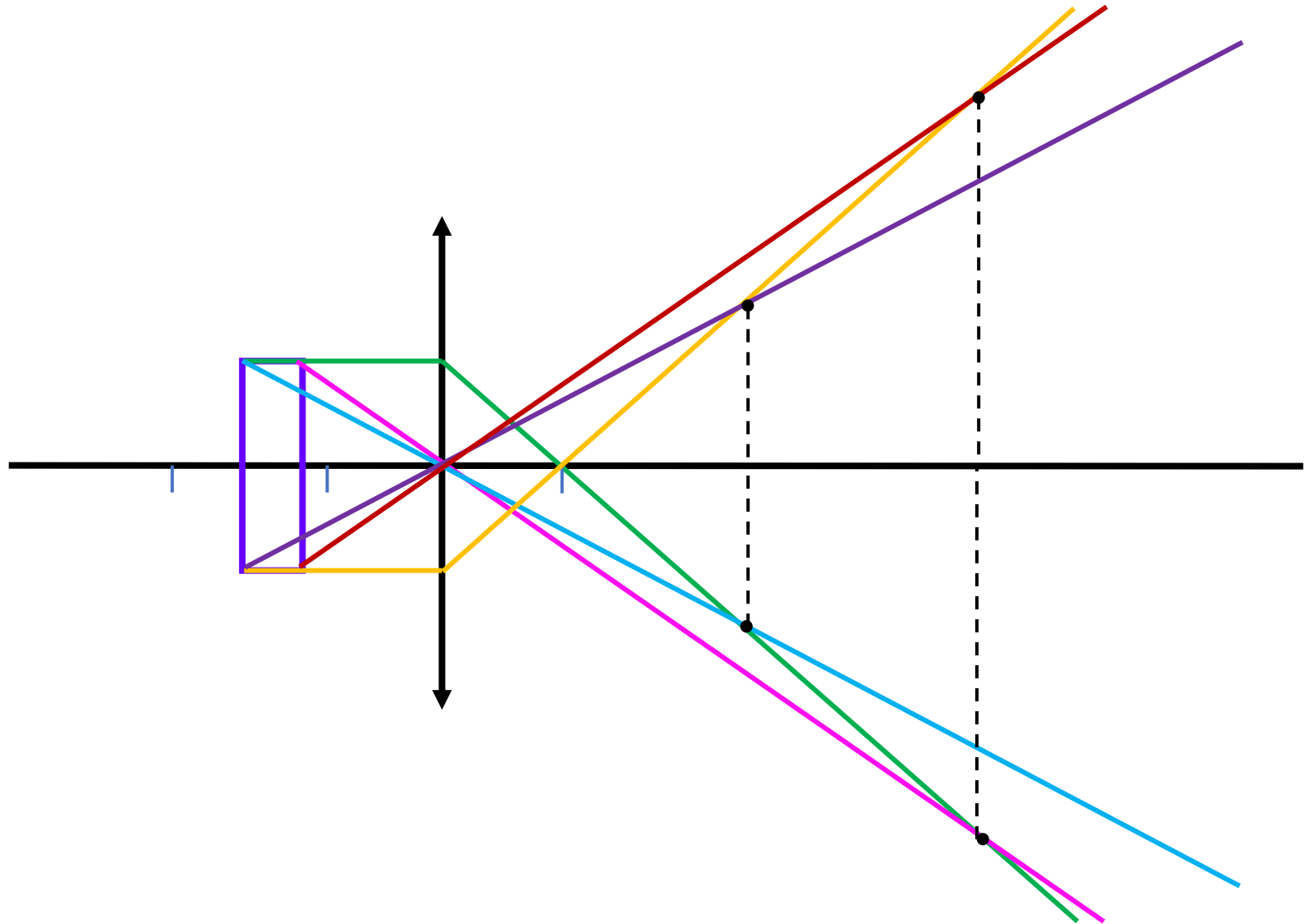
Из остальных ошибок встречались:

- закон Ома для постоянного тока (либо для участка, либо для полной цепи, применяемый тут неверно, так как сопротивление в элементах цепи отсутствовало);
- неверные формулы ёмкости при верном указанном соединении конденсаторов.

Рекомендуется уделить внимание повторению материала на чисто конденсаторные цепи, в том числе на формулу ёмкости для различных соединений конденсаторов. Участникам, владеющим продвинутыми методами решения задач (как использование свойств мостовой схемы в этой задаче) настоятельно рекомендуется делать пояснения к формулам при изложении решения.

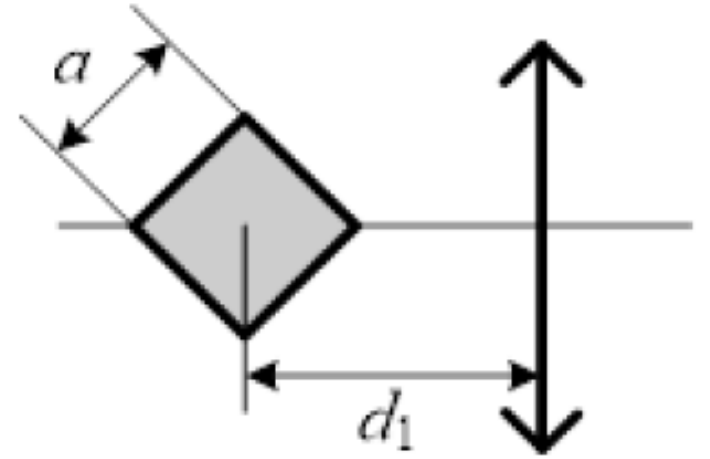
# Задание 29

Прямоугольник находится на главной оптической оси тонкой собирающей линзы так, как показано на рисунке. Две его стороны длиной  $a=20$  см параллельны линзе, при этом дальняя сторона находится на расстоянии  $d_1=70$  см от линзы (см. рис.). Найдите площадь изображения прямоугольника, если меньшая сторона равна  $b=10$  см, а оптическая сила линзы  $D=2$  дптр.



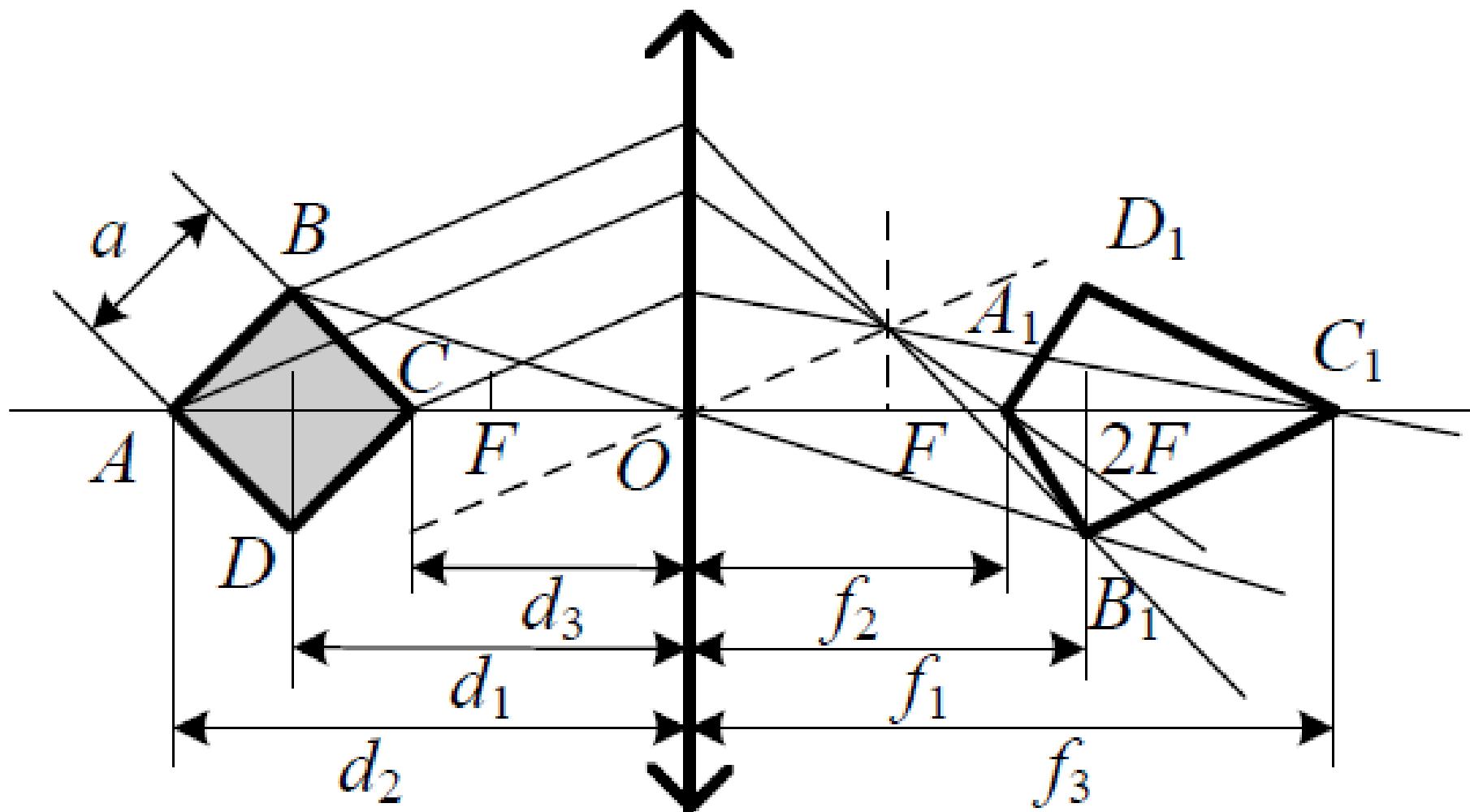
# Ещё более трудный вариант задания 29

*Квадрат со стороной  $a = 20$  см лежит в плоскости главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой  $D = 2,5$  дптр так, что одна из его диагоналей перпендикулярна главной оптической оси линзы (см. рисунок). Расстояние от центра квадрата до плоскости линзы  $d_1 = 80$  см. Определите площадь изображения квадрата в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение квадрата в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.*



Из методических рекомендаций ФИПИ для учителей по итогам 2022, с. 24

# Задание 29



# Основные ошибки в №29

Самым сложным для участников было получить правильную фигуру (трапецию с основаниями, перпендикулярными главной оптической оси) и не попытаться увидеть в ней шаблонный прямоугольник. Ряд участников, даже правильно выполнив построение, затем поверх спрямлял стороны фигуры до прямоугольника и затем считал площадь прямоугольника. Некоторые участники не доводили задание до конца.

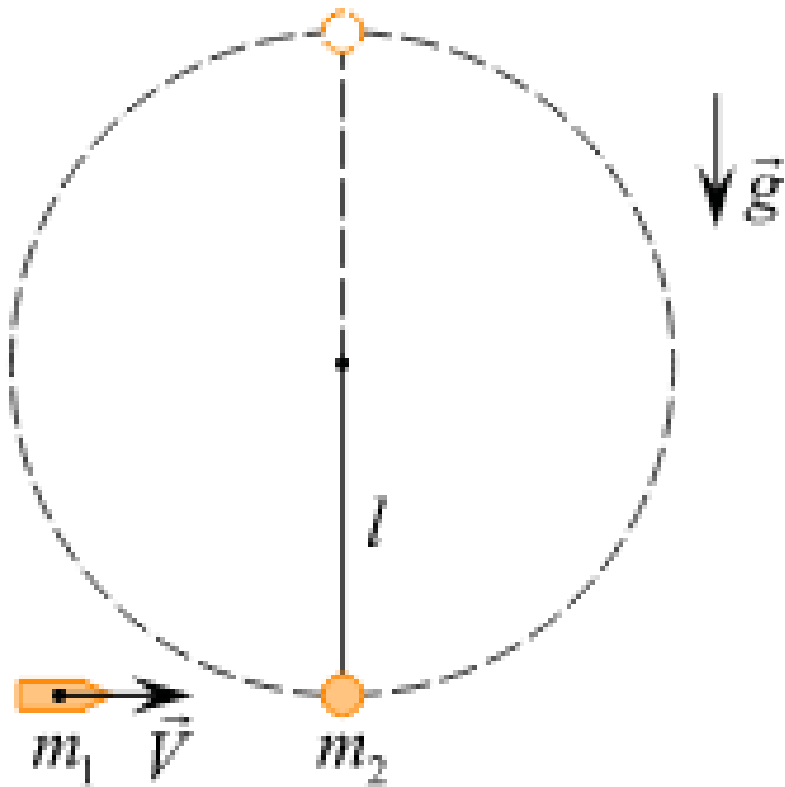
Из остальных ошибок можно указать:

- построение для всего двух угловых точек на вертикальной стороне прямоугольника, при этом не выполнялось построение для остальных двух, что мешало правильно достроить фигуру;
- некоторые опирались на точечную разметку на листе ответов (в том числе вели расчёты в клетках этой сетки или измеряли расстояния линейкой), однако она исчезает при сканировании, поэтому опираться на неё или на прямые измерения изображений нельзя; кроме того, необходимо пользоваться формулами, демонстрируя знание соотношений между величинами, участвующими в задаче;
- использование формулы для площади прямоугольника вместо формулы для площади трапеции (встречалось даже при правильной форме изображения).

Причиной получения неверной формы изображения может быть недоверие к невиданным ранее результатам (нехватка опыта построений изображений) в сочетании с неумением или нехваткой времени на проверку решения другим путём. Между тем, исходных данных в задаче хватает для просчёта всех координат точек изображения, так что при затруднениях с построением можно и нужно себя проверять расчётами. Более того, зачастую в задачах на геометрическую оптику удобнее выполнить расчёты и на их основе проделать построение. Можно порекомендовать повторение формул для площадей и объёмов типичных геометрических фигур и тел (т.е. усиление математической подготовки).



# Задание 30



В задаче в грузик заданной массы, исходно неподвижно висящий на нити заданной длины, влетает и застревает в нём горизонтально летящая с заданной скоростью пуля. Требуется определить такую массу пули, при которой грузик совершает после застревания в нём пули один полный оборот в вертикальной плоскости, а также обосновать применимость физических законов, использованных при решении задачи.

В 30.1 требовалось обосновать применимость физических законов, использованных при решении задачи:

- закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось,
- закон сохранения энергии,
- 2-й закон Ньютона с центростремительным ускорением при условии, что в верхней точке траектории сила натяжения нити равна 0.

# Трудности 30.1

Обоснование применимости законов (применимость физических законов, использованных при решении задачи: закон сохранения импульса в проекции на горизонтальную ось, закон сохранения энергии, 2-й закон Ньютона с центростремительным ускорением при условии, что в верхней точке траектории сила натяжения нити равна 0) было самым трудным в этой задаче.

Основные ошибки в 30.1 (в порядке убывания частоты):

- отсутствие обоснования;
- неполное обоснование (обосновывалось применение 2-го закона Ньютона, но вместо обоснования для законов сохранения импульса и энергии просто утверждалось, что они справедливы в условиях данной задачи или просто справедливы (всегда));
- утверждение о том, что закон сохранения импульса справедлив в векторной форме для этой задачи;
- отсутствие указания на непотенциальные силы, действующие на тело, и доказательства того, что их работа в каждой точке траектории на пути вверх равна нулю в обосновании применимости закона сохранения энергии.

Причиной таких ошибок может быть недостаточное акцентирование условий применения законов в процессе их изучения, а также недостаточное владение материалом по теме.

Можно порекомендовать будущим участникам в ходе изучения или повторения материала обращать на обоснование применимости законов и физических моделей особое внимание, в том числе акцентировать внимание на том, что закон сохранения импульса в векторной форме справедлив лишь для малого количества физических ситуаций (например, для прямолинейного движения тел), что в ходе соударения могут меняться направления действующих на тела системы сил и т.п.

# Трудности 30.2

В 30.2 требовалось решить задачу.

Основные ошибки (в порядке убывания частоты):

- непонимание условия «один полный оборот», ведущее к предположению о том, что скорость наверху полностью равна нулю (в то время как обращается в ноль только вертикальная её компонента, а за счёт ненулевой горизонтальной грузик не обваливается вертикально в низ в верхней точке, а продолжает движение по дуге окружности); эта ошибка влекла за собой и отсутствие 2-го закона Ньютона, ведь и ускорение полагалось равным нулю, итогом был некомплект исходных формул, позволяющих решить задачу;
- приравнивание скоростей системы тел «грузик+пуля» в нижней и верхней точках траектории друг другу, что вело в неверной записи закона сохранения энергии и неверному значению искомой величины.

Причиной таких ошибок может быть недостаток опыта в знакомстве с физическими ситуациями, встречающимися в задачах, а также непонимание процессов преобразования компонент механической энергии в различных движениях.

Можно порекомендовать уделить больше внимания процессам преобразования компонент механической энергии в различных движениях, а также развивать пространственное воображение, ставить простые эксперименты в домашних условиях, чтобы своими глазами наблюдать всевозможные ситуации движения.

# **ЕГЭ-2023 по физике: НОВОСТИ**

# КИМ ЕГЭ-2023

- 1) В 2023 г. изменено расположение заданий в части 1 экзаменационной работы. Интегрированные задания, включающие в себя элементы содержания не менее чем из трёх разделов курса физики, которые располагались на линиях 1 и 2 в КИМ ЕГЭ 2022 г. перенесены на линии 20 и 21 соответственно.
- 2) В части 2 расширена тематика заданий 30 (расчетных задач высокого уровня по механике). Кроме задач на применение законов Ньютона (связанные тела) и задач на применение законов сохранения в механике добавлены **задачи по статике**.

# Рекомендации

- объединиться с учителями математики в повышении математической грамотности, в том числе повторно обратиться к учителям математики с просьбой часть заданий (анализ функций, построение графиков, вычисление производных, вычисление интегралов, геометрический смысл производной, геометрический смысл интеграла, операции над векторами) формулировать в терминах физических величин, особенно при повторении в 11 классе: координаты, проекций скорости и ускорения, пути, силы тока, протекшего заряда, э.д.с., магнитного потока, работы газа в изобарном процессе, сила, вектор ускорения, вектор перемещения и т.п.;
- уделить больше времени указанию на применимость моделей «материальная точка», «твёрдое тело», законов Ньютона, законов сохранения импульса и энергии, на условия постоянства силы натяжения по длине нити и др.;
- уделить больше внимания решению многоходовых задач, оказывающих существенное влияние на справляемость с другими заданиями КИМ ЕГЭ по физике, в том числе учить обучающихся не бояться таких задач и не отказываться от попыток их решить;
- отработать анализ переходов между уровнями, выполняемый по диаграмме энергетических уровней на основе различных данных (частоты, длины волны, энергии);
- отработать решение качественных задач по вопросной методике, описанной в методических указаниях 2022 года для учителей, составленных ФИПИ;

# Рекомендации

- предложить решение качественных задач по табличной методике, описанной в вебинарах председателя ПК по физике ЯО, и позволяющей не забыть аргументы в ходе рассуждений: логические шаги записываются построчно в левый столбец таблицы, а их аргументация – ссылки на физические явления, законы, элементы условия задачи – в правый столбец таблицы;
- увеличить объём демонстраций физических явлений и процессов на уроках и обратить внимание обучающихся на возможность самостоятельно ставить простейшие физические эксперименты и проводить наблюдения, формирующие физическую картину явлений окружающего мира;
- уделить внимание повтору материала по физическим явлениям, который изучался в 7-9 классах, в том числе за счёт обращения к качественным заданиям, в том числе вопросного характера («что произойдёт, если?», по сборникам качественных вопросов и задач). Это, в том числе, улучшит ситуацию с анализом утверждений в задании 1;
- уделить внимание совершенствованию метапредметного навыка анализа условия задания: внимательного чтения до самого конца, выделению того, что требуется найти (при выполнении заданий с развёрнутым ответом регулярно встречается поиск не той величины, которая требовалась, а в части с кратким ответом регулярно встречаются ошибки, основная причина которых – невнимательность анализа задания).

# Рекомендации

- обратить внимание всех будущих участников на критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом, приводимые в демонстрационном варианте специально для этой цели;
- обратить внимание будущих участников на необходимость соблюдать культуру представления решения, а именно: а) пользоваться формулами из кодификатора и выводить выражения, отсутствующие в нём, или приводить аргументы и пояснения в пользу использования формул не из школьного курса физики или при решении с использованием нестандартных, олимпиадных приёмов, б) обосновывать любые допущения и упрощения, самостоятельно вводимые в решение, в) расписывать ход преобразований, не «проглатывая» логические шаги в преобразованиях;
- уделить внимание методике решения качественных задач, прописывающей логические ходы (умозаключения) вместе с подкреплением их физическими аргументами – ссылками на явления, законы, формулы, свойства (удобно для целей обучения в форме таблицы, чтобы чётко видеть, какой логический шаг остался неподкреплённым аргументом);
- обращать внимание всех потенциальных участников на размещаемые ОИВ материалы по подготовке к ЕГЭ по физике, подготовленные председателем ПК по физике, в том числе на возможность активного участия и знакомство с материалами ежегодного вебинара с председателем ПК.



# Рекомендации по дифференцированной подготовке: сильные участники

- научить хорошо подготовленных будущих участников:
  - ✓ проверять «последние штрихи» в оформлении решения, а именно: расшифровка обозначений вновь вводимых величин, наличие подстановки числовых данных (т.е. минимум 1 шага арифметических вычислений), наличие и правильность единиц измерения, зачёркнутость лишних записей, а желательно и проводить проверку расчётов;
  - ✓ обосновывать применимость используемых в решении физических законов и моделей, причём, не только в задачах на механику, но и на другие разделы физики;
- предложить им повторить качественное описание явлений и процессов в ходе решения качественных задач и ответов на вопросы, возможно, факультативно или самостоятельно;

# Рекомендации по дифференцированной подготовке: слабые участники

- предложить в рамках работы со слабо подготовленными школьниками разработать меры по повышению их математической грамотности, в первую очередь в части:
  - а) анализа поведения величины по её формуле в зависимости от характера изменения или неизменности её аргументов,
  - б) работы со степенями при перемножении или делении больших или малых чисел, экспоненциальное представление чисел,
  - в) свойства тригонометрических функций, выражение проекции вектора на ось через косинус или синус угла, связь тангенса и котангенса с синусом и косинусом,
  - г) работа с векторами – умножение на число, сложение, вычитание, определение проекции, определение модуля по проекциям, сложение проекций векторов,
  - д) построение графиков зависимостей с указанием шкалы и контрольных точек на осях;
- предложить слабоподготовленным участникам дополнительно повторить темы: диаграмма энергетических уровней, погрешности измерений, механика и электродинамика проводника с током в магнитном поле, водяной пар, насыщенный пар, энергетика процесса теплопередачи, а также отработать умения решать задачи, измерять величину с учётом погрешности; сопоставлять график и поведение физической величины; выбирать переход между энергетическими уровнями по диаграмме, опираясь на частоту или энергию фотонов; анализировать утверждения о физической ситуации, описанной в задаче.