

Общие сведения

Региональная диагностическая работа по физике в 10 классах государственных образовательных организациях Санкт-Петербурга проводилась во исполнение распоряжения Комитета по образованию от 17. 01. 2017 №59-р «О региональных исследованиях качества образования» и в соответствии с Положением о Санкт-Петербургской региональной системе оценки качества образования, утвержденным распоряжением Комитета по образованию № 37-р от 20. 01. 2014 «Об утверждении модели Санкт-Петербургской региональной системы оценки качества образования (далее – СПб РСОКО), положения о СПб РСОКО и критериев СПб РСОКО».

Региональная диагностическая работа по физике в 10 классах проводилась 16 февраля 2017 года во всех государственных образовательных организациях, находящихся в ведении администраций районов Санкт-Петербурга, кроме общеобразовательных организаций, реализующих основные адаптированные общеобразовательные программы.

Для проведения региональной диагностической работы по физике в 10 классах был выбран раздел «Механика» школьного курса физики, изучение которого начинается в начале учебного года и завершается к концу первого полугодия. Контрольно-измерительные материалы разрабатывались в двух вариантах в соответствии с Кодификатором контролируемого раздела и обобщенного плана варианта, представленных в Спецификации (Приложение 1) региональной диагностической работы по физике в 10 классах.

Каждый вариант контрольной работы включал в себя контролируемые элементы содержания из раздела «Механика», при этом предлагались задания двух таксономических уровней: базового и повышенного.

В соответствии с концепцией, предложенной разработчиками, варианты работы составлялись таким образом, чтобы с помощью одних и тех же материалов можно было проверить качество обучения физике, как в классах с базовым уровнем, так и в классах с углубленным уровнем изучения предмета. Такой подход, с одной стороны, позволяет установить качество усвоения учебного материала всеми учащимися Санкт-Петербургских школ на базовом (обязательном) уровне и на углубленном (профильном) уровне теми учащимися, которые изучают предмет на профильном уровне. С другой стороны, появляется возможность обнаружить наличие (или отсутствие) в практике работы школы внутренней дифференциации обучения, позволяющей ученику, изучающему физику на базовом уровне, не только освоить базовый уровень, но и ***получить возможность*** освоения учебного материала на более высоком уровне.

Количество заданий по каждой теме раздела определяется его содержательным наполнением и пропорционально учебному времени, отводимому на его изучение в соответствии с примерной программой по физике.

Варианты контрольной работы строятся по принципу содержательного дополнения и, таким образом, обеспечивают контроль освоения всех включенных в кодификатор содержательных элементов указанного раздела курса физики 10 класса.

В диагностической контрольной работе проверялись также предусмотренные стандартом виды деятельности: усвоение понятийного аппарата курса физики, овладение методологическими знаниями, применение знаний при объяснении физических явлений, при решении задач, применение знаний в практической деятельности. Овладение умениями при работе с информацией физического содержания проверялось в работе опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах заданий или вариантах ответов для выбора (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки).

В контрольную работу включены качественные задания и расчетные задачи, позволяющие проверить умение применять физические законы и формулы преимущественно в типовых учебных ситуациях. Они позволяют оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов стандарта по физике средней школы и овладение наиболее важными видами деятельности.

В контрольной работе использовались задания с выбором ответа, с кратким ответом и с развернутым ответом. Задания с выбором ответа представлены заданиями с выбором одного ответа из четырех предложенных и с выбором двух правильных утверждений из пяти предложенных.

Задания с кратким ответом представлены типовыми задачами.

Всего в исследовании приняли участие 504 учителя физики.

В таблице 1 приведены сведения об учителях физики по районам, в которых они работают.

Таблица 1

Район	Всего	Из них: работают с данным контингентом учащихся		Из них: работают с данным контингентом учащихся*, %	
		первый год	более одного года	первый год	более одного года
Адмиралтейский	22	8	14	32% (7%)	68% (93%)
Василеостровский	12	4	8	33% (4%)	67% (96%)
Выборгский	63	16	47	25% (25%)	75% (75%)
Калининский	55	17	38	31% (27%)	69% (73%)
Кировский	31	11	20	35% (13%)	65% (87%)
Колпинский	16	8	8	50% (23%)	50% (77%)

Красногвардейский	42	11	31	26% (20%)	74% (80%)
Красносельский	28	10	18	36% (30%)	64% (70%)
Кронштадтский	4	1	3	25% (0%)	75% (100%)
Московский	38	7	31	18% (29%)	82% (71%)
Невский	36	11	25	31% (22%)	69% (78%)
Петроградский	10	3	7	30% (13%)	70% (87%)
Петродворцовый	9	1	8	11% (16%)	89% (84%)
Приморский	43	11	32	26% (17%)	74% (83%)
Пушкинский	22	3	19	14% (40%)	86% (60%)
Фрунзенский	36	9	27	25% (21%)	75% (79%)
Центральный	22	8	14	36% (31%)	64% (69%)
ОО городского подчинения	12	3	9	25% (50%)	75% (50%)
ОО федерального подчинения	3	2	1	67% (60%)	33% (40%)
ИТОГО	504	144	360	29% (22%)	71% (78%)

*В скобках указаны соответствующие показатели по результатам прошлого 2016 года.

Как следует из таблицы 1, в среднем по городу 29% учителей приступили к работе с данным контингентом учащихся в текущем учебном году и, скорее всего, на начало учебного года не имели более или менее адекватного представления как об уровне предшествующей подготовки учащихся по физике, так и о других особенностях учащихся, влияющих на качество последующего обучения.

Следует заметить, что в рассматриваемом аспекте произошли существенные изменения по сравнению с предыдущим (2016 годом): во всех районах города, кроме 4-х и ОО городского подчинения, количество учителей, приступивших к работе с 10 классами в текущем учебном году существенно увеличилось.

В таблице 2 представлена информация об учебной (недельной) нагрузке учителей физики по районам.

Таблица 2

Район	Год	Всего	Нагрузка, часов в неделю					
			Менее 18		18 – 24		более 24	
			кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Адмиралтейский	2017	22	12	55%	8	36%	2	9%
	2016	29	17	59%	11	38%	1	3%
Василеостровский	2017	12	4	55%	8	67%	0	0%
	2016	25	7	28%	12	48%	6	24%
Выборгский	2017	63	20	33%	35	56%	8	13%
	2016	57	16	28%	23	40%	18	32%
Калининский	2017	55	13	32%	37	67%	5	9%
	2016	51	16	31%	25	49%	10	20%
Кировский	2017	31	8	24%	20	65%	3	10%
	2016	48	20	42%	19	40%	9	19%
Колпинский	2017	16	6	26%	7	44%	3	19%
	2016	22	5	23%	10	45%	7	32%
Красногвардейский	2017	42	12	38%	28	67%	2	5%
	2016	35	10	29%	19	54%	6	17%
Красносельский	2017	28	7	29%	16	57%	5	18%

	2016	44	13	30%	13	30%	18	41%
Кронштадтский	2017	4	2	25%	0	0%	2	50%
	2016	5	1	20%	3	60%	1	20%
Московский	2017	38	9	50%	21	55%	8	21%
	2016	38	11	29%	20	53%	7	18%
Невский	2017	36	5	24%	23	64%	8	22%
	2016	49	12	24%	23	47%	14	29%
Петроградский	2017	10	4	14%	6	60%	0	0%
	2016	15	9	60%	4	27%	2	13%
Петродворцовый	2017	9	1	40%	8	89%	0	0%
	2016	19	6	32%	9	47%	4	21%
Приморский	2017	43	11	11%	24	56%	8	19%
	2016	58	17	29%	26	45%	15	26%
Пушкинский	2017	22	3	26%	17	77%	2	9%
	2016	25	11	44%	10	40%	4	16%
Фрунзенский	2017	36	9	14%	23	64%	4	11%
	2016	47	13	28%	26	55%	8	17%
Центральный	2017	22	6	27%	15	68%	1	5%
	2016	39	16	41%	18	46%	5	13%
ОО городского подчинения	2017	12	2	17%	9	75%	1	8%
	2016	4	4	100%	–	0%	–	0%
ОО федерального подчинения	2017	3	0	0%	0	0%	3	100%
	2016	5	1	20%	4	80%	–	0%
ИТОГО	2017	504	134	27%	305	61%	65	13%
	2016	615	205	33%	275	45%	135	22%

Как следует из таблицы, распределение учителей в зависимости от нагрузки существенно изменилось по сравнению с предыдущим годом. Так в среднем по городу увеличился процент учителей, имеющих нагрузку в интервале от 18 часов (ставка) до 24 часов (полторы ставки), за счет уменьшения числа учителей, имеющих более полутора ставок и менее одной ставки. При этом изменение ситуации с нагрузкой учителей существенно зависит от района.

Статистические сведения

об участниках диагностического исследования

Полномасштабное исследование качества образования по физике в Санкт-Петербурге за последние 40 лет впервые проводилось в 2016 году. В 2017 году эти исследования получили свое продолжение. В ходе этих исследований получены сведения, позволяющие, как получить многоаспектные и адекватные представления о качестве школьного физического образования, так и выявить факторы, негативно влияющие на него. В дальнейшем мы приводим не только сведения, полученные в этом учебном году, но и проводится сравнительный анализ результатов по обоим массивам аналогичных данных.

Общие сведения

В диагностической работе по физике в 10 классах приняли участие 441 образовательная организация и 13340 учащихся. По спискам общее число

учащихся в 10-х классах этих ОУ составляет 16801 чел. Таким образом, в исследовании принимали участие 79% контингента выборки.

В таблице № 3 представлены статистические сведения об участниках диагностической контрольной работы по физике в 10 классах Санкт-Петербурга.

Таблица № 3

Район / ОО	Год	Количество ОО	Количество учащихся по списку	Количество учащихся, выполняв- ших работу	%
Адмиралтейский	2016	25	736	572	78
	2017	18	601	485	81
Василеостровский	2016	23	827	586	71
	2017	11	449	377	76
Выборгский	2016	48	1714	1403	82
	2017	54	2110	1670	79
Калининский	2016	35	1175	973	83
	2017	46	1873	1506	80
Кировский	2016	39	1139	913	80
	2017	27	882	721	82
Колпинский	2016	17	467	381	82
	2017	14	484	380	79
Красногвардейский	2016	33	1025	841	82
	2017	37	1272	1020	80
Красносельский	2016	39	1310	1049	80
	2017	26	943	757	80
Кронштадтский	2016	5	158	129	82
	2017	2	54	48	89
Московский	2016	31	1090	939	86
	2017	37	1357	1055	78
Невский	2016	48	1525	1305	86
	2017	28	987	800	81
Петроградский	2016	12	451	372	82
	2017	11	401	292	73
Петродворцовый	2016	15	454	377	83
	2017	9	259	205	79
Приморский	2016	49	1776	1425	80
	2017	38	1575	1247	79
Пушкинский	2016	20	737	633	86
	2017	22	855	665	78
Фрунзенский	2016	41	1383	1144	83
	2017	32	1229	997	81
Центральный	2016	36	1439	1093	76

	2017	20	807	644	80
ОО городского подчинения	2016	2	62	54	87
	2017	6	452	328	73
ОО федерального подчинения	2016	1	59	53	90
	2017	3	161	143	89
Санкт-Петербург	2016	552	17932	14574	81
	2017	441	16801	13340	79

В текущем году образовательным организациям города была предоставлена возможность выбора предмета, по которому проводилась диагностическая контрольная работа. В результате в ряде районов количество ОУ, принимавших участие в диагностической процедуре, уменьшилось, а в Курортном районе ни одна школа не принимала участие в проведении работы. В среднем по городу отмечается снижение числа участников процедуры оценки качества образования по физике.

Из таблицы №3 следует, что диагностическую контрольную работу выполняли 13340 обучающихся. Это означает, что статистическая погрешность полученных данных по всему массиву не превышает 1%.

В соответствии с примерным (федеральным) учебным планом на изучение учебного предмета «Физика» **на базовом уровне** в 10 и 11 классах отводится 2 часа в неделю (140 часов за два года обучения).

В Итоговом отчете «Диагностическая контрольная работа по физике в 10-х классах», 2017 год (ГБУ ДПО «Санкт-Петербургский центр оценки качества образования и информационных технологий) приведена статистика распределения школьников, изучающих физику на базовом уровне и профильном уровне, статистика распределения школьников в зависимости от количества часов физики в неделю; по профилям, реализующим ОО; по предметным областям, используемым УМК и другим сведениям. Все желающие могут получить эти сведения в указанном выше Отчете ЦО и ИТ.

Общая характеристика КИМ диагностической работы

Общее время выполнения работы составило 90 минут.

В работе представлены две части: в I части предлагается выполнить 15 заданий, из них 14 заданий – задания базового уровня сложности, во II части – одно задание повышенного уровня сложности.

К каждому заданию или группе заданий приводятся подробные инструкции к выполнению заданий и к записи ответа в поле ответов.

Характеристика заданий, проверяемые в них элементы содержания и планируемые умения описаны детально в разделе «Методический анализ результатов выполнения диагностической контрольной работы».

Методический анализ результатов выполнения диагностической контрольной работы

Анализ проводится в рамках предположения, что процедура выполнения контрольной работы строго соблюдалась и представленные образовательными организациями сведения достоверны.

Как уже отмечалось выше, работу выполняли 13340 учащихся. Распределение учащихся по вариантам представлено в таблице 4.

Таблица 4. Распределение учащихся по вариантам

Вариант 1		Вариант 2		Всего	
Число работ	Доля работ	Число работ	Доля работ	Число работ	Доля работ
6833	51%	6507	49%	13340	100%

Как следует из таблицы 4, работы учащихся по вариантам распределены равномерно. В пределах статистической погрешности число учащихся, выполнявших работу первого варианта ($51\% \pm 1\%$), равно числу учащихся ($49\% \pm 1\%$), выполнявших работу второго варианта.

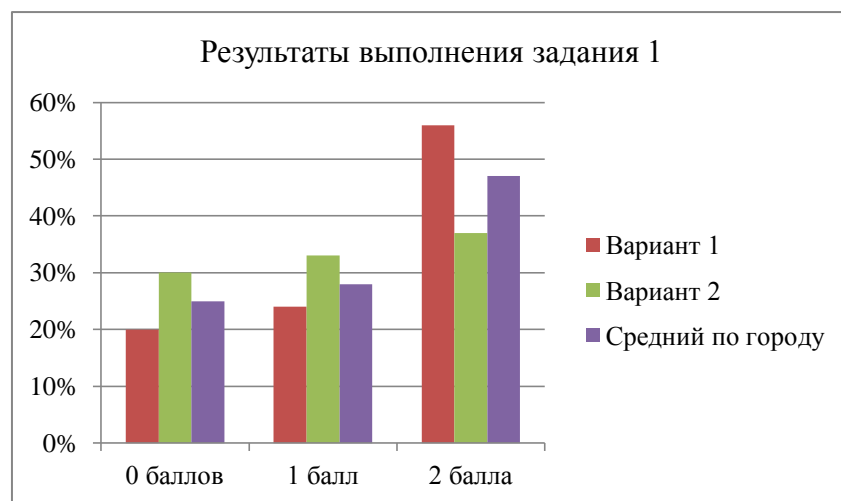
Напомним, что задание базового уровня сложности считается выполненным, если результаты его выполнения по статистически репрезентативной выборке находятся внутри нормативного диапазона значений (от 60% до 90%). Для заданий повышенного уровня сложности нормативный диапазон значений составляет 40% – 60%. Задания высокой степени сложности в данной работе не представлены. При анализе результатов выполнения заданий данной работы мы будем придерживаться приведенной системой оценивания.

Часть I		
Описание задания	Проверяемые элементы содержания	Проверяемые умения
Задания 1 – 4 сконструированы как задания проверяющие умение работать с текстом физического содержания. При выполнении каждого из этих заданий учащимся необходимо было извлечь из текста, предваряющего данную группу заданий, необходимую информацию, представленную вербально и в форме графиков, описывающих движение двух тел, и применить ее в конкретной ситуации, используя знания из раздела «Механика».	Механическое движение, координата, скорость, импульс, кинетическая энергия, уравнение зависимости скорости и координаты тела от времени движения, сила, равнодействующая сила, третий закон Ньютона	Понимание смысла физических понятий и величин, умение извлекать и интерпретировать информацию из графика, извлекать информацию из текста и применять ее для выполнения типовых заданий

Задание 1, базовый уровень сложности

Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл		2 балла	
	число	процент	число	процент	число	процент
1	1371	20%	1636	24%	3826	56%
2	1956	30%	2117	33%	2434	37%
Итого:	3327	25%	3753	28%	6260	47%



Средний результат выполнения задания по сумме ненулевых баллов (1 + 2) находится внутри нормативного диапазона значений.

В данном задании проверялось понимание информации, извлеченной из графика, и умение ее интерпретировать. Необходимо было вписать пропущенные в трех предложениях слова из предложенного списка. Первое предложение проверяло умение установить характер изменения модуля скорости движения тел (понимание смысла понятия модуль скорости, явный параметр на графике). Второе предложение требовало интерпретации информации применительно к понятию «координата» тела (неявный параметр). Третье предложение проверяло умение соотнести направление движения тела со знаком проекции вектора скорости.

В задании были представлены графики зависимости проекции скорости движения двух тел, при этом одно тело двигалось равномерно прямолинейно, а другое – равноускорено. Обе ситуации – типовые, однако, во втором варианте в начальный момент времени тело имело ненулевую начальную скорость, а ее ускорение было направлено в сторону, противоположную направлению вектора скорости. Эта ситуация объективно более сложная, чем в первом варианте (нулевая начальная скорость, ускорение направлено в ту же сторону, что и координатная ось), с точки зрения определения характера изменения координаты тела.

Это – наиболее вероятная причина того, что результаты выполнения задания второго варианта статистически более низкие, чем результаты выполнения аналогичного задания первого варианта.

Методические рекомендации: при работе с графическим представлением информации обучение зачастую чрезмерно формализовано (рассматриваются преимущественно математические приемы работы с графиком, принципиальные отличия графиков в физике от графиков в математике не рассматриваются, как самостоятельная проблема). На уроках физики необходимо визуализировать реальную ситуацию, используя структурно-логические схемы или рисунки, поясняющие движение тел. Полезно, преобразовывать информацию, используя весь спектр знаковых способов представле-

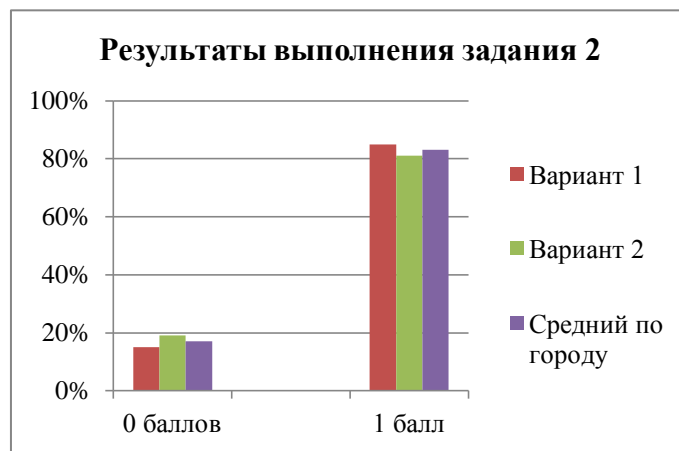
ния информации.

Задание 2, базовый уровень сложности

Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	996	15%	5837	85%
2	1265	19%	5242	81%
Итого:	2261	17%	11079	83%

Средний результат выполнения задания находится внутри нормативного диапазона значений, ближе к верхней границе диапазона.



Задание проверяет умение интерпретировать понятие «точка пересечения» графиков движения двух тел. Успешность выполнения данного задания зависит исключительно от внимательного прочтения текста задания, определения величин, отложенных по осям графика и внимательного прочтения вариантов ответов, из которых предстоит делать выбор.

Методические рекомендации: при обучении выбору варианта ответа, сформулированного в виде утверждения, полезно выслушивать ответы учеников, объясняющие, по какой причине данное утверждение отбрасывается как неверное.

Задание 3, базовый уровень сложности

Результаты выполнения

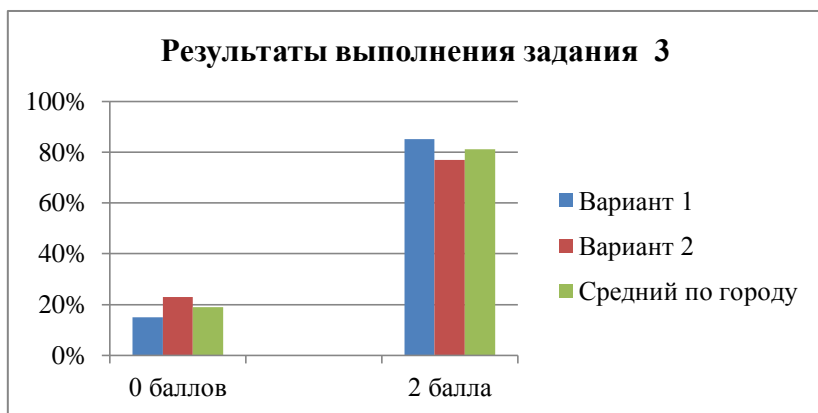
Номер варианта	0 баллов		2 балла	
	число	процент	число	процент
1	996	15%	5837	85%
2	1522	23%	4985	77%
Итого:	2518	19%	10822	81%

Средний результат выполнения задания находится внутри нормативного диапазона значений, ближе к верхней границе диапазона.

Задание проверяет умение преобразовывать информацию, извлеченную из графика, в уравнения, выражающие зависимость проекции скорости и координаты тела от времени движения.

Эти уравнения содержат в качестве коэффициентов конкретные значения величин (параметров), которые необходимо рассчитать, пользуясь данными графиков.

Методические рекомендации: при обучении желательно придерживаться известного алгоритма выполнения подобных заданий,



выстраивая дедуктивное рассуждение (от общего вида соответствующего уравнения, к определению значений параметров движения и переписыванию уравнений с учетом значений конкретных коэффициентов).

Задание 4, базовый уровень сложности

Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл		2 балла	
	число	процент	число	процент	число	процент
1	1835	27%	831	12%	4167	61%
2	2114	32%	717	11%	3676	57%
Итого:	3949	29%	1548	12%	7843	59%

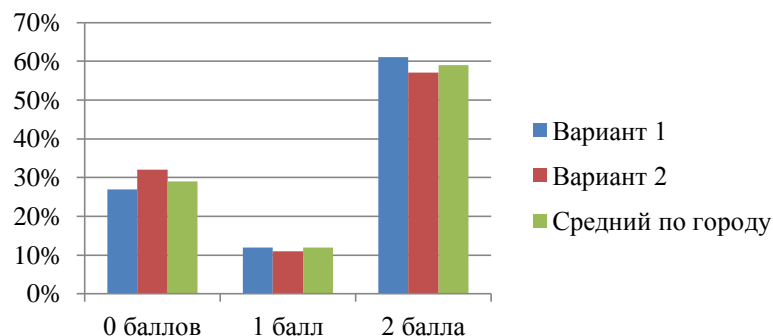
Средний результат выполнения задания по сумме ненулевых баллов (1 + 2) находится внутри нормативного диапазона значений.

Задание проверяет умение применить второй закон Ньютона для подсчета числового значения равнодействующей силы, действующей на рассматриваемые в типовой ситуации тела.

Вероятные затруднения учащихся могли быть связаны с тем, что массы тел указаны в основном тексте, предваряющем данную группу заданий (в формулировке задания 4 значения масс тел не дублируются).

Методические рекомендации: при обучении желательно придерживаться известного алгоритма выполнения подобных заданий, выстраивая дедуктивное рассуждение (от общего вида уравнения второго закона Ньютона, к определению характера движения тела – равномерное или равноускоренное – к определению модуля ускорения и проведению расчетов).

Результаты выполнения задания 4



Задание 5

Описание задания

Задание сконструировано на основе типовой расчетной задачи о весе тела, движущегося в лифте с ускорением. Учащимся предлагается выбрать два верных утверждения из пяти предложенных, касающихся характера изменения скорости лифта и направления его движения.

Проверяемые элементы содержания

Механическое движение, ускорение, законы динамики Ньютона, вес тела, зависимость веса тела от характера его движения.

Проверяемые умения

Понимание смысла физических понятий, физических величин и законов физики.
Умение применять знания в конкретной (типовой) ситуации.

Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл		2 балла	
	число	процент	число	процент	число	процент
1	988	15%	1312	19%	4533	66%
2	2676	41%	1633	25%	2198	34%
Итого:	3664	28%	2945	22%	6731	50%

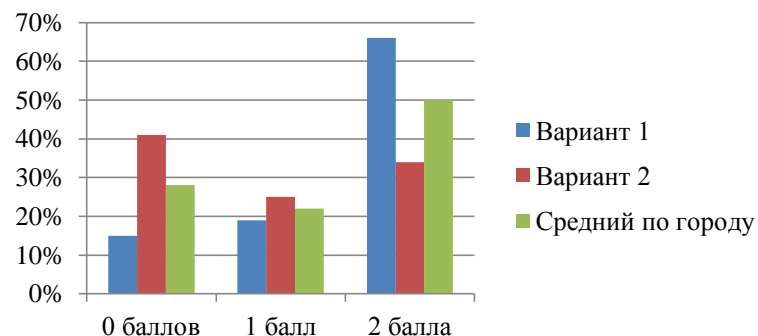
Средний результат выполнения задания по сумме ненулевых баллов (1 + 2) находится внутри нормативного диапазона значений для варианта 1 и вблизи нижней границы диапазона для варианта 2.

Методические рекомендации: возможно несколько стратегий выбора правильных утверждений. Две из них – вспомнить формулу для определения веса тела в движущемся лифте или получить ответ на вопросы задания, решив конкретную задачу (числовые данные в условии задачи позволяют это сделать).

Обе эти стратегии, в принципе, пригодны, но не являются оптимальными: формулу можно не помнить или допустить ошибку при ее записи, решение задачи – требует значительных временных затрат.

Выбор третьей возможной стратегии становится возможным, если в процессе обучения учитель после решения задачи проводит анализ реальной ситуации, заботясь о формировании физического

Результаты выполнения задания 5



понимания. Здесь снова на помощь может прийти «визуализация мышления», позволяющая прибегать не только к формализованным записям формул, но восстановлением картины реального движения.

Задание 6

Описание задания

Задание с кратким ответом, предполагает расчет жесткости пружины по результатам серии измерений, представленным в таблице. Для расчета жесткости необходимо перейти от длины пружины к удлинению и перевести значения величин в единицы СИ.

Проверяемые элементы содержания

Взаимодействие тел, сила упругости, жесткость пружины, закон Гука.

Проверяемые умения

Знание и понимание смысла физических величин и физических законов.
Анализировать результаты исследования. Выразить результаты измерений в единицах СИ.

Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	3570	52%	3263	48%
2	3834	59%	2673	41%
Итого:	7404	55%	5936	45%

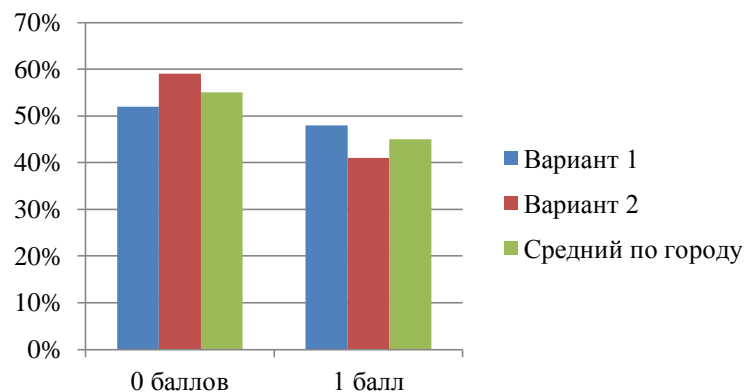
Средний результат выполнения задания не достигает нижней границы нормативного диапазона значений.

Наиболее вероятной причиной низких результатов выполнения задания является непонимание смысла величины «удлинение», входящей в формулу закона Гука. Происходит подмена понятий – длина пружины вытесняет понятие «удлинение».

Методические рекомендации: при традиционном обучении в подавляющем большинстве случаев формула того или иного закона (в данном случае, закона Гука) применяется для конкретной пары значений величин, входящих в формулу закона. В данном случае результаты выполнения задания были бы существенно выше, если бы были приведены только одно значение силы упругости и одно значение удлинения пружины.

Проблема формирования понимания смысла величин и законов

Результаты выполнения задания 6



требует иного подхода: натурные экспериментальные исследования при обучении должны сочетаться с анализом полученных результатов и выработкой алгоритма действий, направленного на достижение поставленной цели, формулирование вывода или получение искомого ответа.

В данном случае алгоритм действий предполагает: а) уяснение смысла величин, входящих в закон Гука; б) добавление в таблицу строки, содержащей значения удлинения пружины; в) установление факта, что отношение силы упругости к величине удлинения остается постоянной; г) расчет жесткости по выбранной паре величин, которые нужно предварительно перевести в единицы СИ.

Задание 7

Описание задания

В задании рассматривается опыт по равномерному погружению тела, подвешенного на нити, в воду. Учащимся предлагается установить соответствие графиков, изображающих зависимость сил, действующих на тело, от глубины погружения.

Проверяемые элементы содержания

Равномерное прямолинейное движение.
Сила тяжести, сила натяжения нити, выталкивающая сила.

Проверяемые умения

Знание и понимание смысла физических понятий, величин и законов динамики.
Умение извлекать и интерпретировать информацию из графиков.

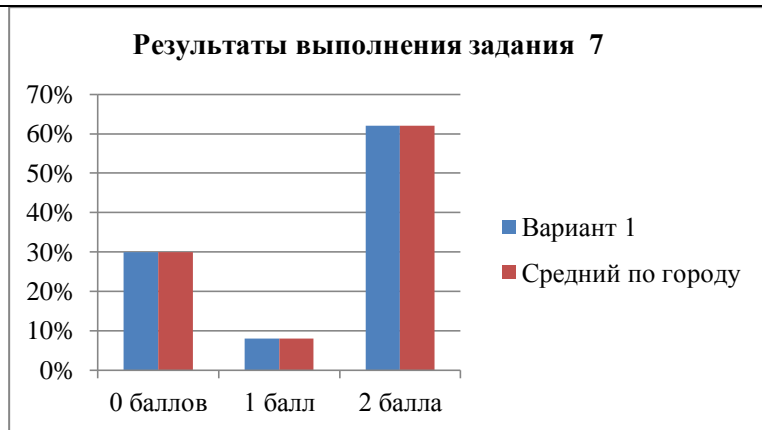
Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл		2 балла	
	число	процент	число	процент	число	процент
1	2052	30%	556	8%	4225	62%
2	Результаты недостоверны					
Итого:	2052	30%	556	8%	4225	62%

Средний результат выполнения задания по сумме ненулевых баллов (1 + 2) для варианта 1 находится внутри нормативного диапазона значений.

Из-за технической ошибки результаты выполнения задания из 2 варианта недостоверны, поэтому проанализированы только результаты работ 1 варианта.

Методические рекомендации. Описанная в задании ситуация относится к числу типовых. Она традиционно отрабатывается как в теоретических аспектах, так и при проведении соответствующей лабораторной работы. Справедливости ради, следует отметить, что графическая интерпретация сил, действующих на тело в описываемом опыте, практически не используется. Поэтому, хотя для учащихся данное задание можно рассматривать как задание базового уровня сложности, но представленные зависимости нельзя отнести



к числу типовых.

Основная трудность в интерпретации графической информации состоит в том, что две силы – выталкивающая сила и сила натяжения нити – зависят от глубины погружения и изменяются в противофазе. В начальный момент, когда тело еще не погружено в воду, сила натяжения нити равна силе тяжести, а выталкивающая – равна нулю. Далее архимедова сила сначала увеличивается до тех пор, пока тело не окажется целиком погруженным в воду, и далее перестает изменяться, а сила натяжения нити будет уменьшаться, пока тело целиком не окажется в воде.

С методической точки зрения, полезно выявленные в опыте закономерности сопровождать не только математическими формами записи, но и графическими, создавая более наглядные представления.

Задание 8

Описание задания	Проверяемые элементы содержания	Проверяемые умения
<p>В задании рассматривается процесс абсолютно неупругого столкновения двух шаров. Необходимо определить направление импульса системы тел после столкновения, если направление векторов скорости шаров перед столкновением известно. Задание сопровождается рисунком.</p>	<p>Импульс, закон сохранения импульса, абсолютно неупругое столкновение.</p>	<p>Понимание смысла физических понятий, величин и законов. Извлечение и интерпретация информации из рисунка.</p>

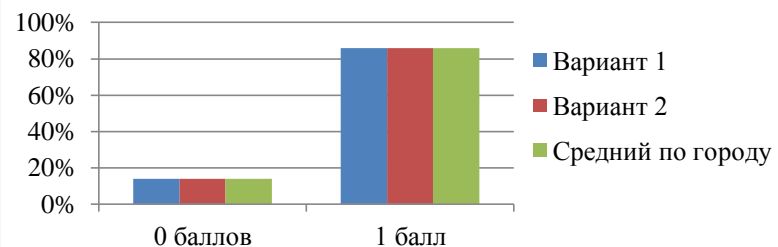
Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	953	14%	5880	86%
2	930	14%	5577	86%
Итого:	1883	14%	11457	86%

Средний результат выполнения задания находится вблизи верхней границы нормативного диапазона значений.

Методические рекомендации в данной конкретной ситуации не требуются.

Результаты выполнения задания 8



Задание 9

Описание задания

Задание с кратким ответом. Оно представляет собой типовую задачу на применение закона сохранения импульса замкнутой системы двух тел.

Проверяемые элементы содержания

Импульс тела, импульс системы тел, закон сохранения импульса.

Проверяемые умения

Умение решать типовые задачи.

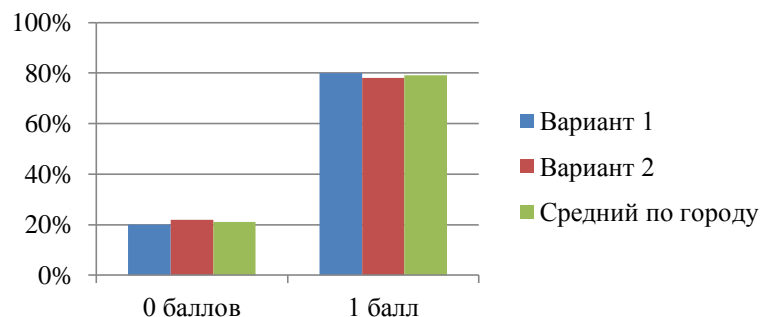
Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	1364	20%	5469	80%
2	1437	22%	5070	78%
Итого:	2801	21%	10539	79%

Средний результат выполнения задания находится внутри нормативного диапазона значений.

Методические рекомендации: в данной конкретной ситуации применяется отработываемый в обучении алгоритм решения задач на применение закона сохранения импульса.

Результаты выполнения задания 9



Задание 10

Описание задания

Типовая задача на движение тела, брошенного под углом к горизонту с заданным модулем и направлением вектора скорости, требует применения параметров движения для определения кинетической энергии в точке наивысшего подъема.

Проверяемые элементы содержания

Движение в поле тяготения Земли (кинематика), кинетическая и потенциальная энергия, закон сохранения механической энергии.

Проверяемые умения

Умение решать физические задачи различной степени сложности.

Результаты выполнения

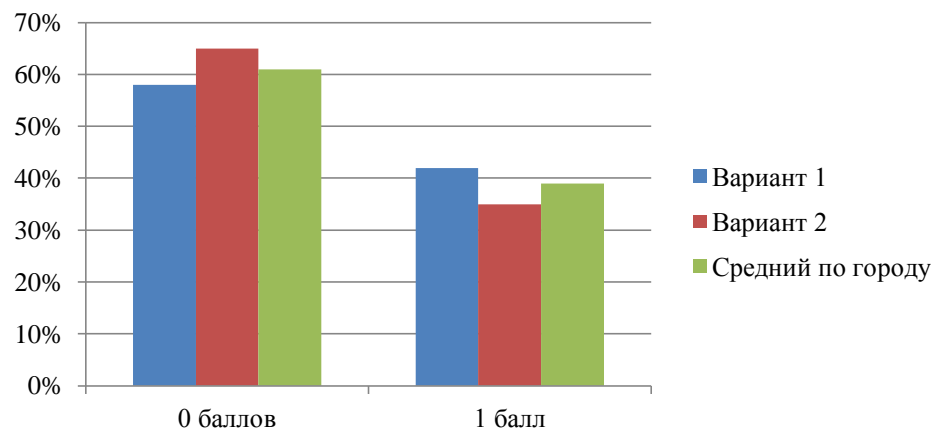
Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	3973	58%	2860	42%
2	4213	65%	2294	35%
Итого:	8186	61%	5154	39%

Средний результат выполнения задания не достигает нижней границы нормативного диапазона значений.

Различия в результатах выполнения задания объясняются тем, что в первом варианте используется наиболее часто рассматриваемая при обучении ситуация, когда задаются начальные условия движения тела, брошенного под углом к горизонту. Во втором варианте рассматривается сравнительно редкая ситуация, когда заданы параметры движения тела, брошенного под углом к горизонту, в момент его подлета к земле.

Методические рекомендации. Задача о движении тела, брошенного под углом к горизонту, традиционно решается по известному алгоритму. Основные трудности связаны с необходимостью находить проекции скорости на две координатные оси (а не одну, что привычнее при рассмотрении прямолинейного движения) и записать законы динамики и кинематики, в которых фигурируют соответствующие проекции величин. В сложившейся практике зача-

Результаты выполнения задания 10



стуют используют «готовые» формулы для дальности и максимальной высоты подъема тела. Таким образом, внимание учащихся сконцентрировано на математической формализации процесса, а не на анализе рассматриваемой в задаче физической ситуации.

Поскольку в данной задаче формулы дальности и высоты полета не используются, а опыт анализа ситуации невелик, то результаты выполнения оказались вполне ожидаемыми.

Успех выполнения задания и в этом случае, по нашему мнению, связан с проблемой визуализации мышления: текст задания вызывает ассоциации с формулами, а если бы ученик изобразил рисунок и показал на нем точку, в которой следует подсчитать кинетическую энергию тела, то стремление воспользоваться формулами исчезло бы само собой. Возникли бы продуктивные идеи, как найти скорость тела в указанной точке.

Задание 11

Описание задания	Проверяемые элементы содержания	Проверяемые умения
Задание с кратким ответом на применение закона сохранения и превращения энергии в процессе свободного падения мяча и последующего отскока от пола.	Потенциальная энергия тела, закон сохранения и превращения энергии.	Умение решать типовые физические задачи.

Результаты выполнения

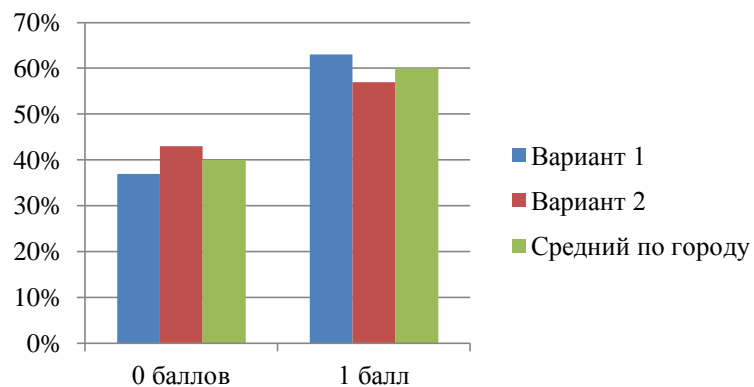
Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	2556	37%	4277	63%
2	2811	43%	3685	57%
Итого:	5367	40%	7962	60%

Средний результат выполнения задания находится на уровне нижней границы нормативного диапазона значений.

Результаты выполнения задания в разных вариантах в пределах статистической погрешности отличаются, хотя и незначительно. Этот факт можно объяснить следующим образом. В задании варианта 1 необходимо было найти потери энергии при отскоке мяча от пола, при этом начальная и конечная высота мяча над полом заданы (прямая задача). В варианте 2 необходимо было найти конечную высоту мяча по известному начальному положению и значению потерь энергии (обратная задача). Традиционно, ошибки связаны с неумением записать уравнение закона сохранения энергии с учетом потерь и произвольной расстановкой знаков в формуле закона превращения энергии.

Методические рекомендации. При обучении решению задач на законы сохранения следует придерживаться стандартного алгорит-

Результаты выполнения задания 11



ма: изменение энергии системы обусловлено либо потерями (отрицательная работа внешних или внутренних сил системы, либо положительной работой внешних сил). В первом случае отрицательный знак изменения энергии (уменьшение энергии) свидетельствует о наличии потерь; во втором случае – изменение энергии положительное, следовательно, имеет место приток энергии в систему.

Другие формы записи закона сохранения энергии подразумевают запись «потерь» в одну из частей равенства и требуют выбора «правильного» знака.

Группа заданий 12 – 14

Описание задания

Группа заданий предполагает работу с текстом и базой данных, представленных в виде таблицы. Все три задания – с кратким ответом. Задания сконструированы на примере астрономической компоненты школьного курса физики.

Проверяемые элементы содержания

Равномерное движение по окружности, сила тяжести, закон всемирного тяготения, масса тела и плотность вещества.

Проверяемые умения

Умение находить в таблице данные, необходимые для выполнения задания, и умение использовать найденную информацию для решения предложенных задач различной степени сложности.

Умение переводить величины из одних единиц в другие.

Задание 12

Результаты выполнения

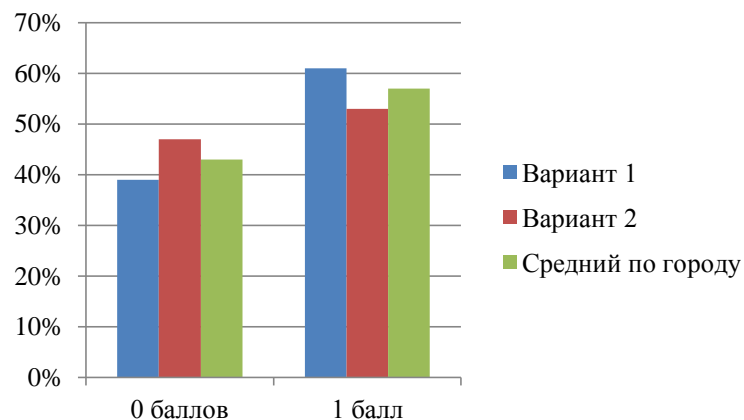
Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	2659	39%	4174	61%
2	3038	47%	3469	53%
Итого:	5697	43%	7643	57%

Средний результат выполнения задания в пределах статистической погрешности не достигает нижней границы нормативного диапазона значений.

В задании необходимо было определить продолжительность года на планетах Солнечной системы и перевести их в земные сутки. Для успешного выполнения задания необходимо было сделать выбор столбца с необходимой информацией, основываясь на смысле понятия «год»: время обращения планеты вокруг своей оси или время обращения планеты вокруг Солнца. Далее, исходя из продолжительности земного не високосного года в сутках, выполнить простой арифметический подсчет.

Возможные ошибки: неверный выбор столбца таблицы, незнание продолжительности земного года в сутках или арифметические

Результаты выполнения задания 12



ошибки в подсчете.

Методические рекомендации: использовать для конструирования заданий баз данных, представленных в виде таблицы.

Задание 13

Результаты выполнения

Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	4155	61%	2678	39%
2	4709	72%	1798	28%
Итого:	8864	66%	4476	34%

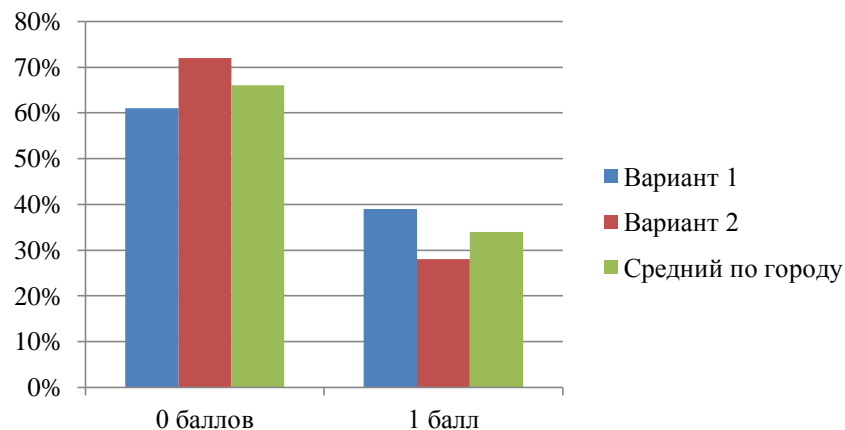
Средний результат выполнения задания в пределах статистической погрешности не достигает нижней границы нормативного диапазона значений.

Задание предполагает применение закона Всемирного тяготения для сравнения силы притяжения заданной планеты к Солнцу с силой притяжения Земли к Солнцу. Для этого необходимо не только воспользоваться формулой закона и найти необходимые параметры соответствующих планет в таблице, но и учесть, что в обоих случаях в качестве одного из тел рассматривается Солнце. При сравнении искомых величин параметры Солнца сократятся.

Методические рекомендации. Стандартное задание на применение закона Всемирного тяготения вызвало затруднения, вероятнее всего, в связи с тем, что в нем фигурируют не абстрактные тела, а конкретные объекты Солнечной системы. Дедуктивный переход от общего к частному вызвал затруднения у каждых 2-х из 3-х учащихся.

Кроме того, в таблице данных отсутствуют сведения о параметрах Солнца, которые входят в формулу закона Всемирного тяготения. Следовательно, учащиеся не имеют достаточного опыта проведения сравнения однородных величин, подсчитанных по формулам-определениям или формулам законов, содержащим одинаковые па-

Результаты выполнения задания 13



раметры.

Задание 14

Результаты выполнения

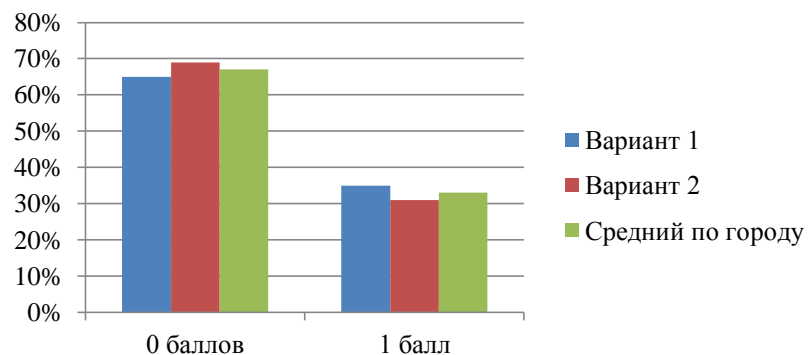
Номер варианта	0 баллов		1 балл	
	число	процент	число	процент
1	4474	65%	2359	35%
2	4522	69%	1985	31%
Итого:	8996	67%	4344	33%

Средний результат выполнения задания в пределах статистической погрешности не достигает нижней границы нормативного диапазона значений.

Типовое задание на использование формулы, связывающей массу тела с его плотностью и объемом. В задании используется частично табличные данные, выраженные в условных единицах (масса планеты, выраженная в массах Земли), и частично – в единицах СИ в явном виде.

При выполнении данного задания проявились те же недостатки, что и в предыдущих заданиях из этой группы.

Результаты выполнения задания 14



Задание 15

Описание задания

Задание на применение закона сохранения. Ситуация, описанная в задаче, иллюстрируется рисунком. Числовые данные представлены в тексте задания и при помощи графика зависимости потенциальной энергии тела при его движении в яме от координаты его местоположения. Задание повышенной степени сложности.

Проверяемые элементы содержания

Энергия, кинетическая и потенциальная энергия, закон сохранения энергии.

Проверяемые умения

Физический смысл понятий, величин и законов физики.
Умение решать задачи различной степени сложности.
Умение извлекать и интерпретировать информацию из рисунка и графика.

Результаты выполнения

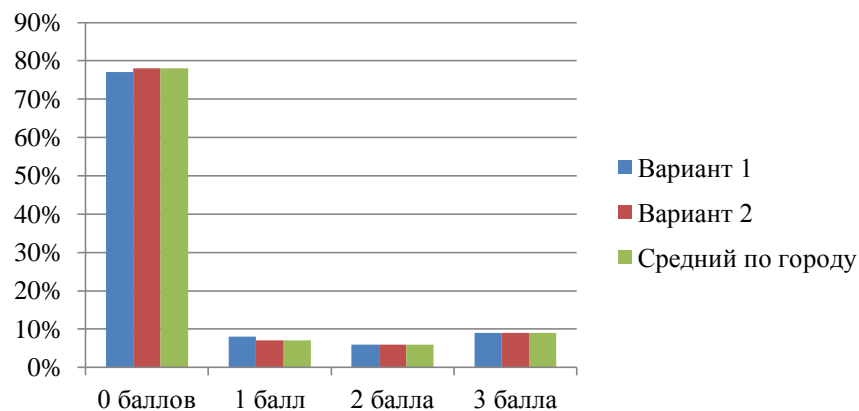
Номер варианта	0 баллов		1 балл		2 балла		3 балла	
	число	процент	число	процент	число	процент	число	процент
1	5327	77%	533	8%	384	6%	589	9%
2	5103	78%	459	7%	360	6%	585	9%
Итого:	10430	78%	992	7%	744	6%	1174	9%

Средний результат выполнения задания в пределах статистической погрешности существенно ниже минимальной границы нормативного диапазона значений повышенного уровня сложности.

Задание имеет очевидное решение. Сначала необходимо представить себе (описать) характер движения тела, а затем определить значение полной энергии тела в начальный момент времени. Сформулировать условие, при котором тело может выскользнуть из ямы. А затем по графику определить положение края ямы, в котором полная энергия (которая сохраняется) больше или равна потенциальной энергии этого тела в данном месте.

Таким образом, решение этой задачи не предполагает проведения каких-то математических преобразований (кроме арифметической операции сложения при определении полной энергии тела), а решается исключительно на основе понимания характера движения

Результаты выполнения задания 15



тела.

Беспрецедентно низкие результаты выполнения этого задания подтверждают тот факт, что качественная сторона физических явлений и процессов в традиционном преподавании заменена их формализованным описанием.

Методические рекомендации: необходимо коренным образом изменить подходы в преподавании физики, ориентируясь на системно-деятельностное обучение на основе информационного подхода.

Общие выводы

Анализ результатов выполнения диагностической контрольной работы позволил выявить следующее:

1. Из 14 заданий базового уровня сложности минимальный порог нормативного диапазона преодолен в 9 заданиях предложенной работы (64%), при этом следует отметить, что:

- в трех заданиях (№№ 1, 4, 5 и 7) минимальный порог преодолен только по сумме ненулевых баллов (1+2);
- в двух заданиях (№№ 7, 11) результаты совпадают с минимальным порогом нормативного диапазона значений;
- в заданиях №№ 6, 10, 13, 14 процент выполнения существенно ниже нормативного порога и находятся на уровне 33 – 45% (порог 60%).

Следовательно, менее 70% учащихся освоили материал проверяемого раздела «Механика» школьного курса физики на базовом уровне. Более 30% учащихся не достигли планируемых результатов обучения.

2. Наиболее успешно были выполнены задания, в которых проверялись элементы содержания по вопросам «Кинематика прямолинейного движения», «Импульс, закон сохранения импульса при неупругом столкновении».

3. Существенные затруднения вызвали вопросы, связанные с применением знаний кинематики и динамики к криволинейному движению, движению тел по окружности (на примере движения планет Солнечной системы), с использованием закона Гука и закона Всемирного тяготения в ситуациях, требующих анализа и адекватного применения обязательных элементов содержания.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Второй раз за последние 40 лет в Санкт-Петербурге проведено полномасштабное исследование качества образования по физике в 10 классах в средней школе. В ходе исследования изучалось качество образования по физике, число учащихся, принимавших участие в диагностической контрольной работе составило 13340 человек, статистическая погрешность результатов не превышает 1%).

Контрольно-измерительные материалы, разработанные для проведения исследования по теме «Механика», прошли апробацию в ОО городского подчинения. В ходе апробации было проверено расчетное время выполнения работы и были высказаны замечания, которые позволили уточнить формулировку ряда заданий.

В ходе исследования получены сведения, позволяющие получить многоаспектные и адекватные представления о качестве школьного физического образования в 10 классах и выявить факторы, негативно влияющие на него.

Рекомендации

Руководителям ОО:

- провести сравнительный анализ результатов диагностической контрольной работы своей образовательной организации; установить степень достоверности представленных в город результатов; выявить причины неудач;
- определять уровень изучения предмета в зависимости
 - от квалификации учителя физики и материальной базы кабинета физики;
 - от уровня подготовки обучающихся на ступени основной школы;
- выделять на изучение предмета на базовом уровне не более 3-х часов в неделю, а на профильном – не менее 5 часов в неделю в соответствии с базовым учебным планом;
- обеспечивать условия для своевременного полноценного повышения квалификации учителями физики.

Методическим службам районов:

- провести сравнительный анализ результатов диагностической контрольной работы ОО района;
- довести до сведения учителей района результаты диагностической контрольной работы на уровне города и района;
- выявить и обсудить на заседании МО типовые затруднения учителей в области содержания учебного предмета и его специфики для двух уровней изучения;

- познакомить учителей с критериальным оцениванием устных и письменных работ учащихся;
- оказать учителям методическую помощь в освоении современных технологий обучения, направленных на реализацию системно-деятельностного обучения на основе информационного подхода;
- способствовать своевременному и целевому повышению квалификации учителей района.