

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2012  
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2012  
*Proceedings of the Forty First Spring Conference  
of the Union of Bulgarian Mathematicians  
Borovetz, April 9–12, 2012*

**СЪСТЕЗАТЕЛНИ ЗАДАЧИ ПО ИНФОРМАТИКА  
ЗА 9–10 КЛАС**

**Емил Келеведжиев, Зорница Дженкова**

Разгледани са характерни особености на задачите по информатика, предлагани у нас на национални състезания и олимпиади за възрастовата група 9–10 клас. Изследването обхваща период от 8 години (2004–2011 г.). Направен е опит за класификация на тези задачи с подреждането им в таблица с ключови думи и оценяване на относителната им трудност.

**Увод.** През последните години у нас, а също и в световен мащаб, навлизат и се разрастват състезанията по информатика за различни възрастови групи. Заслужава да се отбележи инициативата за учредяването през 2007 г. в Белград (Сърбия) на Младежка балканска олимпиада по информатика за ученици на възраст до 15,5 години, както и международния есенен турнир в Шумен (България) където от 2009 г. състезанието с чуждестранните участници се провежда в две възрастови групи, със задачи, съответстващи за групите 9–10 и 11–12 клас.

В България, от преди повече от 10 години при провеждането на трите основни републикански състезания по информатика – Есенен и Пролетен турнир, Зимни състезания, както и в трите кръга на Националната олимпиада по информатика, се прилага система за разделяне по възрасти [3]. От 2002 г. се въвеждат групи А, В, С и D, съответно за 11–12, 9–10, 7–8 и 4–6 класове. От есента на 2004 г. се въвежда още една група за най-малките ученици – група Е, обхващаща 4–5 клас, което променя разпределението за останалите групи А, В, С и D, съответно на 12, 10–11, 8–9 и 6–7 класове. От есента на 2007 г. се прилага видоизменена система, при която група D е стеснена само до 6 клас, като разпределението за групите А, В, С, D и Е обхваща съответно 12–11, 9–10, 7–8, 6 и 5–4 класове.

**Систематизиране и класификация.** След натрупване на архив от достатъчно задачи [1, 2] става възможно да направим опит за класификация по ключови думи на предлаганите задачи и получената по този начин информация да служи за нуждите на преподаването, а също и за подготовка на бъдещи състезателни теми. В приложението е представена съставената таблица. Да отбележим, че с развитието на състезанията по информатика в световен мащаб се появяват изследвания върху задачите от състезания [6]. Авторите в настоящата статия продължават започнатите изследвания от [4, 5, 7], където са обхванати възрастови групи от 4 до 8 клас.

Задачите за разглежданата тук възрастовата група имат междинен характер в интервала между по-лесните за група С и съществено по-трудните, с подчертано олимпийски характер задачи за група А. Докато последните често имат комплексен характер, което води до затруднения при класифицирането им, задачите за група В в повечето случаи са по-лесно разпознаваеми. Както се вижда от приложената таблица, основното подразделяне е направено по следните характеристики (Забележка: Представеното подразделяне не е строга класификация, защото много от задачите от даден тип имат белези на задачи за друг тип — например задачи от тип „Графи“ често се решават с метод на Динамичното програмиране. Тази многообразност сме отразили в колонката „допълнение“ на таблицата):

1. *Графи* (20 задачи). От широко развитата алгоритмична област на теорията на графите, в разглежданите задачи преобладават методи за намиране на най-къс път, определяне на свързаност, цикли, топологично сортиране и минимално покриващо дърво. Една част от тези задачи се отнасят за геометрични графи, а методите за решаване са динамично програмиране, „разделяй и владей“ и др.

2. *Динамично програмиране* (20 задачи). В този раздел отнасяме задачи, които са пряко свързани с този основен подход за съставяне на алгоритми. Да отбележим, че задачи от останалите раздели често се решават също с този подход.

3. *Комбинаторика* (12 задачи). Съдържа задачи, свързани с нееквивалентни конфигурации, кодиране, разбиване на числа и др. Една от задачите изисква „само изходен файл“.

4. *Геометрия* (12 задачи). Обхващат теми, свързани с лице на многоъгълник, изпъкнала обвивка, пресичане на отсечки и някои от тези задачи се решават с подхода на рекурсията и с елементарни числени методи.

5. *Търсене и сортиране* (10 задачи). Групата с по-широка тематика, съдържаща двоично търсене, изчерпващо търсене, прилагане на грийди подходи и някои елементарни числени методи.

6. *Аритметика* (5 задачи). Тези задачи изискват знания за делимост, дроби, бройни системи и пр.

7. *Игри* (4 задачи). Малобройна група, съдържаща задачи за търсене на стратегии в игри, с използване на таблични методи, метод „четност-нечетност“ и пр.

8. *Структури от данни* (4 задачи). Тук са отнесени задачи, в чието решение основният подход е насочен към организиране на данните, с което да се подобри бързодействието за необходими операции. Виждаме, че при дадените задачи са използвани следните структури от данни: Опашка, Пирамида, Приоритетна опашка и Система непресичащи се множества (Union-Find).

9. *Други* (6 задачи). Тук се отнасят задачи от различни видове, които трудно бихме причислили към някой от другите типове. Да отбележим, че за някои задачи е било необходимо прилагане на алгебрична училищна техника и при този тип присъстват задачи от моделиране.

Използвайки имената на задачите от таблицата в приложението, читателят може да намери в [1] и [2] пълни описания за съответните задачи – представители на описаните типове (с условия, тестови примери, авторски решения и в повечето случаи – с подробни анализи).

**Оценка за относителната трудност на задача.** Означаваме с  $x$  процента на състезателите, получили над 60 т. (от 100 възможни) за дадена задача (решили 360

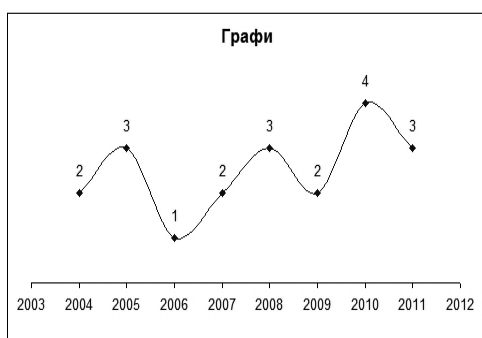
задачата „успешно“) и с  $y$  — процента на състезателите, получили по-малко от 30 точки (решили задачата „неуспешно“). Образуваме коефициента

$$k = (y - x)/(x + y).$$

Тази относителна величина варира между  $-1$  и  $+1$ , като приема максимална стойност, когато  $x = 0$  и минимална — при  $y = 0$ . В първия случай няма състезатели, които са решили задачата „успешно“ (всички имат по-лоши резултати), а във втория случай — нито един състезател не е решил задачата „неуспешно“ (всички имат по-добри резултати). Така, когато стойността на  $k$  е близка до 1, можем да считаме, че задачата е относително трудна, а когато  $k < 0$  — задачата е лесна.

От приведените данни и графики заключаваме, че на националните състезания по информатика много рядко има задачи с отрицателен коефициент  $k$ , което е естествено очакване — на тези състезания не се дават лесни задачи. Въведенният коефициент няма пряка връзка с абсолютната трудност на една задача, нито е мярка за подготовеността на състезателите, а по-скоро показва до каква степен авторите на задачите са ги подбрали в съответствие с възрастовите възможности на състезателите.

**Заключение.** Основната тематика в състезателните задачи за 9 и 10 клас включва теория на графите и динамично програмиране. В по-малка степен се срещат



Фиг. 1. Брой задачи от тип „Графи“



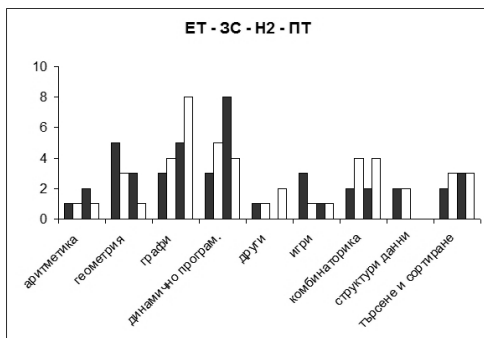
Фиг. 2. Брой задачи от тип „Динамично програмиране“



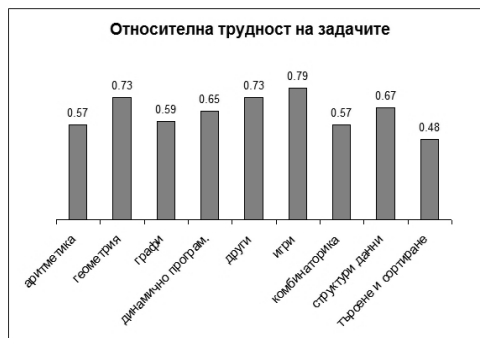
Фиг. 3. Брой задачи от тип „Комбинаторика“



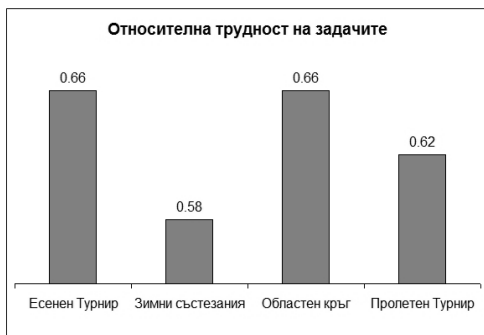
Фиг. 4. Брой задачи от тип „Геометрия“



Фиг. 5. Брой задачи според типа им за съответните състезания (2004–2011 г.)



Фиг. 6. Относителна трудност на задачите според типа им (2004–2011 г.)



Фиг. 7. Относителна трудност на задачите по състезания (2004–2011 г.)



Фиг. 8. Относителна трудност на задачите по години



Фиг. 9. Относителна трудност на задачите в Есенния Турнир



Фиг. 10. Относителна трудност на задачите в Областния кръг

задачи, свързани с комбинаторика, аритметика, търсене и сортиране и геометрия. Броят на задачите с геометричен характер има тенденция да намалява, което се обяснява с по-рядкото присъствие на тези задачи в международни състезания.

**Приложение.** Класификация на задачите, дадени на националните състезания по информатика от 2004 до 2011 г. за група В.

Легенда: Н2 – Национална олимпиада (втори – областен кръг), ЕТ – Есенен турнир, ЗС – Зимни състезания, ПТ – Пролетен турнир, мн-к – многоъгълник, г-я – геометрия, дв. – двойчно, интерп. – интерполация, прав. – правоъгълни, прогр. – програмен, комб. – комбинаторика, структ. – структури от данни, търс. – търсене, сорт. – сортиране, дин. прогр. – динамично програмиране, Ч. – числа, ч-к – четириъгълник, тр-ци – триъгълници, ср. ст. – средна стойност.

задача		съст.	$x$	$y$	$k$	тип	допълнение
1 Ч. на Фибоначи	fib	Н2 2010	64	25	-0.44	аритметика	
2 Делимост	div	ЕТ 2004	10	25	0.43	аритметика	делимост
3 Числова редица	seq	ЗС 2008	3	90	0.94	аритметика	цифри
4 Бройни системи	even	ПТ 2009	2	94	0.96	аритметика	бройни системи
5 Десетична дроб	dfrac	Н2 2008	1	76	0.97	аритметика	дроби
6 Изпъкнал мн-к	polygon	ЗС 2011	17	25	0.19	геометрия	
7 ABC	abc	ЕТ 2006	26	42	0.24	геометрия	рекурсия, дроби
8 Зелени площи	green	ЕТ 2005	37	62	0.25	геометрия	лице на мн-к
9 Прав. тр-ци	rttri	ЕТ 2006	20	75	0.58	геометрия	целочислени точки
10 Отсечки и прави	lines	ЕТ 2008	10	77	0.77	геометрия	прес. на отсечки
11 Обвивка	hull	ЗС 2004	4	95	0.92	геометрия	изпъкнала обвивка
12 Тр-к и права	segment	Н2 2006	3	91	0.94	геометрия	
13 Платка	plate	ЗС 2008	3	93	0.94	геометрия	числен метод
14 Точки в ч-к	points	Н2 2004	1	95	0.98	геометрия	
15 Прави	lines	ЕТ 2007	0	79	1.00	геометрия	целочислени точки
16 Движение	mov	ПТ 2007	0	70	1.00	геометрия	прес. на отсечки
17 Разходки	walk	Н2 2005	0	100	1.00	геометрия	числен метод
18 Забрана	ban	ПТ 2011	50	27	-0.30	графи	свързаност
19 Ябълки	apples	ЗС 2010	60	34	-0.28	графи	динамика в графи
20 Алеи	alei	ЗС 2011	43	53	0.10	графи	цикли в графи
21 Ремонт. . .	repair	ПТ 2010	25	45	0.29	графи	мин.покр. дърво
22 Гвоздеи	nails	Н2 2011	26	67	0.44	графи	свързаност
23 Теглилки	wght	ПТ 2004	24	65	0.46	графи	
24 Окръжности	carcle	ПТ 2008	24	68	0.48	графи	най-къси пътища, г-я
25 Реконструкция	recon	ЕТ 2010	17	58	0.55	графи	разделяй и владей
26 Окръжности	circle	Н2 2007	17	70	0.61	графи	топ. сортиране, г-я
27 Мрежа. . .	rings	ЕТ 2008	10	57	0.70	графи	най-къси пътища
28 Папки	folders	ЕТ 2005	10	75	0.76	графи	дървета
29 Състезание	race	ПТ 2010	10	75	0.76	графи	най-къси пътища
30 Триъгълници	triangles	Н2 2009	11	81	0.76	графи	топ. сортиране, г-я
31 Златното дърво	trees	ПТ 2007	4	40	0.82	графи	дървета
32 Пътуествие	trip	ПТ 2006	5	66	0.86	графи	
33 Авиолинии	avio	Н2 2004	5	92	0.90	графи	най-къси пътища
34 Бърза помощ	amb	Н2 2009	2	92	0.96	графи	най-къси пътища
35 Ребра и цикли	edge	ЗС 2008	1	76	0.97	графи	цикли в граф
36 Геймърски. . .	graths	ЗС 2005	1	97	0.98	графи	най-къси пътища
37 Обезвреждане	obez	ПТ 2005	0	100	1.00	графи	
38 Пионки	shift	Н2 2010	53	46	-0.07	дин. прогр.	
39 Салам	salam	ПТ 2011	40	36	-0.05	дин. прогр.	
40 Калкулатор	calc	Н2 2011	26	42	0.24	дин. прогр.	
41 Скокове	skok	ЗС 2007	34	61	0.28	дин. прогр.	
42 Марки	stamps	Н2 2008	33	66	0.33	дин. прогр.	
43 Таблица	tab	Н2 2007	22	59	0.46	дин. прогр.	

задача		съст.	$x$	$y$	$k$	тип	допълнение
44 Игра с топки	balls	ПТ 2006	22	69	0.52	дин. прогр.	
45 Дървен мост	brd	Н2 2004	13	71	0.69	дин. прогр.	
46 Сума	sum	ЕТ 2004	8	55	0.75	дин. прогр.	
47 Процесори	jobs	Н2 2010	10	75	0.76	дин. прогр.	
48 Палиндроми	palind	Н2 2011	9	82	0.80	дин. прогр.	
49 Гладкост	flat	ПТ 2009	5	62	0.85	дин. прогр.	
50 Съкровище	tre	ПТ 2007	4	61	0.88	дин. прогр.	
51 Три раници	knapsack	ЗС 2010	5	81	0.88	дин. прогр.	
52 Поход	march	ЗС 2005	6	91	0.88	дин. прогр.	
53 Контролни	points	ЕТ 2010	5	84	0.89	дин. прогр.	битови маски
54 Скокове	jumps	ЕТ 2007	3	83	0.93	дин. прогр.	
55 Печатни платки	plate	Н2 2005	0	71	1.00	дин. прогр.	
56 Близки думи	ldist	ЗС 2006	0	96	1.00	дин. прогр.	низове
57 Шахматни царе	king	ЗС 2009	0	97	1.00	дин. прогр.	
58 Ръкостискания	handshakes	ЕТ 2009	22	45	0.34	други	
59 Ср. ст. и вариация	average	ЕТ 2004	20	60	0.50	други	алг. преобр.
60 Фибоначи	fib	ЕТ 2006	13	73	0.70	други	алг. преобр.
61 Царски ход	moves	ПТ 2004	9	86	0.81	други	целочислени точки
62 Сървър	irc	ПТ 2004	0	100	1.00	други	
63 Присвояване	inter	ЗС 2009	0	100	1.00	други	моделен прогр. език
64 Игра	game	ЗС 2004	27	64	0.41	игри	
65 Преговори. . .	phrope	ПТ 2006	5	69	0.86	игри	
66 Четното печели	even	Н2 2009	4	90	0.91	игри	
67 Дв.-дес. игра	decbin	ЕТ 2008	2	87	0.96	игри	бройни системи
68 Суми	sum	ЗС 2007	53	29	-0.29	комб.	
69 Монети	coins	ЕТ 2009	45	32	-0.17	комб.	
70 Тото 2	toto	ПТ 2010	37	57	0.21	комб.	
71 Троицен код	code	ЗС 2010	23	55	0.41	комб.	само изходен файл
72 Кеокски език	keokak	Н2 2006	13	83	0.73	комб.	
73 Квадрат	square	ПТ 2005	11	79	0.76	комб.	
74 Низове	substr	ЗС 2011	10	82	0.78	комб.	низове
75 Шестици	six	ПТ 2005	8	88	0.83	комб.	
76 Квадрати	sq	ПТ 2009	8	91	0.84	комб.	неекв. конфигурации
77 Картончета	cart	Н2 2005	5	90	0.89	комб.	разбивания на числа
78 Сигнали	signals	ЗС 2005	4	91	0.92	комб.	кодиране
79 Пермутации	perm	ЕТ 2007	1	27	0.93	комб.	
80 Y1984	y1984	ЗС 2006	31	51	0.24	структ.	union-find
81 Music Idol	music	ЗС 2007	21	61	0.49	структ.	приоритетна опашка
82 Състезание	competition	ЕТ 2010	2	92	0.96	структ.	пирамида
83 Две и три	n23	ЕТ 2005	0	82	1.00	структ.	опашка, делимост
84 Общ елемент	common	ПТ 2011	63	13	-0.66	търс. и сорт.	
85 Суми в кв.	sqsum	ЗС 2009	37	24	-0.21	търс. и сорт.	търсене в таблица
86 Таблица	table	ЗС 2004	30	50	0.25	търс. и сорт.	изчерпващо търсене
87 Разстояние	dist	Н2 2007	23	58	0.43	търс. и сорт.	
88 Гатанки	riddle	ЕТ 2009	12	65	0.69	търс. и сорт.	грийди, дв. търсене
89 Точки	points	Н2 2006	12	72	0.71	търс. и сорт.	
90 Парето	pareto	ПТ 2008	8	80	0.82	търс. и сорт.	
91 Триъгълници	triangle	ПТ 2008	7	73	0.83	търс. и сорт.	геометрия
92 Плочки	plates	Н2 2008	4	94	0.92	търс. и сорт.	
93 Празник	fest	ЗС 2006	0	100	1.00	търс. и сорт.	интерп., дв. търсене

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Уебсайт Инфоман. <http://infoman.musala.com> (посетен на 07.11.2011 г.).
- [2] Уебсайт Инфос. <http://www.math.bas.bg/infos> (посетен на 07.11.2011 г.).
- [3] К. МАНЕВ, Е. КЕЛЕВЕДЖИЕВ, С. КАПРАЛОВ. Programming Contests for School Students in Bulgaria. *Olympiads in Informatics International Journal*, **1** (2007), 112–123.
- [4] Е. КЕЛЕВЕДЖИЕВ, З. ДЖЕНКОВА. Tasks and Training the Youngest Beginners for Informatics Competitions. *Olympiads in Informatics International Journal*, **2** (2008), 75–89.
- [5] Е. КЕЛЕВЕДЖИЕВ, З. ДЖЕНКОВА. Tasks and Training the Intermediate Age Students for Informatics Competitions. *Olympiads in Informatics International Journal*, **3** (2009), 26–37.
- [6] Т. ВЕРНОЕФФ. 20 Years of IOI Competition Tasks. *Olympiads in Informatics International Journal*, **3** (2009), 149–166.
- [7] Е. КЕЛЕВЕДЖИЕВ, З. ДЖЕНКОВА. Състезателни задачи по информатика за 4–7 клас. *Математика и Математическо Образование*, **37** (2008), 367–378.

Емил Келеведжиев  
Институт по математика и информатика  
Българска академия на науките  
ул. Акад. Г. Бончев, бл. 8  
1113 София  
e-mail: keleved@math.bas.bg

Зорница Дженкова  
6 СОУ–Габрово  
e-mail: zornica.dzhenkova@gmail.com

## COMPETITION'S TASKS IN INFORMATICS FOR THE PRE-MASTER SCHOOL GROUP

**Emil Kelevedjiev, Zornitsa Dzhenkova**

Some features of tasks in informatics given at Bulgarian competitions for the pre-master school student group (9–10 grades in 12 grade school) are discussed. The study covers the period 2004–2011. An attempt is made to arrange these tasks in a table using keywords, and a coefficient for measuring comparative difficulty is proposed