

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ГРАМОТНОСТЬ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УМЕНИЯ ВЫПУСКНИКОВ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ: НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ

Василий Григорьевич Разумовский, главный научный сотрудник Центра естественнонаучного образования Института стратегии образования РАО, доктор педагогических наук, академик РАО;

Александр Юрьевич Пентин, заведующий Центром естественнонаучного образования Института стратегии образования РАО, кандидат физико-математических наук;

Геннадий Григорьевич Никифоров, старший научный сотрудник Центра естественнонаучного образования Института стратегии образования РАО, кандидат педагогических наук;

Галина Михайловна Попова, методист по физике, химии и биологии Раменского Дома учителя

- естественнонаучная грамотность • научный метод познания • экспериментальные умения
- диагностика достижений • планируемые результаты • образовательный Стандарт
- муниципальный уровень системы образования

При проверке работ учащихся по всей выборке был составлен полный поэлементный анализ по всем вариантам. В данной статье для анализа типичных ошибок при выполнении заданий диагностической работы было решено использовать анализ так называемой «класс-выборки» и статистических данных по всем проверенным вариантам. Формирование «класс-выборки» проводилось случайным образом из числа проверяемых работ (в среднем из 100) в количестве, соответствующем стандартному классу: 25–26 работ из 7 школ. При проверке этих работ проводился анализ причин типичных затруднений учащихся. В класс-выборке по разделу «Механика» использовался вариант М2, а по разделу «Электричество» — вариант ЭЛ1. При анализе уровня сформированности и естественнонаучной грамотности использовались все варианты.

I. МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Остановимся только на анализе выполнения задания № 2, которое относится к базовому уровню.

Задание № 1, в котором надо провести опыт по определению статуса гипотезы, относится к высокому уровню.

Приведём текст задания и таблицу поэлементного анализа её выполнения.

Задание 2 (вар. М2)

Измерение коэффициента трения скольжения бруска по столу с использованием графика зависимости модуля силы трения от модуля силы давления

1) Связь между силой трения скольжения и силой давления выражается соотношением:

_____.

В этой формуле _____.

_____.

2) Силу трения скольжения я измерил так:

_____.

Силу давления (вес) я измерял так: _____.

_____.

3) Силы, действующие на брусок при его равномерном перемещении по столу, представлены на моём рисунке.

4) Результаты измерения представлены в таблице.

5) Пользуясь полученными результатами, я построил на планшете (рис. 1.1) график зависимости _____.

6) Для определения коэффициента трения с помощью построенного графика я поступил так: _____.

7) Коэффициент трения равен _____.

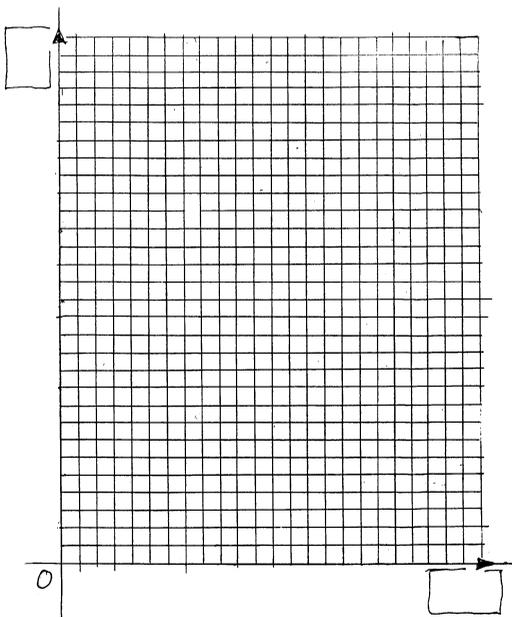


Рис. 1.1

Вариант М2, задание № 2, количество работ — 26

1. Общий вывод, который следует из приведённых в таблице результатов, показывает, что при обучении нашего «условного класса» необходимо использование адаптивных технологий.

2. Проверка выполнения экспериментального задания не менее информативна с точки зрения определения не только экспери-

ментальных умений, но и знания фундаментальных законов.

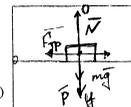
Сравним с этой точки зрения две работы: работу 1 и работу 2.

Работа № 1

Задание 2 (вар. М2), № 5
Измерение коэффициента трения скольжения бруска по столу с использованием графика зависимости модуля силы трения от модуля силы давления.

- 1) Связь между силой трения скольжения и силой давления выражается соотношением: $F_{тр} = \mu N$; по III-му закону Ньютона $|P| = F_{тр} = \mu P$.
 2) Силу трения скольжения я измерил так: прикрепил брусок к динамометру, двинул брусок и с помощью шкалы динамометра измерил силу трения. В качестве силы давления (веса) я измерял так: измерил длину груза с миллиметровым динамометром.

3) Силы, действующие на брусок при его равномерном перемещении по столу, представлены на моём рисунке.



(место для твоего рисунка)

4) Результаты измерения представлены в таблице.

N	1	2	3	4
P	0,9	1,8	2,9	3,9
F _{тр}	0,4	0,5	0,8	1
μ	0,44	0,25	0,27	0,25

5) Пользуясь полученными результатами, я построил на планшете (рис. 1) график зависимости силы трения от веса.

6) Для определения коэффициента трения с помощью построенного графика я поступил так: вычислил по формуле $\mu = \frac{F_{тр}}{P}$.

7) Коэффициент трения равен $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{8}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{4}{16}$.

Рис. 1.2а

Окончание работы № 1

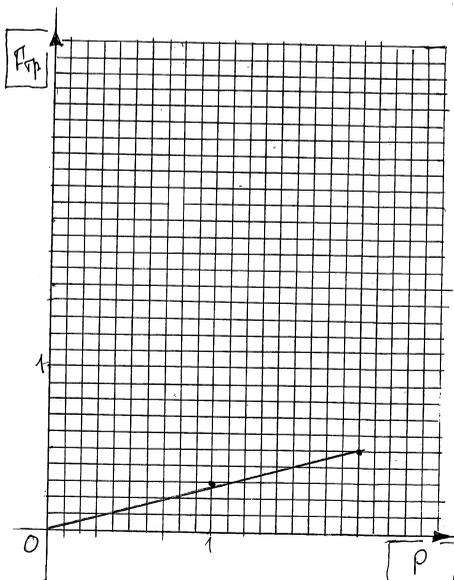


Рис. 1

Рис. 1.2б

Таблица 1

№ п/п	Содержание	всего	% выполнения
1	Записан закон трения	19	76
2	Указано, что в этой формуле буква μ означает коэфф. трения	10	40
3	Буква $F_{тр}$ означает силу трения	11	44
4	Буква N означает силу давления	9	36
5	Дано верное описание экспериментальных действий:		
	Описан способ измерения силы трения		
5*	Описан способ без «Равномерно»	13	50
5**	...способ измерения со словом равномерно	2	8
5***	Измерена сила трения	14	54
5.1	Сделан рисунок сил, на котором есть обоснование способа измерения силы трения	2	8
5.2	Описан способ измерения силы давления	15	58
5.3	Измерена сила давления	15	58
6	Оформление таблицы:		
	- в неё занесены значения силы трения	11	42
	- в неё занесены значения силы давления	11	42
	- точка (0,0) занесена в таблицу	0	0
	Построен график (любой),	11	42
7	при этом		
8	- обозначены оси координат (вертикальная — сила трения, горизонтальная — сила давления)	10	38
8*	Наоборот, по сравнению с 8	1	4
9	- выбран масштаб так, что занят весь планшет	9	35
10	На планшете верно обозначены результаты измерений	9	35
11	Линия графика — прямая линия, проведённая «между» точками и через (0,0)	6	23
12	Линия графика — ломаная или плавная и проведена через каждую точку и через (0,0)	2	8
13	Линия графика — ломаная или прямая и проведена через каждую точку, не проходит через (0,0)	2	8
13*	График построен верно	6	23
14	Коэффициент трения определён верно,	13	50
из них		
14.1	с использованием графика и ясно, как это сделано	0	0
14.1*	Неудачная попытка обоснования графич. способа	1	4
14.2.1	- по результатам одной пары измерений верно	1	4
14.2.2	Кроме того, по результатам одной пары измерений неверно	1	4
14.3.1	по результатам нескольких пар измерений, и найдено среднее значение	1	4
14.3.2	по результатам нескольких пар измерений, и среднее значение не найдено	7	27
14*	Численный ответ (знач. коэфф. трения)	5	28
14**	Численный ответ: записаны все значения	2	4

Первые три пункта отчёта в **работе 1** показывают, что ученик владеет всеми необходимыми теоретическими знаниями, на которых построен способ измерения коэффициента трения.

Теперь проанализируем пункты 4, 5, 6 отчёта, касающиеся таблицы (рис. 1.2в).

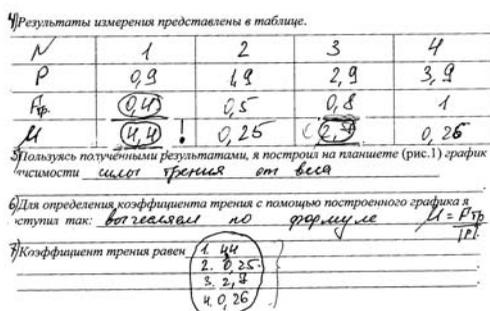


Рис. 1.2в

О чём говорит первый столбец таблицы?

Во-первых, ученик ошибся при считывании результатов деления и вместо «0,44» записал «4,4». Такая же ошибка в третьем столбце: вместо «0,27» записано «2,7».

Но между этими двумя ошибками есть принципиальная разница: в третьем столбце — это просто опечатка, а опечатка в первом столбце сигнализирует о неправильном измерении силы трения.

Теперь посмотрим на пункт 7. Здесь было необходимо написать численное значение коэффициента трения.

При выполнении этой части задания ученик растерялся: он выписывает все четыре полученных значения. О чём это говорит?

Вероятнее всего, не сформированы представления о методологии проведения исследования, другими словами, ЕНГ. Как эти числа не были проанализированы в таблице, так и при выписывании ответа ученик не посмотрел на них критически. Если бы необходимость анализа полученных данных — «достоверность» — была сформирована, ученик мог бы обратить внимание на числа 4,4 и 2,7.

Другой вывод об уровне ЕНГ: не сформировано умение применять принцип среднего, с которым на уроках математики ученики знакомятся уже в 5-м классе.

Теперь обратимся к графику (см. рис. 1.2г).

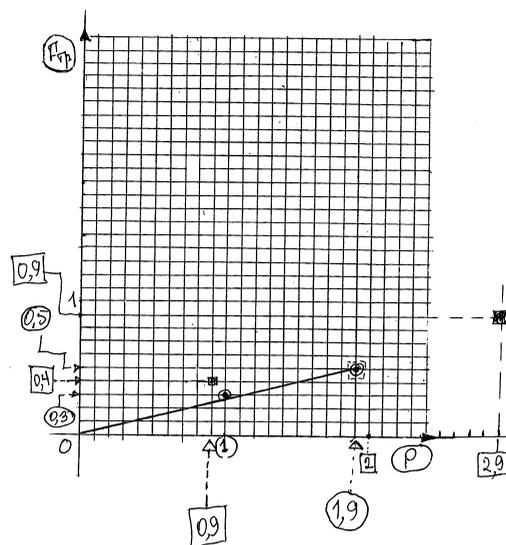


Рис. 1.2г

На рисунке 1.2г в кружок обведены результаты, отображённые учеником, а в прямоугольнике приведены верные результаты.

Масштаб по горизонтальной оси выбран неверно — не удаётся обозначить все значения силы давления. Результат первого измерения отражён неверно.

Опять встречаемся с недостаточным уровнем ЕНГ: ученик просто не заметил требование задания измерить коэффициент трения с использованием графика. Достаточный уровень ЕНГ при выполнении этого задания: либо применяется принцип среднего, либо используется график как средство усреднения.

Анализ работы позволяет сделать однозначное заключение о том, что совокупность всех необходимых для выполнения задания умений вполне доступна освоению учеником, а полученные результаты — следствие указанного выше главного противоречия. Преодоление его однозначно привело бы к положительным результатам.

Обратимся к **работе 2**.

Работа 2

Задание 2 (вар. М2). *И.А.*
Измерение коэффициента трения скольжения бруска по столу с использованием графика зависимости модуля силы трения от модуля силы давления.

1) Связь между силой трения скольжения и силой давления выражается соотношением:
В этой формуле $F_{\text{тр}} = \mu N$

2) Силу трения скольжения я измерил так: *брусок, брусок, линейка, динамометр, использовал на брусок три нити и начал тянуть динамометром столу*
Силу давления (вес) я измерил так: *динамометром и мне так же повезло 1Н*

3) Силы, действующие на брусок при его равномерном перемещении по столу, представлены на моем рисунке.



(место для твоего рисунка)

4) Результаты измерения представлены в таблице.

$F_{\text{тр}} = H$	$N = H$	μ :	Формула
$1 \text{ н} = 0,4$	$1 \text{ н} = 1,4$	$0,28$	$0,28$
$2 \text{ н} = 0,7$	$2 \text{ н} = 3,4$	$0,2$	$0,23$
$3 \text{ н} = 0,9$	$3 \text{ н} = 4,1$	$0,22$	$0,225$

5) Пользуясь полученными результатами, я построил на планшете (рис.1) график зависимости

6) Для определения коэффициента трения с помощью построенного графика я поступил так:

7) Коэффициент трения равен $\mu_{\text{тр}} = 0,4$ $\mu_{\text{тр}} = 0,7$ $\mu_{\text{тр}} = 0,9$

Рис. 1.3а

Окончание работы 2

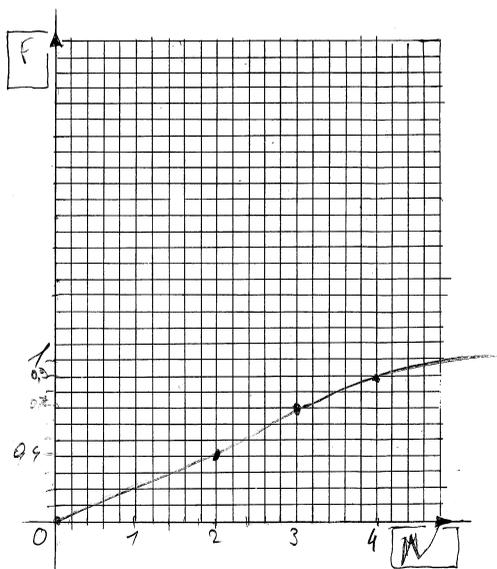


Рис. 1

Рис. 1.3б

В данной работе мы видим, что у ученика не сформированы необходимые теоретические представления. Об этом можно заключить по двум факторам.

Первый из них — это неполное понимание формулы $F = \mu N$. Ученик не написал смысл символов, входящих в неё, хотя из таблицы и описания можно заключить, что он понимает, где в ней силы трения, а где — сила давления. Но третий столбик таблицы обозначен « μ » и результат написан, но в ответе (пункт 7) в качестве коэффициента трения выписаны значения сил трения.

Экспериментальные умения по проведению прямых измерений сформированы. Это видно из таблицы и графика. Но отсутствие чётких теоретических представлений приводит к тому, что ученик измеряет то, сути чего он не совсем понимает. Это противоречие уже можно отнести к несформированности ЕНГ.

Но вновь мы вынуждены заключить: здесь опять действует основное противоречие: полная система непрерывного формирования и контроля знаний и умений вывела бы этого ученика на необходимый уровень.

В качестве обоснования вернёмся к графику: масштаб выбран верно, все результаты обозначены верно, точка (0,0) включена. Для правильного построения графика осталось только найти время показать суть научного построения графика по результатам измерений (рис. 1.3в). Разве за 70 уроков физики и Рис. 1.3в десятки лабораторных работ нельзя найти время для этого?

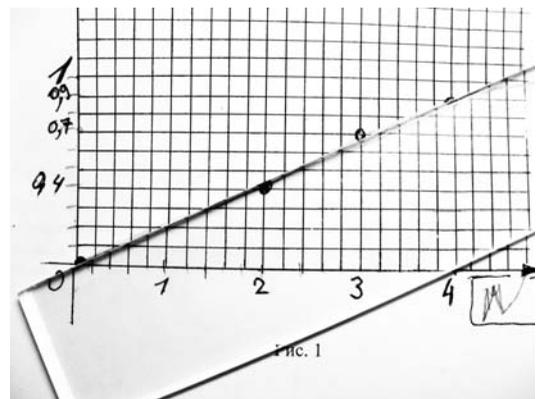


Рис. 1.3в

Сравнение двух работ вроде выявляет проблему: некоторым ученикам нужно и они могут освоить рисунок, приведённый в **работе 1**, но ученику, выполнявшему **работу 2**, наверное, это трудно. Но качественное объяснение сути измерения силы трения и зависимости между силой трения и силой

давления было бы полезно и «ученику 1» и «ученику 2». Ведь первый явно не до конца понимает сути зависимости, а второй не может красиво нарисовать силы. Система, необходимость которой следует из результатов диагностики, помогла бы обоим ученикам.

Обратим внимание, что ключевое слово «**равномерно**» в п. 2 отчёта при описании способа измерения силы трения из 26 учащихся нашей модели класса написали лишь два человека.

Здесь же заметим, что в трёх учебниках для 7–9-х классов, по которым изучают физику большинство учащихся района, только в одной инструкции встречается сочетание «теоретическое обоснование».

II. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Рассмотрим выполнение задания № 1 варианта ЭЛ1, соответствующего базовому уровню усвоения материала.

Приведём текст задания и таблицу поэлементного анализа её выполнения

Вариант ЭЛ 1 Часть I

Задание 1. Исследование зависимости мощности электрического тока в резисторе от силы тока с использованием графика

1.1. Сборка цепи для исследования

Подберите необходимое оборудование и соберите электрическую цепь по схеме. Прежде чем замкнуть цепь, обратитесь к учителю для проверки правильности сборки.

«В этой схеме A — это _____, V — это _____»

A «прямоугольник со стрелкой — это _____»

Хотя на схеме (+) амперметра соединён с (-) вольтметра, это верно, так как _____»

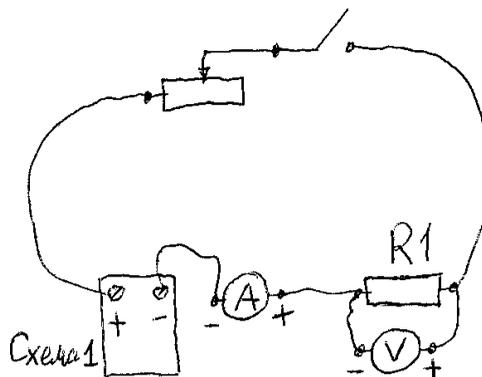


Рис. 2.1

Я знаю, что мощность тока находится по формуле _____,

В этой формуле _____ — это _____, а _____ — это _____.

Таким образом, чтобы рассчитать мощность, мне надо измерить _____ и _____.

Величину _____ я буду измерять с использованием _____, а величину _____ с использованием _____.

Для проведения исследования мне надо **изменить** силу тока.

Для этого я воспользуюсь _____.

1.2. Проведение измерений.

1. Подготовка таблицы для записи результатов измерений.

	1	2	3	4	5	6

После проведения измерений разомкните цепь, но не разбирайте её.

Она вам понадобится для выполнения второго задания.

1.3. Подготовка планшета для построения графика и построение графика.

1) По вертикальной оси я откладывал мощность. Максимальное значение мощности равно _____. Поэтому я выбрал масштаб: «одна клетка _____».

2) По горизонтальной оси я откладывал силу тока. Максимальный ток равен _____, максимальное значение силы тока в моих опытах равно _____, цена деления амперметра _____. Поэтому масштаб: _____».

«одна клетка _____».

3) Постройте график зависимости мощности от силы тока.

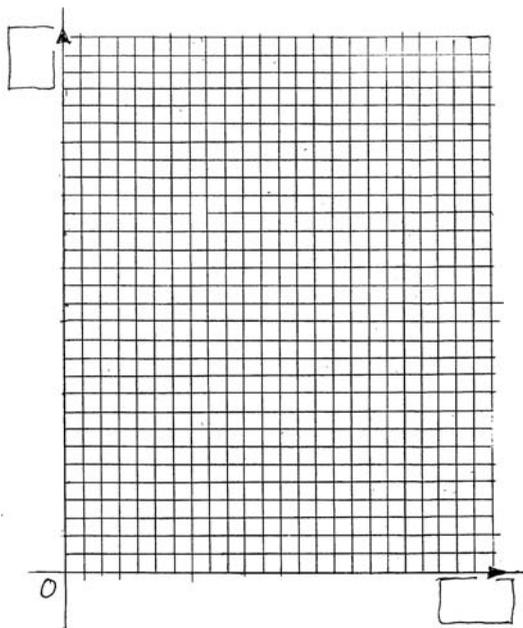


Рис. 2.2

1.4. Анализ графика и выводы.

1. Качественный анализ зависимости по виду графика.

В курсе алгебры мы изучили следующие функции _____

Судя по форме графика это _____, которая является графиком _____ функции, значит можно предположить, что мощность тока в резисторе _____

2. Мощность тока в резисторе вычисляется по формуле _____.

Закон Ома имеет вид _____.

Отсюда можно заключить, что зависимость мощности тока в резисторе от силы тока выражается формулой _____.

3. Сравнение графика и полученной формулы позволяет сделать заключение, что мощность прямо пропорциональна _____.

Это можно подтвердить численно: _____.

Необходимы некоторые пояснения к представленным результатам.

Пункт 3. Цепь по предложенной схеме собрана верно — 38%.

В данном пункте проверялась способность не только правильно собрать схему, но и провести прямые измерения силы тока и напряжения. Результат этих действий возможно проверить по результатам определения сопротивления резистора на основе прямых измерений силы тока и напряжения. (Этот приём используется экспертами ОГЭ при проверке экспериментальных за-

Номер опыта	1	2	3	4	5	6
Напряжение	0,5 В	0,8 В	0,9 В	0,9 В	0,6 В	0,7 В
Сила тока	1 В	1,5 В	1,7 В	0,7 В	1,2 В	1,4 В
Мощность	0,5 Вт	1,2 Вт	1,5 Вт	0,28 Вт	0,72 Вт	0,98 Вт

R 2 19 19 18 2 2

какие значения вычитали и написали в таблице.

Рис. 2.3

Поэлементный анализ Вариант ЭЛ1, задание № 1, количество работ – 90

№ п/п	Содержание	% выполнения
1	Правильно определены в схеме и названы:	
	Амперметр	94
	Вольтметр	94
	Реостат	77
2	Дано объяснение полярности включения амперметра и вольтметра	18
3	Цепь по предложенной схеме собрана верно	38
4	Записана формула для вычисления мощности $P=IU$	78
5	Указан смысл буквы I	72
6	Указан смысл буквы U	71
7	Спланированы экспериментальные действия:	
	Сделан вывод о необходимости измерять силу тока и напряжения	72
	Сделан вывод об использовании реостата для регулирования тока	74
8	Таблица оформлена верно:	26
	- в неё записаны измеренные значения силы тока	74
	- в неё записаны измеренные значения напряжения	74
	- в неё записаны рассчитанные значения мощности	72
9	График построен верно	14
	- обозначены оси координат (вертикальная — мощность, горизонтальная — сила тока)	51
	- выбран масштаб так, что занят весь планшет	27
	- линия графика парабола, проведённая «между» точками и через (0,0)	14
10	- линия графика прямая, проведённая «между» точками и через (0,0)	7
	- линия графика ломанная проведённая через каждую точку и (0,0)	19
	- другое (указать что) * построена вольтамперная характеристика	6
11	Анализ графика	0
	Указано, что по внешнему виду график-парабола	14
	Высказано предположение о квадратичной зависимости мощности тока в резисторе от силы тока	10
12	Выведена формула $P = I^2 \times R$	16
13	Написано, что мощность пропорциональна квадрату силы тока	7
14	Пропорциональность мощности квадрату силы тока подтверждена расчётом	6

даний по электричеству). Если сопротивление резистора, найденное как отношение значения напряжения к соответствующей силе тока, в опытах остаётся примерно одинаковым, то можно сделать вывод о пра-

вильности сборки и умения выполнять прямые измерения силы тока и напряжения (рис. 2.3). При отсутствии такой зависимости делался вывод о неправильности проведённых измерений (рис. 2.4).

1.2. Проведение измерений.

1) Подготовка таблицы для записи результатов измерений

	1	2	3	4	5	6
I, A	0,6	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1
U, V	0,3	0,2	0,1	0,1	0,01	0,01
P	0,18	0,06	0,04	0,02	0,003	0,002
R	0,6	0,6	0,25	0,5	0,03	0,2

Рис. 2.4

	1	2	3	4	5	6
Амперметр	0,6	0,5	0,5	0,45	0,4	0,3
Вольтметр	4	3,2	3	2,9	2,4	1,8
Реостат !!						
$R =$	6,6	5,3	6	6,4	6	6

Рис. 2.5

Пункт 8. Таблица оформлена верно — 26% (при показателях элементов заполнения таблицы выше 70%).

Таблица считалась оформленной верно, если в ней правильно названы измеряемые величины, единицы из измерения, указаны номера опытов, измерения были сделаны верно, вычисления были проведены. Отсутствие в таблице точки (0;0) не считалось ошибкой в заполнении таблицы (рис. 2.3).

Есть работы, в которых в таблицу внесены названия всех приборов, выделенных составителями варианта в схеме, что, конечно, считалось ошибкой (рис. 2.5).

Рассмотрим подробнее типичные ошибки при выполнении варианта ЭЛ1 на примере двух работ (*Работа № 1, Работа № 2* — рис. 2.6, 2.7, 2.8).

В заданиях 1.2 и 1.3 проверялись базовые экспериментальные умения — назвать элемент цепи, спланировать действия, пользуясь текстом-подсказкой, провести прямые измерения силы тока и напряжения и оформить результаты с помощью таблицы. В проверенных вариантах обнаружена довольно высокая степень узнавания приборов, используемых при составлении электрических цепей; правда, реостат «узнают» значительно реже, однако неправильное название, как во второй работе, говорит лишь о нечётком заучивании термина с сохранением понимания, зачем он нужен в цепи.

Значительно хуже обстоит дело с объяснением правильности подключения амперметра и вольтметра — на этот вопрос либо совсем не отвечают (работа № 2), либо дают странные ответы (работа № 1).

С планированием экспериментальных действий с использованием текста с пропусками-подсказками справились две трети учащихся, однако выполнить план (собрать схему и провести прямые и косвенные измерения озвученных величин) смогли менее 40% от учеников, выполнявших работу. Это говорит о том, что учащиеся привыкли к внешнему управлению своими действиями во время лабораторных работ, у них недостаточно сформированы умения самостоятельно работать по инструкции.

При проведении измерения силы тока и напряжения видно, что значения в таблицу внесены «на глазок» (рис. 6а). В большинстве школ используются амперметры с ценой деления 0,05 А и вольтметры с ценой деления 0,2 В, однако при записи значений напряжения достаточно часто вносятся значения, не кратные этим значениям. Разумно научить регулировать силу тока таким образом, чтобы при измерении напряжения стрелка совпадала со штрихом шкалы, тогда погрешность измерения силы тока не превосходит погрешности прибора.

В п. 1.3 проверялись умения выполнять определённые действия (в данном случае построение графической зависимости) в изменённой ситуации. В основной школе при базовом изучении физики квадратичные зависимости не строим (и даже не анализируем). Поэтому неудивительно, что параболу увидели лишь 14% учеников. Однако интересно, почему не справились.

Для построения графика ученикам предложили сначала выбрать масштаб построения, т.е. определить величину единичного отрезка — с этим справились 27%. Если бы ученик, выполнявший работу № 1 (рис.6б), смог правильно определить масштаб, точки на планшете «разъехались» бы дальше друг от друга и, возможно, парабола была

бы более очевидной. Почему не справились? Потому что никогда этого раньше не делали — удобный масштаб выбирает, как правило, учитель и сообщает ученикам.

Затем нужно было обозначить оси — с этим справились 51%, некоторые обозначили на осях силу тока и напряжение, некоторые вообще не стали ничего обозначать, некоторые перепутали горизонтальную и вертикальную оси — а ведь в этом случае график будет иметь совсем другой вид.

Почему? Потому что не научили их «смысловому чтению» — ведь в самом начале предлагается построить зависимость мощности от силы тока, что однозначно определяет названия осей.

Значения на планшет нанесены 66% учеников, что совсем неплохо. Однако параболу увидели лишь 14%, остальные не справились с заданием. Из 42% не справившихся важно выделить 19% построивших ломаную, им не хватило до планируемого результата чуть-чуть: они привыкли строить график, соединяя точки. Остальные поступили так, как привыкли: на уроке физике строили только прямые — значит, графиком должна стать прямая, 6% из них честно построили воль-

тамперную характеристику (т.е. то, что знают), не утруждая себя чтением задания.

После проведения измерений разомкните цепь, но не разбирайте её. Она вам понадобится для выполнения второго задания.

1.3. Подготовка планшета для построения графика и построение графика.

- 1) По вертикальной оси я откладывал мощность. Максимальное значение мощности равно $4,6 \text{ Вт}$. Поэтому я выбрал масштаб: «одна клетка — 1 Вт ».
- 2) По горизонтальной оси я откладывал силу тока. Максимальный ток равен $0,8 \text{ А}$, максимальное значение силы тока в моих опытах равно $0,5 \text{ А}$, цена деления амперметра $0,1 \text{ А}$. Поэтому масштаб: «одна клетка — $0,1 \text{ А}$ ».

3) Постройте график зависимости мощности от силы тока.

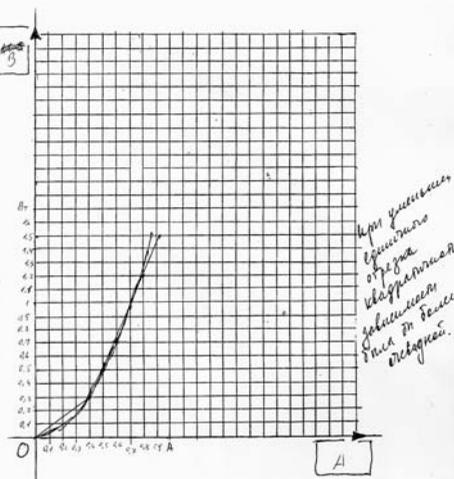


Рис. 2.66

Диагностические работы для выпускников основной школы

Вариант ЭЛ 1

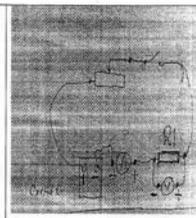
Часть I

Задание 1 (вар. ЭЛ 1)

Исследование зависимости мощности электрического тока в резисторе от силы тока с использованием графика.

1.1. Сборка цепи для исследования

Подберите необходимое оборудование и соберите электрическую цепь по схеме. Прежде чем замкнуть цепь, обратитесь к учителю для проверки правильности сборки.
«В этой схеме А — это амперметр, V — это вольтметр. А «прямоугольник со стрелкой» — это резистор.
Хотя на схеме (+) амперметра соединен с (-) вольтметра, это верно, так как они оба соединены с (-)»



Я знаю, что мощность тока находится по формуле $P = I \cdot U$. В этой формуле U — это напряжение.

I — ток, а R — это сопротивление. Таким образом, чтобы рассчитать мощность, мне надо измерить силу тока и напряжение.

Величину я буду измерять с использованием амперметра, а величину напряжения с использованием вольтметра.

Для проведения исследования мне надо изменять силу тока. Для этого я воспользуюсь переключателем сопротивления.

1.2. Проведение измерений.

1) Подготовка таблицы для записи результатов измерений

	1	2	3	4	5	6
I, А	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,4
U, В	0,8	1	1,2	1,6	2	2,8
P, Вт	0,32	0,5	0,72	1,28	2	3,92

Рис. 2.7а

С помощью задания 1.4 проверялись умения анализировать результаты эксперимента, т.е. делать выводы. С этим, к сожалению, не спра-

Диагностические работы для выпускников основной школы
Вариант ЭЛ 1
Часть I

Задание 1 (вар. ЭЛ 1)
Исследование зависимости мощности электрического тока в резисторе от силы тока с использованием графика.

1.1. Сборка цепи для исследования

Подберите необходимое оборудование и соберите электрическую цепь по схеме. Прежде чем замкнуть цепь, обратитесь к учителю для проверки правильности сборки.
«В этой схеме А — это амперметр, V — это вольтметр. А «прямоугольник со стрелкой» — это резистор.
Хотя на схеме (+) амперметра соединен с (-) вольтметра, это верно, так как они оба соединены с (-)»

Я знаю, что мощность тока находится по формуле $P = I \cdot U$. В этой формуле U — это напряжение.
Сила тока I , а R — это сопротивление. Таким образом, чтобы рассчитать мощность, мне надо измерить силу тока и напряжение.
Величину я буду измерять с использованием амперметра, а величину напряжения с использованием вольтметра.
Для проведения исследования мне надо изменять силу тока. Для этого я воспользуюсь переключателем сопротивления.

1.2. Проведение измерений.

1) Подготовка таблицы для записи результатов измерений

Напр. вычит.	1	2	3	4	5	6
Амперметр	0,5 А	0,8 А	0,9 А	0,4 А	0,6 А	0,7 А
Вольтметр	1 В	1,5 В	1,7 В	0,7 В	1,2 В	1,4 В
Мощность	0,5 Вт	1,2 Вт	1,5 Вт	0,28 Вт	0,72 Вт	0,98 Вт
R	2	1,9	1,9	1,8	2	2

Кривая оказалась отрывистой, поэтому я соединил точки плавными линиями и вывел ось X и Y на графике.

Рис. 2.6а

вился никто. Хотя составителями варианта был предложен текст-подсказка, который, по нашему мнению, должен был привести учеников к правильному выводу, но... (рис. 2.8).

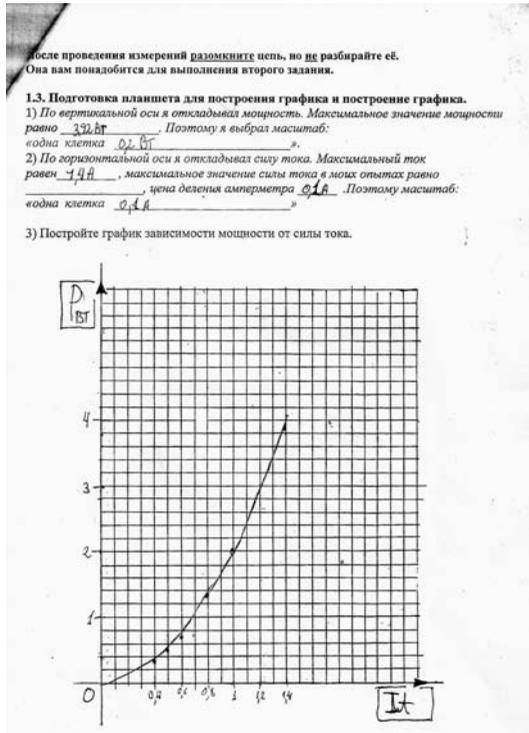


Рис. 2.76

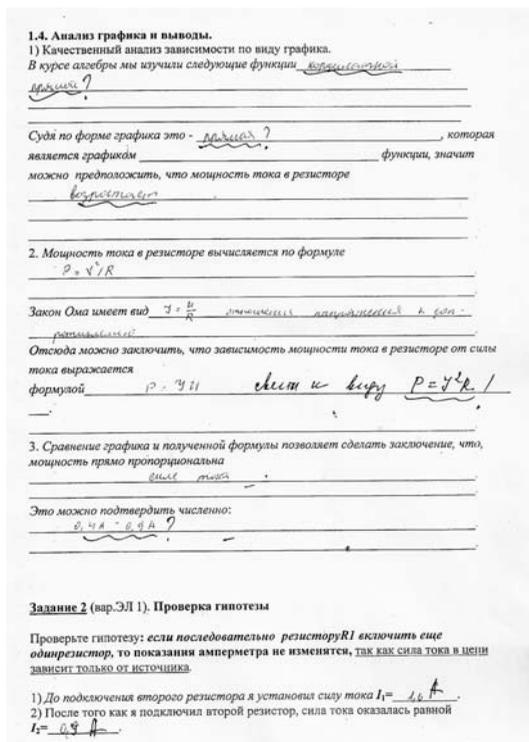


Рис. 2.8а

Работа № 1 (рис. 2.8а) показывает типичные ошибки в ходе анализа: нет достаточных знаний по математике (называли, например, «координатные плоскости», придумывали несуществующие функции); практически все, нарисовавшие ломаную, — назвали графиком прямую; написав формулы зависимости мощности от силы тока и закон Ома, не смогли вывести математическую зависимость мощности от силы тока; показали непонимание того, что зависимость от «силы тока» и от «квадрата силы тока» — это разные зависимости; подтвердить свой вывод численно в «фокус-группе» не смог никто.

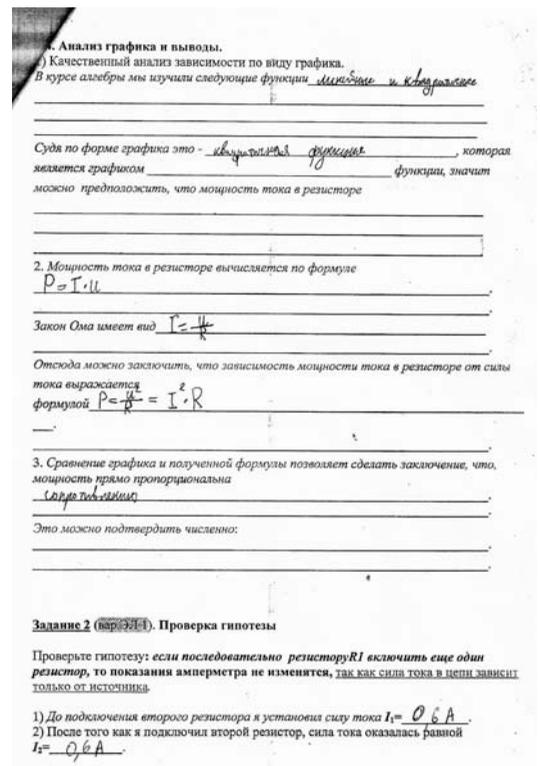


Рис. 2.8б

Работа № 2 (рис. 2.8б) демонстрирует затруднения ученика с достаточным багажом математических знаний. Ученик знает, что прямая зависимость может быть от величины в первой степени, а таковой в полученной формуле является сопротивление. Здесь налицо противоречие содержания текста с привычными терминами (в данном случае математическими).

Таким образом, большинство учащихся продемонстрировали:

- высокую степень «узнавания» элементов электрической цепи;

- достаточное умение пользоваться текстами-подсказками для описания своих действий;
- зависимость от внешнего управления экспериментальными действиями;
- неумение использовать результаты эксперимента для выполнения предложенного задания;
- недостаточную сформированность различий между понятиями: физическая величина, единица измерения физической величины, прибор для измерения физической величины.

III. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОСТИКИ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ОСНОВНОЙ ШКОЛЫ

3.1. Что такое естественнонаучная грамотность?

В большинстве развитых стран мира главной целью естественнонаучного образования на этапе основной школы является формирование естественнонаучной грамотности (ЕНГ) учащихся. В качестве определения ЕНГ в международном образова-

тельном сообществе чаще всего используется определение, применяемое в международном исследовании PISA. На основе этого определения в PISA разрабатываются задания, с помощью которых каждые три года оценивается ЕНГ 15-летних учащихся во многих странах мира. Согласно этому определению, естественнонаучную грамотность характеризуют три основные группы умений:

1. Научное объяснение явлений на основе имеющихся знаний.

2. Применение методов естественнонаучного исследования.

3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

Ниже приведено развёрнутое описание видов деятельности, реализация которых обеспечивает формирование трёх основных групп умений. Это описание представлено как базовый набор действий, которые способен выполнять научно грамотный человек.

1. Научное объяснение явлений
<p>Распознавание, выдвижение и оценка объяснений для природных и техногенных явлений, что включает способности: Вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания. Распознавать, использовать и создавать объяснительные модели и представления. Сделать и подтвердить соответствующие прогнозы. Предложить объяснительные гипотезы. Объяснить потенциальные применения естественнонаучного знания для общества.</p>
2. Применение методов естественнонаучного исследования
<p>Описание и оценка научных исследований, предложение научных способов решения вопросов, что включает способности: Распознавать вопрос, исследуемый в данной естественнонаучной работе. Различать вопросы, которые возможно исследовать естественнонаучными методами. Предложить способ научного исследования данного вопроса. Оценить с научной точки зрения предлагаемые способы изучения данного вопроса. Описать и оценить способы, которые используют учёные, чтобы обеспечить надёжность данных и достоверность объяснений.</p>
3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
<p>Анализ и оценка научной информации, утверждений и аргументов и получение выводов, что включает способности: Преобразовать одну форму представления данных в другую. Анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы Распознавать допущения, доказательства и рассуждения в научных текстах. Отличать аргументы, которые основаны на научных доказательствах, от аргументов, основанных на других соображениях. Оценивать научные аргументы и доказательства из различных источников (например, газета, Интернет, журналы).</p>

3.2. Цели и инструментарий исследования

Одной из целей исследования, выполняемого в школах Раменского района, была оценка уровня ЕНГ учащихся 9-х классов в применении к вопросам, в основном относящимся к физике. Результатами исследования должны были стать:

- диагностика сформированности отдельных умений, характеризующих ЕНГ;
- выявление наиболее острых проблем и затруднений, связанных с формированием ЕНГ учащихся;
- определение основных направлений совершенствования преподавания физики с целью более эффективного формирования ЕНГ.

Для определения уровня сформированности умений, характеризующих ЕНГ, были разработаны задания, сгруппированные в 4 варианта диагностической работы по ЕНГ. Каждый из вариантов включал два основных задания. Первое задание в каждом варианте было специально составлено нами для данного исследования. Последнее задание в каждом варианте было взято из базы открытых заданий PISA 2006 г., когда приоритетом этого исследования являлась оценка ЕНГ (другими направлениями PISA являются исследование математической и читательской грамотности). Использование уже апробированных заданий PISA даёт возможность для сравнения результатов школьников Раменского района со средними общероссийскими и международными для 2006 г. Кроме того, два из четырёх вариантов включали ещё по одному короткому заданию с выбором ответа (ВО) на материале раздела «Механические явления» курса физики. В таких вариантах это задание расположено под вторым номером. С точки зрения предметного содержания первое (наше) задание в каждом из вариантов почти целиком относится к области физики (к разделам механика, электричество и тепловые явления). Последнее задание в каждом варианте чаще имеет межпредметный характер, поскольку это вообще является отличительной чертой заданий PISA.

Ниже приведены варианты диагностической работы по ЕНГ.

Задания по естественнонаучной грамотности

Вариант № 1 ЗАДАНИЕ 1

Короткое замыкание и защита от него 1.1. Короткое замыкание.

Прочитайте текст и ответьте на вопросы 1 и 2.

Каждый раз, когда вы вставляете вилку электроприбора в розетку, вы замыкаете электрическую цепь и по ней начинает течь электрический ток. Очень упрощённо нашу электрическую цепь можно изобразить с помощью следующей схемы с источником постоянного тока (рис.1). Сила тока в этой цепи равна $I = U/R$, то есть она прямо пропорциональна напряжению в сети и обратно пропорциональна сопротивлению, которое создаёт электроприбор (закон Ома). Если в этой цепи произошло короткое замыкание, то схема приобретёт вид (рис. 2).



Рис. 1

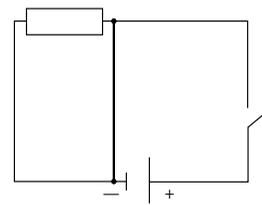


Рис. 2

Вопрос 1

Что, например, могло произойти в реальной электрической цепи (например, домашней электропроводке), что соответствовало бы данной схеме? Иначе говоря, как могло быть осуществлено короткое замыкание?

_____.

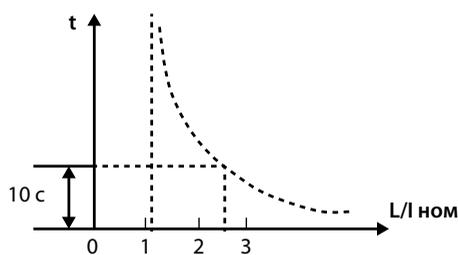
Вопрос 2

Основываясь на этой схеме, а также используя закон Ома и закон Джоуля-Ленца ($Q = I^2 \times R \times t$), объясните, почему короткое замыкание может вызвать расплавление проводов, воспламенение изоляции и, в конечном счёте, привести к пожару? _____

1.2. Защита от короткого замыкания

Прочитайте текст и ответьте на вопрос 3, обоснуйте ответ.

Для защиты от короткого замыкания в сеть ставится предохранитель с плавкой вставкой. При превышении тока своего номинального (допустимого) значения вставка расплавится, разорвав тем самым электрическую цепь, что предотвратит возможный пожар. Однако плавкая вставка расплавится не мгновенно. Это показывает временно-токовая характеристика плавкой вставки. На графике показано, через какое время расплавится плавкая вставка в зависимости от того, во сколько раз ток в цепи превышает номинальное значение.



Вопрос 3

Представьте, что в вашей цепи произошёл скачок напряжения (а значит, и тока), который длился около 3 с. Во время этого скачка ток в цепи превышал номинальное (допустимое) значение в 3,5 раза. Защитит ли электроприборы, находящиеся в цепи, плавкий предохранитель с показанной выше временно-токовой характеристикой? Ответ: _____

Обоснование вашего ответа: _____

ЗАДАНИЕ 2



Тесто для хлеба

Для приготовления теста для хлеба повар смешивает муку, воду, соль и дрожжи.

После этого тесто помещают на несколько часов в какую-нибудь ёмкость, чтобы начался процесс брожения. При брожении в тесте происходят химические процессы: дрожжи (одноклеточный гриб) преобразуют крахмал и сахар, содержащиеся в муке, в углекислый газ и спирт.

Вопрос 1

В результате брожения тесто поднимается (увеличивается в объёме)? Почему тесто поднимается?

- A. Потому что в нём образуется спирт, который переходит в газообразное состояние.
 - B. Потому что в нём размножаются одноклеточные грибы.
 - C. Потому что в тесте образуется углекислый газ.
 - D. Потому что при брожении вода превращается в пар.
- Выбранный вариант ответа _____

Вопрос 2

Через несколько часов после приготовления теста повар взвесил его и обнаружил, что масса теста уменьшилась. В начале каждого из четырёх экспериментов, изображённых на рисунках, масса теста была одна и та же. Результаты каких **двух** экспериментов должен сравнить повар, чтобы выяснить, являются ли **дрожжи** причиной уменьшения массы теста?

- A. Результаты экспериментов 1 и 2.
- B. Результаты экспериментов 1 и 3.
- C. Результаты экспериментов 2 и 4.
- D. Результаты экспериментов 3 и 4.

Выбранный вариант ответа _____

Вопрос 3

Дрожжи в тесте в результате химической реакции превращают крахмал и сахар, содержащийся в муке, в углекислый газ и спирт. Откуда появляются атомы углерода, входящие в состав углекислого газа и спирта? Обведите «Да» или «Нет» для каждого из приведённых ниже возможных объяснений.

Является ли это верным объяснением появления атомов углерода?	Да или Нет?
Некоторые атомы углерода поступают из сахара	Да / Нет
Некоторые атомы углерода входят в состав молекулы соли	Да / Нет

Некоторые атомы углерода поступают из воды	Да / Нет
Атомы углерода образуются при химической реакции других элементов	Да / Нет

Вопрос 4

Когда подошедшее тесто ставят в печь, пузырьки газа и пара в тесте расширяются. Почему газ и пар расширяются при нагревании?

- A. Их молекулы становятся больше.
 - B. Их молекулы двигаются быстрее.
 - C. Число их молекул увеличивается.
 - D. Их молекулы сталкиваются реже.
- Выбранный вариант ответа _____.

Задания по естественнонаучной грамотности

**Вариант № 2
ЗАДАНИЕ 1**

Чай из пакетика и чай на ночь

1.1. Чай из пакетика

Прочитайте текст и ответьте на вопрос 1.

Лена для скорости любит заваривать чай из пакетика. Однажды она по ошибке опустила пакетик в чашку с холодной водой (имеющей комнатную температуру) и заметила, что заварка расходуется в воде гораздо медленнее, чем в том случае, когда в чашку налит кипяток. Немного подумав, Лена объяснила сама себе, почему так происходит.

Вопрос 1

Какое объяснение на месте Лены дали бы вы тому факту, что в холодной воде заварка распространяется медленнее, чем в горячей? _____

Прочитайте текст и ответьте на вопрос 2. Когда Лена рассказала о своём наблюдении Сереже, то он не согласился с её объяснением и предложил своё. Сережа сказал, что стенки пакетика имеют микроскопические отверстия, через которые частички чая проникают в воду. При повышении температуры эти отверстия расширяются, и в воду за тот же промежуток времени попадает больше частичек чая. Вот поэтому

в горячей воде заварка заполняет весь объём быстрее, чем в холодной.

Вопрос 2

Какой простой опыт вы бы провели, для того чтобы проверить гипотезу Сережи о том, что на скорость распространения заварки влияет в основном расширение отверстий в стенках пакетика при нагревании? _____

1.2. Чай на ночь

Прочитайте текст и ответьте на вопрос 3.

Есть немало людей, которые испытывают бессонницу, если пьют чай на ночь. При этом считается, что бессонницу вызывает кофеин, содержащийся в чае. Чтобы исследовать, действительно ли виноват кофеин, была сформирована группа из 100 человек, которые испытывают бессонницу после вечернего чая. Эта группа исследовалась в течение нескольких дней. При этом исследователи могли давать людям либо обычный чай, либо чай, из которого химическим путём был удалён кофеин. Ни один человек из группы не знал, какой именно чай ему дают.

Вопрос 3

Какой из следующих планов эксперимента является наилучшим? Выберите один из вариантов ответа.

- A. Всем людям в группе дают на ночь обычный чай (т.е. содержащий кофеин).
 - B. Все пьют на ночь обычный чай, кроме одного человека, которому каждый раз дают чай, из которого удалён кофеин.
 - C. Случайно выбранная половина людей из группы на всём протяжении исследования пьёт на ночь обычный чай, а другая половина — чай без кофеина.
 - D. Всем людям в группе в первый день дают на ночь обычный чай, во второй день — чай без кофеина, в третий день — обычный чай, в четвёртый — чай без кофеина, и т.д.
- Выбранный вариант ответа _____

ЗАДАНИЕ 2

Производство энергии за счёт ветра

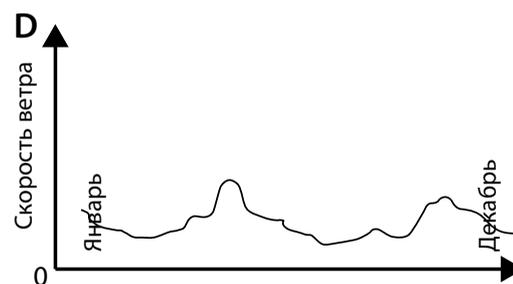
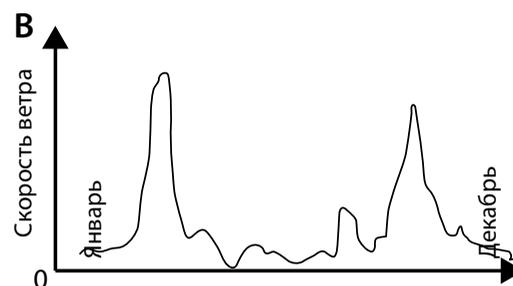
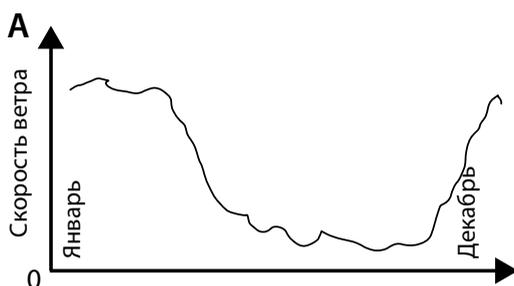
Производство энергии за счёт ветра рассматривается как альтернатива, которой



можно заменить генераторы электроэнергии, работающие за счёт сжигания нефти и угля. Сооружения на рисунке — это ветряные мельницы с лопастями, которые вращаются за счёт ветра. Благодаря этим вращениям генераторы производят электрический ток.

Вопрос 1

На графиках, представленных ниже, показано среднее значение скорости ветра в четырёх различных местах на протяжении года. Какой из графиков соответствует наиболее подходящему месту для сооружения генератора, производящего энергию за счёт ветра?



Ответ: _____

- При скорости ветра, равной V_2 , электрическая энергия будет максимальной.
- Лопасты перестанут вращаться, когда скорость ветра будет равна V_3 .

Вопрос 2

Чем сильнее ветер, тем быстрее вращаются лопасти ветряных мельниц и, таким образом, вырабатывается больше электроэнергии. Однако в действительности между скоростью ветра и произведённой электроэнергией нет прямой связи. Ниже приведены четыре условия, при которых в действительности производится энергия с помощью ветра.

- Лопасты начнут вращаться, когда скорость ветра будет равна V_1 .
- Из соображений безопасности скорость вращения лопастей не будет увеличиваться, когда скорость ветра станет больше V_2 .

На каком из графиков лучше всего показана зависимость между скоростью ветра и вырабатываемой электроэнергией при соблюдении этих условий работы?

Ответ: _____

Вопрос 3

Чем больше высота над уровнем моря, тем медленнее вращаются лопасти ветряных мельниц при одинаковой скорости ветра. Какое из следующих утверждений лучше всего использовать для объяснения, почему лопасти ветряных мельниц, расположенных

на большей высоте над уровнем моря, вращаются медленнее при одинаковой скорости ветра?

А. Чем выше над уровнем моря, тем меньше плотность воздуха.

В. Чем выше над уровнем моря, тем ниже температура.

С. Чем выше над уровнем моря, тем меньше сила тяжести.

Д. Чем выше над уровнем моря, тем чаще идёт дождь.

Выбранный вариант ответа _____

Вопрос 4

Опишите одно преимущество и один недостаток в производстве энергии за счёт ветра по сравнению с производством электроэнергии, при котором используется ископаемое топливо, такое как уголь или нефть.

Преимущество: _____

Недостаток: _____

Задания по естественнонаучной грамотности

Вариант № 3 ЗАДАНИЕ 1

Почему волосы встают дыбом?

Грозовое облако — это огромное количество пара, часть которого сконденсировалась в виде мельчайших капелек или льдинок. Верх грозового облака может находиться на высоте 6–7 км, а низ — нависать над землей на высоте 0,5–1 км. Выше 3–4 км облака состоят из льдинок разных размеров, так как температура там всегда ниже нуля. Эти льдинки находятся в постоянном движении, вызванном восходящими потоками тёплого воздуха, поднимающегося снизу от нагретой поверхности земли. Мелкие льдинки легче, чем крупные, и они увлекаются восходящими потоками воздуха, по дороге всё время сталкиваясь с крупными. При каждом таком столкновении происходит электризация, при которой крупные льдинки заряжаются отрицательно, а мелкие — положительно. Со временем положительно заряженные мелкие льдинки собираются преимущественно в верхней части облака, а отрицательно заряженные крупные — внизу (рис. 1).

Другими словами, верхушка облака заряжается положительно, а низ — отрицательно. При этом на земле непосредственно под грозовым облаком наводятся положительные заряды. Теперь всё готово для разряда молнии, при котором происходит пробой воздуха, и отрицательный заряд с нижней части грозовой тучи перетекает на Землю.

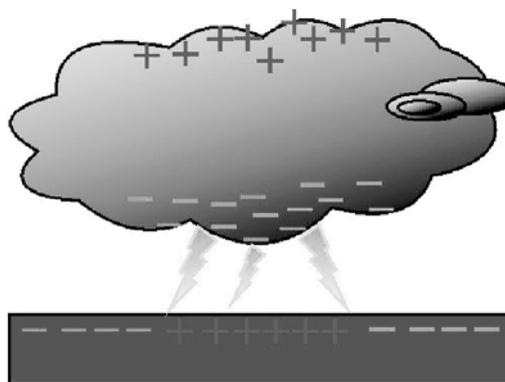


Рис. 1. Схематическое изображение разделения электрических зарядов в грозовом облаке и появления положительных зарядов на земле под облаком (вследствие электростатической индукции) перед разрядом молнии. Изображение: «Квант»

У человека, стоящего под грозовой тучей, волосы могут встать дыбом (рис. 2). Это опасный признак того, что электрическое поле в этом месте очень сильное, и здесь может произойти разряд молнии.



Рис. 2. Как встают волосы в сильном электрическом поле. Изображение: «Квант»

Вопрос 1

Почему у человека, стоящего под грозовой тучей, волосы на голове встают дыбом, иначе говоря, почему они притягиваются к туче и одновременно отталкиваются друг от друга? Выберите один из вариантов ответа.

А. Потому что под действием электрического поля электрические заряды внутри волоса группируются таким образом, что положительные заряды смещаются ближе к туче, а отрицательные — дальше от тучи.

В. Потому что волосы заряжаются положительно в результате того, что на них переходят положительно заряженные частицы из воздуха.

С. Потому что волосы заряжаются положительно в результате того, что отрицательно заряженные частицы переходят из волос в воздух.

Д. Потому что волосы намагничиваются, так что в кончиках волос находятся одноимённые магнитные полюсы.

Проводят ли волосы ток?

Существуют противоречивые мнения об электрической проводимости волос. Например, некоторые изготовители устройств для удаления волос основываются на том, что волосы — это проводники или полупроводники. Их оппоненты утверждают, что волосы — это хороший изолятор, а значит, они не могут проводить сколько-нибудь заметный электрический ток. Чтобы внести ясность в этот вопрос, в одной из лабораторий были выполнены исследования проводимости человеческих волос.

Для этого были взяты четыре образца человеческих волос — по одному образцу с головы и предплечья у двух мужчин. Каждый образец помещался между электродами из нержавеющей стали, закреплёнными на изолирующей подложке (рис. 3). Кончики волоса соединялись с электродами при по-

мощи специального проводящего клея, обеспечивающего надёжный электрический контакт между электродами и волосом. Измерения были выполнены при значениях постоянного напряжения на электродах 100 В, 500 В, 1000 В, 2000 В и 5000 В с использованием цифрового микроамперметра для определения тока в цепи. Показания микроамперметра при тех же значениях напряжения были сняты также в отсутствие волоса между электродами (т.е. для разомкнутой цепи) и для случая, когда вместо волоса электроды соединялись резистором с известной величиной сопротивления 1 мегаом (10^6 Ом). Результаты выполненных измерений представлены в таблице.

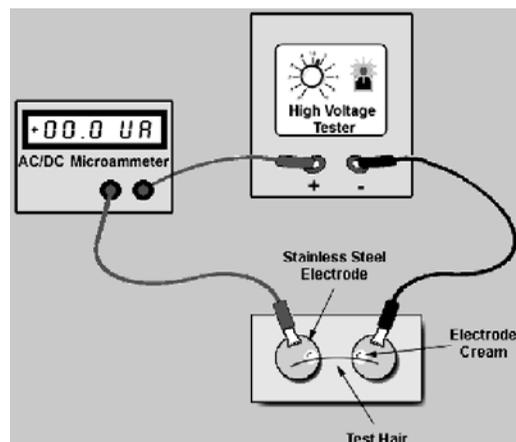


Рис. 3 Проводимость сухих волос

Вопрос 2

Какой вывод о проводимости сухих волос можно сделать на основании полученных данных?

Вопрос 3

С какой целью измерения проводились:
а) в отсутствие волоса между электродами;
б) на резисторе с известной величиной сопротивления 1 МОм (10^6 Ом)?

Вопрос 4* (повышенной сложности, необязательный)

Почему мелкие льдинки в грозовой туче заряжаются положительно, а крупные — отрицательно?

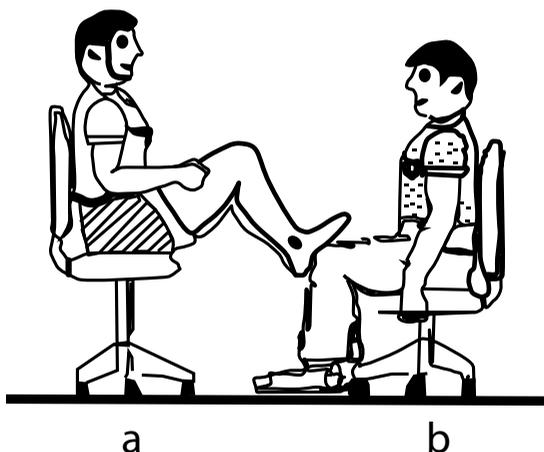
Образец волоса	Напряжение				
	100 Вольт	500 Вольт	1000 Вольт	2000 Вольт	5000 Вольт
Нет волоса (цепь разомкнута)	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.1 uA
Мужчина А с предплечья	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.1 uA
Мужчина А с головы	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.1 uA
Мужчина В с предплечья	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.1 uA
Мужчина В с головы	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.0 uA	0.1 uA
Резистор 1.0 мегаом	99.8 uA	505 uA	1050 uA	Нет данных	Нет данных

ЗАДАНИЕ 2

Два школьника **a** и **b** сидят на роликовых стульях, которые могут двигаться практически без трения. Масса школьника **a** больше массы школьника **b**. Школьник **a** отталкивает школьника **b**.

Каковы силы действия школьников друг на друга?

- A.** Силы взаимодействия школьников равны нулю.
- B.** Сила действия школьника **a** на школьника **b** больше, чем **b** на **a**.
- C.** Силы взаимодействия равны и направлены противоположно.
- D.** Сила действия школьника **a** на школьника **b** меньше, чем **b** на **a**.



ЗАДАНИЕ 3 (PISA)

Парниковый эффект

Прочитайте текст и ответьте на вопросы.

Большая часть получаемой от Солнца энергии проходит через земную атмосферу. Земля поглощает некоторую часть этой энергии, а другая часть отражается обратно от земной поверхности. Часть этой отражённой энергии поглощается атмосферой.

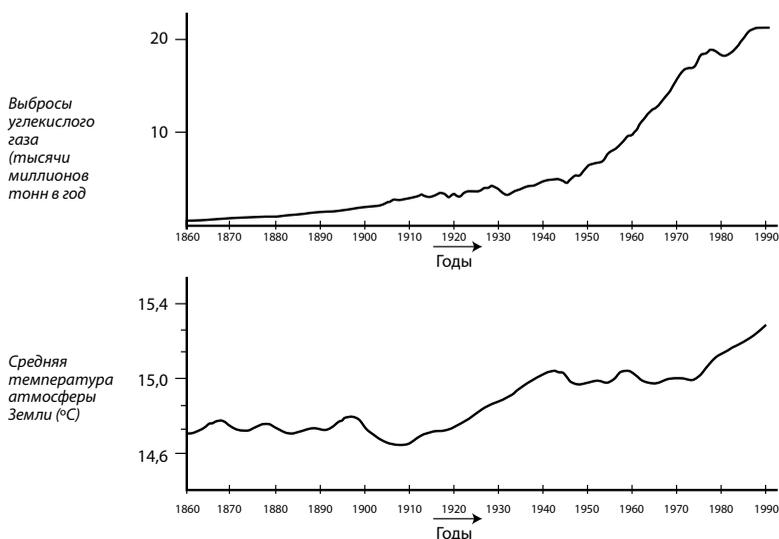
В результате этого средняя температура над земной поверхностью выше, чем она могла бы быть, если бы атмосферы не существовало. Атмосфера Земли действует как парник, откуда и произошёл термин «парниковый эффект».

Считают, что парниковый эффект в течение двадцатого века стал более заметным.

То, что средняя температура атмосферы Земли увеличилась, является фактом. В газетах и другой периодической печати основной причиной повышения температуры в двадцатом веке часто называют увеличение выброса углекислого газа в атмосферу.

Школьник по имени Андрей заинтересовался возможной связью между средней температурой атмосферы Земли и выбросами углекислого газа в атмосферу Земли.

В библиотеке он нашёл следующие два графика.



На основе этих двух графиков Андрей сделал вывод, что повышение средней температуры атмосферы Земли действительно происходит за счёт увеличения выбросов углекислого газа.

Вопрос 1

Каким образом графики подтверждают вывод Андрея?

Вопрос 2

Другая школьница, Вика, не согласна с выводом Андрея. Она сравнивает два графика и говорит, что некоторые части графиков не подтверждают его вывод. Какие части графиков не подтверждают вывод Андрея? Приведите пример и объясните свой ответ.

Вопрос 3

Андрей настаивает на своём выводе о том, что повышение средней температуры атмосферы Земли вызывается увеличением выбросов углекислого газа. Но Вика думает, что его вывод чересчур поспешный. Она говорит: «Прежде, чем сделать окончательный вывод, ты должен убедиться в том, что другие факторы, влияющие на парниковый эффект, остаются постоянными».

Назовите один из факторов, которые имела в виду Вика.

Задания по естественнонаучной грамотности

Вариант № 4

ЗАДАНИЕ 1

Какие шины лучше?

Многие водители уделяют большое внимание выбору шин для своих автомобилей. При этом их интересует, насколько эффективное торможение обеспечивают шины разных марок и размеров, а также насколько быстро происходит износ шин.

Основными параметрами шины является её диаметр и ширина (рис. 1).

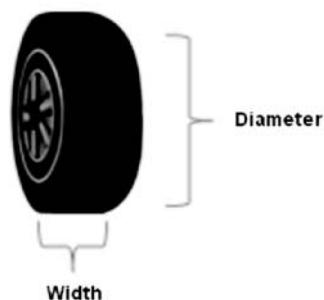


Рис. 1

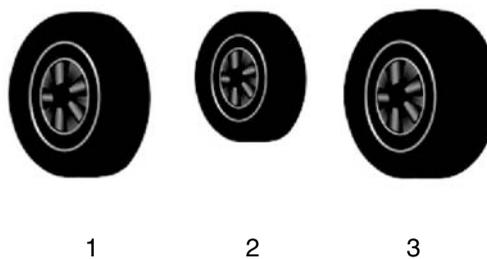


Рис. 2

Представьте, что три одинаковых автомобиля едут по одному и тому же дорожному покрытию с одинаковой скоростью. На автомобилях стоят колёса с шинами, сделанными из одной и той резины, но имеющими разные размеры: на первом автомобиле — шины 1, на втором — шины 2, на третьем — шины 3 (рис. 2).

Вопрос 1

У какого из автомобилей будет самый короткий тормозной путь, если все три автомобиля начинают торможение на одной и той же скорости и во время торможения колеса полностью заблокированы?

- A. У автомобиля с шинами 1.
- B. У автомобиля с шинами 2.
- C. У автомобиля с шинами 3.
- D. Одинаковый у всех трёх автомобилей.

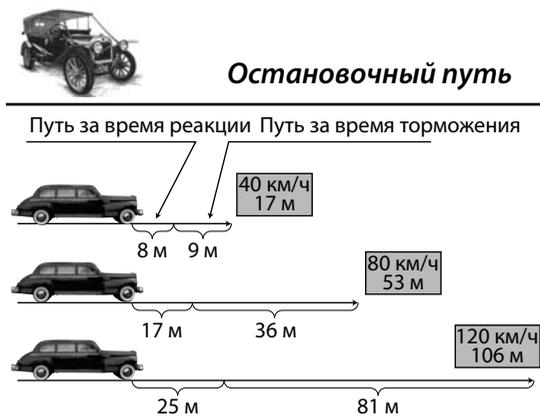
Вопрос 2

Какие шины будут быстрее других изнашиваться (стираться) при условии, что все они эксплуатируются в одинаковых условиях?

- A. Шины 1.
- B. Шины 2.
- C. Шины 3.
- D. Все три одинаково.

С момента, когда водитель увидел помеху на дороге, и до момента полной остановки автомобиля из-за резкого торможения ав-

томобиль проделывает так называемый остановочный путь (рис. 3). Длина этого пути складывается из отрезка, который проезжает автомобиль за время срабатывания реакции водителя после того, как он увидел помеху, и длины собственно тормозного пути (на рис. 3 это «путь за время торможения»).



Вопрос 3

Определите по рисунку, какими известными вам функциями описываются:

1. Зависимость длины «пути за время реакции» от скорости, при которой водитель увидел помеху (рис. 3).

Напишите математическое выражение для этой функции в обозначениях L_1 (длина пути за время реакции) v_1 (скорость, при которой водитель увидел помеху).

Ответ: _____

2. Зависимость длины тормозного пути автомобиля («пути за время торможения») от скорости, при которой началось торможение?

Напишите математическое выражение для этой функции в обозначениях L_2 (длина тормозного пути) и v_2 (скорость начала торможения). Как называется график этой функции?

Ответ: _____

ЗАДАНИЕ 2

Хоккейная шайба скользит по льду слева направо (рис. 1). Жирная стрелка указывает направление удара клюшкой.

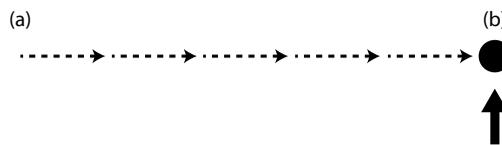


Рис. 1

По какой траектории (рис. 2) движется шайба после удара клюшкой: А, В, С, D, Е?

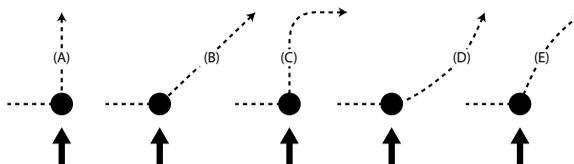


Рис. 2

ЗАДАНИЕ 3 (PISA)

Средства от защиты солнца

Маша и Денис интересуются, какое средство защиты от солнца лучше всего защитит их кожу. Средства защиты от солнца характеризуются показателем SPF-фактора — фактора защиты от солнца, который показывает, насколько хорошо то или иное средство поглощает ультрафиолетовое излучение, которое является составляющей солнечного света. Средство защиты от солнца с высоким показателем SPF защищает кожу дольше, чем средства с низким показателем SPF.

Маша стала искать способ, как сравнить разные средства защиты от солнца. Они с Денисом решили использовать для этого: две пластины прозрачного пластика, который не поглощает солнечный свет; один лист светочувствительной бумаги; минеральное масло (М) и крем, содержащий оксид цинка (ZnO); четыре разных средства защиты от солнца, которые они обозначили как С1, С2, С3 и С4.

Маша и Денис взяли минеральное масло, потому что через него почти полностью проходит солнечный свет, и оксид цинка, потому что он почти полностью препятствует прохождению солнечного света.

Денис капнул внутрь кружочков, обозначенных на одной пластине из пластика, по одной капле каждого вещества. Затем он по-

ложил вторую пластину из пластика поверх первой и прижал их, поместив сверху большую книгу.

После этого Маша положила пластины из пластика на лист светочувствительной бумаги. В зависимости от того, как долго светочувствительная бумага находится на солнце, она меняет свой цвет с тёмно-серого на белый (или светло-серый). После всех приготовлений Денис выставил пластины на солнце.

Вопрос 1

Какое из следующих утверждений является научным описанием роли, которую минеральное масло и оксид цинка играют в эксперименте по сравнению эффективности средств защиты от солнца?

- A.** И минеральное масло, и оксид цинка являются объектами исследования.
- B.** Минеральное масло является объектом исследования, а оксид цинка — веществом для сравнения.
- C.** Минеральное масло является веществом для сравнения, а оксид цинка — объектом исследования.
- D.** И минеральное масло, и оксид цинка являются веществами для сравнения.

Вопрос 2

На какой из следующих вопросов пытались ответить Маша и Денис?

- A.** Как можно сравнить между собой защитные свойства каждого из средств защиты от солнца?
- B.** Каким образом средства защиты от солнца защищают вашу кожу от ультрафиолетового излучения?
- C.** Есть ли какое-либо средство защиты от солнца, которое обеспечивает меньшую защиту, чем минеральное масло?
- D.** Есть ли какое-либо средство защиты от солнца, которое обеспечивает большую защиту, чем оксид цинка?

Вопрос 3

Зачем нужно было прижимать вторую пластину из пластика?

- A.** Чтобы капли не высохли.
- B.** Чтобы капли растеклись как можно больше.
- C.** Чтобы сохранить капли внутри обозначенных кружочков.
- D.** Чтобы капли имели одинаковую толщину.

Вопрос 4

Светочувствительная бумага имеет тёмно-серый цвет; она становится светло-серой, когда находится под слабым воздействием солнечного света, и белой при сильном воздействии солнечного света.

На каком из следующих рисунков показано то, что могло бы получиться? Объясните свой выбор.

Ответ: _____

Объяснение: _____

3.3. Результаты диагностического исследования

Ниже приводятся результаты диагностического исследования. Они систематизированы следующим образом. Эти результаты представлены в виде таблицы для каждой из трёх основных групп умений. В каждой строке таблицы дано краткое описание заданий (вопросов) для одного из видов деятельности или соответствующего умения, относящегося к данной группе умений. Для каждого из заданий показан процент его выполнения учащимися. В тех случаях, когда это задание PISA, в скобках приведён также процент выполнения данного задания в среднем по России и (когда эти данные существуют) по странам Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), участникам PISA. В скобках, после краткого описания задания, приведён код задания, например (1, 2, 4), где первая цифра — номер варианта, вторая — номер задания, третья — номер вопроса в рамках данного задания. Обозначение ВО относится к заданиям с выбором ответа. Остальные задания предполагают в той или иной степени развёрнутый ответ.

3.3.1. Задания по оцениванию группы умений «научное объяснение явлений»

Задания этой группы по существу предполагают ответы на вопросы: «почему?», «как?», «что будет, если...?» Разумные ответы на эти вопросы основываются на балансе таких компонентов, как научные знания, интуиция, здравый смысл и личный

Таблица 1

Результаты выполнения заданий по оцениванию группы умений «научное объяснение явлений»

№	Характеристика видов деятельности	Применение физических знаний, % выполнения			Применение знаний по другим предметам, % выполнения	Экология
		Механика	Тепловые явления	Электричество		
1	Использование физических законов в их математическом выражении	<p>Объяснение (неявное), почему равны по величине силы, с которыми мальчики действуют друг на друга (3; 2; ВО) — 40%</p> <p>Объяснение (неявное) траектории движения шайбы (4; 2; ВО) — 35%</p> <p>Выбор (на основе неявного объяснения) характера зависимости длины тормозного пути от размера шин (4; 1; 1; ВО) — 7–8%</p>	<p>Причина плавления проводов и пожара в результате короткого замыкания (1; 1; 2) — 10–20%</p> <p>Примечание: говорится об увеличении силы тока, но практически нигде о квадратичной зависимости кол-ва теплоты от силы тока</p>	<p>Причина плавления проводов и пожара в результате короткого замыкания (1; 1; 2) — 10–20%</p> <p>Примечание: говорится об увеличении силы тока, но практически нигде о квадратичной зависимости кол-ва теплоты от силы тока</p>	Химия	
2	Использование интуиции и качественных представлений		<p>Причина расширения пузырьков газа при нагревании (1; 2; 4; ВО) — 75% (PISA — 67%)</p> <p>Объяснение, почему лопасти ветряка вращаются медленнее при увеличении высоты (2; 2; 3; ВО) — 70% (PISA — 65%)</p> <p>Объяснение, почему в холодной воде заварка расходуется медленнее (2; 1; 1) — 45–50%</p>	<p>Объяснение, почему под грозовой тучей волосы встают дыбом (3; 1; 1; ВО) — 35%</p>		<p>Предложение возможных причин парникового эффекта (3; 3; 3) — 40–45% (PISA — 20% РФ, 19% ОЭСР)</p>

3	Использование личного опыта и здравого смысла	Определение (на основе неявного объяснения) зависимости скорости износа шин от размера шин (4; 1; 2; BO) — 60%	Объяснение причины, почему поднимается тесто (1; 2; 1; BO) — 80% (PISA — 42%)	Возможные реальные причины короткого замыкания (1; 1; 1) — 35–40%	Объяснение причины, почему поднимается тесто (1; 2; 1; BO) — 80% (PISA — 42%)	Объяснение преимуществ и недостатков производства энергии за счёт ветра (2; 2; 4) — 55% и 20% (полн. и част.) (PISA — 65 и 18%)
4	Использование фактических предметных знаний				Объяснение, откуда появляются атомы углерода в составе углекислого газа и спирта при изготовлении теста (1; 2; 3; BO) — 15–20% (PISA — 45%)	

опыт. При выполнении того или иного конкретного задания эти компоненты могут выступать в разном соотношении. Иногда доминирует научное знание (например, знание законов физики), а личный опыт может даже мешать, противореча научно-му знанию. Иногда почти достаточно здравого смысла и опоры на личный опыт.

Несмотря на то что описание данной группы умений включает в себя несколько умений или соответствующих видов деятельности (см. выше описание данной группы умений в рамке), использованные в исследовании задания (вопросы) фактически относятся лишь к одному из этих умений (видов деятельности): «Вспомнить и применить соответствующие естественнонаучные знания». Однако содержание и смысл заданий (вопросов), относящихся к этому умению, позволяют выделить более конкретные и «тонкие» виды деятельности, которые выполняются при научном объяснении явлений. Эти виды деятельности отражены в строках таблицы 1.

Предварительные выводы

Из таблицы видно, что наибольшие затруднения вызывают задания (вопросы), требующие использования физических законов для объяснения явления. Особенно это касается тех случаев, когда надо опираться на математическую формулировку законов. Так, выбирая правильный ответ на вопрос (4, 1, 1), зависит ли длина тормозного пути автомобиля от размера шин (диаметра и ширины протектора), надо опираться на формулу для величины трения скольжения. Согласно ей (иногда это выражение называют законом Амонтона-Кулона), величина силы трения скольжения, вызывающей торможение автомобиля, зависит только от силы нормальной реакции опоры (в случае горизонтальной поверхности равной весу тела) и коэффициента трения для данных трущихся материалов. Но никакой за-

висимости от площади соприкосновения в этой формуле нет. Тем самым и тормозной путь не должен зависеть от размера шин (при прочих равных условиях). Между тем правильный ответ на этот вопрос выбрало всего 7–8% учащихся (цифры будут уточняться).

Для полного ответа на вопрос о причине плавления проводов при коротком замыкании (1, 1, 2) надо было учитывать математический вид законов Ома и Джоуля-Ленца. Из этих выражений следует, что в результате короткого замыкания (иначе говоря, резкого уменьшения сопротивления цепи) квадратичный рост силы тока «перекрывает» линейное падение сопротивления (можно также опираться на формулу $Q = U^2/R$). Упоминания о зависимости количества выделяемой теплоты от квадрата силы тока встречались в ответах учащихся лишь в единичных случаях, однако, понимая сложность этого рассуждения, мы принимали ответы, где просто говорилось об увеличении силы тока и, как следствие, увеличении количества теплоты, выделяемой в проводах.

Значительные затруднения вызвало также применение 3-го закона Ньютона для случая, где мальчики из явно разных весовых категорий отталкиваются друг друга (3, 2), и принципа наложения независимых движений для выбора траектории шайбы (4, 2). При выполнении этих заданий с выбором ответа правильный ответ выбрали от 35 до 40% учащихся. Отметим, что в обоих этих случаях, обосновывая для себя выбор ответа, ученик в идеале также должен фактически опираться на математическую форму соответствующего закона и принципа. Но здесь речь идёт не столько о формулах, сколько о векторной интерпретации той и другой ситуации. При этом формальное следование 3-му закону Ньютона и принципу наложения движений в каком-то смысле даже противоречит очевидности и личному опыту, поскольку трудно, например, себе представить, что крупный мальчик действует на маленького с такой же силой, как маленький на крупного. Это же противоречие с «очевидностью» присутствует и при выборе одинакового тормозного пути для шин разного размера (4, 1, 1).

В этом, по-видимому, и состоит один из главных «уроков», которым учит физика.

Во многих случаях надо помнить о принципе «не верь глазам своим», а больше «верить» законам физики и идеализированным картинам явления, иначе говоря, моделям.

Выводы понятны. Для того чтобы изученные законы и принципы физики не были мёртвым и никому не нужным грузом, необходимо в учебном процессе рассматривать как можно больше реальных или квазиреальных ситуаций, для объяснения или описания которых надо применять полученные знания. Это тем более важно, когда знания, например, некоторые законы механики (а далее это коснётся законов квантовой физики), на первый взгляд расходятся с повседневным опытом.

3.3.2. Задания по оцениванию группы умений «применение методов естественнонаучного исследования»

Использованные задания относятся ко всем, кроме одного, умениям, или видам деятельности, из данной группы (см. выше описание данной группы умений во второй рамке). Отсутствует задание лишь для умения «различать вопросы, которые возможно исследовать естественнонаучными методами». Классификация и результаты выполнения заданий для этой группы умений приведены в таблице 2.

Предварительные выводы

Наибольшие затруднения вызвали задания (вопросы), проверяющие умения «предложение способа научного исследования данного вопроса или проверки данной гипотезы» (2-я строка таблицы 2) и «распознавание и/или оценка способов, которые обеспечивают надёжность экспериментальных данных и достоверность выводов» (4-я строка таблицы). В целом эти результаты объяснимы. Задание, в котором надо предложить эксперимент, проверяющий гипотезу о причине изменения скорости распространения заварки при изменении температуры (2; 1; 2), имеет творческий, в каком-то смысле изобретательский характер. Оно не может быть доступным для всех. Однако результат (всего 10–15% не то чтобы правильных, а хотя бы нащупывающих плодотворную идею ответов) всё-таки представляется слишком низким.

Результаты выполнения заданий по оцениванию группы умений «применение методов естественнонаучного исследования»

№	Характеристика видов деятельности	Вопросы, проверяющие умения из группы «Применение методов естественнонаучного исследования»			
1	Распознавание вопроса, исследуемого в данной естественнонаучной работе	Определение вопроса, на который должно ответить исследование (4; 3; 2; BO) — 35–40% (PISA — 42% РФ, 58% ОЭСР)			
2	Предложение способа научного исследования данного вопроса или проверки данной гипотезы	Предложение эксперимента для проверки гипотезы (ложной) о причине изменения скорости распространения заварки (2; 1; 2) — 10–15%			
3	Оценка с научной точки зрения предлагаемых способов изучения данного вопроса и/или выбор оптимального способа	Выбор эксперимента для ответа на вопрос, являются ли дрожжи причиной уменьшения массы теста (1; 2; 2; BO) — 50–55% (PISA — 23,5%)	Выбор эксперимента для ответа на вопрос, является ли кофеин в чае причиной бессонницы (2; 1; 3; BO) — 50%		
4	Распознавание и/или оценка способов, которые обеспечивают надёжность экспериментальных данных и достоверность выводов	Ответ на вопрос, зачем снимаются показания измерительных приборов (амперметр, вольтметр) в отсутствии объекта измерения (волоса) (паразитной) и с известным резистором (3; 1; 3а) — единично	Ответ на вопрос, зачем снимаются показания измерительных приборов (амперметр, вольтметр) на резисторе с известным сопротивлением (3; 1; 3б) — единично	Ответ на вопрос о роли дополнительно взятых веществ при исследовании средств защиты от солнца (4; 3; 1; BO) — 60%(PISA — 44% РФ, 40,5% ОЭСР)	Ответ на вопрос о роли прижимающей пластины в исследовании средств защиты от солнца (4; 3; 3; BO) — 50%(PISA — 40% РФ, 43% ОЭСР)

Вывод здесь может быть таким: ребята не сталкивались с подобной постановкой вопроса. При изучении физики им не предлагалось найти и экспериментально реализовать способ проверки какой-то гипотезы, в том числе и ошибочной. Следовательно, нужно искать возможность для постановки таких задач перед школьниками при изуче-

нии естественнонаучных предметов, в первую очередь, физики.

Очень трудными для ребят оказались вопросы, связанные с описанием реального научного эксперимента по измерению электрической проводимости человеческого волоса. Для ответа на эти вопросы надо было

понять, с какой целью учёные снимали показания измерительных приборов в отсутствии волоса между электродами, т.е. для разомкнутой цепи (3, 1, 3а), а также для резистора (вместо волоса) с заранее известным сопротивлением (3, 1, 3б). Первое делалось для оценки возможной систематической погрешности измерений. Второе — для контроля правильности работы измерительных приборов: вольтметра и микроамперметра. Вероятно, не стоило ожидать от ребят полного и квалифицированного ответа на эти вопросы, однако они могли бы догадаться и сказать хоть что-то о том, что это делалось для повышения надёжности измерений, контроля за правильностью работы измерительных приборов и т.п. Однако это произошло лишь в единичных случаях.

Вывод. При проведении экспериментальных работ всегда (!) должен обсуждаться вопрос о надёжности и достоверности полученных результатов и способах обеспечения надёжности. Как ни странно, это не какой-то частный вопрос или вопрос, актуальный лишь для профессиональных исследователей. Проблема достоверности сообщаемой нам информации и возможных способов установления этой достоверности постоянно встаёт в нашей жизни в применении к вопросам медицины, экономики, политики, человеческих отношений. И систематическое рассмотрение этой проблемы при проведении экспериментальных исследований в области естественных наук (особенно физики) — это «кратчайший» путь к формированию соответствующего универсального навыка, необходимого в различных областях жизни.

3.3.3. Задания по оцениванию группы умений «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»

Использованные задания относятся к двум умениям, или видам деятельности, из данной группы (см. выше описание данной группы умений в третьей рамке): «преобразование одной формы представления данных в другую» и «получение выводов на основе анализа и интерпретации данных» (здесь немного изменена формулировка). При этом, учитывая содержание заданий, во втором из оцениваемых умений оказа-

лось целесообразно выделить два уровня сложности: а) интерпретация данных, представленных в какой-то одной форме, графической или табличной (2-я строка таблицы 3); б) интерпретация данных, представленных в виде комбинации словесного описания и графика или рисунка (3-я строка таблицы). Классификация и результаты выполнения заданий для этих умений приведены в таблице 3.

Предварительные выводы

По первому умению (1-я строка таблицы) достаточно успешно было выполнено задание, в котором надо было выбрать один график из четырёх, точно соответствующий описанию условий работы ветряного электрогенератора (2; 2; 2). Результат выполнения этого довольно трудного задания из PISA для учащихся школ Раменского района оказался заметно лучше, чем в среднем по России. Однако серьёзные затруднения вызвало задание, в котором надо было определить по приведённой на схеме последовательности чисел характер функциональной зависимости тормозного пути автомобиля от его скорости (4; 1; 3). Причём речь идёт о хорошо известных ребятам из курса математики линейной и квадратичной функциях.

Вывод. Мы вновь и вновь сталкиваемся с проблемой межпредметных связей физики и математики. Бессмысленно говорить о том, чья, в большей степени, это зона ответственности. С точки зрения формирования математической грамотности (а её тоже проверяют на международном уровне в исследованиях PISA и TIMSS), на уроках математики должны систематически предлагаться задачи, где математический инструмент надо применить в практических ситуациях. В свою очередь, на уроках физики систематически должен вставать вопрос хотя бы о простейшей математической интерпретации каких-то данных, например, какой известной функцией можно приближенно описать расположение точек или экспериментальную кривую на графике. Ни то ни другое пока не делается в достаточной мере.

С другим серьёзным затруднением ребята столкнулись при выполнении заданий, где требовалась интерпретация данных, пред-

Результаты выполнения заданий по оцениванию группы умений «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»

Таблица 3

№	Характеристика видов деятельности	Вопросы, проверяющие умения из группы «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов»	Преобразование данных, представленных на схеме, в математические выражения (или названия) для известных математических функций (4; 1; 3) — 9–10% линейная ф-я, 3% или единично квадратичная	Получение вывода о проводимости волос на основании анализа табличных данных (3; 1; 2) — 50%
1	Преобразование одной формы представления данных в другую	Выбор графического аналога словесному описанию условий работы ветряного генератора (2; 2; 2; BO) — 58% (PISA — 38,4%)		
2	Получение выводов на основе анализа и интерпретации данных, представленных в графической или табличной форме	Получение вывода о наилучшем месте для размещения ветряного генератора на основании анализа графиков (2; 2; 1; BO) — 90% (PISA — 76%)	Получение вывода о связи роста температуры на Земле с увеличением выбросов углекислого газа на основании анализа графиков (3; 3; 1 и 2) — 65–70% (PISA — 49% РФ, 54% ОЭСР) подтверждение связи; 50% полн., 9% част. (PISA — 33% и 21% РФ, 34,5% и 24,1% ОЭСР) опровержение связи	Получение вывода о проводимости волос на основании анализа табличных данных (3; 1; 2) — 50%
3	Получение выводов на основе анализа и интерпретации комбинированных данных, представленных в разных формах	Получение вывода о том, защитит ли плавающий предохранитель при исходных данных, представленных в словесной и графической формах (1; 1; 3) — 15–20%	Получение вывода о том, какой из представленных рисунков с результатами эксперимента соответствует описанию свойств веществ (4; 3; 4) — 40% (PISA — 24% полн. и 2,5% част. РФ, 27% и 3,8% ОЭСР)	

ставленных в виде комбинации разных форм представления (3-я строка таблицы). Здесь надо внимательно прочитать и понять словесное описание, а затем сделать и обосновать окончательный вывод на основе анализа графика или рисунка. В случае рисунка (4, 3, 4) ребята справились с заданием относительно успешно. Во всяком случае, по этому заданию из PISA результат 9-классников Раменского района (40% правильных ответов) превышает не только средний по РФ (около 26%), но и средний по всем странам, участвовавшим в PISA в 2006 г. (около 30%). Намного хуже обстоит дело с заданием, где по временно-токовой характеристике плавкого предохранителя (имеющей очень простой графический вид) и количественно-временной словесной характеристике скачка тока в цепи надо было сделать вывод о том, успеет ли при этих условиях защитить цепь предохранитель.

Вывод. Возможно, последнее задание оказалось объективно сложным для большинства учащихся. Однако результаты выполнения заданий, относящихся к данному умению, а также анализ современных УМК по физике показывают, что учащиеся получают очень мало заданий, требующих анализа данных, представленных в виде комбинации разных форм. Такие задания требуют сопоставления этих форм представления и получения выводов на основе их совместного анализа.

3.3.4. Некоторые дополнительные выводы общего характера

Первичный анализ результатов выполнения заданий и самих ответов учащихся (для заданий, где требуется дать обоснование в виде развёрнутого ответа) показывает, что порой решающей причиной неудачного выполнения задания оказывается даже не дефицит знаний илисообразительности, а отсутствие, возможно, главного навыка — прикладывать умственные усилия для решения какой-то задачи. Этот навык, с точки зрения терминологии ФГОС, сегодня, наверное, на-

звали бы метапредметным, а возможно даже и личностным. Похоже, что у многих ребят есть убеждение, что ответ на любой вопрос должен даваться с ходу, без серьёзного обдумывания, без внимательного повторного вчитывания в вопрос или условие задачи. Посидеть и подумать — это чуть ли не уронить собственное достоинство, потерять уважение в глазах одноклассников и собственных глаз. Отсюда порой либо инфантильные ответы и объяснения, либо просто списывание у тех, кто якобы сообразил быстрее (хотя часто неправильно). Это диктует первую рекомендацию самого общего характера:

- давать время подумать на уроке, не всегда поощрять быстрый, скороспелый ответ.

Опыт показывает, что если учитель после формулировки какого-либо проблемного вопроса и первых спонтанных ответов на него учеников требует, чтобы теперь ученики ещё раз обдумали вопрос и обсудили его между собой, например, в парах, то спустя 3–5 минут ответы и решения выглядят уже куда более зрелыми, а иногда звучат просто как озарения.

Второй общий вывод состоит в том, что многие учащиеся с большим трудом формулируют развёрнутые, связанные фразы. И отсюда вторая рекомендация общего характера:

- чаще давать высказываться на уроках физики для обоснования своей точки зрения, объяснения явлений или результатов исследования.

Задача учить строить развёрнутое, связанное высказывание, устное и письменное, стоит, разумеется, перед учителем каждого предмета, но на естественнонаучных предметах, в т.ч. физике, эти речевые умения (это вновь метапредметные результаты ФГОС) могут оттачиваться с особой эффективностью, так как точные науки обладают наилучшим инструментарием для аргументации и критического анализа утверждений.

Окончание читайте в третьем номере.