

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2019
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2019
*Proceedings of the Forty-eighth Spring Conference
of the Union of Bulgarian Mathematicians
Borovetz, April 1–5, 2019*

**ТРУДНОСТ НА ЗАДАЧИТЕ
В МЕЖДУНАРОДНОТО СЪСТЕЗАНИЕ
„БОБЪР“***

Емил Келеведжиев, Зорница Дженкова

Представено е изследване върху нивото на трудност на задачите, които се предлагат в състезанието по информатика и компютърна грамотност „Бобър“. Дискутираме възможност за предсказване на трудността, което е необходимо при създаване и редактиране на нови задачи. Дадени са бележки за класификация на задачите. Използваните данни са взети от последните няколко години на провеждане на българско издание на състезанието.

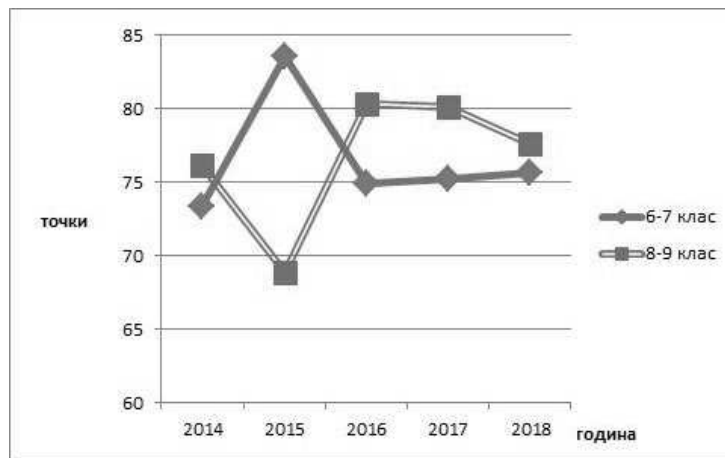
Увод. Състезанието за ученици по информатика и компютърна грамотност „Бобър“ се провежда за първи път през 2004 г. в Литва. От 2006 г. прераства в международно ([1], [2]), като България се включва от 2012 г. ([3], [4]).

Всяка страна самостоятелно съставя състезателните теми за отделните възрастови групи като ползва задачи, които се подготвят на международна годишна работна среща между представители от всички участващи държави. У нас състезанието е разделено на две възрастови групи: 6–7 клас и 8–9 клас. Предлагат се 18 въпроса с избираем отговор измежду 4 възможности.

В настоящото изложение използваме думите „въпрос“ и „задача“ като синоними. Въпросите са предварително разпределени по трудност в 3 групи, като във всяка от групите те се оценяват с различен брой точки при верен отговор: за всеки верен отговор на въпрос с номер от 1 до 6, се дават по 4 точки, за верен отговор на въпрос с номер от 7 до 12 – по 5 точки и за верен отговор на въпрос с номер от 13 до 18 – по 6 точки. За грешен отговор на въпрос се отнемат по 3 точки. Когато състезателят остави въпрос без отговор, не се дават и не се отнемат точки за този въпрос. Крайният резултат на състезателя се получава като към точките му се добави 54. На Фиг. 1 представяме средният брой точки, получени от участник в проведените състезания през последните 5 години. На Фиг. 2 е показан средният брой верни отговори, получени в състезанията.

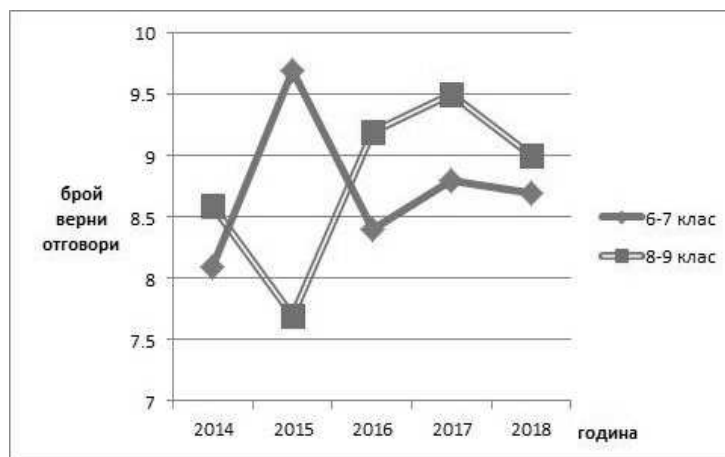
Ниво на трудност на задачите в българското издание на състезанието. Индексът на трудност на задача се определя като процент на броя на решените правилно задачата спрямо общия брой участници. В [5] е дадено тълкуване на стойностите за индекса на трудност на тестови задачи в зависимост от броя на алтернативите за избор.

* **Ключови думи:** Състезание Бобър, ниво на трудност на задача.



Фиг. 1. Среден брой точки по години за двете възрастови групи

Когато индексът на трудност за дадена задача с 4 алтернативи е по-малък от 25%, задачата се счита за много трудна. Ако индексът е по-голям от 85% – задачата е много лесна. Оптимално подбрана задача има индекс на трудност в граници от 40% до 70%.



Фиг. 2. Среден брой на верните отговори по години за двете възрастови групи

В много изследвания освен индекс на трудност за дадена задача се пресмята и *дискриминантен индекс* на задача [5]. Смисълът му е да покаже дали има корелацията между групата на силните и групата на слабите участници. Използват се няколко различни формули за пресмятането на този индекс, които дават сходни резултати. В нашето изследване използваме формулата:

$$\text{Дискриминантен индекс} = 100 * \frac{(C_1 - C_2)}{C_1 + C_2}, \text{ където:}$$

C_1 е броят на участниците от силната група, решили вярно задачата,
 C_2 е броят на участниците от слабата група, решили вярно задачата.

В силната група причисляваме тези участници, които в цялото състезание са дали повече от $v + k$ верни отговори, а в слабата група – тези, които са дали по-малко от $v - k$ верни отговори. Тук с v е означен средният брой верни отговори, получени от участник, а за стойност на k при нашето изследване (където общият брой отговори е 18, а средният брой верни отговори е около 9) използваме $k = 1$.

От стойността на този индекс за дадена задача могат да се направят изводи, доколко задачата е подходяща за състезанието. Ако стойността е отрицателна (т.е. по-слабите участници са я решили по-добре от силните) може да стигнем до извод, че задачата има дефект във формулировката си или формулировката е била принципно неразбрана от участниците, т.е. може да се дискутира, дали задачата е подходяща за съответната възрастова група, или въобще дали е от предмета на състезанието.

Заклучение. Възможно ли е предварително оценяване на трудността на предлаганите задачи? От индексите на Фиг. 3 и Фиг. 4 се вижда, че предварително оценената трудност на задачите не съвпада изцяло с фактическата трудност за решаването им, която са показали състезателите. Например, при възрастова група 6–7 клас измежду първите 6 задачи не намираме задача номер 1, която предварително е обявена за лесна, а задача номер 11, която предварително е оценена за средна по трудност, се е появила в групата на лесните задачи.

В [5] се предлага въпросник за предсказване на трудността:

Процес на отговаряне – Какви са трудностите при:	Размер на проблема:
четенето	Колко е броят на елементите?
разбирането	Колко е броят на трансформациите?
представянето	Колко е броят на ограниченията?
тълкуване на отговора	Каква е наситеността?
съставяне на отговора	Може ли да решим наум задачата?

Важно значение за предварителното оценяване на трудността на задачите има тяхната класификация. В първите години при подготовката на състезанието е била възприета линейна класификация [2], която групира задачите по следния начин:

INF – Разбиране на информатиката. Представяне на информацията чрез символи, числа и образи. Кодиране и криптиране.

ALG – Алгоритмично мислене, включващо и аспектите на програмирането.

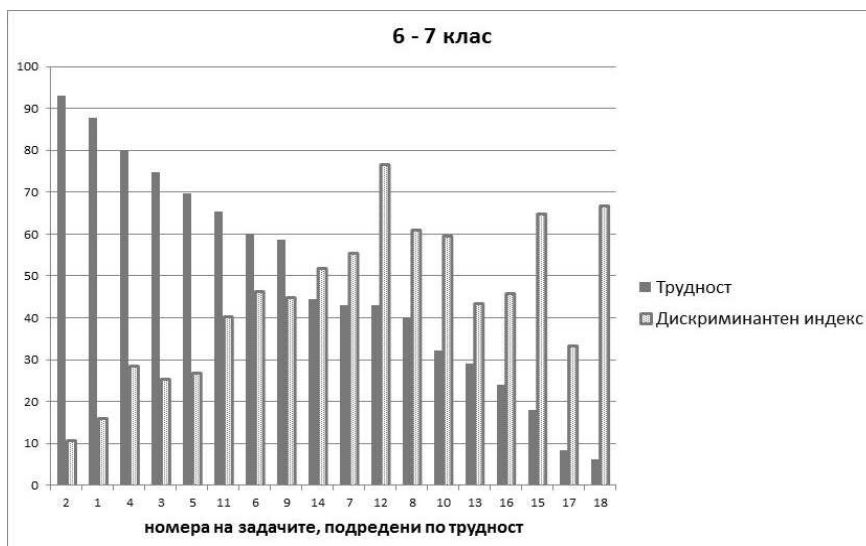
USE – Използване на компютърните системи (търсещи машини, комуникация електронни таблици и пр.).

STRUC – Структури от данни (вкл. графи). Моделиране, комбинаторика.

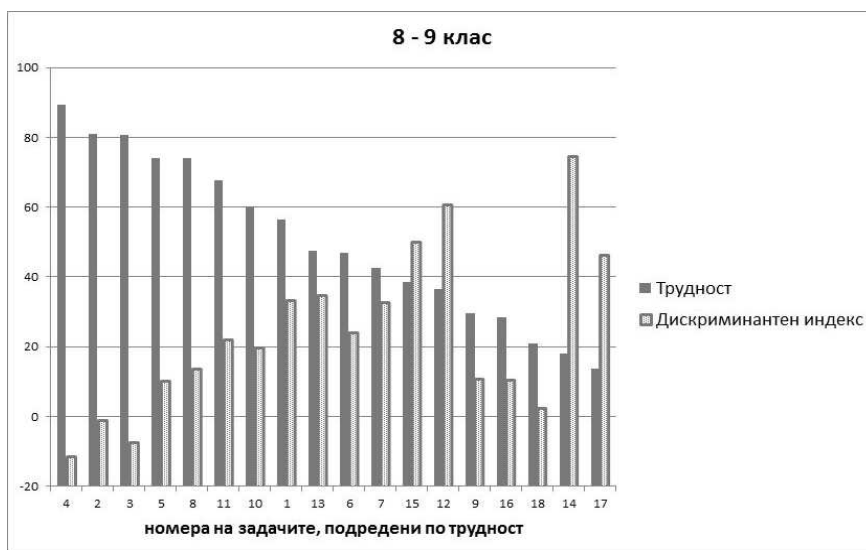
PUZ – Логически пъзели и игри.

В статията [7] авторите предлагат нова двумерна класификация, която причислява всяка задача независимо към две категории, описани във всяка една от следните две групи:

Първа размерност: Абстрактност; Алгоритмично мислене; Декомпозиция; Пресмятане; Обобщение.



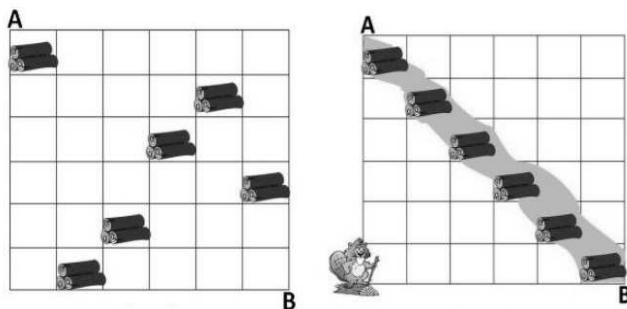
Фиг. 3. Индекси за задачите за 6–7 клас от състезанието през 2018 г.



Фиг. 4. Индекси за задачите за 8–9 клас от състезанието през 2018 г.

Въпрос 14

Бобърът строи бент. Той разполага с купчинки от дървени трупи, както е показано на рисунката вляво. Трябва да ги премести така, че да се получи бентът, показан на рисунката вдясно. Преместването може да се извършва по хоризонтални и вертикални. За преместване на една позиция по вертикал е необходимо 1 час време, а за преместване на една позиция по хоризонтал - 2 часа време.



Какъв най-малък брой часове е необходимото време за бобъра да построи бента:

- А 11
- Б 12
- В 14
- Г 16

Фиг. 5. Пример за задача със средни индекси на трудност и дискриминантност за 6-7 клас, дадена през 2018 г.

Въпрос 02

На едно световно първенство, класирането по медали на държавите изглежда така:

Място	Държава	Златни	Сребърни	Бронзови
1	А-ландия	46	37	38
2	В-ландия	27	23	17
3	С-ландия	26	18	26
4	Д-ландия	19	18	19
5	Е-ландия	17	10	15
6	Ф-ландия	12	8	21
7	Г-ландия	10	18	14
8	Н-ландия	9	3	9
9	И-ландия	8	12	8
10	Ј-ландия	8	11	10
11	К-ландия	8	7	4
12	Л-ландия	8	3	4

Държавите са подредени по брой златни медали. При еднакъв брой златни медали, подредбата е според броя на сребърните медали и т.н.

Ако К-ландия имаше 1 златен медал повече, на кое място щеше да бъде:

- А 7
- Б 8
- В 9
- Г 10

Фиг. 6. Пример за задача с лесна трудност, но с отрицателен дискриминантен индекс за групата 8-9 клас, дадена през 2018 г.

Втора размерност: Алгоритми и програмиране; Данни, структури от данни и представяне; Компютърна обработка; Комуникация; Взаимодействие, системи и общество.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bebras International Challenge on Informatics and Computational Thinking. Уеб сайт: <http://bebras.org> (посетен на 30.11.2018 г.)
- [2] V. DAGIENE, G. FUTSCHEK. Bebras International Contest on Informatics and Computer Literacy: Criteria for Good Tasks In: R. T. Mittermeir, M. M. Syslo (Eds): ISSEP 2008, LNCS 5090, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008, 19–30.
- [3] Бобър – България. Уеб сайт: <http://www.math.bas.bg/bbr> (посетен на 30.11.2018 г.).
- [4] Е. КЕЛЕВЕДЖИЕВ, З. ДЖЕНКОВА. Международното състезание „Бобър“ в България. *Математика и математическо образование*, **45** (2016), 236–241.
- [5] R. I. ЕВЕЛ. Essential of Educational Measurement. Printice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1972.
- [6] W. VAN DER VEGT. How Hard Will this Task Be? Developments in Analyzing and Predicting Question Difficulty in the Bebras Challenge. *Olympiads in Informatics*, **12**, (2018) 119–132.
- [7] V. DAGIENE, S. SENTANCE, G. STUPURIENE. Developing a Two-Dimensional Categorization System for Educational Tasks in Informatics. *Informatica*, **28**, 1 (2017), 23–44.

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

Зорница Дженкова
Природоматематическа гимназия „Акад. Иван Гюзелев“
ул. Елин Пелин 2
5300 Габрово
e-mail: zornica.dzhenkova@gmail.com

QUESTION DIFFICULTY IN THE BEBRAS CHALLENGE

Emil Kelevedjiev, Zornitsa Dzhenkova

A study about the difficulty level of tasks offered in the Bebras competition in informatics and computer literacy is presented. We are discussing an opportunity to predict the difficulty level that is needed when creating and editing new tasks. Notes on task classification are given. The data used are taken from the last several years of the Bulgarian edition of Bebras competition.