



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

С.С. Крылов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
для учителей, подготовленные
на основе анализа типичных ошибок
участников ЕГЭ 2020 года
по ИНФОРМАТИКЕ и ИКТ

Москва, 2020

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 2020 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 2020 г. в экзамене приняли участие 84 599 человек, что продолжает тенденцию ежегодного роста числа сдающих ЕГЭ по информатике (в 2019 г. экзамен сдавали 80 056 человек, в 2018 г. – 71 704 человек). Это соответствует тренду на развитие цифрового сектора экономики в нашей стране.

В 2020 г. по сравнению с 2019 г. на 2% сократилась доля участников, набравших наивысшие баллы (81–100 т.б.), при одновременном увеличении на 2% числа участников набравших 61–80 баллов. Таким образом, суммарная доля участников, набравших значимые для конкурсного поступления в учреждения высшего образования баллы (61–100 т.б.), практически не изменилась, что коррелирует с постоянством среднего тестового балла, который снизился незначительно (на 0,7%) по сравнению с прошлым годом. Некоторое снижение доли высокобалльников (81–100 т.б.) объясняется обновлением сюжета задания 23 высокого уровня сложности.

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

Раздел курса	Средний процент выполнения по группам заданий
Кодирование информации и измерение ее количества	50,7
Информационное моделирование	71,3
Системы счисления	62,7
Основы алгебры логики	49,8
Алгоритмизация и программирование	45,7
Основы информационно-коммуникационных технологий	68,1

Средний процент выполнения заданий по всей работе – 58,1 (в 2019 г. – 57,2).

Как и в предыдущие годы, наиболее низкие результаты участники экзамена продемонстрировали по разделам «Основы алгебры логики» и «Алгоритмизация и программирование», «Кодирование информации и измерение ее количества».

В Приложении приведен обобщенный план экзаменационной работы 2020 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; 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 2020 г. возникли затруднения при выполнении заданий, контролирующих следующие знания и умения:

- умение подсчитывать информационный объем сообщения;
- 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 – 49.

9

Автоматическая камера производит растровые изображения размером 600×500 пикселей. Для кодирования цвета каждого пикселя используется одинаковое количество бит, коды пикселей записываются в файл один за другим без промежутков. Объем файла с изображением не может превышать 240 Кбайт без учёта размера заголовка файла. Какое максимальное количество цветов можно использовать в палитре?
Ответ: 64.

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 – путание количества 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 знание о методах измерения количества информации. Процент выполнения – 21.

10

Сколько существует десятичных шестизначных чисел, в которых все цифры различны и никакие две чётные или две нечётные цифры не стоят рядом?

Ответ: 6480.

Скорее всего причина низкого процента выполнения этого задания заключается в новизне его сюжета, а также в необходимости аккуратного и вдумчивого выполнения задания, несмотря на его кажущуюся простоту.

Пример 3. Задание, проверяющее умение исполнить рекурсивный алгоритм. Процент выполнения – 51.

Бейсик	Python
<pre> SUB F(n) IF n > 0 THEN F(n - 3) F(n \ 2) PRINT n, END IF END SUB </pre>	<pre> def F(n): if n > 0: F(n - 3) F(n // 2) print(n) </pre>
Алгоритмический язык	Паскаль
<pre> алг F(цел n) нач если n > 0 то F(n - 3) F(div(n, 2)) вывод n все кон </pre>	<pre> procedure F(n: integer); begin if n > 0 then begin F(n - 3); F(n div 2); end write(n) end; </pre>
C++	
<pre> void F(int n){ if (n > 0){ F(n - 3); F(n / 2); std::cout << n; } } </pre>	

Запишите подряд без пробелов и разделителей все числа, которые будут выведены на экран при выполнении вызова $F(7)$. Числа должны быть записаны в том же порядке, в котором они выводятся на экран.

Ответ: 1124137.

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.

Таким образом, типичными недостатками в образовательной подготовке участников ЕГЭ по информатике в 2020 г., как и в прошлые годы, влекущими низкий средний процент 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 2020 г. (в %).



Рис. 1

На рис. 2 показаны результаты выполнения заданий всеми участниками экзамена.

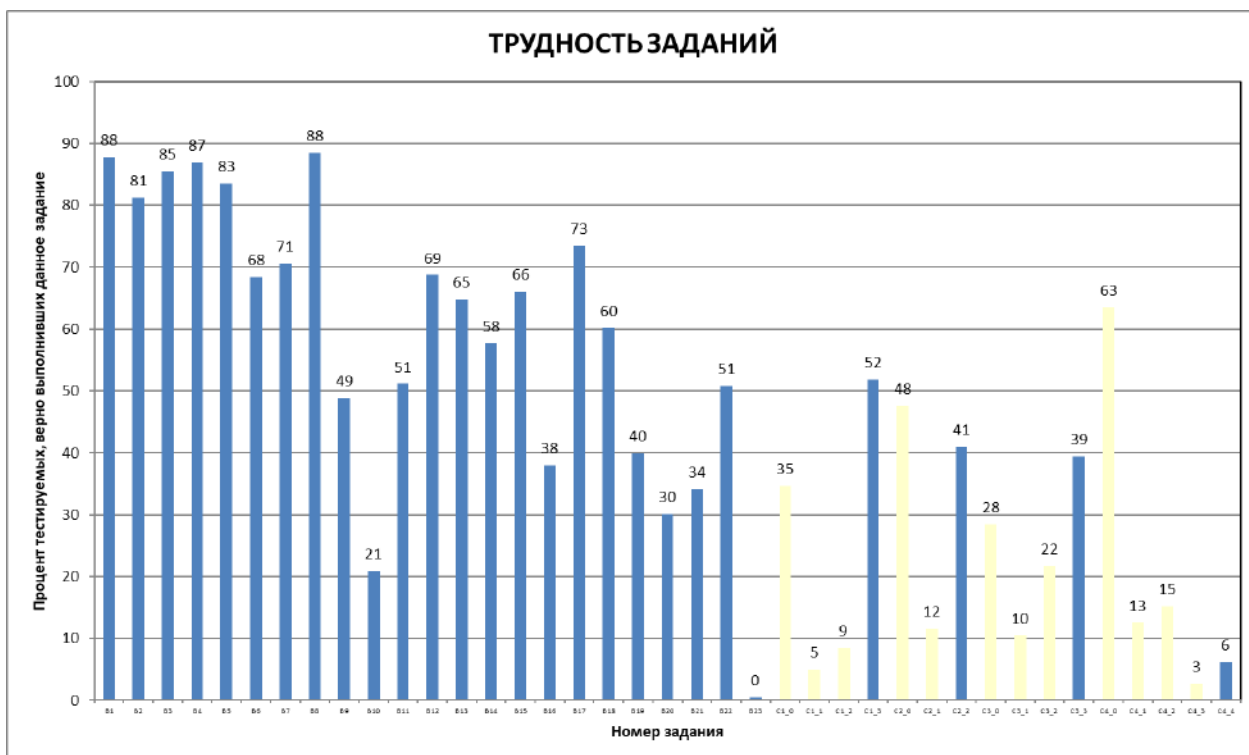


Рис. 2

На рис. 3 показаны результаты выполнения заданий участниками экзамена с различным уровнем подготовки.

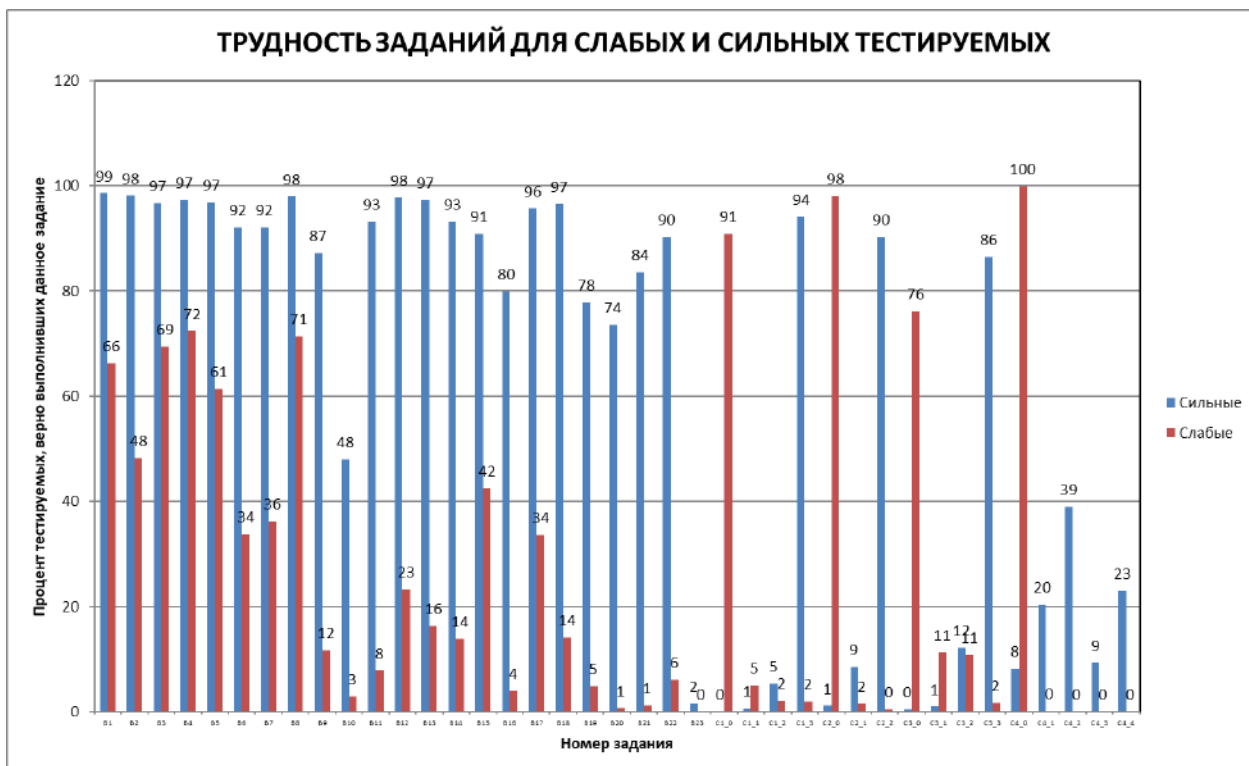


Рис. 3

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

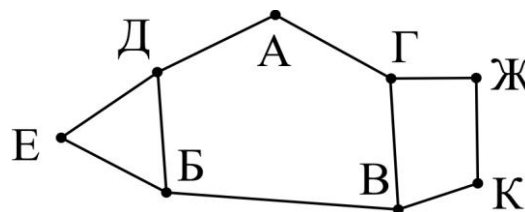
(задание 4, средний процент выполнения в группе 1 – 50,7); сравнивать числа, представленные в двоичной, восьмеричной или шестнадцатеричной системах счисления (задание 1, средний процент выполнения в группе 1 – 43,6). Приведем три примера заданий одного из открытых вариантов 2020 г., относительно успешно выполняемых этой группой выпускников.

Пример 4. Задание, проверяющее умение представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы). Средний процент выполнения в группе 1 – 69,4; в группе 4 – 96,7.

3

В таблице содержатся сведения о дорогах между населёнными пунктами (звёздочка означает, что дорога между соответствующими городами есть). На рисунке справа та же схема дорог изображена в виде графа.

		Номер пункта							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Номер пункта	1			*		*			*
	2							*	*
	3	*					*		
	4					*		*	
	5	*			*		*		
	6			*		*			
	7		*		*			*	*
	8	*	*					*	



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 номера населённых пунктов Е и В в таблице. В ответе напишите два числа без разделителей: сначала для пункта Е, затем для пункта В.

Ответ: 21.

Пример 5. Задание, проверяющее знание о технологии хранения, поиска и сортировки информации в базах данных. Средний процент выполнения в группе 1 – 72,4; в группе 4 – 97,3.

4

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. На основании приведённых данных определите наибольшую разницу между годами рождения родных сестёр. При вычислении ответа учитывайте только информацию из приведённых фрагментов таблиц.

Примечание. Братьев (сестёр) считать родными, если у них есть хотя бы один общий родитель.

Таблица 1			
ID	Фамилия И.О.	Пол	Год_рождения
130	Гайдай А.В.	Ж	1968
131	Гайдай В.М.	М	1995
132	Гайдай М.В.	М	1973
133	Гайдай С.В.	Ж	1946
140	Довженко Е.В.	Ж	1971
141	Довженко М.Н.	Ж	2006
145	Довженко Н.Н.	М	2009
148	Довженко Н.О.	М	1982
150	Митта И.Т.	Ж	1974
151	Митта Н.С.	Ж	1953
152	Митта О.Т.	М	1990
153	Чухрай С.Г.	М	1930
154	Чухрай С.М.	Ж	1929
156	Чухрай Т.С.	Ж	1957
...

Таблица 2	
ID Родителя	ID Ребёнка
133	130
132	131
133	132
133	140
140	141
148	141
140	145
148	145
151	150
153	151
154	151
151	152
153	156
154	156
...	...

Ответ: 4.

Пример 6. Задание, проверяющее умение строить таблицы истинности логических выражений. Средний процент выполнения в группе 1 – 49,9; в группе 4 – 98,1.

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

				$(x \wedge y) \vee (y \equiv z) \vee w$
	1	0	0	0
0		1		0
0	1		1	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. 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: $wzyx$.

Можно сделать вывод, что умение строить таблицы истинности логических выражений является существенным дифференцирующим фактором по отношению к группам с низким и высокими уровнями подготовки.

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 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.).

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 справилась 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.

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

В 2020 г. у группы 4 вызвало существенные затруднения выполнение задания 23 высокого уровня сложности, проверяющего умение строить и преобразовывать логические выражения. В соответствии со спецификацией КИМ ЕГЭ по информатике и ИКТ 2020 г. задания можно разделить на три категории по способу проверки сформированности знаний и умений:

- 1) воспроизведение знаний и умений;
- 2) применение их в стандартной ситуации;
- 3) применения их в новой ситуации.

Задание 23 относится к заданиям, проверяющим способность экзаменуемого применить сформированные знания и умения в области алгебры логики в новой для него ситуации. Использование таких заданий в КИМ позволяет выявлять и поощрять экзаменуемых, способных за ограниченное время самостоятельно проводить анализ условия учебного задания, содержащего элементы новизны в постановке, и находить пути решения за счет свободного системного владения материалом школьного курса информатики.

Анализ результатов ЕГЭ по информатике за весь период его существования показывает, что иногда небольшие изменения сюжета даже заданий базового уровня сложности приводят к статистически значимым изменениям процента его выполнения в сторону снижения. Ничем другим, кроме как безуспешными попытками экзаменуемого механически применить сформированные при «натаскивании» на конкретные типы заданий шаблоны, такие локальные ухудшения результатов объяснить вряд ли возможно.

Таким образом, задания, требующие от экзаменуемого демонстрации способности применения умений и знаний в новой для него ситуации, необходимы для выделения из массы подготовленных к выполнению конкретных типов заданий учащихся, способных осмыслить новую ситуацию и предпринять адекватные ей действия, что нужно для ориентации на будущую профессиональную деятельность в IT-сфере, отличающейся, как известно, высоким динамизмом в постановке реальных задач и способах их решения.

Пример 7. Задание, проверяющее умение строить и преобразовывать логические выражения

Сколько существует различных наборов значений логических переменных $x_1, x_2, \dots, x_5, y_1, y_2, \dots, y_6$, которые удовлетворяют всем приведенным ниже условиям?

$$(x_i \wedge y_j \rightarrow x_i \wedge y_{j+1}) \wedge (x_i \wedge y_j \rightarrow x_{i+1} \wedge y_j) = 1$$

для всех натуральных i и j , таких что $i < 5$ и $j < 6$.

Ниже для Вашего удобства приведены некоторые из равенств, соответствующих этим условиям.

$$(x_1 \wedge y_1 \rightarrow x_1 \wedge y_2) \wedge (x_1 \wedge y_1 \rightarrow x_2 \wedge y_1) = 1$$

$$(x_1 \wedge y_2 \rightarrow x_1 \wedge y_3) \wedge (x_1 \wedge y_2 \rightarrow x_2 \wedge y_2) = 1$$

...

$$(x_4 \wedge y_4 \rightarrow x_4 \wedge y_5) \wedge (x_4 \wedge y_4 \rightarrow x_5 \wedge y_4) = 1$$

$$(x_4 \wedge y_5 \rightarrow x_4 \wedge y_6) \wedge (x_4 \wedge y_5 \rightarrow x_5 \wedge y_5) = 1$$

В ответе **не нужно** перечислять все различные наборы значений переменных $x_1, x_2, \dots, x_5, y_1, y_2, \dots, y_6$, удовлетворяющих условию задачи. В качестве ответа Вам нужно указать количество таких наборов.

Приведем два способа выполнения этого задания.

1-й способ.

1) Если $x_i \wedge y_j = 0$ при всех $i < 5, j < 6$, то соответствующие наборы x_i, y_j являются решением. Это возможно при $\langle x_1, \dots, x_4 \rangle = \langle 0, \dots, 0 \rangle$ (значения x_5, y_1, \dots, y_6 произвольные) – $2^{(6+1)} = 128$ решений или $\langle y_1, \dots, y_5 \rangle = \langle 0, \dots, 0 \rangle$ (значения y_6, x_1, \dots, x_5 произвольные) – $2^{(5+1)} = 64$ решения.

Наборы, когда $\langle x_1, \dots, x_4 \rangle = \langle 0, \dots, 0 \rangle$ и $\langle y_1, \dots, y_5 \rangle = \langle 0, \dots, 0 \rangle$ мы посчитали дважды, таких наборов 4, значит, имеется: $128 + 64 - 4 = 188$ разных решений, при которых $x_i \wedge y_j = 0$ для всех $i < 5$ и $j < 6$.

2) Пусть $x_i = 1$ для некоторого $i < 5$, и пусть i_0 – минимальный такой индекс.

Пусть $y_j = 1$ для некоторого $j < 6$, и пусть j_0 – минимальный такой индекс.

Тогда $x_i = y_j = 0$ при $i < i_0, j < j_0$; по условию $x_i = y_j = 1$ при $i \geq i_0, j \geq j_0$, то есть для любой пары $\langle i_0, j_0 \rangle, i_0 < 5, j_0 < 6$ имеется ровно одно решение. Таких пар $(5 - 1) \times (6 - 1) = 20$.

Объединяя оба случая, имеем: $188 + 20 = 208$.

Ответ: 208.

2-й способ.

Можно записать решение нагляднее, но менее формально.

1) Исходя из определений конъюнкции и импликации, наборы вида $\langle 0, 0, 0, 0, *, *, *, *, *, * \rangle$ и $\langle *, *, *, *, *, 0, 0, 0, 0, 0 \rangle$, где “*” могут быть как нулём, так и единицей – являются решениями, при этом все конъюнкции $x_i \wedge y_j = 0$ при всех $i < 5, j < 6$. Наборы вида $\langle 0, 0, 0, 0, *, 0, 0, 0, 0, * \rangle$ мы посчитали дважды, таких наборов 4. Итак, имеем: $128 + 64 - 4 = 188$ наборов.

2) Теперь подсчитаем количество наборов, где для x_i и y_j сначала идет подряд некоторое количество нулей (возможно, нулевое), затем – подряд ненулевое количество единиц, например $\langle 0, 0, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1 \rangle$. Исходя из определений конъюнкции и импликации, такие наборы тоже являются решениями. Их: $(5 - 1) \times (6 - 1) = 20$.

Объединяя оба случая, имеем: $188 + 20 = 208$.

3) Исходя из определений конъюнкции и импликации, других решений нет.

Ответ: 208.

Собственно, весь «ключик», к заданию состоит в том, что на основании определения элементарных логических операций установить возможность только двух типов решений и подсчитать количество решений каждого типа.

Подводя итоги ЕГЭ 2020 г. 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). Рекомендуются 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 2021 г. так же, как и в прошлые годы, следует обратить особое внимание на усвоение 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.

Особенности подготовки к ЕГЭ 2021 года

Существенной особенностью ЕГЭ 2021 г. по информатике является компьютерная форма его проведения. В опубликованном на сайте ФИПИ проекте демонстрационного варианта КИМ представлены 27 заданий, девять из которых требуют для выполнения работы с компьютером. Восемь из девяти этих заданий проверяют навыки программирования и обработки данных в электронных таблицах; одно – навыки информационного поиска средствами текстового редактора. Остальные 18 заданий сохраняют преемственность по отношению к традиционной форме экзамена.

Рассмотрим несколько компьютерных заданий демонстрационного варианта.

Пример 8. Задание, проверяющее умение обрабатывать числовую информацию, представленную в форме электронной таблицы.



Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов.

9

Откройте файл электронной таблицы, содержащей вещественные числа – результаты ежечасного измерения температуры воздуха на протяжении трёх месяцев. Найдите разность между максимальным значением температуры и её средним арифметическим значением.

В ответе запишите только целую часть получившегося числа.

Ответ: _____.

Для выполнения данного задания базового уровня сложности необходима сформированность базовых навыков работы с электронными таблицами, в частности применение арифметических функций к заданным диапазонам ячеек.

Пример 9. Задание, проверяющее умение выполнять вычисления по заданным рекуррентным формулам.

16

Алгоритм вычисления значения функции $F(n)$, где n – натуральное число, задан следующими соотношениями:

$F(n) = 1$ при $n = 1$;

$F(n) = n + F(n - 1)$, если n чётно,

$F(n) = 2 \times F(n - 2)$, если $n > 1$ и при этом n нечётно.

Чему равно значение функции $F(26)$?

Ответ: _____.

Это задание может быть выполнено участником экзамена как с помощью редактора электронных таблиц, в котором заданы 26 соответствующих формул, так и с помощью составления рекурсивной программы в стиле задания 11 ЕГЭ 2020 г. Напомним, что в предлагаемом на сайте ФИПИ проекте модели КИМ ЕГЭ 2021 проверка выполнения заданий производится только по ответам.

Пример 10. Задание, проверяющее умение составления и выполнения алгоритма средней сложности.



Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов.

18

Квадрат разлинован на $N \times N$ клеток ($1 < N < 17$). Исполнитель Робот может перемещаться по клеткам, выполняя за одно перемещение одну из двух команд: **вправо** или **вниз**. По команде **вправо** Робот перемещается в соседнюю правую клетку; по команде **вниз** – в соседнюю нижнюю. При попытке выхода за границу квадрата Робот разрушается. Перед каждым запуском Робота в каждой клетке квадрата лежит монета достоинством от 1 до 100. Посетив клетку, Робот забирает монету с собой; это также относится к начальной и конечной клетке маршрута Робота.

Определите максимальную и минимальные денежные суммы, которые может собрать Робот, пройдя из левой верхней клетки в правую нижнюю. В ответе укажите два числа: сначала максимальную сумму, затем минимальную.

Исходные данные представляют собой электронную таблицу размером $N \times N$, каждая ячейка которой соответствует клетке квадрата.

Пример входных данных:

1	8	8	4
10	1	1	3
1	3	12	2
2	3	5	6

Для указанных входных данных ответом должна быть пара чисел

41	22
----	----

Ответ:

--	--

Ниже приведена таблица с исходными данными к заданию (на экзамене она будет доступна участнику в виде отдельного файла)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	51	21	93	48	45	100	67	39	18	29
2	57	43	97	51	92	10	93	32	19	58
3	63	16	31	16	78	88	90	72	37	67
4	10	57	64	25	96	50	81	65	91	69
5	99	43	95	7	40	76	18	34	5	65
6	35	19	71	77	64	38	62	56	10	2
7	100	57	27	26	51	33	100	11	53	1
8	11	79	49	46	37	69	80	31	25	39
9	22	71	20	23	11	12	39	16	64	34
10	4	25	87	84	30	48	77	13	40	33

Для выполнения этого задания следует сформулировать и реализовать алгоритм пошагового перебора маршрутов с учетом текущих значений минимальной и максимальной сумм.

Это задание также может быть выполнено как в редакторе электронных таблиц, так и с помощью составления программы. В последнем случае необходимо продумать эффективную организацию ввода данных, например сохранить значения таблицы в текстовом файле и затем их считывать в программе в двойном цикле ввода.

Пример 11. Задание, проверяющее умение сортировки числовых данных.



26

Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов.

Системный администратор раз в неделю создаёт архив пользовательских файлов. Однако объём диска, куда он помещает архив, может быть меньше, чем суммарный объём архивируемых файлов.

Известно, какой объём занимает файл каждого пользователя.

По заданной информации об объёме файлов пользователей и свободном объёме на архивном диске определите максимальное число пользователей, чьи файлы можно сохранить в архиве, а также максимальный размер имеющегося файла, который может быть сохранён в архиве, при условии, что сохранены файлы максимально возможного числа пользователей.

Входные данные.

В первой строке входного файла находятся два числа: S – размер свободного места на диске (натуральное число, не превышающее 10 000) и N – количество пользователей (натуральное число, не превышающее 1000). В следующих N строках находятся значения объёмов файлов каждого пользователя (все числа натуральные, не превышающие 100), каждое в отдельной строке.

Запишите в ответе два числа: сначала наибольшее число пользователей, чьи файлы могут быть помещены в архив, затем максимальный размер имеющегося файла, который может быть сохранён в архиве, при условии, что сохранены файлы максимально возможного числа пользователей.

Пример входного файла:

100 4

80

30

50

40

При таких исходных данных можно сохранить файлы максимум двух пользователей. Возможные объёмы этих двух файлов: 30 и 40, 30 и 50 или 40 и 50. Наибольший объём файла из перечисленных пар – 50, поэтому ответ для приведённого примера:

2	50
---	----

Ответ:

--	--

В данном задании не предъявляется требование эффективности к алгоритму сортировки, поэтому способ сортировки может быть любой, включая пузырьковую сортировку. Экзаменуемый может воспользоваться библиотечной функцией сортировки. Задание также может быть выполнено с помощью редактора электронных таблиц.

Пример 12. Задание, проверяющее умение создания программы средней сложности обработки целочисленных данных, переборной или эффективной по времени выполнения.



Задание выполняется с использованием прилагаемых файлов.

27

Имеется набор данных, состоящий из пар положительных целых чисел. Необходимо выбрать из каждой пары ровно одно число так, чтобы сумма всех выбранных чисел не делилась на 3 и при этом была максимально возможной. Гарантируется, что искомую сумму получить можно.

Программа должна напечатать одно число – максимально возможную сумму, соответствующую условиям задачи.

Входные данные.

Даны два входных файла (файл A и файл B), каждый из которых содержит в первой строке количество пар N ($1 \leq N \leq 100000$). Каждая из следующих N строк содержит два натуральных числа, не превышающих 10 000.

Пример организации исходных данных во входном файле:

6

1 3

5 12

6 9

5 4

3 3

1 1

Для указанных входных данных значением искомой суммы должно быть число 32.

В ответе укажите два числа: сначала значение искомой суммы для файла A, затем для файла B.

Предупреждение: для обработки файла B не следует использовать переборный алгоритм, вычисляющий сумму для всех возможных вариантов, поскольку написанная по такому алгоритму программа будет выполняться слишком долго.

Ответ:

--	--

Для обработки файла A (он небольшого размера) можно составить переборную программу, и это решение будет оценено максимум в 1 балл.

Для обработки файла B (большого размера) переборный алгоритм не подходит, поскольку он не завершится за разумное время, что указано в тексте задания. Поэтому для обработки файла B следует придумать и реализовать эффективный алгоритм. Такое решение будет оценено из максимума 2 баллов.

Итак при подготовке школьников к ЕГЭ 2021 г., помимо учёта приведённых выше рекомендаций, актуальных для заданий традиционной формы, необходимо уделить особое внимание:

- практическому программированию, включая работу с файлами при вводе-выводе данных, сортировку, обработку числовой и символьной информации;
- организации вычислений в электронных таблицах.

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 2021 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 (2015–2020 гг.);
- журнал «Педагогические измерения»;
- Youtube-канал Рособрнадзора (видеоконсультации по подготовке к ЕГЭ 2016–2020 гг.), материалы сайта ФИПИ (<http://fipi.ru/ege-i-gve-11/daydzhest-ege>).

Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2020 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 – 0,91.

№	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	86,7
2	Умение строить таблицы истинности и логические схемы	1.1.6	1.5.1	Б	1	3	75,0
3	Умения представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы)	1.2.2	1.3.1	Б	1	3	83,9
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	82,1
5	Умения кодировать и декодировать информацию	1.2.2	1.1.2	Б	1	2	73,8
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	66,2
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	68,3
8	Знание основных конструкций языка программирования, понятий переменной и оператора присваивания	1.1.4	1.7.2	Б	1	3	86,0
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	53,6
10	Знание о методах измерения количества информации	1.3.1	1.1.3	Б	1	4	17,0
11	Умение исполнить рекурсивный алгоритм	1.1.3	1.5.3	Б	1	5	50,6
12	Знание базовых принципов организации и функционирования компьютерных сетей, адресации в сети	2.3	3.1.1	Б	1	2	65,1
13	Умение подсчитывать информационный объем сообщения	1.3.1	1.1.3	П	1	3	61,4
14	Умение исполнить алгоритм для конкретного исполнителя с фиксированным набором команд	1.2.2	1.6.2	П	1	6	49,4

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

15	Умения представлять и считывать данные в разных типах информационных моделей (схемы, карты, таблицы, графики и формулы)	1.2.1	1.3.1	П	1	3	67,1
16	Знание позиционных систем счисления	1.1.3	1.4.1	П	1	2	38,7
17	Умение осуществлять поиск информации в сети Интернет	2.1	3.5.2	П	1	2	71,8
18	Знание основных понятий и законов математической логики	1.1.7	1.5.1	П	1	3	51,1
19	Работа с массивами (заполнение, считывание, поиск, сортировка, массовые операции и др.)	1.1.4	1.5.2/ 1.5.6	П	1	5	43,9
20	Анализ алгоритма, содержащего цикл и ветвление	1.1.4	1.6.1	П	1	5	28,7
21	Умение анализировать программу, использующую процедуры и функции	1.1.4	1.7.2	П	1	6	35,1
22	Умение анализировать результат исполнения алгоритма	1.1.3	1.6.2	П	1	7	50,8
23	Умения строить и преобразовывать логические выражения	1.1.7	1.5.1	В	1	10	0,5
24	Умения прочесть фрагмент программы на языке программирования и исправить допущенные ошибки	1.1.4	1.7.2	П	3	30	54,6
25	Умение написать короткую (10–15 строк) простую программу на языке программирования	1.1.5	1.6.3	В	2	30	44,6
26	Умения построить дерево игры по заданному алгоритму и обосновать выигрышную стратегию	1.1.3	1.5.2	В	3	30	55,7
27	Умение создавать собственные программы (30–50 строк) для решения задач средней сложности	1.1.5	1.7.3	В	4	55	18,4