

Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по информатике и ИКТ

**Крылов
Сергей Сергеевич**

кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник ФГБНУ «ФИПИ»,
руководитель комиссии по разработке КИМ
для ГИА по информатике,
krylov@fipi.ru

Ключевые слова: КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ, основные результаты ЕГЭ по информатике и ИКТ в 2019 г., анализ результатов по блокам содержания, анализ результатов по группам учебной подготовки

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 углублённом изучении предмета.

На едином государственном экзамене по информатике в 2019 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 её 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.

Диагностические возможности данной экзаменационной модели позволяют проверять соответствие уровня подготовки участников экзамена требованиям к предметным результатам, отражающим в соответствии

с Федеральным компонентом государственных образовательных стандартов среднего (полного) общего образования:

- для базового уровня изучения информатики и ИКТ:

- владение навыками алгоритмического мышления и понимание необходимости формального описания алгоритмов;

- владение умением понимать программы, написанные на выбранном для изучения универсальном алгоритмическом языке высокого уровня, знанием основных конструкций программирования, умением анализировать алгоритмы с использованием таблиц;

- владение стандартными приёмами написания на алгоритмическом языке программы для решения стандартной задачи с использованием основных конструкций программирования и отладки таких программ;

- сформированность представлений о компьютерно-математических моделях и необходимости анализа соответствия модели и моделируемого объекта (процесса), о способах хранения и простейшей обработке данных; понятия о базах данных и средствах доступа к ним, умений работать с ними;

- для профильного уровня изучения информатики и ИКТ:

- овладение понятием сложности алгоритма, знание основных алгоритмов обработки числовой и текстовой информации, алгоритмов поиска и сортировки;

- владение универсальным языком программирования высокого уровня (по выбору), представлениями о базовых типах данных и структурах данных, умением использовать основные управляющие конструкции;

- владение навыками и опытом разработки программ в выбранной среде программирования, включая тестирование и отладку программ; владение элементарными навыками формализации прикладной задачи и документирования программ;

- сформированность представлений о важнейших видах дискретных объектов и об их простейших свойствах, алгоритмах анализа этих объектов, о кодировании и декодировании данных и причинах искажения данных при передаче; систематизацию знаний, относящихся к математическим

объектам информатики; умение строить математические объекты информатики, в том числе логические формулы;

- сформированность знаний базовых принципов организации и функционирования компьютерных сетей;

- владение основными сведениями о базах данных, их структуре.

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, десять повышенного уровня и одно высокого уровня сложности.

Часть 2 содержит четыре задания, первое из которых повышенного уровня сложности, остальные три задания высокого уровня сложности. Задания этой части подразумевают запись развёрнутого 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 трудоёмкими, но зато позволяют экзаменуемым в полной мере проявить свою индивидуальность и приобретённые в процессе обучения умения.

Верное выполнение каждого задания части 1 оценивается одним первичным баллом. 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 от 0 до четырёх первичных баллов. Ответы на задания части 2 проверяются и оцениваются экспертами, которыми устанавливается соответствие ответов определённому перечню критериев, приведённых 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 общего образования в соответствии с требованиями Федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования, составляет 40 тестовых баллов по 100-балльной шкале, что соответствует шести первичным баллам.

В 2019 году в основном периоде ЕГЭ по информатике и ИКТ приняли участие около 78,5 тыс. человек, что отражает наметившуюся в последние годы тенденцию роста числа участников ЕГЭ по информатике (в 2018 г. — более 70 тыс. участников; в 2017 г. — более 55,5 тыс. человек). Очевидно, данная тенденция связана с ростом популярности и востребованности ИТ-специальностей.

В 2019 году по сравнению с 2018 г. сократилась на 2,7% доля неподготовленных участников экзамена, не преодолевших минимального балла (результаты в интервале 0–39 т.б.). Сократилась доля участников с базовым уровнем подготовки и группа участников экзамена, набравших 61–80 т.б., при этом группа участников, набравших 81–100 т.б., увеличилась на 8%. Таким образом, суммарная доля участников, набравших значимые для конкурсного поступления в учреждения высшего образования баллы (61–100 т.б.), увеличилась более чем на 6%, что коррелирует с увеличением среднего тестового балла с 58,2 до 62,1. Рост доли высокобалльников (81–100 т.б.) объясняется улучшением подготовки участников экза-

мена и 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 укрупнённым разделам школьного курса информатики.

Средний процент выполнения заданий по всей работе — 57,2 (в 2018 г. — 54).

Как и в предыдущие годы, самые низкие результаты участники экзамена продемонстрировали по разделам «Основы алгебры логики» и «Алгоритмизация и программирование».

В Приложении приведён обобщённый план экзаменационной работы 2019 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 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;

Таблица 1

Раздел курса	Средний процент выполнения по группам заданий
Кодирование информации и измерение её количества	66,67
Информационное моделирование	81,25
Системы счисления	70,55
Основы алгебры логики	43,03
Алгоритмизация и программирование	47,44
Основы информационно-коммуникационных технологий	73,90

- умение подсчитывать информационный объём сообщения;
 - формальное исполнение алгоритма, записанного на естественном языке, или умение создавать линейный алгоритм для формального исполнителя с ограниченным набором команд;
 - умение кодировать и декодировать информацию;
 - 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 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;
 - знание о методах измерения количества информации;
 - умение определять объём памяти, необходимый для хранения графической информации;
 - умение построить дерево игры по заданному алгоритму и обосновать выигрышную стратегию.
- У участников ЕГЭ 2019 г. возникли затруднения при выполнении заданий, контролируемых следующие знания и умения:
- 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 возникают проблемы. Приведём примеры таких заданий.

Пример 1. Задание, проверяющее умение определять объём памяти, необходимый для хранения графической информации. Процент выполнения — 52.

Для хранения произвольного растрового изображения размером 1024 1024 пикселей отведён 1 Мбайт памяти без учёта размера заголовка файла. Для кодирования цвета каждого пикселя используется одинаковое количество бит, коды пикселей записываются в файл один за другим без промежутков. Какое максимальное количество цветов можно использовать в изображении?

Ответ: 256.

При выполнении такого рода заданий экзаменуемые, 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 испытуемых — перепутать количество двоичных разрядов (битов), минимально необходимое для хранения целочисленных значений из заданного диапазона (палитры), с количеством этих значений.

Причина неверного выполнения такого рода заданий — пробелы в знаниях об алфавитном подходе к измерению количества информации и кодировании сообщений словами фиксированной длины над заданным алфавитом (как двоичным, так и другой мощности).

Пример 2. Основная содержательная ошибка при выполнении такого типа заданий базового уровня — неспособность построить верную последовательность рекурсивных вызовов. Фактически это задание на проверку умения исполнить алгоритм с простым ветвлением и вызовом элементарной функции, записанный на языке высокого уровня.

Пример 2. Задание, проверяющее умение исполнить рекурсивный алгоритм.
Процент выполнения — 38,6.

Ниже на пяти языках программирования записан рекурсивный алгоритм F.

Бейсик	Python
<pre>SUB F(n) PRINT n, IF n >= 7 THEN F(n - 1) F(n - 3) END IF END SUB</pre>	<pre>def F(n): print(n, end='') if n >= 7: F(n - 1) F(n - 3)</pre>
Алгоритмический язык	Паскаль
<pre>алг F(цел n) нач вывод n если n >= 7 то F(n - 1) F(n - 3) все кон</pre>	<pre>procedure F(n: integer); begin write(n); if n >= 7 then begin F(n - 1); F(n - 3) end end;</pre>
C++	
<pre>void F(int n) { std::cout << n; if (n >= 7) { F(n - 1); F(n - 3); } }</pre>	

Запишите подряд без пробелов и разделителей все числа, которые будут напечатаны на экране при выполнении вызова F(9). Числа должны быть записаны в том же порядке, в котором они выводятся на экран.

Ответ: 9876456.

Пример 3. Первым подготовительным шагом при выполнении этого задания является перевод элементов IP-адреса, существенных для решения задачи, из десятичной системы счисления в двоич-

ную. К сожалению, уже на этом этапе экзаменуемые допускают арифметические ошибки по невнимательности.

Одна из причин содержательных ошибок, допускаемых при выполнении дан-

Пример 3. Задание, проверяющее знание базовых принципов адресации в сети.
Процент выполнения — 38,6.

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 119.134.58.57 адрес сети равен 119.134.48.0. Чему равно значение третьего слева байта маски? Ответ запишите в виде десятичного числа.

Ответ: 240.

Пример 4. Задание, проверяющее умение строить таблицы истинности и логические схемы. Процент выполнения — 48,3.

Миша заполнял таблицу истинности функции $(x \vee \neg y) \wedge \neg(x \equiv z) \wedge w$, но успел заполнить лишь фрагмент из трёх **различных** её строк, даже не указав, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных w, x, y, z .

				$(x \vee \neg y) \wedge \neg(x \equiv z) \wedge w$
	0	0	1	1
0	0	1	1	1
0				1

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

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 пишите подряд, никаких разделителей между буквами ставить не нужно.

Пример. Функция задана выражением $\neg x \vee y$, зависящим от двух переменных, а фрагмент таблицы имеет следующий вид.

		$\neg x \vee y$
0	1	0

В этом случае первому столбцу соответствует переменная y , а второму столбцу — переменная x . В ответе следует написать yx .

Ответ: $zyxw$.

ного типа заданий, — отсутствие верного представления о формате маски сети (слева направо в её двоичных разрядах сначала следуют единицы, затем — нули). Другой распространённой причиной ошибок является недостаточная сформированность метапредметного навыка анализа простых типичных для курса информатики математических операций, к которым относится поразрядная конъюнкция.

Пример 4. Типичным неверным ответом экзаменуемых при выполнении заданий такого типа является последовательность столбцов, допускающая появление в таблице истинности идентичных строк, что, во-первых, противоречит определению таблицы истинности, во-вторых, прямо противоречит условию задания, в котором слово «различных» выделено полужирным шрифтом («фрагмент из трёх **различных** её строк»). Это ещё раз показывает, что ошибки при выполнении заданий базового уровня ЕГЭ часто обусловлены недостаточной сформированностью метапредметных навыков смыслового чтения и критического отношения к собственным результатам, т.е. самостоятельной проверки полученного ответа.

Таким образом, типичными недостатками в образовательной подготовке участ-

ников ЕГЭ по информатике в 2019 г., как и в прошлые годы, 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 затруднениях при выполнении заданий повышенного и высокого уровней сложности, целесообразно рассматривать отдельно для групп участников экзамена с различным уровнем подготовки, поскольку эти недостатки, как правило, специфичны для каждой такой группы.

Для характеристики результатов выполнения работы группами экзаменуемых с разными уровнями подготовки выделяется четыре группы. В качестве границы между группой 1 и группой 2 выбирается минимальный первичный балл (шесть 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 ЕГЭ, набравшие 6–16 первичных баллов, что соответствует диапазону 40–60 тестовых баллов, 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 участники, 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 из 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 участников ЕГЭ, системно и глубоко освоивших содержание курса информатики. Эта группа экзаменуемых уверенно справляется с заданиями базового и повышенного уровней сложности и большей частью заданий вы-

сокого уровня сложности, демонстрируют аналитические навыки в выполнении заданий, в которых от участника экзамена требуется действовать в новых для него ситуациях.

На рисунке 1 представлена диаграмма, демонстрирующая распределение участников по группам подготовки в 2019 г. (в %).

На рисунке 2 показаны результаты выполнения заданий с краткими ответами участники экзамена с разным уровнем подготовки.

На рисунке 3 показаны результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом участниками экзамена с разным уровнем подготовки.

Участники экзамена, не преодолевшие минимального балла ЕГЭ (**группа 1**), 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 информацией, представленной в виде таблицы и в виде графа (задание 3 КИМ, средний процент выполнения в группе 1 — 58,8); извлекать информацию из простой двухтабличной реляционной базы данных (задание 4, средний процент выполнения в группе 1 — 50,7); сравнивать числа, представленные в двоичной, восьмеричной или шестнадцатеричной системах счисления (задание 1, средний процент выполнения в группе 1 — 43,6). Приведём два примера заданий, относительно успешно выполняемых этой группой выпускников (примеры 5 и 6).

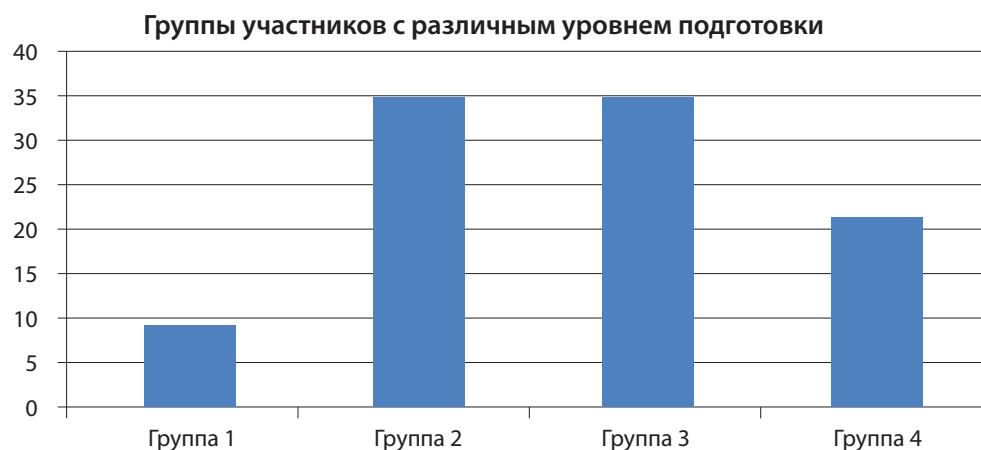


Рис. 1

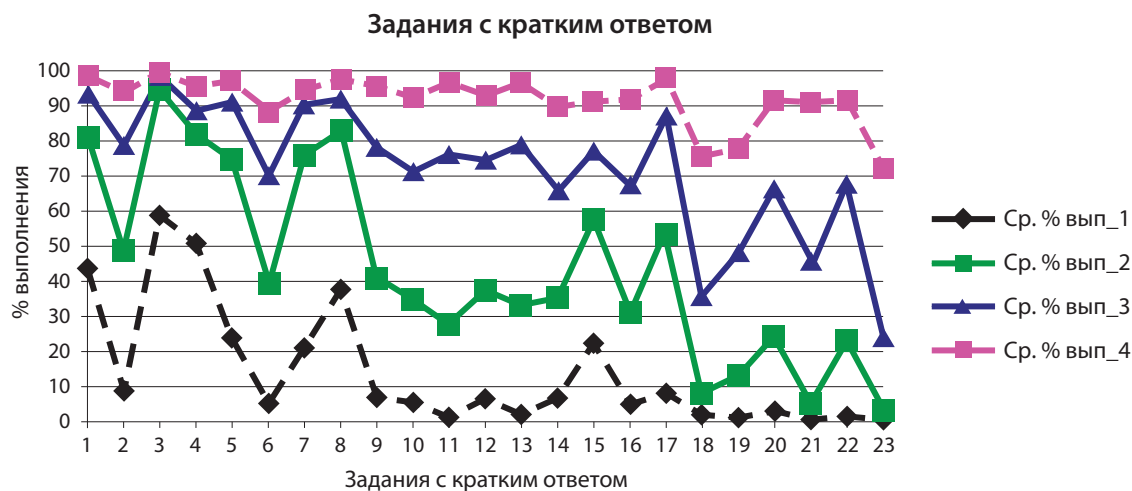


Рис. 2

Группа 2 экзаменуемых (6–16 первичных баллов, 40–60 тестовых) освоила 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 объём 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.).

Приведём два примера заданий базового уровня, с которыми успешно справляется данная группа участников, в отличие от участников, не набравших минимального балла (примеры 7 и 8).

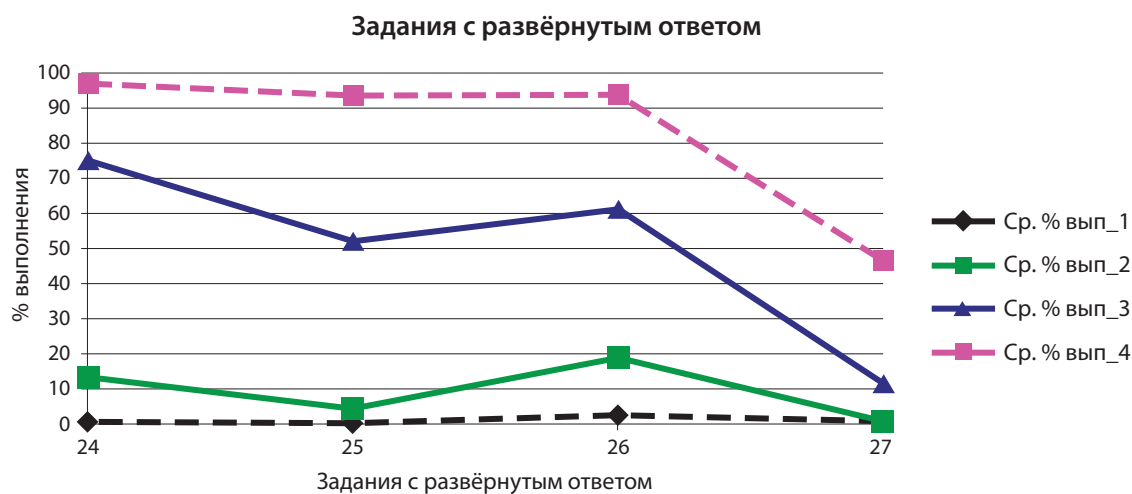
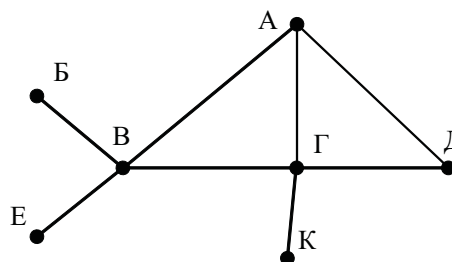


Рис. 3

Пример 5. Задание, проверяющее умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы). Средний процент выполнения в группе 1 — 58,8.

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

		Номер пункта						
		1	2	3	4	5	6	7
Номер пункта	1		15	15	9	7		
	2	15						
	3	15			12			20
	4	9		12			14	10
	5	7						
	6				14			
	7			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 Г. В ответе запишите целое число — так, как оно указано в таблице.

Ответ: 12.

Пример 6. Задание, проверяющее знание о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных. Средний процент выполнения в группе 1 — 58,8.

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 больше 27 полных лет. При вычислении ответа учитывайте только информацию из приведённых фрагментов таблиц.

Таблица 1

ID	Фамилия_И.О.	Пол	Год_рождения
16	Котий И.М.	М	1922
26	Котий А.В.	М	1944
27	Котий В.А.	М	1970
28	Котий В.В.	М	1999
36	Брамс Т.А.	Ж	1962
37	Брамс Б.Г.	Ж	1985
38	Ващенко Г.Г.	М	1965
46	Щука А.И.	Ж	1942
47	Щука В.А.	М	1955
48	Ващенко К.Г.	М	1988
49	Ващенко И.К.	М	2010
56	Рисс Н.В.	Ж	1991
66	Мирон Г.В.	Ж	1965
...

Таблица 2

ID_Родителя	ID_Ребёнка
26	27
46	27
27	28
66	28
26	36
46	36
36	37
38	37
16	46
36	48
38	48
27	56
66	56
...	...

Ответ: 1.

Пример 7. Задание, проверяющее умение строить таблицы истинности логических выражений. Процент выполнения в группе 1 — 9, в группе 2 — 47.

Миша заполнял таблицу истинности функции $(\neg x \wedge \neg y) \vee (x \equiv z) \vee \neg w$, но успел заполнить лишь фрагмент из трёх различных её строк, даже не указав, какому столбцу таблицы соответствует каждая из переменных w, x, y, z .

				$(\neg x \wedge \neg y) \vee (x \equiv z) \vee \neg w$
0	1		1	0
1		0	0	0
	1	0		0

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

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 пишите подряд, никаких разделителей между буквами ставить не нужно.

Пример. Если бы функция была задана выражением $\neg x \vee y$, зависящим от двух переменных, а фрагмент таблицы имел бы вид

		$\neg x \vee y$
0	1	0

то первому столбцу соответствовала бы переменная y , а второму столбцу — переменная x . В ответе следовало бы написать yx .

Ответ: $wzux$.

Пример 7 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 являются фундаментальными элементами содержания курса информатики, без овладения которыми невозможно дальнейшее успешное изучение не только темы «Основы логики», но других тем, например «Алгоритмы и программирование».

Как и в предыдущем, в примере 8, наглядно виден разрыв между сравниваемыми группами участников ЕГЭ в усвоении основополагающих элементов содержания курса, на этот раз относящихся к программированию.

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

- знание о методах измерения количества информации;
- умение определять объём памяти, необходимый для хранения графической информации;
- 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 группы 2, группа 3 экзаменуемых (17–26 первичных баллов, 61–80 тестовых) успешно справилась с заданиями, контролирующими освоение следующих знаний и умений:

- знание о методах измерения количества информации;
- умение определять объём 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.

Приведём два примера заданий (9 и 10), с которыми успешно справляется группа 3 участников в отличие от группы 2.

Пример 8. Задание, проверяющее знание основных конструкций языка программирования, понятия переменной, оператора присваивания. Процент выполнения в группе 1 — 37,8, в группе 2 — 82,5.

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

Бейсик	Python
<pre>DIM N, S AS INTEGER N = 15 S = 0 WHILE S <= 257 S = S + 25 N = N + 4 WEND PRINT N</pre>	<pre>n = 15 s = 0 while s <= 257: s = s + 25 n = n + 4 print(n)</pre>
N = 15	Паскаль
<pre><u>алг</u> <u>нач</u> <u>цел</u> n, s n := 15 s := 0 <u>нц пока</u> s <= 257 s := s + 25 n := n + 4 <u>кц</u> <u>вывод</u> n <u>кон</u></pre>	<pre>var n, s: integer; begin n := 15; s := 0; while s <= 257 do begin s := s + 25; n := n + 4; end; write(n) end.</pre>
C++	
<pre>#include <iostream> using namespace std; void main() { int n, s; n = 15; s = 0; while (s <= 257) { s = s + 25; n = n + 4; } cout << n << endl; }</pre>	

Ответ: 59.

Пример 9. Задание повышенного уровня сложности, проверяющее знание основных понятий и законов математической логики. Процент выполнения в группе 3 — 35,4, в группе 2 — 8,7.

Для какого наибольшего целого неотрицательного числа А выражение

$$(x \cdot y > A) \vee (x > y) \vee (8 \geq x)$$

тождественно истинно, т.е. принимает значение 1 при любых целых неотрицательных x и y?

Ответ: 80.

Аналитика

Пример 10. Задание повышенного уровня сложности, проверяющее умение анализировать алгоритм, содержащий подпрограммы. Процент выполнения в группе 3 — 66,4, в группе 2 — 23,9.

Ниже на пяти языках программирования записан алгоритм. Получив на вход число x , этот алгоритм печатает два числа: L и M . Укажите **наибольшее** число x , при вводе которого алгоритм печатает сначала 3, а потом 6.

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
<pre> алг нач цел x, L, M ввод x L := 0 M := 0 нц пока x > 0 M := M + 1 если mod(x, 2) <> 0 то L := L + 1 все x := div(x, 2) кц вывод L, M кон </pre>	<pre> 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. </pre>
C++	
<pre> #include <iostream> using namespace std; int main() { int x, L, M; cin >> x; L = 0; M = 0; while (x > 0){ M = M + 1; if(x % 2 != 0){ L = L + 1; } x = x / 2; } cout << L << endl << M << endl; return 0; } </pre>	

Ответ: 56.

Пример 11. Задание высокого уровня сложности, проверяющее умение строить и преобразовывать логические выражения. Процент выполнения в группе 4 — 72,2, в группе 3 — 24,1.

Сколько существует различных наборов значений логических переменных $x_1, x_2, \dots, x_6, y_1, y_2, \dots, y_6$, которые удовлетворяют всем перечисленным ниже условиям?

$$\begin{aligned}(\neg x_1 \vee x_2) \wedge (\neg x_1 \vee y_1) &= 1 \\(\neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_2 \vee y_2) &= 1 \\&\dots \\(\neg x_5 \vee x_6) \wedge (\neg x_5 \vee y_5) &= 1 \\ \neg x_6 \vee y_6 &= 1\end{aligned}$$

В ответе **не нужно** перечислять все различные наборы значений переменных $x_1, x_2, \dots, x_6, y_1, y_2, \dots, y_6$, при которых выполнена данная система равенств. В качестве ответа Вам нужно указать количество таких наборов.

Ответ: 127.

От экзаменуемого в задании 9 требовалось провести логический анализ составного высказывания и продемонстрировать знание логических операций, а также владение понятием всеобщности. Группа 3 экзаменуемых и с этой задачей справилась. Отметим характерное различие между группами 3 и 2 — существенно более развитую метапредметную способность к аналитической деятельности, направленной на формальные объекты.

Пример 10 также иллюстрирует различие в аналитических умениях между сравниваемыми группами. При этом группа 2 экзаменуемых не хуже, чем группа 3, умеет читать и исполнять вручную тексты программ, поскольку разница в среднем проценте выполнения задания, проверяющего знание основных конструкций языка программирования, составила всего 9,4 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 ещё в начальной школе.

Затруднения у группы 3 участников 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 экзаменуемые.

Приведём пример задания (11), с которым успешно справилась группа 4 участников, в отличие от группы 3.

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

На рисунках 4 и 5 показаны результаты выполнения заданий с развёрнутым ответом группами 3 и 4 участников экзамена.

Подводя итоги ЕГЭ-2019 по информатике, следует констатировать, что такая фундаментальная тема курса информатики, как «Алфавитный подход к измерению количества информации», по-видимому, изучается недостаточно глубоко в значительном количестве образовательных организаций. Об этом свидетельствует невысокий средний процент выполнения заданий по этой теме, особенно среди самой многочисленной группы 2 экзаменуемых (40–60 тестовых баллов). Рекомендуется максимально математически строгое (насколько это возможно в пределах школьного курса) изложение этой темы с обязательной чёткой формулировкой определений, доказательством формул и фактов, применяемых в решении задач, в сочетании с иллюстрированием

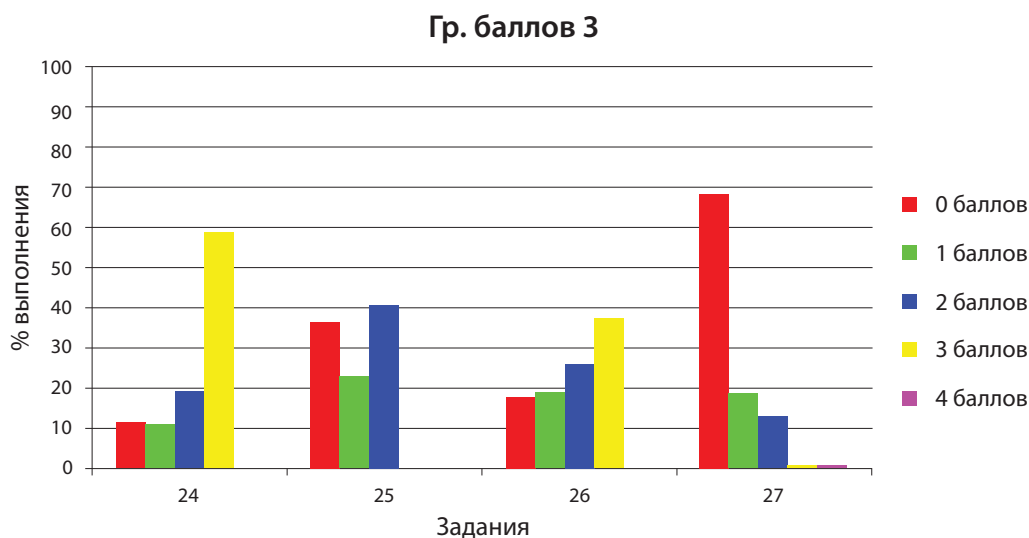


Рис. 4

теоретического материала примерами. При рассмотрении двоичного алфавита необходимо демонстрировать обучающимся глубокую связь темы «Алфавитный подход к измерению количества информации» с темой «Двоичная система счисления», 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 сообщениями фиксированной длины над заданным алфави-

том. При этом следует добиться полного понимания обучающимися комбинаторной формулы, выражающей зависимость количества возможных кодовых слов от мощности алфавита и длины слова, а не её механического заучивания, которое может оказаться бесполезным при изменении постановки задачи. Также необходимо обращать внимание обучающихся на связь этой темы с использованием позиционных систем счисления с основанием, равным мощности алфавита.

При подготовке обучающихся к ЕГЭ 2020 г., так же как и в прошлые годы, следует обратить особое внимание на усвоение

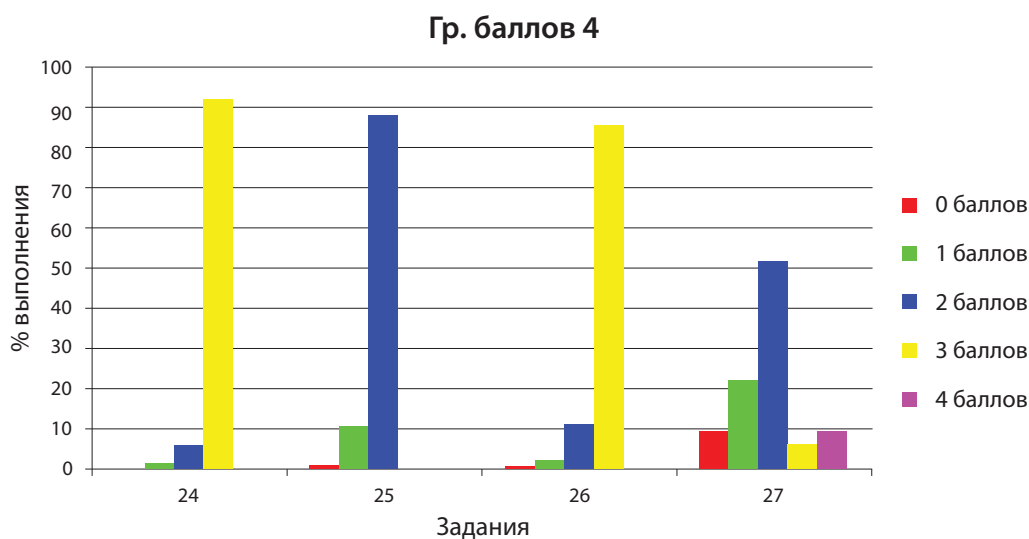


Рис. 5

учащимися теоретических основ информатики, в том числе раздела «Основы логики», с учётом тесных межпредметных связей информатики с математикой, а также на развитие метапредметной способности к логическому мышлению.

При выполнении заданий с развёрнутым ответом значительная часть ошибок экзаменуемых обусловлена недостаточным развитием у них таких метапредметных навыков, как анализ условия задания, способность к самопроверке. Очевидно, что улучшение таких навыков будет способствовать существенно более высоким результатам ЕГЭ, в том числе и по информатике.

Наиболее распространённой содержательной ошибкой в задании 24 является верное выявление и исправление только одной допущенной «программистом»

ошибки из двух возможных — той, которая «лежит на поверхности». В задании 25 такой ошибкой является отсутствие изменения значений элементов 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 берутся неверные ответы, представляющие зачастую просто один или несколько вариантов развития игры без требуемого анализа и обоснования.

В ответах на задание 27 часто встречались логические ошибки, связанные с недостаточно полным рассмотрением всех возможных вариантов расположения пар чисел в последовательности.