



Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2017 года по информатике и ИКТ

**Крылов
Сергей Сергеевич**

кандидат физико-математических наук,
ФГБНУ «ФИПИ», руководитель федеральной комиссии
по разработке КИМ для ГИА по информатике и ИКТ,
kim@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по информатике, основные результаты ЕГЭ по информатике в 2017 году, анализ результатов по группам учебной подготовки, выполнение политомических заданий.

Контрольными измерительными материалами (КИМ) экзаменационной работы охватывается основное содержание курса информатики, важнейшие его темы, наиболее значимый в них материал, однозначно трактуемый в большинстве преподаваемых в школе вариантов курса информатики. Работа содержит как задания базового уровня сложности, проверяющие знания и умения, соответствующие базовому уровню подготовки по предмету, так и задания повышенного и высокого уровней, проверяющие знания и умения, владение которыми основано на углубленном изучении предмета.

На ЕГЭ по информатике в 2017 г. использовалась та же экзаменационная модель контрольных измерительных материалов, что и в прошлом году.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 27 заданий, которыми охватываются следующие содержательные разделы курса информатики:

- информация и ее кодирование;
- моделирование и компьютерный эксперимент;
- системы счисления;
- логика и алгоритмы;
- элементы теории алгоритмов;
- программирование;
- архитектура компьютеров и компьютерных сетей;
- обработка числовой информации;
- технологии поиска и хранения информации.

В части 1 собраны задания с кратким ответом в виде числа или последовательности символов. Часть 1 содержит 23 задания, из которых 12 заданий базового уровня, 10 повышенного уровня и 1 высокого уровня сложности.

Часть 2 содержит 4 задания, первое из которых повышенного уровня сложности, остальные 3 задания высокого уровня сложности. Задания этой части подра-

зумевают запись развернутого ответа в произвольной форме. Они направлены на проверку сформированности важнейших умений записи и анализа алгоритмов, предусмотренных образовательным стандартом. Последнее задание работы на высоком уровне сложности проверяет умения по теме «Технология программирования».

Задания части 2 являются наиболее трудоемкими, но зато позволяют экзаменуемому в полной мере проявить свою индивидуальность и приобретенные в процессе обучения умения.

Верное выполнение каждого задания части 1 оценивается в 1 первичный балл. Ответы на задания части 1 автоматически обрабатываются после сканирования бланков ответов. Максимальное количество первичных баллов, которое можно получить за выполнение заданий этой части, – 23.

Выполнение заданий части 2 оценивается 0–4 первичных баллов. Ответы на задания части 2 проверяются и оцениваются экспертами, которыми устанавливается соответствие ответов определенному перечню критериев, приведенных в инструкции по оцениванию, являющейся составной частью КИМ.

Максимальное количество первичных баллов, которое можно получить за выполнение заданий части 2, – 12.

Максимальное количество первичных баллов, которое можно получить за выполнение всех заданий экзаменационной работы, – 35.

Минимальное количество баллов ЕГЭ по информатике и ИКТ, подтверждающее освоение выпускником основных общеобразовательных программ среднего (полного) общего образования в соответствии с требованиями Федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, составляет 40 тестовых баллов по стобальной шкале, что соответствует 6 первичным баллам.

На выполнение всей экзаменационной работы отводится 235 минут.

В ЕГЭ по информатике и ИКТ в 2017 г. участвовало 52,8 тыс. человек, что на 3,5 тыс. больше, чем в 2016 г. Это приблизительно соответствует увеличению общей численности выпускников в 2017 г.

В целом доля сдающих экзамен от общего числа участников ЕГЭ остается практически неизменной: чуть выше 7%. Регионы с наибольшим числом участников: г. Москва (7,8

тыс.), Московская область (3,2 тыс.), г. Санкт-Петербург (2,7 тыс.), Республика Башкортостан (2,3 тыс.), Новосибирская область (1,8 тыс.).

В 2017 г. в сравнении с 2016 г. несколько сократилась доля неподготовленных участников экзамена (до 40 тестовых баллов). Практически не изменилась доля участников с базовым уровнем подготовки (диапазон от 40 до 60 т.б.). Существенно (на 5%) выросла группа наиболее подготовленных участников экзамена (81–100 т.б.), отчасти за счет сокращения доли группы участников, набравших 61–80 т.б. Таким образом, суммарная доля участников, набравших значимые для конкурсного поступления в учреждения высшего образования баллы (61–100 т.б.), увеличилась с 46,0 до 48,6%, что согласуется с увеличением среднего тестового балла с 56,65 в 2016 г. до 59,18 в текущем году. Рост доли участников, набравших высокие (81–100) тестовые баллы, объясняется отчасти улучшением подготовки участников экзамена, отчасти стабильностью экзаменационной модели.

Рассмотрим результаты выполнения экзаменационной работы для групп заданий по разным тематическим блокам. В табл. 1 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по укрупненным разделам школьного курса информатики.

Таблица 1

Раздел курса	Средний процент выполнения по группам заданий
Кодирование информации и измерение ее количества	54,7
Информационное моделирование	75,3
Системы счисления	64,7
Основы алгебры логики	43,2
Алгоритмизация и программирование	46,4
Основы информационно-коммуникационных технологий	68,2

Средний процент выполнения заданий по всей работе – 54.

Как и в предыдущие годы, наиболее низкие результаты участники экзамена продемонстрировали по разделам «Основы алгебры и логики» и «Алгоритмизация и программирование». Вместе с тем сохраняется положительная динамика увеличения среднего процента выполнения заданий этих разделов.

В Приложении приведен обобщенный план экзаменационной работы 2017 г. с указанием средних процентов выполнения по каждой линии заданий. Исходя из значений нижних границ процентов выполнения заданий различных уровней сложности (60% для базового, 40% для повышенного и 20% для высокого), можно говорить об успешном освоении следующих знаний и умений:

- знание о позиционных системах счисления и двоичном представлении информации в памяти компьютера;
- умение подсчитывать информационный объем сообщения;
- умение кодировать и декодировать информацию;
- умение строить таблицы истинности и логические схемы;
- умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы);
- знание о файловой системе организации данных или о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных;
- знание технологии обработки информации в электронных таблицах и методов визуализации данных с помощью диаграмм и графиков;
- знание основных конструкций языка программирования, понятия переменной, оператора присваивания;
- умение исполнить алгоритм для конкретного исполнителя с фиксированным набором команд;
- умение прочесть фрагмент программы на языке программирования и исправить допущенные ошибки;
- умение написать короткую (10–15 строк) простую программу на языке программирования или записать алгоритм на естественном языке;
- умение построить дерево игры по заданному алгоритму и обосновать выигрышную стратегию.

У экзаменуемых возникли затруднения при выполнении заданий, контролирующих следующие знания и умения:

- знание о методах измерения количества информации;
- умение определять объем памяти, необходимый для хранения графической информации;

- знание базовых принципов адресации в компьютерной сети;
- умение исполнить рекурсивный алгоритм;
- умение анализировать алгоритмы и программы;
- знание основных понятий и законов математической логики;
- умение строить и преобразовывать логические выражения;
- умение создавать собственные программы для решения задач средней сложности.

Самые высокие результаты экзаменуемые показывают при выполнении заданий базового уровня на применение известных алгоритмов в стандартных ситуациях.

В то же время при выполнении ряда заданий базового уровня сложности у участников ЕГЭ возникают проблемы. Приведем примеры таких заданий.

Пример 1

Задание, проверяющее умение определять объем памяти, необходимый для хранения графической информации. Процент выполнения – 42,8.

Автоматическая камера производит растровые изображения размером 1280×960 пикселей. При этом объём файла с изображением не может превышать 320 Кбайт, упаковка данных не производится. Какое максимальное количество цветов можно использовать в палитре?

Ответ: 4.

При выполнении такого рода заданий выпускники, как правило, легко справляются с первым подготовительным шагом – определением максимального количества двоичных разрядов, которое можно отвести для кодирования одного пикселя, хотя иногда допускают элементарные арифметические ошибки при умножении/делении чисел, являющихся степенями двойки, оценивании значения простой дроби, определении количества битов в Кбайте (Мбайте).

Типичная содержательная ошибка выпускников заключается в том, что они путают количество двоичных разрядов (битов), минимально необходимое для хранения целочисленных значений из заданного диапазона (палитры) с количеством этих значений.

Пример 2

Задание, проверяющее знание о методах измерения количества информации. Процент выполнения – 38,8.

Все 4-буквенные слова, составленные из букв П, И, Т, О, Н, записаны в алфавитном порядке и пронумерованы, начиная с 1.

Ниже приведено начало списка.

1. ИИИИ
2. ИИИН
3. ИИИО
4. ИИИП
5. ИИИТ
6. ИИНИ

...

Под каким номером в списке идёт первое слово, которое начинается с буквы О?

Ответ: 2, 5, 1

Несмотря на очевидное внешнее отличие этого примера задания от предыдущего, типичные содержательные ошибки выпускников при выполнении этих двух заданий имеют общий корень – пробелы в знаниях об алфавитном подходе к измерению количества информации и кодировании сообщений словами фиксированной длины над за-

данным алфавитом (как двоичным, так и другой мощностью).

Пример 3

Задание, проверяющее умение исполнить рекурсивный алгоритм. Процент выполнения – 57,1.

Ниже в таблице на пяти языках программирования записаны две рекурсивные функции (процедуры): F и G.

Сколько символов «звёздочка» будет напечатано на экране при выполнении вызова F(18)?

Ответ: 5

Основная содержательная ошибка при выполнении такого типа заданий базового уровня – неспособность построить последовательность косвенных рекурсивных вызовов, несмотря на то что в заданиях этого типа последовательность вызовов линейна. Фактически это задание на проверку умения исполнить алгоритм с простым ветвлением и вызовом элементарной функции, записанный на языке высокого уровня. Следует отметить положительную тенденцию последних лет на увеличение процента выполнения такого рода заданий. По-видимому, она обусловлена улучшением преподавания темы «Рекурсия».

Бейсик	Python	
<pre> DECLARE SUB F(n) DECLARE SUB G(n) SUB F(n) IF n > 0 THEN G(n - 1) END SUB SUB G(n) PRINT «*» IF n > 1 THEN F(n - 3) END SUB </pre>	<pre> def F(n): if n > 0: G(n - 1) def G(n): print(«*») if n > 1: F(n - 3) </pre>	
Алгоритмический язык	Паскаль	Си
<pre> алгF(цел n) нач если n > 0 то G(n - 1) все кон алгG(цел n) нач вывод «*» если n > 1 то F(n - 3) все кон </pre>	<pre> procedure F(n: integer); forward; procedure G(n: integer); forward; procedure F(n: integer); begin if n > 0 then G(n - 1); end; procedure G(n: integer); begin writeln(‘*’); if n > 1 then F(n - 3); end; </pre>	<pre> void F(int n); void G(int n); void F(int n){ if (n > 0) G(n - 1); } void G(int n){ printf(«*»); if (n > 1) F(n - 3); } </pre>

Пример 4

Задание, проверяющее знание базовых принципов адресации в сети. Процент выполнения – 46,7.

В терминологии сетей TCP/IP маской сети называется двоичное число, определяющее, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая – к адресу самого узла в этой сети. Обычно маска записывается по тем же правилам, что и IP-адрес, – в виде четырёх байтов, причём каждый байт записывается в виде десятичного числа. При этом в маске сначала (в старших разрядах) стоят единицы, а затем с некоторого разряда – нули. Адрес сети получается в результате применения поразрядной конъюнкции к заданному IP-адресу узла и маске.

Например, если IP-адрес узла равен 231.32.255.131, а маска равна 255.255.240.0, то адрес сети равен 231.32.240.0.

Для узла с IP-адресом 57.179.85.95 адрес сети равен 57.179.84.0. Каково наименьшее возможное количество единиц в разрядах маски?

Ответ: 22.

Первым подготовительным шагом при выполнении этого задания является перевод элементов IP-адреса, существенных для решения задачи, из десятичной системы счисления в двоичную. К сожалению, уже на этом этапе выпускниками допускаются арифметические ошибки по невнимательности. Одна из причин содержательных ошибок, допускаемых при выполнении данного типа заданий, – отсутствие верного представления о формате маски сети (слева направо в ее двоичных разрядах сначала следуют единицы, затем – нули). Другой распространенной причиной ошибок является недостаточная сформированность метапредметного навыка анализа простых типичных для курса информатики математических операций, к которым относится поразрядная конъюнкция.

Таким образом, типичными недостатками в образовательной подготовке участников ЕГЭ по информатике, проявляющимися в форме низкого среднего процента выполнения отдельных заданий базового уровня сложности, являются пробелы в базовых знаниях курса информатики, наиболее значимыми из которых являются алфавитный подход к измерению информации и кодирование информации словами фиксированной длины над некоторым алфавитом.

Типичные недостатки в образовательной подготовке, проявляющиеся в затруднении

ях при выполнении заданий повышенного и высокого уровней сложности, целесообразно рассматривать отдельно для групп участников экзамена с разным уровнем подготовки, поскольку эти недостатки, как правило, специфичны для каждой такой группы.

Для характеристики результатов выполнения работы группами экзаменуемых с разным уровнем подготовки выделяются четыре группы. В качестве границы между группой 1 и группой 2 выбирается наименьший первичный балл (6 первичных баллов, что соответствует 40 тестовым баллам), получение которого свидетельствует об усвоении участником экзамена основных понятий и способов деятельности на минимально возможном уровне. Все тестируемые, не достигшие данного первичного балла, выделяются в группу с самым низким уровнем подготовки.

Группу 2 составляют участники, набравшие 6–16 первичных баллов, что соответствует диапазону 40–60 тестовых баллов, и продемонстрировавшие базовый уровень подготовки. Для этой группы типично выполнение большей части заданий базового уровня и меньшей части заданий повышенного уровня сложности, что позволяет сделать вывод о систематическом освоении курса информатики, в котором тем не менее есть существенные пробелы.

К группе 3 относятся экзаменуемые, набравшие 17–27 первичных баллов (61–80 тестовых). Эта группа успешно справляется с заданиями базового уровня, большей частью заданий повышенного уровня сложности и отдельными заданиями высокого уровня сложности. У экзаменуемых этой группы сформирована полноценная система знаний, умений и навыков в области информатики, но отдельные темы усвоены ими недостаточно глубоко.

Группа 4 (28–35 первичных баллов, 81–100 тестовых) демонстрирует высокий уровень подготовки. Это наиболее подготовленная группа выпускников, системно и глубоко освоивших содержание курса информатики. Экзаменуемые из этой группы уверенно справляются с заданиями базового и повышенного уровней сложности и большей частью заданий высокого уровня сложности, демонстрируют аналитические навыки в выполнении заданий, в которых от участника ЕГЭ требуется действовать в новых для него ситуациях.

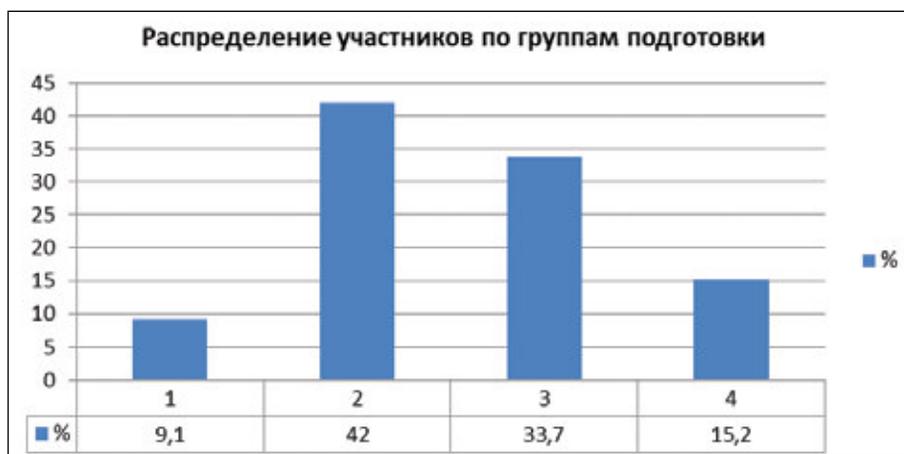


Рис. 1.

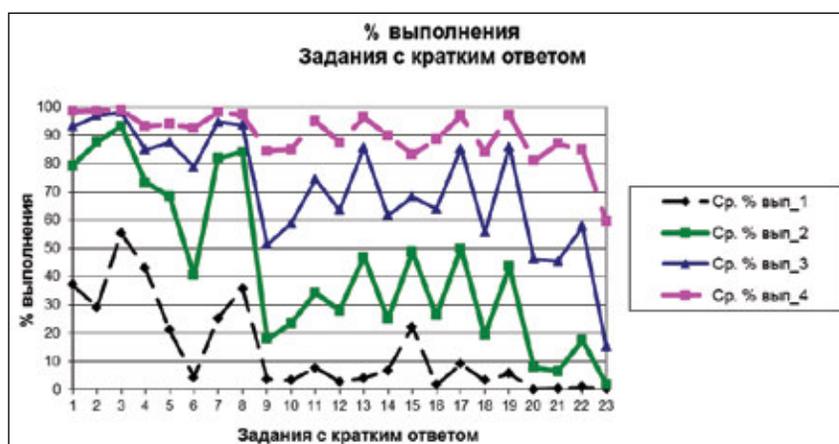


Рис. 2.

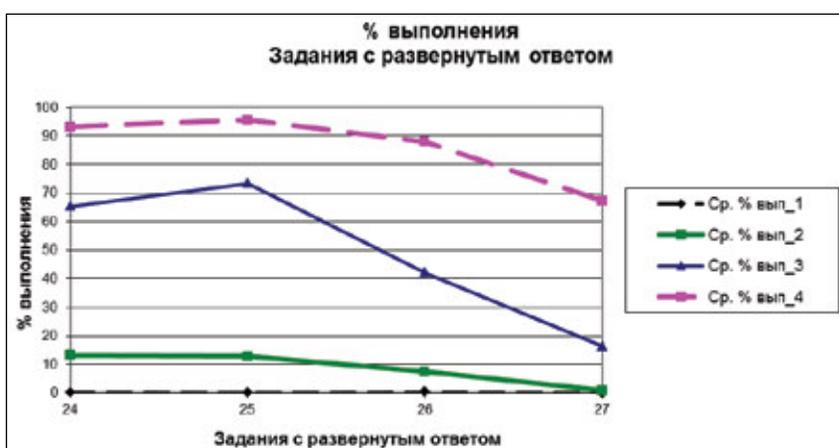


Рис. 3.

На рис. 1 представлена диаграмма, демонстрирующая распределение участников по группам подготовки в 2017 г.

На рис. 2 и 3 показаны результаты выполнения заданий с кратким и развернутым ответами участниками экзамена из этих четырех групп.

Участники экзамена из группы 1, не преодолевшие минимального балла ЕГЭ, справляются лишь с отдельными простыми заданиями базового уровня, проверяющими материал, изучаемый как в основной, так и в старшей школе. Так, например, они демонстрируют умения: устанавливать соответствие между ин-

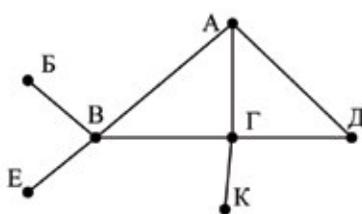
формацией, представленной в виде таблицы и графика (задание 3, средний процент выполнения в группе 1 – 55,4); извлекать информацию из простой двухтабличной реляционной базы данных (задание 4, средний процент выполнения в группе 1 – 42,8); сравнивать числа, представленные в шестнадцатеричной системе счисления (задание 1, средний процент выполнения в группе 1 – 37,1). Приведем два примера заданий, относительно успешно выполняемых этой группой выпускников.

Пример 5

Задание, проверяющее умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы). Процент выполнения в группе 1 – 58,9.

На рисунке схема дорог Н-ского района изображена в виде графа, в таблице содержатся сведения о протяжённости каждой из этих дорог (в километрах).

	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7
П1		15	15	9	7		
П2	15						
П3	15			12			20
П4	9		12			14	10
П5	7						
П6				14			
П7			20	10			



Так как таблицу и схему рисовали независимо друг от друга, то нумерация населённых пунктов в таблице никак не связана с буквенными обозначениями на графе. Определите, какова протяжённость дороги из пункта А в пункт В. В ответе запишите целое число – так, как оно указано в таблице.

Ответ: 15.

Пример 6

Задание, проверяющее знание о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных. Процент выполнения в группе 1 – 47,6.

Ниже представлены два фрагмента таблиц из базы данных о жителях микрорайона. Каждая строка таблицы 2 содержит информацию о ребёнке и об одном из его родителей. Информация представлена значением поля ID в соответствующей строке таблицы 1. Определите на основании приведённых данных, у скольких детей на момент их рождения отцам было меньше 23 полных лет. При вычислении ответа учитывайте только информацию из приведённых фрагментов таблиц.

Таблица 1				Таблица 2	
ID	Фамилия И.О.	Пол	Год рождения	ID_Родителя	ID_Ребёнка
15	Петрова Н.А.	Ж	1944	22	23
22	Иваненко И.М.	М	1940	42	23
23	Иваненко М.И.	М	1968	23	24
24	Иваненко М.М.	М	1993	73	24
32	Будай А.И.	Ж	1960	22	32
33	Будай В.С.	Ж	1987	42	32
35	Будай С.С.	М	1965	32	33
42	Коладзе А.С.	Ж	1941	35	33
43	Коладзе Л.А.	М	1955	15	35
44	Родэ О.С.	М	1990	32	44
46	Родэ М.О.	М	2010	35	44
52	Ауэрман А.М.	Ж	1995	23	52
73	Антонова М.А.	Ж	1967	73	52
...

Ответ: 2.

Экзаменуемые из группы 2 (6–16 первичных баллов, 40–60 тестовых) освоили содержание школьного курса информатики на базовом уровне. Для этой группы можно говорить об успешном освоении следующих знаний и умений:

- знание о двоичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления;
- умение подсчитывать информационный объем сообщения;
- умение кодировать и декодировать информацию;
- умение строить таблицы истинности и логические схемы;
- умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы);
- знание о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных;
- знание технологии обработки информации в электронных таблицах и методов визуализации данных с помощью диаграмм и графиков;
- знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной, оператора присваивания;

■ умение работать с массивами (заполнение, считывание, поиск, сортировка, массовые операции и др.).

Приведем два примера заданий, с которыми успешно справляется данная группа участников, в отличие от участников, не набравших минимального балла.

Пример 7

Задание, проверяющее умение строить таблицы истинности логических выражений. Процент выполнения в группе 1 – 26,6, в группе 2 – 86,2.

Логическая функция F задаётся выражением $x \vee y \vee (\neg z \wedge w)$.

На рисунке приведён фрагмент таблицы истинности функции F, содержащий все наборы аргументов, при которых функция F ложна.

Определите, какому столбцу таблицы истинности функции F соответствует каждая из переменных w, x, y, z.

Переменная 1	Переменная 2	Переменная 3	Переменная 4	Функция
???	???	???	???	F
0	0	0	1	0
0	1	0	1	0
1	1	0	1	0

В ответе напишите буквы w, x, y, z в том порядке, в котором идут соответствующие им столбцы (сначала – буква, соответствующая первому столбцу; затем – буква, соответствующая

второму столбцу, и т.д.) Буквы в ответе пишете подряд, никаких разделителей между буквами ставить не нужно.

Ответ: wzux.

Этот пример наглядно иллюстрирует разрыв в уровне подготовленности групп 1 и 2. Знание об основных операциях алгебры логики и связанное с ним умение строить таблицы истинности простых логических выражений является одним из фундаментальных элементов содержания курса информатики, без овладения которым невозможно дальнейшее успешное изучение не только темы «Основы логики», но и других тем, например «Алгоритмы и программирование».

Пример 8

Задание, проверяющее знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной, оператора присваивания. Процент выполнения в группе 1 – 26,6, в группе 2 – 38,7.

Запишите число, которое будет напечатано в результате выполнения следующей программы. Для Вашего удобства программа представлена на пяти языках программирования.

Ответ: 34.

Как и в предыдущем примере, здесь наглядно виден разрыв между сравниваемыми группами выпускников в усвоении основополагающих элементов содержания курса, на этот раз относящихся к программированию.

Бейсик	Python
<pre>DIM S, N AS INTEGER S = 331 N = 0 WHILE S > 0 S = S - 20 N = N + 2 WEND PRINTN</pre>	<pre>s = 331 n = 0 while s > 0: s = s - 20 n = n + 2 print(n)</pre>

Алгоритмический язык	Паскаль	Си
<pre>алг нач цел n, s s := 331 n := 0 нцпока s > 0 s := s - 20 n := n + 2 кц вывод n кон</pre>	<pre>var s, n: integer; begin s := 331; n := 0; while s > 0 do begin s := s - 20; n := n + 2; end; writeln(n); end.</pre>	<pre>#include<stdio.h> int main() {ints = 331, n = 0; while (s > 0) { s = s - 20; n = n + 2; } printf(«%d\n», n); return 0; }</pre>

У экзаменуемых из группы 2 трудности вызывают задания, главным образом, повышенного и высокого уровней сложности, контролирующие освоение следующих знаний и умений:

- знание о методах измерения количества информации;
- умение определять объем памяти, необходимый для хранения графической информации;
- знание базовых принципов адресации в компьютерной сети;
- умение исполнить рекурсивный алгоритм;
- умение анализировать алгоритмы и программы;
- знание основных понятий и законов математической логики;
- умение строить и преобразовывать логические выражения;
- умение создавать собственные программы для решения задач средней сложности.

В отличие от экзаменуемых группы 2, экзаменуемые группы 3 (17–26 первичных баллов, 61–80 тестовых) успешно справились с заданиями, контролирующими освоение следующих знаний и умений:

- знание о методах измерения количества информации;
- умение определять объем памяти, необходимый для хранения графической информации;
- знание базовых принципов адресации в компьютерной сети;
- умение исполнить рекурсивный алгоритм;
- умение анализировать алгоритмы и программы;
- знание основных понятий и законов математической логики.

Приведем два примера заданий, с которыми успешно справляется группа 3 участников, в отличие от группы 2.

Пример 9

Задание повышенного уровня сложности, проверяющее знание основных понятий и законов математической логики. Процент выполнения в группе 3 – 52,4, в группе 2 – 13,4.

На числовой прямой даны два отрезка: $B = [133; 175]$ и $C = [140; 199]$. Укажите наименьшую возможную длину такого отрезка A , что формула

$$(\neg(x \in B)) \rightarrow (((x \in C) \wedge \neg(x \in A)) \rightarrow (x \in B))$$

истинна, т.е. принимает значение 1 при любом значении переменной x .

Ответ: 24.

От экзаменуемого в этом задании требовалось провести логический анализ составного высказывания и продемонстрировать знание логических операций, а также владение понятием всеобщности. Экзаменуемые из группы 3 с этой задачей справились. Отметим характерное различие между группами 3 и 2 – существенно более развитую метапредметную способность к аналитической деятельности, направленной на формальные объекты.

Пример 10

Задание повышенного уровня сложности, проверяющее умение анализировать алгоритм, содержащий цикл и ветвление. Процент выполнения в группе 3 – 46,3, в группе 2 – 7,7.

Ниже на пяти языках программирования записан алгоритм. Получив на вход число x , этот алгоритм печатает два числа: L и M . Укажите наименьшее число x , при вводе которого алгоритм печатает сначала 4, а потом 8.

Ответ: 135.

Бейсик	Python
<pre> DIM X, L, M AS INTEGER INPUT X L = 0 M = 0 WHILE X > 0 M = M + 1 IF X MOD 2 <> 0 THEN L = L + 1 END IF X = X \ 2 WEND PRINT L PRINT M </pre>	<pre> x = int(input()) L = 0 M = 0 while x > 0: M = M + 1 if x % 2 != 0: L = L + 1 x = x // 2 print(L) print(M) </pre>

Алгоритмический язык	Паскаль	Си
алг нач целх, L, M вводх L := 0 M := 0 нцпоках > 0 M := M + 1 если mod(x, 2) <> 0 то L := L + 1 все x := div(x, 2) кц вывод L, M кон	var x, L, M: integer; begin readln(x); L := 0; M := 0; while x > 0 do begin M := M + 1; if x mod 2 <> 0 then L := L + 1; x := x div 2; end; writeln(L); writeln(M); end.	#include<stdio.h> void main() { int x, L, M; scanf(«%d», &x); L = 0; M = 0; while (x > 0){ M = M + 1; if(x % 2 != 0){ L = L + 1; } x = x / 2; } printf(«%d\n%d», L, M); }

Этот пример также иллюстрирует различие в аналитических умениях между сравниваемыми группами. При этом нельзя сказать, что выпускники из группы 2 намного хуже умеют читать и исполнять вручную тексты программ, чем из группы 3, поскольку разница в среднем проценте выполнения задания, проверяющего знание основных конструкций языка программирования, составила всего 10% в пользу группы 3.

Следует отметить, что владение умением анализировать исполнение алгоритма помимо компетенций в конкретной предметной области в значительной степени определяется метапредметным умением анализа информации, основы которого закладываются еще в начальной школе.

Затруднения у выпускников группы 3 вызвали задания высокого уровня сложности на написание программ для решения задач средней сложности и преобразование логических выражений. С этими заданиями успешно справилась группа 4 (27–35 первичных баллов, 81–100 тестовых), которую составили наиболее подготовленные выпускники.

Приведем пример задания, с которым успешно справилась группа 4 участников, в отличие от группы 3.

Пример 11

Задание высокого уровня сложности, проверяющее умение строить и преобразовывать логические выражения. Процент выполнения в группе 4 – 49,8, в группе 3 – 13,7.

Сколько существует различных наборов значений логических переменных $x_1, x_2, \dots, x_9, y_1, y_2, \dots, y_9$, которые удовлетворяют всем перечисленным ниже условиям?

$$\begin{aligned} &(\neg x_1 \vee y_1) \quad (\neg x_2 \wedge y_2) = 1 \\ &(\neg x_2 \vee y_2) \quad (\neg x_3 \wedge y_3) = 1 \\ &\dots \\ &(\neg x_8 \vee y_8) \quad (\neg x_9 \wedge y_9) = 1 \end{aligned}$$

В ответе не нужно перечислять все различные наборы значений переменных $x_1, x_2, \dots, x_9, y_1, y_2, \dots, y_9$, при которых выполнена данная система равенств.

В качестве ответа Вам нужно указать количество таких наборов.

Ответ: 28.

Для успешного выполнения этого задания участник должен провести фактически мини-исследование системы логических выражений. Это оказалось под силу только половине учащихся из группы 4.

Разница в уровне подготовке между группами 3 и 4 проявляется при сравнении полученных ими баллов за выполнение политомических заданий с развернутым ответом (часть 2 экзаменационной работы, в которую входит 3 задания высокого уровня сложности (25–27) и 1 повышенного (24)). Напомним, что максимальная оценка за задания 24 и 26 составляет 3 первичных балла, за задание 25 – 2 балла, за задание 27 – 4 балла.

На рис. 4 и 5 показаны результаты выполнения заданий с развернутым ответом участниками экзамена из групп 3 и 4.

Подводя итоги ЕГЭ 2017 г. по информатике, следует констатировать, что такая фундаментальная тема курса информатики, как «Алфавитный подход к измерению количества информации», по-видимому, изучается недостаточно глубоко во многих образовательных организациях. Об этом свидетельству-

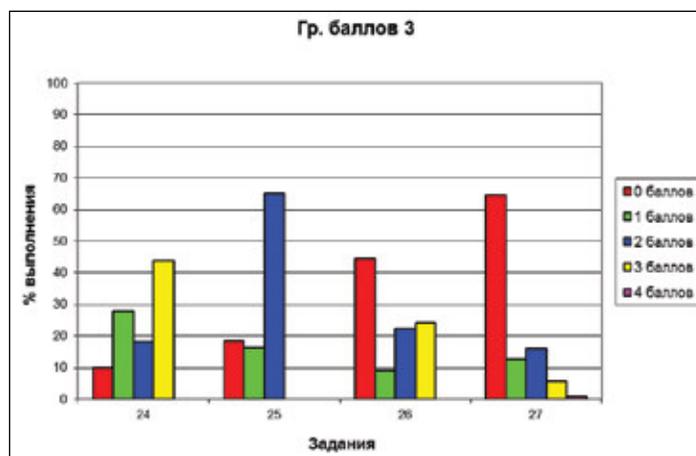


Рис. 4.

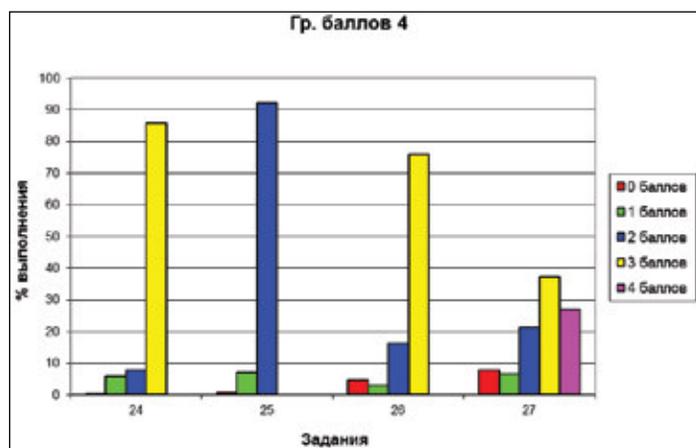


Рис. 5.

ет невысокий средний процент выполнения заданий по этой теме, особенно среди самой многочисленной группы 2 участников (40–60 тестовых баллов). Рекомендуется максимально математически строгое (насколько это возможно в пределах школьного курса) изложение этой темы с обязательной четкой формулировкой определений, доказательством формул и фактов, применяемых в решении задач, в сочетании с иллюстрированием теоретического материала примерами. При рассмотрении двоичного алфавита необходимо демонстрировать учащимся глубокую связь темы «Алфавитный подход к измерению количества информации» с темой «Двоичная система счисления», с тем чтобы последняя не воспринималась учащимися как имеющая отношение лишь к особенностям реализации компьютерных логических схем. Также необходимо подробно рассмотреть важную с точки зрения измерения количества информации тему кодирования информации сообщения-

ми фиксированной длины над заданным алфавитом. При этом следует добиться именно понимания учащимися комбинаторной формулы, выражающей зависимость количества возможных кодовых слов от мощности алфавита и длины слова, а не ее механического заучивания, которое может оказаться бесполезным при изменении постановки задачи. Также необходимо обращать внимание учащихся на связь этой темы с использованием позиционных систем счисления с основанием, равным мощности алфавита.

Многолетний анализ результатов ЕГЭ по информатике показывает, что появление новой формулировки задания вызывает заметное снижение результатов по сравнению с предыдущим годом. Однако уже в следующем году результаты идут вверх, и через пару лет, когда к формулировке все привыкают, оказываются на первоначальном уровне или выше. С учетом того, что объективная сложность заданий не изменяется и основные характеристики со-

вокупности участников ЕГЭ по информатике также остаются неизменными, логично предположить, что основной причиной падений результатов по отдельным заданиям являются недостатки в подготовке выпускников, в том числе, возможно, связанные с тем, что глубокое изучение того или иного раздела учебного курса подменяется поверхностным знакомством с ним, сводящимся к разбору типовых задач прошлых лет.

Изложенное в полной мере относится к теме «Алфавитный подход к измерению количества информации».

При подготовке учащихся к ЕГЭ2018 г., так же как ранее, следует обратить особое внимание на усвоение учащимися теоретических основ информатики, в том числе раздела «Основы логики» с учетом тесных межпредметных связей информатики с математикой, а также на развитие метапредметной способности к логическому мышлению. Основной резерв улучшения результатов сдачи экзамена для большинства выпускников, выбирающих ЕГЭ по информатике и ИКТ, состоит в более качественном выполнении заданий повышенного уровня сложности, требующих глубокого понимания основ предмета и умения их применять как в стандартной, так и в новой для экзаменуемого ситуации.

При выполнении заданий с развернутым ответом значительная часть ошибок экзаменуемых обусловлена недостаточным развитием у них таких метапредметных навыков, как внимательное чтение условия задания, способность к критическому анализу собственного ответа в ходе самопроверки. Очевидно, что улучшение таких навыков будет способствовать существенно более высоким результатам ЕГЭ, в том числе и по информатике. Наиболее распространенной содержательной ошибкой в задании 24 является выявление и исправление только одной допущенной «программистом» ошибки из двух возможных — той, которая «лежит на поверхности». В за-

дании 25 такими ошибками являются отсутствие инициализации переменной-счетчика и выход за границы массива. В задании 26 типичной причиной ошибок в ответе является отсутствие у экзаменуемого представления о выигрышной стратегии игры как наборе правил, в соответствии с которыми выигрывающий игрок должен отвечать на любой допустимый ход противника. Отсюда следуют неверные ответы, представляющие зачастую просто один или несколько вариантов развития игры без требуемого анализа и обоснования. В ответах на задание 27 часто встречались ошибка в комбинаторной формуле, а также ошибки, связанные с небрежным использованием полных и неполных конструкций ветвления.

Спецификация и кодификатор КИМ 2018 г. по сравнению с 2017 г. практически не изменятся. Останутся теми же, что и в 2015–2017 гг., количество заданий, их уровни сложности, проверяемые элементы содержания и умения, максимальные баллы за задания. Из условия задания 25 будет убрана возможность записывать ответ на естественном языке как практически не востребованная участниками экзамена. В условиях заданий, связанных с программированием, вместо программ и их фрагментов на языке Си будут даны аналогичные тексты на языке C++ как более актуальном с точки зрения изучения в школе и практической востребованности.

Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать материалы с сайта ФИПИ (www.fipi.ru):

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2018 г.;
- Открытый банк заданий ЕГЭ;
- Учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ;
- Методические рекомендации прошлых лет.

Приложение

Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2017 г. по информатике и ИКТ

Анализ надежности экзаменационных вариантов по информатике и ИКТ подтверждает, что качество разработанных КИМ соответствует требованиям, предъявляемым к стандартизированным тестам учебных достижений. Средняя надежность (коэффициент альфа Кронбаха)¹ КИМ по информатике и ИКТ – 0,9.

№	Проверяемые требования (умения)	Коды проверяемых требований (умений) по КТ	Коды проверяемых элементов содержания (по КЭС)	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	Примерное время выполнения задания (мин)	Средний процент выполнения
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Знание о системах счисления и двоичном представлении информации в памяти компьютера	1.3	1.4.2	Б	1	1	83,1
2	Умение строить таблицы истинности и логические схемы	1.1.6	1.5.1	Б	1	3	87,2
3	Умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы)	1.2.2	1.3.1	Б	1	3	92,4
4	Знание о файловой системе организации данных или о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных	2.1/ 2.2	3.1.2/ 3.5.1	Б	1	3	77,5
5	Умение кодировать и декодировать информацию	1.2.2	1.1.2	Б	1	2	74,5
6	Формальное исполнение алгоритма, записанного на естественном языке или умение создавать линейный алгоритм для формального исполнителя с ограниченным набором команд	1.1.3	1.6.1/ 1.6.3	Б	1	4	57,9
7	Знание технологии обработки информации в электронных таблицах и методов визуализации данных с помощью диаграмм и графиков	1.1.1/ 1.1.2	3.4.1/ 3.4.3	Б	1	3	83,6
8	Знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной, оператора присваивания	1.1.4	1.7.2	Б	1	3	85,0
9	Умение определять скорость передачи информации при заданной пропускной способности канала, объем памяти, необходимый для хранения звуковой и графической информации	1.3.1/ 1.3.2	1.1.4/ 3.3.1	Б	1	5	37,9
10	Знание о методах измерения количества информации	1.3.1	1.1.3	Б	1	4	42,9
11	Умение исполнить рекурсивный алгоритм	1.1.3	1.5.3	Б	1	5	54,6
12	Знание базовых принципов организации и функционирования компьютерных сетей, адресации в сети	2.3	3.1.1	Б	1	2	46,7
13	Умение подсчитывать информационный объем сообщения	1.3.1	1.1.3	П	1	3	63,6
14	Умение исполнить алгоритм для конкретного исполнителя с фиксированным набором команд	1.2.2	1.6.2	П	1	6	45,6

¹ Минимально допустимое значение надежности теста для его использования в системе государственных экзаменов равно 0,8.

Аналитика

1	2	3	4	5	6	7	8
15	Умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы)	1.2.1	1.3.1	П	1	3	58,2
16	Знание позиционных систем счисления	1.1.3	1.4.1	П	1	2	46,2
17	Умение осуществлять поиск информации в сети Интернет	2.1	3.5.2	П	1	2	65,3
18	Знание основных понятий и законов математической логики	1.1.7	1.5.1	П	1	3	39,9
19	Работа с массивами (заполнение, считывание, поиск, сортировка, массовые операции и др.)	1.1.4	1.5.2/ 1.5.6	П	1	5	62,6
20	Анализ алгоритма, содержащего цикл и ветвление	1.1.4	1.6.1	П	1	5	31,2
21	Умение анализировать программу, использующую процедуры и функции	1.1.4	1.7.2	П	1	6	31,3
22	Умение анализировать результат исполнения алгоритма	1.1.3	1.6.2	П	1	7	39,8
23	Умение строить и преобразовывать логические выражения	1.1.7	1.5.1	В	1	10	15,0
24	Умение прочесть фрагмент программы на языке программирования и исправить допущенные ошибки	1.1.4	1.7.2	П	3	30	41,8
25	Умение написать короткую (10–15 строк) простую программу на языке программирования или записать алгоритм на естественном языке	1.1.5	1.6.3	В	2	30	44,7
26	Умение построить дерево игры по заданному алгоритму и обосновать выигрышную стратегию	1.1.3	1.5.2	В	3	30	30,7
27	Умение создавать собственные программы (30–50 строк) для решения задач средней сложности	1.1.5	1.7.3	В	4	55	16,2