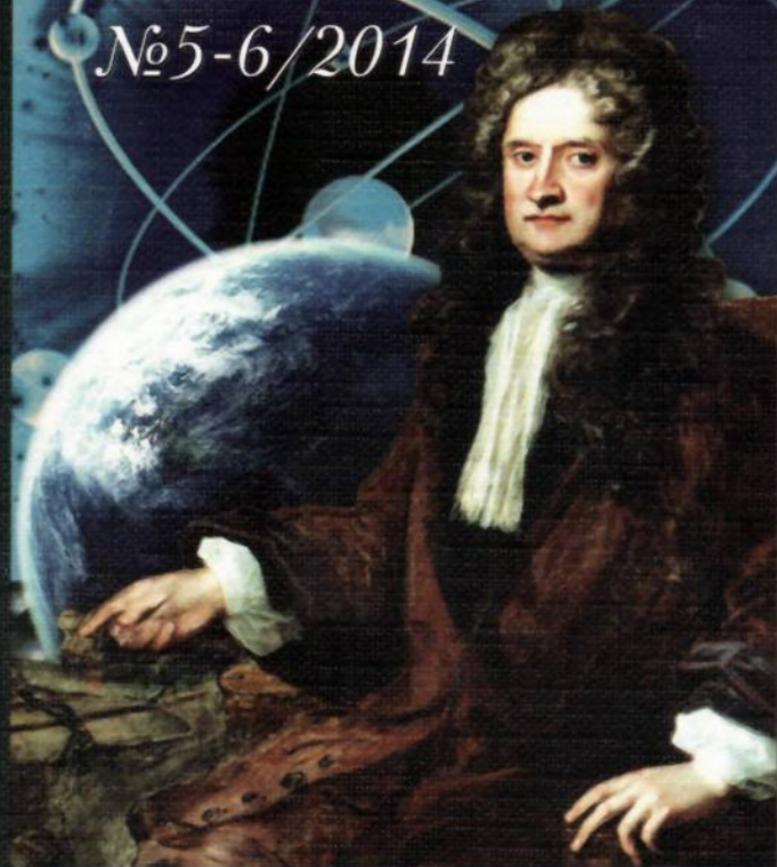




ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ

КВАНТ

№5-6/2014



**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ
2014 ГОДА**

Приложение к журналу

«КВАНТ»

№5-6/2014

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ
ПО МАТЕМАТИКЕ И ФИЗИКЕ
2014 ГОДА**

Составители

С.А.Дориченко, А.А.Егоров,

В.А.Тихомирова

Москва

Издательство МЦНМО

2014

УДК 373.167.1:[51+53]
ББК 22.1я721+22.3я721
Э36

Приложение
к журналу «Квант»
№5-6/2014

Э36 Экзаменационные материалы по математике и физике 2014 года / Составители С.А.Дориченко, А.А.Егоров, В.А.Тихомирова. – М.: Издательство МЦНМО, 2014. – 272 с. (Приложение к журналу «Квант» №5-6/2014.)

ISBN 978-5-4439-0624-9

В книгу включены варианты единого государственного экзамена (ЕГЭ) по физике, задачи олимпиад и вступительных экзаменов по математике и физике в различные вузы страны в 2014 году.

Книга адресована выпускникам средних школ, лицеев и гимназий, слушателям подготовительных отделений и курсов, а также всем тем, кто самостоятельно готовится к поступлению в вуз.

ISBN 978-5-4439-0624-9

ББК 22.1я721+22.3я721



9 785443 906249 >



Предисловие		4
	Задачи	Ответы
Единый государственный экзамен по физике	5	134
Межрегиональная олимпиада «Высшая проба»	40	142
Олимпиада «Ломоносов-2014»	53	157
Олимпиада «Покори Воробьевы горы»	67	181
Институт криптографии, связи и информатики Академии ФСБ России	75	200
Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана	84	214
Московский физико-технический институт (государственный университет)	94	233
Национальный исследовательский университет «МИЭТ»	100	245
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	104	246
Новосибирский государственный университет	107	255
Российский государственный университет нефти и газа имени И.М.Губкина	115	269
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет	121	270

В этом приложении к журналу «Квант» традиционно собраны материалы вступительных испытаний по математике и физике в вузы нашей страны за прошедший 2014 год.

Мы предлагаем школьникам и учителям как избранные варианты единого государственного экзамена (ЕГЭ), так и задачи различных олимпиад, имеющих статус «вступительных». Победители и призеры таких олимпиад, включенных в федеральный список данного года, имеют право быть приравненными к лицам, набравшим максимальное количество баллов по единому государственному экзамену по конкретному предмету, при поступлении в любой вуз. (Отметим, что это не освобождает учащихся от сдачи ЕГЭ.) Кроме того, в сборнике представлены материалы вступительных испытаний в традиционной форме, в которых, в частности, могут участвовать абитуриенты, по каким-либо причинам освобожденные от сдачи ЕГЭ.

Мы надеемся, что предлагаемые вниманию читателей материалы будут полезны как для самостоятельной подготовки к экзаменам, так и для использования на уроках, факультативах, кружках и подготовительных курсах.

Желаем успехов!

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Политехническая олимпиада школьников

Политехническая олимпиада школьников в 2013/14 учебном году проводилась по трем предметам: математике, физике и информатике. Отборочный тур проходил заочно с применением интернет-технологии. Задания и правила выполнения были вывешены на официальном сайте олимпиады. Победители и призеры отборочного тура были приглашены к участию в заключительном туре, который прошел в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете в форме очного письменного испытания.

Информацию об олимпиаде 2014/15 учебного года можно получить на сайтах СПбПУ:

www.spbstu.ru и olymp.spbstu.ru

Ниже приводятся задания олимпиады 2013/14 учебного года по математике, физике и информатике.

МАТЕМАТИКА

Отборочный тур

1. В кассе находятся купюры по 10, 100 и 1000 рублей, причем купюр каждого достоинства не более девяти. Сумма количества десятирублевых купюр и удвоенного количества купюр по тысяче рублей в четыре раза больше количества сторублевых купюр. Найдите общую сумму денег в кассе, если она кратна 53.

2. Найдите сумму коэффициентов при нечетных степенях многочлена

$$P(x) = (4x^4 - 4x^2 + 1)^4 (3x^2 + x + 1)^3.$$

3. Магазин повысил цену товара сначала на 20%, а затем еще на 10% (от новой цены). На сколько процентов всего возросла цена товара по отношению к начальной цене?

4. Решите уравнение $\sqrt{-x^2 - 10x} = 3x + 20$.

5. Найдите значение $3\text{ctg arccos}(-4/5)$.

6. Найдите десятичную дробь – корень уравнения $\cos \pi x - \sin \pi x = \sqrt{2}$ на отрезке $[-1; 1]$.

7. Найдите 3^x , если $3^x \cdot 5^{\log_3 5} = 3 \cdot 5^x$.

8. Числа $1/243$; $1/3$; 243 являются элементами геометрической прогрессии. Какое наибольшее значение может принимать ее знаменатель?

9. В усеченный конус вписан шар. Найдите сумму радиусов оснований усеченного конуса, если площадь его боковой поверхности равна 9π .

10. Найдите наибольшее из значений параметра a , при которых система уравнений

$$\begin{cases} |x| + |y| = 2, \\ xy = a \end{cases}$$

имеет решения, а их количество не более трех.

Заключительный тур

1. Найдите все пары (x, y) натуральных чисел, удовлетворяющие уравнению

$$x^2 - xy - 12y^2 + 18x + 33y = -28.$$

2. Пусть A – такое подмножество множества натуральных чисел от 1 до 35, что любое число из A не является натуральной степенью никакого другого числа из A . Какое максимальное количество элементов может содержаться в A ?

3. Найдите меньший корень уравнения

$$3^{x^2+2x} - 3^{x+1} = 2 \cdot 3^{3-x^2}.$$

4. Найдите сумму всех двузначных натуральных чисел k , для которых $3 \cdot 6^{12} + 17^k$ делится на 5 без остатка.

5. Решите систему уравнений

$$\begin{cases} (2-x)^2 y^2 + 4 = 2(4-x^2)y - 4x, \\ (2-x)y = 5x - 3x^2. \end{cases}$$

6. При каких значениях $a \leq 0$ точка $(-\pi/4; 0)$ будет центром симметрии графика функции $y = \frac{a - \sin x}{a - \cos x}$; $x \in [-\pi/2; 0]$?

7. Решите неравенство $\sin 2x - 2\sqrt{2}(\sin x + \cos x) \leq -3$.

8. В треугольнике ABC площади 45 точка P лежит на стороне AC , $\frac{AP}{PC} = \frac{4}{3}$, точка Q лежит на BC , $\frac{BQ}{QC} = 2$; AQ и BP пересекаются в точке T . Найдите площадь треугольника ABT .

9. В прямой призме $ABCA_1B_1C_1$ угол ABC прямой, $AA_1 = 2$, $AB = BC = 1$. Пусть D – середина ребра BB_1 , G – точка на гипотенузе AC . Плоскость A_1DG пересекает призму на две части, объемы которых относятся как 47:23, считая от части, содержащей основание $A_1B_1C_1$. Найдите отрезок AG .

10. Паром через Керченский пролив отправляется через каждые два часа с 6-00 до 24-00 включительно. Стоянка парома 15 мин. Автомобиль может прибыть в порт в любое время. С какой вероятностью время ожидания посадки $t \geq 30$ мин?

ФИЗИКА

Отборочный тур

1. Артиллеристы произвели выстрел из зенитного орудия. Снаряд вылетел со скоростью $v = 605$ м/с под углом $\alpha = 61^\circ$ к горизонту и взорвался в верхней точке своей траектории. Через какой промежуток времени после выстрела артиллеристы услышат звук взрыва? Результат выразите в секундах и представьте с точностью до целой части. Скорость звука в воздухе считать равной $v_{зв} = 337$ м/с. (10 баллов)

2. Шайба, скользящая по льду, налетает со скоростью $v = 8$ м/с на покоящуюся шайбу, масса которой в $k = 6$ раз меньше, чем у движущейся. Удар центральный, абсолютно упругий. Коэффициент трения шайб о лед одинаков и равен $\mu = 0,17$. На каком расстоянии друг от друга остановятся шайбы? Результат выразите в метрах и представьте с точностью до целой части. (10 баллов)

3. Деревянный шарик лежит в пустом стакане. В стакан наливают воду до тех пор, пока шарик не перестает оказывать давление на дно. При этом в воде оказывается $k = \frac{7}{21}$ всего объема шарика. Затем в стакан аккуратно добавляют некоторую несмешивающуюся с водой жидкость до тех пор, пока она полностью не покроет шарик. При этом в воде оказывается $n = \frac{9}{31}$ всего объема шарика. Определите плотность добавленной жидкости. Результат выразите в кг/м³ и представьте с точностью до целой части. (10 баллов)

4. В теплоизолированном сосуде жесткая теплопроводящая неподвижная перегородка разделяет весь объем на две равные части, в одной из которых находится 7,2 моль гелия, а в другой – 2,0 моль аргона. Сначала среднеквадратичная скорость атомов аргона в 12 раз превышала среднеквадратичную скорость атомов гелия. Определите отношение давления гелия к давлению

аргона после установления теплового равновесия. Результат представьте в виде десятичной дроби с точностью до десятых долей. (10 баллов)

5. Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс, состоящий из изотермы, изобары и адиабаты. Изотермическое расширение происходит при температуре $T = 349$ К, при этом совершается работа $A_T = 11,1$ кДж. При изобарном сжатии объем газа уменьшается в $n = 7$ раз. Найдите полную работу, совершаемую газом в этом цикле. Результат представьте в килоджоулях в виде десятичной дроби с точностью до десятых долей. (10 баллов)

6. Два разных нагревателя, сопротивления которых $R_1 = 54$ Ом и $R_2 = 80$ Ом, при поочередном подключении к источнику тока доводят 5 литров воды до кипения за одно и то же время. Определите внутреннее сопротивление источника тока. Результат представьте в омах с точностью до целой части. (10 баллов)

7. Пучок электронов влетает в пространство, где одновременно существуют однородное электрическое поле, напряженность которого $E = 0,7$ В/м, и магнитное поле с индукцией $B = 3,4$ Тл. Исходная скорость электронов $v_0 = 12,8$ км/с сонаправлена с индукцией магнитного поля и противоположна напряженности электрического поля. Определите скорость электронов, прошедших путь $s = 7$ мм. Результат представьте в км/с с точностью до целой части. (10 баллов)

8. Проволочный контур в виде равностороннего треугольника со стороной $a = 17$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 1,4$ Тл. Линии индукции перпендикулярны плоскости контура. При деформировании контура в квадрат по нему протек заряд $q = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Кл. Определите сопротивление контура. Результат представьте в омах с точностью до целой части. (10 баллов)

9. Плоский предмет расположен перед линзой с оптической силой $D = 9$ дптр параллельно плоскости линзы. При этом его изображение в $\Gamma = 6$ раз больше самого предмета. Предмет передвигают вдоль оптической оси и снова получают его изображение с тем же увеличением. На какое расстояние был передвинут предмет? Результат представьте в миллиметрах с точностью до целой части. (10 баллов)

10. Три одинаковые металлические пластины 1, 2 и 3, каждая площадью $S = 3$ см², расположены в вакууме параллельно друг другу. Расстояние между парами пластин 1–2 и 2–3 одинаково и равно $d = 0,8$ мм. Пространство между пластинами 1 и 2

заполнено диэлектриком с проницаемостью $\epsilon = 3,5$. Пластины 1 и 3 соединены между собой проводником. На пластину 2 со стороны пластины 3 падает монохроматический свет с длиной волны $\lambda = 291$ нм. Работа выхода электронов из металла пластин $A = 3,12$ эВ. Найдите модуль максимального заряда пластины 1, если изначально все пластины не были заряжены. Результат представьте в пикокулонах с точностью до целой части. (10 баллов)

Заключительный тур

1. Со склона горы с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$ производится выстрел из миномета. Начальная скорость мины равна $v_0 = 120$ м/с и направлена перпендикулярно склону. Найдите время полета мины до ее падения на тот же склон. Спротивлением воздуха пренебечь, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². (15 баллов)

2. После абсолютно упругого столкновения с исходно неподвижным ядром атома гелия ${}^4_2\text{He}$ альфа-частица потеряла $\eta = 1/4$ своей первоначальной энергии. Найдите угол между вектором начальной скорости альфа-частицы и направлением ее движения после рассеяния. (10 баллов)

3. В двух теплоизолированных жестких сосудах, соединенных тонкой трубкой с краном, находится один и тот же одноатомный идеальный газ. Давление в обоих сосудах одинаково, объем первого сосуда в $n = 3$ раза больше, чем второго. Температуры газа в сосудах равны $T_1 = 500$ К и $T_2 = 700$ К соответственно. Найдите температуру газа после открытия крана и установления теплового равновесия. Теплоемкостью сосудов можно пренебечь. (10 баллов)

4. В электрической схеме (рис.1) сопротивления резисторов R вдвое больше сопротивлений резисторов r , а общее сопротивление схемы, измеренное между входами 1 и 2, равно 20 Ом. При подключении схемы к источнику постоянного напряжения показания вольтметра равны 14 В. Найдите силу тока, протекающего через амперметр. Измерительные приборы считать идеальными. (20 баллов)

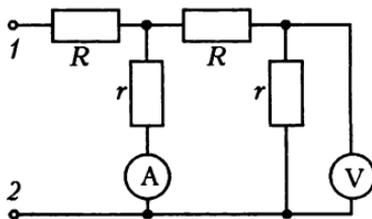


Рис. 1

5. Ион начинает движение в вязкой среде во взаимно перпендикулярных однородных электрическом и магнитном полях. Сила сопротивления среды пропорциональна скорости движе-

ния иона. Напряженность электрического поля равна E , а индукция магнитного поля – B . Найдите установившуюся скорость движения иона в скрещенных полях, если при выключении магнитного поля его скорость стремится к значению v_0 . (30 баллов)

6. На собирающую линзу падает сходящийся пучок лучей. После прохождения через линзу лучи пересекаются в точке, лежащей на расстоянии 5 см от линзы. Если линзу убрать, то точка пересечения лучей сдвинется на 15 см. Нарисуйте ход лучей и определите оптическую силу линзы. (15 баллов)

ИНФОРМАТИКА

Отборочный тур

1. Вот таблица MS Excel и составленная по ней диаграмма (рис.2). У части ячеек цвет фона и шрифта совпадают. Формула из A3 (она видна в строке формул) растажирована в ячейки B3:D3. Диаграмма построена по значениям ячеек A3:D3. Определите сумму значений ячеек диапазона A2:D2.

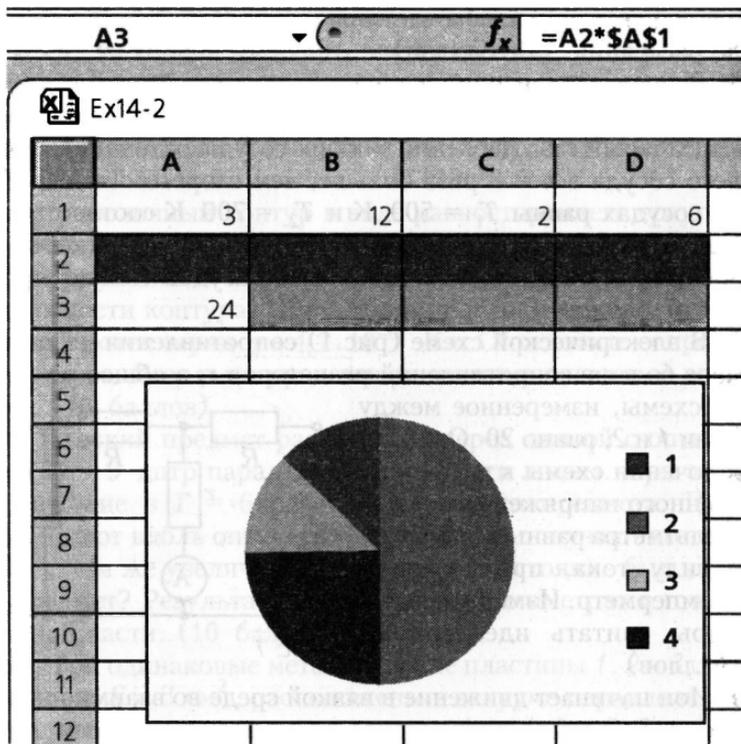


Рис. 2

2. После выполнения следующего алгоритма

$A := A \text{ XOR } B$

$B := A \text{ XOR } B$

$A := A \text{ XOR } B$

переменные A и B получили значения 177 и 29 соответственно. Какими были значения A и B до выполнения алгоритма? В качестве ответа введите сумму значений.

3. Установите соответствие между принятыми в IT аббревиатурами и их значениями (табл. 1):

Таблица 1

1. RGB	1. Центральный процессор
2. CMYK	2. Накопитель на жестком магнитном диске
3. CPU	3. Поисковая оптимизация
4. HTTP	4. Язык программирования, близкий к естественному языку
5. SEO	5. Схема формирования цвета, применяемая в полиграфии
6. CAD	6. Система автоматизированного проектирования
7. ИИТУ	7. Аддитивная модель формирования цвета на экране
8. HDD	8. Протокол передачи гипертекста в сети Интернет
9. ЯПВУ	9. Язык разметки гипертекста
10. HTML	10. Профильный институт в составе Политеха, готовящий IT-специалистов

4. Дан алгоритм (рис.3), описанный в виде блок-схемы (mod – остаток от деления) При каких натуральных N данный алгоритм для $M = 666$ выведет ровно 5 чисел? В качестве ответа введите сумму всех возможных значений N.

5. В таблице 2 представлены 6 алгоритмов, описанных на псевдокоде. Переменные A, B, C – целочисленные. Операция mod – остаток от деления, div – целочисленное деление, $\langle \rangle$ – знак «не равно». Поставьте в соответствие имена алгоритмов и выводимые ими результаты при $A = 5$, $B = 2$.

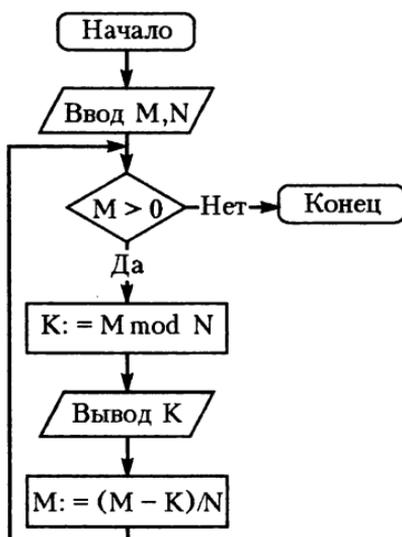


Рис. 3

<p>Алг Раз</p> <p>Нач</p> <p>Ввод А, В</p> <p>$C := 0$</p> <p>Пока $A > B$ НЦ</p> <p>$C := C + 1$</p> <p>$A := A - B$</p> <p>КЦ</p> <p>Вывод С</p> <p>Кон</p>	<p>Алг Два</p> <p>Нач</p> <p>Ввод А, В</p> <p>$C := 0$</p> <p>Пока $B > 0$ НЦ</p> <p>$C := C * 10 + A$</p> <p>$A := B - 1$</p> <p>КЦ</p> <p>Вывод С</p> <p>Кон</p>	<p>Алг Три</p> <p>Нач</p> <p>Ввод А, В</p> <p>$C := 1$</p> <p>Пока $A > B$ НЦ</p> <p>$A := A - 1$</p> <p>$C := C * B$</p> <p>КЦ</p> <p>Вывод С</p> <p>Кон</p>
<p>Алг Четыре</p> <p>Нач</p> <p>Ввод А, В</p> <p>$A := A * B * (A + B) + A + B$</p> <p>$C := 0$</p> <p>Пока $A > 0$ НЦ</p> <p>$C := C + (A \text{ mod } 10)$</p> <p>$A := A \text{ div } 10$</p> <p>КЦ</p> <p>Вывод С</p> <p>Кон</p>	<p>Алг Пять</p> <p>Нач</p> <p>Ввод А, В</p> <p>Если $A > B$ То</p> <p>$C := A$</p> <p>$A := B$</p> <p>Иначе</p> <p>$C := B$</p> <p>Всё</p> <p>Пока $C <> A$ НЦ</p> <p>Если $C > A$ То</p> <p>$C := C - A$</p> <p>Иначе</p> <p>$A := A - C$</p> <p>Всё</p> <p>КЦ</p> <p>Вывод С</p> <p>Кон</p>	<p>Алг Шесть</p> <p>Нач</p> <p>Ввод А, В</p> <p>$C := 0$</p> <p>Пока $C < 100000$ НЦ</p> <p>$C := 1000 * C + A * 101$</p> <p>$C := C + B * 10$</p> <p>КЦ</p> <p>$C := C / 7$</p> <p>$C := C / 11$</p> <p>$C := C / 13$</p> <p>Вывод С</p> <p>Кон</p>

6. Имеется портативный медицинский прибор, позволяющий фиксировать в течение суток температуру тела больного в 8

точках. На теле пациента закрепляются портативные термометры, сигналы с которых поступают в маленький блок памяти. Датчики измеряют значение температуры с точностью 0,125 градуса в диапазоне от 34,125 до 42 градусов. Показания термометров записываются ежеминутно, значение температуры кодируется минимальным возможным количеством битов, достаточным, чтобы сохранить все возможные значения. Определите объем суточного файла в байтах. В качестве ответа введите число, без указания единицы измерения.

7. В частной школе «Слюнявчик» детям редко ставят плохие оценки: половина всех оценок составляют пятерки; четверок – вдвое меньше, чем пятерок; троек и двоек примерно поровну. Разрабатывается сервис, позволяющий родителю получить все оценки ученика (только баллы, без указания предметов). Оценки передаются в виде массива битов, никак не отделяются друг от друга – просто длинная цепочка ноликов и единиц. Учителя предложили несколько способов кодирования.

Учитель информатики Вера Петровна Хартли: 2 – 010,
3 – 011, 4 – 100, 5 – 101

Учитель физики Егор Егорович Унарный: 2 – 11,
3 – 111, 4 – 1111, 5 – 11111

Учитель литературы Муза Аполлоновна Богемская:
2 – 0000, 3 – 000, 4 – 00, 5 – 0

Учитель математики Соломон Соломонович Шеннон:
2 – 000, 3 – 001, 4 – 01, 5 – 1

Учитель физкультуры Андрей Николаевич Ок: 2 – 01,
3 – 10, 4 – 0, 5 – 1

Кто из учителей предложил способ, который, во-первых, позволяет однозначно декодировать любую переданную последовательность оценок и, во-вторых, гарантирует, что суммарный объем сообщений с оценками всех учеников будет минимальным?

8. Известно, что истинны следующие высказывания:

1. Зеленые ежики мерещатся только наркоманам
2. В танкисты берут только тех, кто маленького роста
3. Наркоманов не берут в армию
4. Кто плохо кушает – тот маленький
5. У всех наркоманов плохой аппетит

Какие из приведенных ниже утверждений наверняка истинны?

- a. Не бывает танкистов с хорошим аппетитом
- b. Танкистам не мерещатся зеленые ежики

с. Наркоманам не мерещатся красные чижики

д. Зеленые ежики мерещатся только тем, у кого плохой аппетит

е. Танкистов не существует

9. На одном швейцарском курорте продвигают новый вид отдыха – гастротуризм. На фуникулере туристы утром поднимаются на вершину, к ресторану «Старт» (светлый кружок на схеме на рисунке 4). После завтрака они садятся на велосипеды и отправляются в путь по системе дорожек, спускаясь от ресторана к ресторану. Почему именно спускаясь? Потому что на сытый желудок педали крутить вредно, а все дорожки идут под уклон. Кроме того, у гастровелосипедов педалей и нет – только руль и тормоз. Заканчивается маршрут в ресторане «Финиш» (правый нижний кружок). За день турист совершает один спуск от «Старта» до «Финиша». Русский турист Жора решил совершить спуск всеми возможными способами. Сколько дней ему придется провести на курорте? Ответ введите числом.

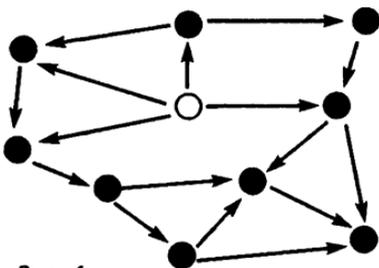


Рис. 4

маются на вершину, к ресторану «Старт» (светлый кружок на схеме на рисунке 4). После завтрака они садятся на велосипеды и отправляются в путь по системе дорожек, спускаясь от ресторана к ресторану. Почему именно спускаясь? Потому что на сытый желудок педали крутить вредно, а все дорожки идут под уклон. Кроме того, у гастровелосипедов педалей и нет – только руль и тормоз. Заканчивается маршрут в ресторане «Финиш» (правый нижний кружок). За день турист совершает один спуск от «Старта» до «Финиша». Русский турист Жора решил совершить спуск всеми возможными способами. Сколько дней ему придется провести на курорте? Ответ введите числом.

10. Делфтский яблокоед, вот уже третью Политехническую олимпиаду обитающий в бесконечных одномерных стеллажах, закончил дистанционный курс «Олимпиадная информатика» и понял, что он – машина Тьюринга. Он бывает в трех состояниях – Г (голодный), П (полуголодный) и С (сытый). Каждое утро, проснувшись, он анализирует свое состояние и количество яблок на полке стеллажа. При каждом сочетании состояние/количество он съедает некоторое количество яблок с полки (количество оставшихся, естественно, меняется), переходит в одно из состояний (может остаться в том же) и выполняет одно из действий: + (ползет на 1 полку вверх), – (ползет на 1 полку вниз) или = (остается на месте). Вот полный набор правил поведения Яблокоеда (табл. 3):

Таблица 3

Кол-во яблок	0	1	2	3
Голодный (Г)	Г,0,+	П,0,+	С,0,+	С,1,=
Полусытый (П)	Г,0,-	С,0,=	С,1,=	С,2,-
Сытый (С)	П,0,+	П,0,-	С,1,+	С,2,+

В каждой ячейке 1 – состояние, в которое переходит яблокоед, 2 – количество яблок, остающихся в текущей ячейке, 3 – направление перехода.

В понедельник утром голодный и злой яблокоед находится на полке с номером 0. Количество яблок на полках приведено в таблице 4 (все остальные полки пусты). Где и в каком состоянии будет яблокоед утром следующего понедельника?

Таблица 4

№ полки	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4
Кол-во яблок	1	2	0	1	3	1	2	1	3

Заключительный тур

1 (15 баллов). В стране Ыоуа – 3 языка. Алфавит каждого из языков включает все те символы, которые входят в название страны. В каждом языке 64 слова, но слова совершенно разные. В таблице 5 приведено количество слов каждого языка, начинающихся на каждую букву алфавита. Сколько бит информации несет сообщение о том, на какую из букв алфавита начинается задуманное слово, в том языке, в котором это сообщение наиболее информативно?

Таблица 5

	Ы	О	У	А
Язык Ыо	32	16	8	8
Язык Уа	16	16	16	16
Язык Аы	0	0	0	64

2 (20 баллов). Делфтский яблокоед – традиционный персонаж Политехнической олимпиады, обитающий в стеллажах-массивах на заочном туре в одномерных, на очном в двумерных. Яблокоед, обитающий в Политехе, самец. Чтобы он по весне не скучал, к нему в гости привезли самочку-яблокоедиху. Ниже для экономии места будем обозначать яблокоедов Он и Она.

Романтическая встреча должна состояться в квадратном двумерном стеллаже размером N на N ячеек ($N > 2$). В момент времени 0 Он находится в левом нижнем углу стеллажа (ячейка с координатами (1, 1)), а Она – в правом верхнем (ячейка с координатами (N , N)). С этого момента яблокоеды начинают двигаться в соответствии с природными инстинктами. Ежесекундно Он и Она перемещаются из текущей ячейки в соседнюю. При

Таблица 6

Алг АЛГ
Нач
Цел A[100], K, L
A[1] := 1
Для K От 2 До 100 НЦ
A[K] := S(K)
Для L От 1 До K-1 НЦ
Если A[L] + A[K-L] > A[K] То
A[K] := A[L] + A[K-L]
Все
КЦ
КЦ
Кон
Алг Цел S (Цел N)
Цел T
S := 0
Для T От 1 До N
Если N mod T = 0 То
S := S + T
Все
КЦ
Кон

этом Она все время движется по часовой стрелке вдоль внешней стены шкафа: сначала вниз до упора, потом влево, далее вверх, вправо и на следующий круг. А Он действует иначе: «сканирует» стеллаж, прочесывает его сначала по вертикали, потом по горизонтали. Он ползет вверх, пока не достигнет верхней границы шкафа, смещается на ячейку вправо, затем вниз до дна шкафа, опять вправо и т.д. Когда Он упирается в угол, он переходит от вертикального прочесывания к горизонтальному и наоборот. На какой секунде произойдет встреча яблокоедов? В качестве ответа введите формулу.

3 (20 баллов). Имеется алгоритм, описанный в виде псевдокода (табл. 6). Чему после его выполнения будет равняться a[11]?

4 (20 баллов). Майору Пронину удалось сфотографировать фрагмент электронной таблицы, с помощью которой вражеский агент Корявый зашифровывал сообщения (табл. 7). Пронин заметил, что столбец С заполнен двумя экземплярами русского алфавита, в черную ячейку вписывается число, в серые последо-

вательно вписываются буквы сообщения. Затем формула из E1 тиражируется вниз автозаполнением и из столбца E переписывается текст шифровки. Вот перехваченный текст шифровки,

Таблица 7

E1		=ИНДЕКС(\$C\$1:\$C\$66;ПОИСКПОЗ(D1;\$C\$1:\$C\$33)+ОСТАТ(СТРОКА(D1);\$A\$2))									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	К	Л	О	Ч							
2			Б								

указывающей на место встречи вражеских агентов:

3 – ШМАМРВТМАА

На какой станции метро состоится встреча?

5 (10 баллов). Имеется 6 высказываний о задуманном натуральном числе из интервала от 1 до 32:

A={Задуманное число нечетно}

B={В задуманном числе есть цифра 1}

C={Задуманное число – двузначное}

D={Задуманное число начинается с цифры 3}

E={В задуманном числе нет цифры 7}

F={Задуманное число – простое}

Составьте из этих высказываний логическое выражение, несущее ровно 2 бита информации о задуманном числе. В выражении можно использовать любые из имеющихся высказываний в любом количестве, операции И, ИЛИ, НЕ и скобки.

6 (15 баллов). Имеется программа на языке программирования Small Basic:

```
Turtle .Show ()  
For k=1 To n  
    Turtle .move (120)  
    Turtle .Angle =Turtle .Angle+x  
EndFor
```

Она манипулирует исполнителем Черепашкой. По команде Move Черепашка ползет в направлении, заданном текущим значением азимута в градусах – свойством Angle, – на указанное в скобках расстояние в пикселах. В начальный момент Черепашка находится в центре графического окна и намеревается ползти вверх (Angle=0). Какие значения нужно до выполнения этого фрагмента программы присвоить целочисленным переменным n и x, чтобы в результате получилось изображение, представленное на рисунке 5?

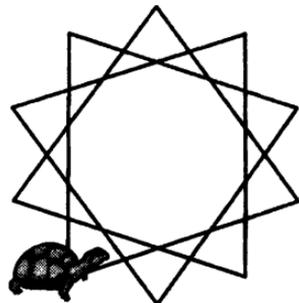


Рис. 5

Публикацию подготовили Т. Андреева, А. Басов, М. Коробков, Е. Крылова, А. Моисеев, С. Преображенский, В. Родионов, С. Старовойтов, А. Щукин

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Политехническая олимпиада школьников

МАТЕМАТИКА

Отборочный тур

1. 7420. 2. 49. 3. 32. 4. -5. 5. -4. 6. -0,25. 7. 15. 8. 9. 9. 3.
10. 1.

Заключительный тур

1. (2, 4). 2. 31. 3. -2. 4. 1210. 5. (1; 2), (2/3; 3/2). 6. $-1/\sqrt{2}$.
7. $\{\pi/4 + 2\pi k; k \in \mathbb{Z}\}$. 8. 20. 9. $3\sqrt{2}/5$. 10. 11/16.

ФИЗИКА

Отборочный тур

1. $t = \frac{v \sin \alpha}{g} + \frac{v^2}{2gv_{3в}} \sqrt{\sin^4 \alpha + \sin^2 2\alpha} = 115 \text{ с.}$

2. $\Delta s = \frac{(3k^2 + 2k - 1)}{(k + 1)^2} \frac{v^2}{2\mu g} = 46 \text{ м.}$

3. $\rho_{ж} = \rho_{в} \frac{(k - n)}{(1 - n)} = 732 \text{ кг/м}^3.$

4. $\frac{p_{He}}{p_{Ar}} = \frac{v_{He}}{v_{Ar}} = 3,6.$ 5. $A = A_T - \frac{5}{2} \nu RT \frac{n-1}{n} = 4,9 \text{ кДж.}$

$$6. r = \sqrt{R_1 R_2} = 66 \text{ Ом.} \quad 7. v_k = \sqrt{\frac{2eEs}{m} + v_0^2} = 43 \text{ км/с.}$$

$$8. R = \frac{Ba^2}{16q} (9 - 4\sqrt{3}) = 4366 \text{ Ом.} \quad 9. \Delta d = \frac{2}{\Gamma D} = 37 \text{ мм.}$$

$$10. q = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d} \frac{hc}{\lambda} - A = 13 \text{ пКл.}$$

Заключительный тур

$$1. t = \frac{2v_0}{g \cos \alpha} \approx 27,7 \text{ с.} \quad 2. \theta = \arccos \sqrt{1 - \eta} = 30^\circ.$$

$$3. T = (n+1) \frac{T_1 T_2}{T_1 + n T_2} \approx 538 \text{ К.}$$

$$4. I_A = \frac{33}{4} \frac{U_V}{R_{\text{общ}}} \approx 6 \text{ А.}$$

$$5. v = \frac{v_0 E}{\sqrt{E^2 + (v_0 B)^2}}.$$

$$6. D = -\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = -\frac{1}{f+l} + \frac{1}{f} = 15 \text{ дптр (см. рис.64).}$$

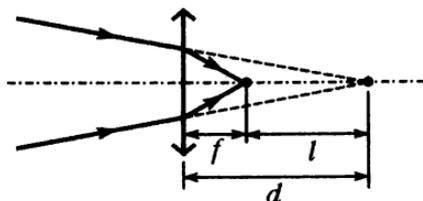


Рис. 64

ИНФОРМАТИКА

Отборочный тур

1. 16.

2. 206.

3. 1-7, 2-5, 3-1, 4-8, 5-3, 6-6, 7-10, 8-2, 9-4, 10-9.

4. 9.

5. Раз - 2, Два - 55, Три - 32, Четыре - 14, Пять - 1, Шесть - 525.

6. 8640. 7. Соломон Соломонович Шеннон.

8. в, d. 9. 13. 10. Сытый на полке -3.

Заключительный тур

1. 2.

2. 3N - 1.

3. 20.

4. ЧКАЛОВСКАЯ.

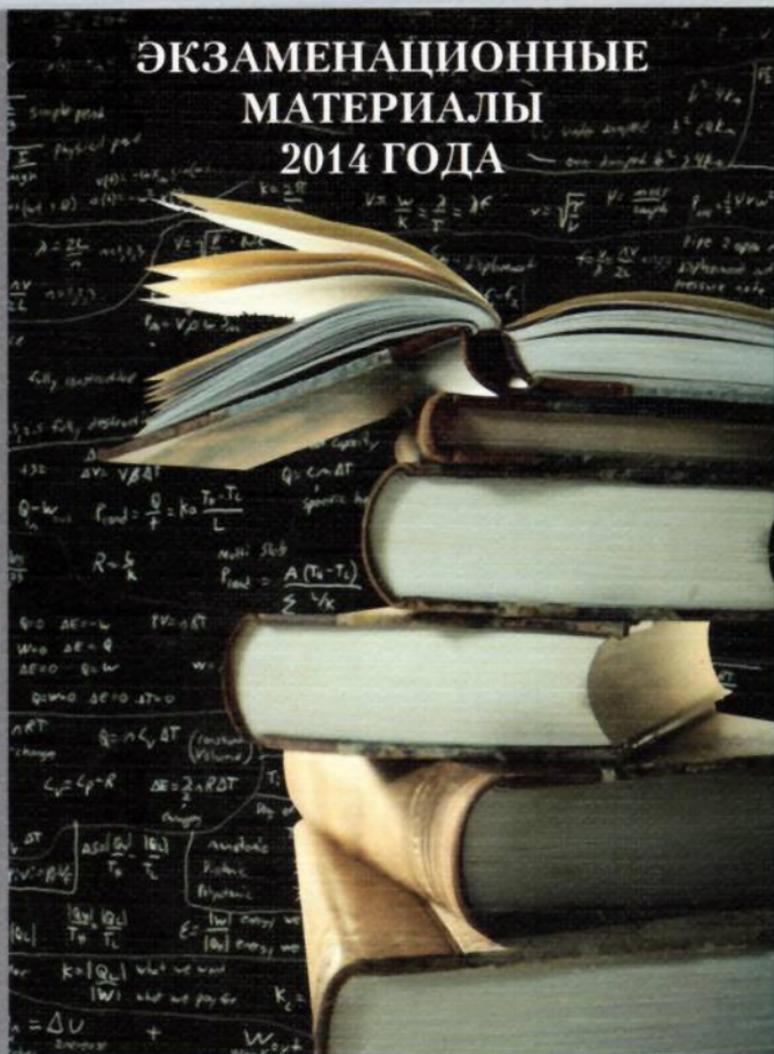
5. А И В, D ИЛИ (В И НЕ А)...

6. n = 10 x = 108.

Индекс 90964



**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ
МАТЕРИАЛЫ
2014 ГОДА**



ПРИЛОЖЕНИЕ К ЖУРНАЛУ КВАНТ

№5-6/2014