



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

**С.С. Крылов**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
для учителей, подготовленные  
на основе анализа типичных ошибок  
участников ЕГЭ 2019 года  
по ИНФОРМАТИКЕ и ИКТ**

Москва, 2019

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 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 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.

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 приемами 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, 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 подразумевают 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 экзаменуемым в полной мере проявить свою индивидуальность и приобретенные в процессе обучения умения.

Верное выполнение каждого задания части 1 оценивается 1 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 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 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 6 первичным баллам.

В 2019 г. 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 г. 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 экзамена 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 укрупненным разделам школьного курса информатики.

Таблица 1

<b>Раздел курса</b>	<b>Средний процент выполнения по группам заданий</b>
Кодирование информации и измерение ее 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

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 приведен обобщенный 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;
- умение подсчитывать информационный объем 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 объем 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, контролирующих 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. Приведем примеры таких заданий.

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

*Для хранения произвольного растрового изображения размером  $1024 \times 1024$  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. Задание, проверяющее умение исполнить рекурсивный алгоритм. Процент выполнения – 38,6.

*Ниже на пяти языках программирования записан рекурсивный алгоритм F.*

<b>Бейсик</b>	<b>Python</b>
<pre>SUB F(n)   PRINT n,   IF n &gt;= 7 THEN     F(n - 1)     F(n - 3)   END IF</pre>	<pre>def F(n):     print(n, end='')     if n &gt;= 7:         F(n - 1)         F(n - 3)</pre>

END SUB	
<b>Алгоритмический язык</b>	<b>Паскаль</b>
<pre> алг F(цел n) нач   вывод n   если n &gt;= 7 то     F(n - 1)     F(n - 3)   все кон </pre>	<pre> procedure F(n: integer); begin   write(n);   if n &gt;= 7 then   begin     F(n - 1);     F(n - 3)   end end; </pre>
<b>C++</b>	
<pre> void F(int n) {   std::cout &lt;&lt; n;   if (n &gt;= 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.*

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 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.

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 экзаменуемые допускают арифметические ошибки по невнимательности.

Одна из причин содержательных ошибок, допускаемых при выполнении данного типа заданий, – отсутствие верного представления о формате маске 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.

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:  $zyxw$ .

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

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



Рис. 1

На рис. 2 показаны результаты выполнения заданий с кратким ответом участникам экзамена с разными уровнями подготовки.

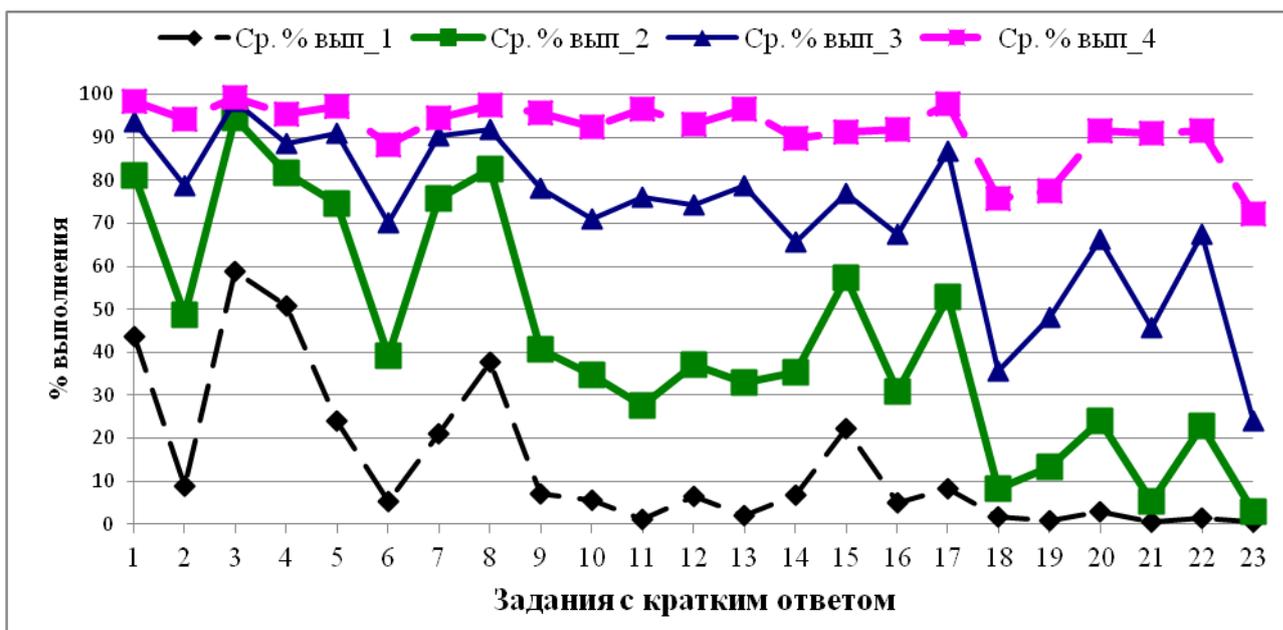


Рис. 2

На рис. 3 показаны результаты выполнения заданий с развернутым ответом участниками экзамена с разными уровнями подготовки.

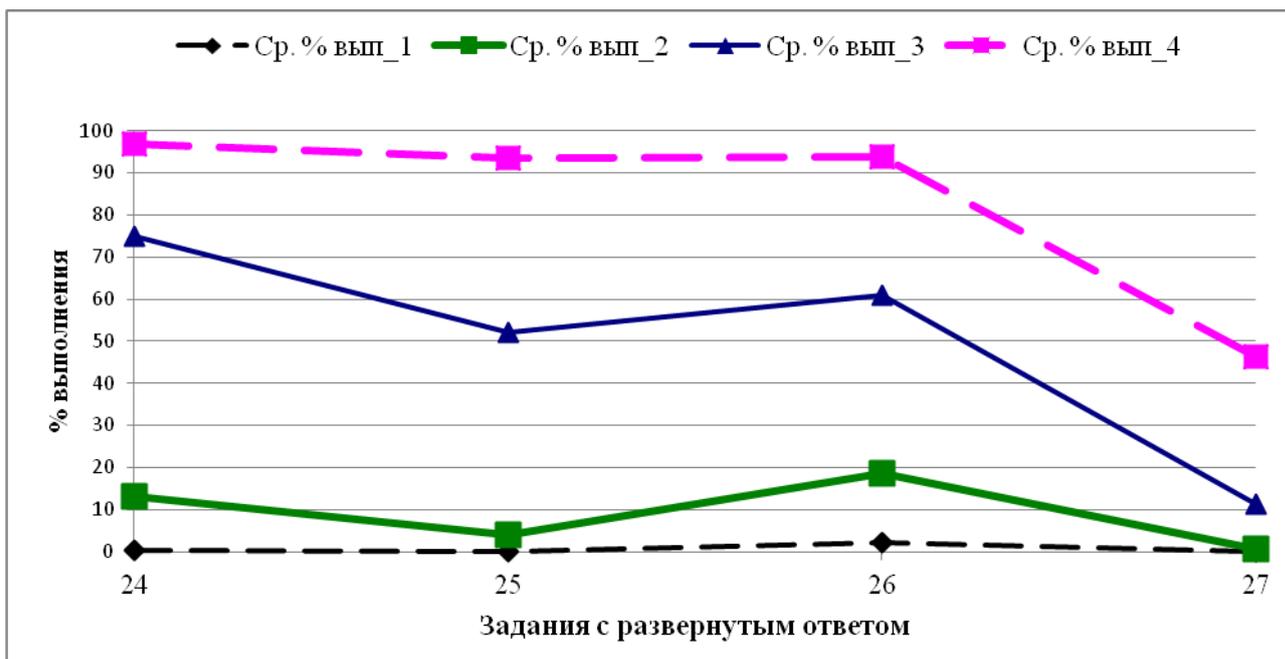


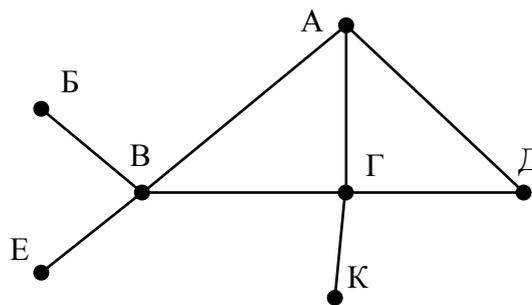
Рис. 3

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). 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). 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.

**Группа 2** экзаменуемых (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 базового уровня, 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 – 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:  $wzyx$ .*

Этот пример наглядно иллюстрирует разрыв в уровне подготовленности 1 и 2 групп. 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».

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.*

<b>Бейсик</b>	<b>Python</b>
<pre>DIM N, S AS INTEGER N = 15 S = 0 WHILE S &lt;= 257     S = S + 25     N = N + 4 WEND PRINT N</pre>	<pre>n = 15 s = 0 while s &lt;= 257:     s = s + 25     n = n + 4 print(n)</pre>
<b>Алгоритмический язык</b>	<b>Паскаль</b>
<pre><u>алг</u> <u>нач</u>     <u>цел</u> n, s     n := 15     s := 0     <u>нц пока</u> s &lt;= 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 &lt;= 257 do         begin             s := s + 25;             n := n + 4;         end;     write(n) end.</pre>

<b>C++</b>
<pre>#include &lt;iostream&gt; using namespace std;  void main() {     int n, s;     n = 15;     s = 0;     while (s &lt;= 257)     {         s = s + 25;         n = n + 4;     }     cout &lt;&lt; n &lt;&lt; endl; }</pre>

*Ответ: 59.*

Как и в предыдущем примере, здесь 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 объем 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 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 – 35,4, в группе 2 – 8,7.

*Для какого наибольшего целого неотрицательного числа  $A$  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.*

От экзаменуемого в этом задании требовалось провести логический анализ составного высказывания и продемонстрировать знание логических операций, а также владение понятием всеобщности. группа 3 экзаменуемых из 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. 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.

<b>Бейсик</b>	<b>Python</b>
<pre> DIM X, L, M AS INTEGER INPUT X L = 0 M = 0 WHILE X &gt; 0   M = M + 1   IF X MOD 2 &lt;&gt; 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 &gt; 0:     M = M + 1     if x % 2 != 0:         L = L + 1     x = x // 2 print(L) print(M) </pre>
<b>Алгоритмический язык</b>	<b>Паскаль</b>
<pre> алг нач   цел x, L, M   <u>ВВОД</u> x   L := 0   M := 0   <u>нц пока</u> x &gt; 0     M := M + 1     <u>если</u> mod(x,2) &lt;&gt; 0       <u>то</u>         L := L + 1     <u>все</u>     x := div(x,2)   <u>кц</u>   <u>ВЫВОД</u> L, <u>нс</u>, M кон </pre>	<pre> var x, L, M: integer; begin   readln(x);   L := 0;   M := 0;   while x &gt; 0 do     begin       M := M + 1;       if x mod 2 &lt;&gt; 0 then         L := L + 1;       x := x div 2;     end;   writeln(L);   writeln(M); end. </pre>
<b>C++</b>	
<pre> #include &lt;iostream&gt; using namespace std;  int main() {   int x, L, M;   cin &gt;&gt; x;   L = 0;   M = 0;   while (x &gt; 0){     M = M + 1;     if(x % 2 != 0){       L = L + 1;     }     x = x / 2;   } } </pre>	

```
cout << L << endl << M << endl;  
return 0;  
}
```

*Ответ: 56.*

Этот пример 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 еще 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.

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 – 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?*

$$(\neg x_1 \vee x_2) \wedge (\neg x_1 \vee y_1) = 1$$

$$(\neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_2 \vee y_2) = 1$$

...

$$(\neg x_5 \vee x_6) \wedge (\neg x_5 \vee y_5) = 1$$

$$\neg x_6 \vee y_6 = 1$$

*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.*

Разница в уровне подготовке между группами 3 и 4 ярко 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 задание 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 группами 3 и 4 участников экзамена.

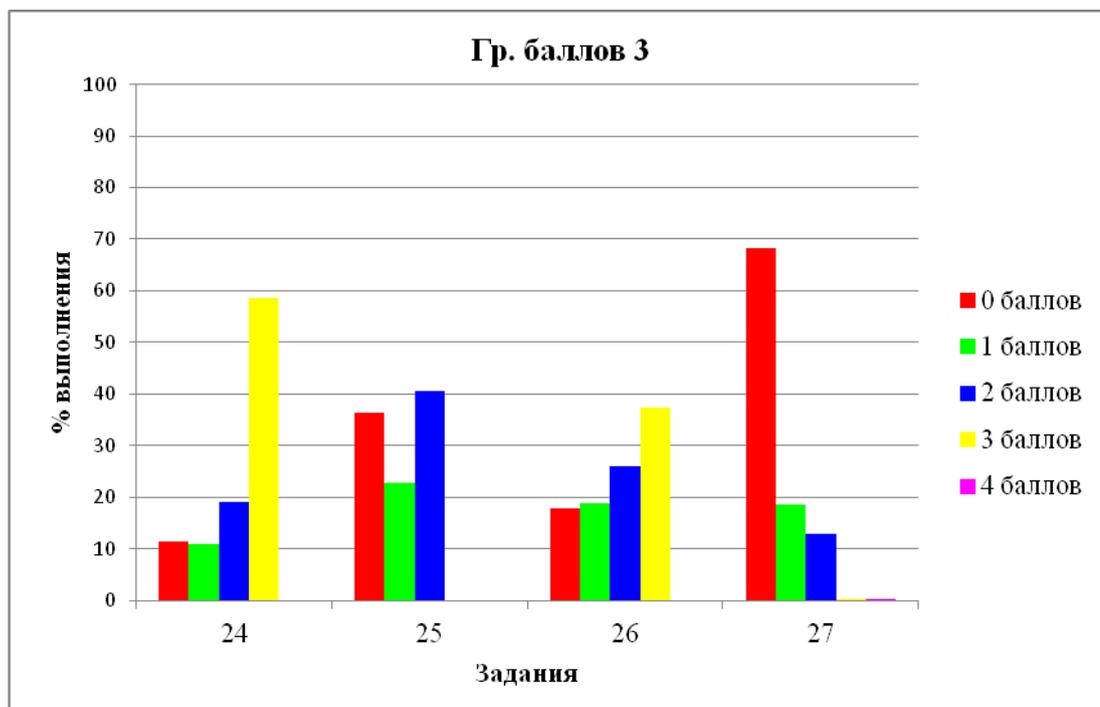


Рис. 4

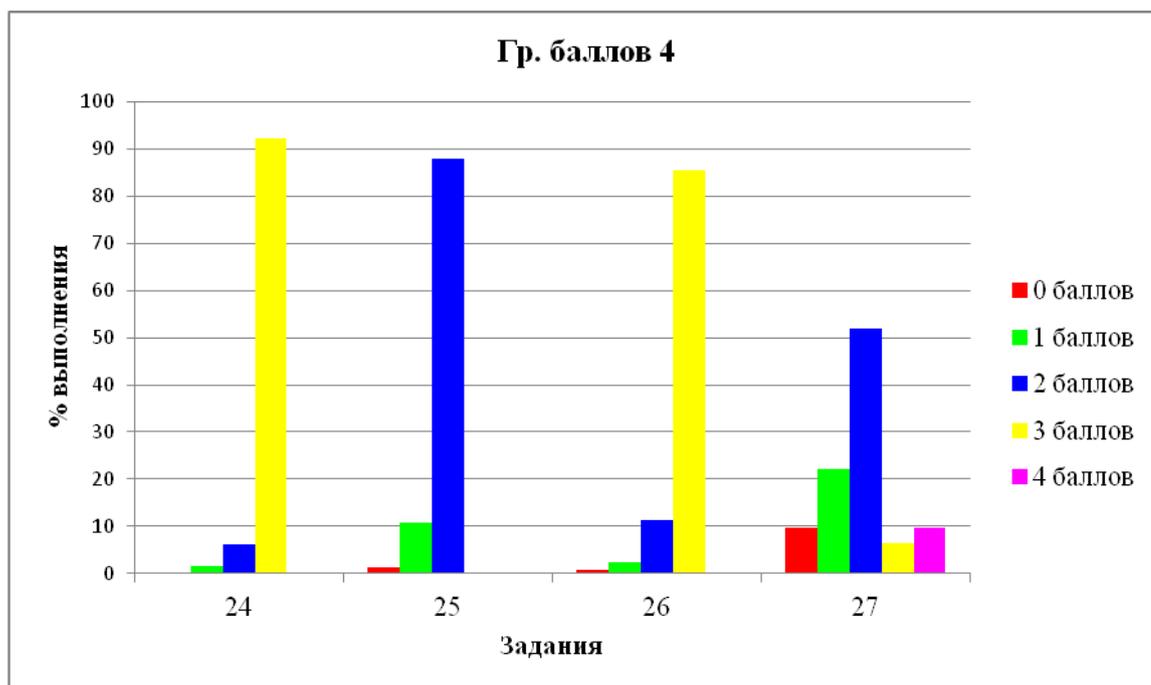


Рис. 5

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 четкой формулировкой определений, доказательством формул и фактов, применяемых в решении задач, в сочетании с иллюстрированием 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 алфавитом. При этом следует добиться полного понимания обучающимися 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 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 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.

При выполнении заданий с развернутым 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 распространенной 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.

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

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2020 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 на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ прошлых лет (2015–2018 гг.);
- журнал «Педагогические измерения»;
- Youtube-канал Рособрнадзора (видеоконсультации по подготовке к ЕГЭ 2016–2019 гг.), материалы сайта ФИПИ (<http://fipi.ru/ege-i-gve-11/daydzhest-ege>).

**Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2019 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)<sup>1</sup> КИМ по информатике и ИКТ – 0,91.

№	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	Знание о системах счисления и двоичном представлении информации в памяти компьютера	1.3	1.4.2	Б	1	1	86,2
2	Умение строить таблицы истинности и логические схемы	1.1.6	1.5.1	Б	1	3	65,9
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	93,8
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	84,4
5	Умение кодировать и декодировать информацию	1.2.2	1.1.2	Б	1	2	81,0
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	58,0
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	80,4
8	Знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной, оператора присваивания	1.1.4	1.7.2	Б	1	3	85,3
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	63,0
10	Знание о методах измерения количества информации	1.3.1	1.1.3	Б	1	4	57,8
11	Умение исполнить рекурсивный алгоритм	1.1.3	1.5.3	Б	1	5	57,5
12	Знание базовых принципов организации и функционирования компьютерных сетей, адресации в сети	2.3	3.1.1	Б	1	2	59,9
13	Умение подсчитывать информационный объем сообщения	1.3.1	1.1.3	П	1	3	60,5
14	Умение исполнить алгоритм для конкретного исполнителя с фиксированным набором команд	1.2.2	1.6.2	П	1	6	55,5

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

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	68,7
16	Знание позиционных систем счисления	1.1.3	1.4.1	П	1	2	54,9
17	Умение осуществлять поиск информации в сети Интернет	2.1	3.5.2	П	1	2	70,9
18	Знание основных понятий и законов математической логики	1.1.7	1.5.1	П	1	3	32,2
19	Работа с массивами (заполнение, считывание, поиск, сортировка, массовые операции и др.)	1.1.4	1.5.2/ 1.5.6	П	1	5	38,6
20	Анализ алгоритма, содержащего цикл и ветвление	1.1.4	1.6.1	П	1	5	51,9
21	Умение анализировать программу, использующую процедуры и функции	1.1.4	1.7.2	П	1	6	37,8
22	Умение анализировать результат исполнения алгоритма	1.1.3	1.6.2	П	1	7	51,9
23	Умение строить и преобразовывать логические выражения	1.1.7	1.5.1	В	1	10	25,4
24	Умение прочесть фрагмент программы на языке программирования и исправить допущенные ошибки	1.1.4	1.7.2	П	3	30	52,2
25	Умение написать короткую (10–15 строк) простую программу на языке программирования	1.1.5	1.6.3	В	2	30	40,2
26	Умение построить дерево игры по заданному алгоритму и обосновать выигрышную стратегию	1.1.3	1.5.2	В	3	30	48,6
27	Умение создавать собственные программы (30–50 строк) для решения задач средней сложности	1.1.5	1.7.3	В	4	55	14,3