

## Diskrečiosios matematikos testo klausimų analizė

Aleksandras KRYLOVAS, Olga SUBOČ (VGTU)

el. paštas: {akr,os}@fm.vtu.lt

1. Darbe tęsiami autorių pradėti [1] tyrimai, skirti diskrečiosios matematikos dėstymui. Nors diskrečiosios matematikos kursai vis dažniau įtraukiami į universitetų bei kolegijų studijų programas, jų metodinis aprūpinimas lieka labai silpnas, kaip dėl vadovėlių ir mokymo priemonių stokos<sup>1</sup>, taip ir dėl dar neegzistuojančios kurso uždavinių sistemos. Išleistame uždavinyne [5] parinkti diskrečiosios matematikos klausimai bei užduotys su siūlomais atsakymais. Šie klausimai buvo naudojami, rengiant diskrečiosios matematikos testus VGTU Fundamentinių mokslų bei Elektronikos fakultetų studentams.

2. Dalis testo klausimų skirta greitai apklausai ir tikrina pagrindinių sąvokų žinojimą. Klausimo vienas variantas buvo toks (nurodytas teisingas atsakymas)

<b>K1</b>	1. $\Leftrightarrow$ $\longleftrightarrow$	A. ekvivalentumas	●① ACB; ② CBA;
	2. $\&$ $\longleftrightarrow$	B. disjunkcija	③ BAC; ④ CAB;
	3. $\vee$ $\longleftrightarrow$	C. konjunkcija	⑤ ABC; ⑥ BCA.

Įvairūs šio klausimo variantai turėjo skirtingą operacijų eilės tvarką ir skirtingas operacijų kombinacijas (vietoje disjunkcijos galėjo būti implikacija ir pan.). Greitoji apklausa buvo organizuojama kaip testas iš 15 pateikto tipo klausimų, kuriam spęsti skiriama 20 minučių. Patirtis parodė, kad dėl didelio studentų kiekio toks žinių tikrinimas nėra pakankamai efektyvus ir greitojo testo buvo atsisakyta. 2006 m. studentų diskrečiosios matematikos žinios buvo tikrinamos dviem 20 klausimų testais. Vienam testui spęsti skiriama 45 min. Studentams leidžiama naudotis užrašais, kurie turi būti sudėti ant pirmojo auditorijos suolo. Matyt dėl šios priežasties klausimo (K1) pateikimas tokiame teste yra netikslingas dėl jo mažosios skiriamosios gebos: į jį teisingai atsakė net 93% studentų. Įdomu, kad analogiškai sudarytas, tačiau reikalaujantis jau specifinių diskrečiosios matematikos žinių, klausimas:

<b>K2</b>	1. $w \vee (y \downarrow v)$ $\longleftrightarrow$	A. infix	① CBA; ●② ABC;
	2. $wy \vee v \downarrow$ $\longleftrightarrow$	B. postfix	③ BAC; ④ ACB;
	3. $\downarrow v \vee wy$ $\longleftrightarrow$	C. prefix	⑤ BCA; ⑥ CAB.

<sup>1</sup>Kiek žinoma autoriams, lietuvių kalba yra išleistas tik vienas diskrečiosios matematikos vadovėlis [2] ir dvi mokymo knygos [3, 4].

jau nebuvo visai lengvas. Į jį teisingai atsakė 77%. Klausimas (K2) buvo pateiktas 196 studentams, o (K1) – 60 studentams (skirtingi testo variantai turėjo skirtingus klausimus). Iš viso pirmąjį diskrečiosios matematikos testą per pirmąjį laikymą sprendė 463 dviejų VGTU fakultetų studentai.

**3.** Dalis testo klausimų yra tipiniai uždaviniai, kurių sprendimai buvo pateikti [3, 5]. Uždavinių pavyzdžiai taip pat buvo žinomi studentams [6]. Vienas šių uždavinių pavyzdys yra toks:

**K3**

Iš 922 studentų prancūzų kalbą studijuoja 374 studentai, rusų – 451, ispanų – 530. 276 studentai studijuoja ir prancūzų, ir rusų kalbą, o 183 – prancūzų ir ispanų. Nė vienos iš šių trijų kalbų nestudijuoja 201 studentas, o 85 studentai studijuoja visas tris šias kalbas.

Kiek studentų studijuoja ir rusų, ir ispanų kalbą?

- ① 260;    ② 77;    ③ 129;    ④ 170;  
 ⑤ 116;    ⑥ 253;    ⑦ 169.

Uždaviniui (K3) spręsti taikoma žinoma [3] įdėties pašalinimo principo formulė

$$|A \cup B \cup C| = |A| + |B| + |C| - |A \cap B| - |A \cap C| - |B \cap C| + |A \cap B \cap C|. \quad (1)$$

Čia  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – studentų studijuojančių atitinkamai prancūzų, rusų ir ispanų kalbas aibės,  $|A|$  – aibės elementų skaičius. Kita reikalinga formulė

$$|U \setminus (\overline{A} \cap \overline{B} \cap \overline{C})| = |A \cup B \cup C|, \quad (2)$$

kai  $U$  – visų studentų, tarp jų ir nestudijuojančių nė vienos iš minėtų kalbų, aibė. Taigi uždavinio sąlygose apibrėžti visi abiejų formulių dydžiai, išskyrus  $|B \cap C|$ , kuri reikia rasti ir  $|A \cup B \cup C|$ , kuris apskaičiuojamas iš antrosios formulės.

Skirtinguose testų variantuose reikėjo rasti kurį nors vieną iš (1) ir (2) formulių dydžių. Taip pat buvo keičiami skaičiai ir kalbų pavadinimai. Uždavinys **K3** buvo pateiktas 149 studentams. Iš jų teisingą atsakymą nurodė 83 (52%). Taigi šio ir kitų tipinių<sup>2</sup> diskrečiosios matematikos uždavinių sprendimų rezultatų analizė rodo, kad nemaža studentų dalis nesugeba jų išspręsti. Viena iš priežasčių gali būti mažas praktinių užsiėmimų skaičius<sup>3</sup>.

**4.** Kiekvienas testo variantas turėjo kelis naujus (t.y. nežinomus studentams klausimus). Nelyginiai testo variantai turėjo tokį dviejų klausimų bloką:

<sup>2</sup>Jų nepateikiame dėl apribojimų straipsnio apimčiai.

<sup>3</sup>Diskrečiosios matematikos kursas VGTU studentams skaitomas Elektronikos fakultete antrame semestre ir Fundamentinių mokslų fakultete šeštame semestre. Užsiėmimų struktūra: 3 savaitinės valandos paskaitų ir 1 – pratybų.

**K4-1**

Kuris ciklų dvejetų rinkinys yra lygus aibės  $\{u, d, n, x, m, s, q, w\}$  ciklų rinkiniui  $\{(w, x, q, s), (u, m, n, d)\}$ ?

$A = \{(u, m, n, d), (s, w, x, q)\}$ ;  $B = \{(x, s, q, w), (u, m, n, d)\}$ .

① abu rinkiniai; ② nė vienas; ●③ A; ④ B.

**K4-2**

Kiek skirtingų ciklų dvejetų rinkinių egzistuoja?

① 6433; ② 274; ③ 511; ●④ 13068; ⑤ 36212; ⑥ 127.

o lyginiai testo variantai – tokį klausimų bloką:

**K5-1**

Kuris aibių rinkinys yra aibės  $\{r, e, w, n, u, c, q, t, h\}$  skaidinys?

$A = \{\{h, r, u, q\}, \{n, w\}, \{t\}, \{c\}\}$ ;

$B = \{\{h, r, u, e, q\}, \{n, w\}, \{t\}, \{c\}\}$ .

① nė vienas; ② abu rinkiniai; ●③ B; ④ A.

**K5-2**

Kiek skirtingų tokio tipo skaidinių egzistuoja?

① 7403; ●② 7770; ③ 723680;

④ 4299; ⑤ 67284; ⑥ 145750.

Nors šių uždavinių teorija nėra sudėtinga ir studentams buvo išdėstyta [3], tokio tipo praktinių uždavinių nebuvo pateikta. Taigi ir atsakymo rezultatai buvo prasti: (K4-1) užduotis pateikta 189 studentams, teisingai atsakė tik 19 (10% visų studentų). (K4-2) – viso atsakė 59, teisingai atsakė 38 (20% visų studentų). (K5) pateikta 194 studentams, iš viso į (K5-1) atsakė 107, teisingai atsakė 91 (47% visų studentų); į (K5-2) viso atsakė 39, teisingai atsakė 32 (16% visų studentų).

5. Testo rezultatų analizė leidžia padaryti kelias išvadas:

- Netikslinga duoti (K1) tipo klausimų, nes turėdami galimybę naudotis užrašais, studentai suranda atsakymą.
- Klausimų (K2) tipo pateikimas yra svarstytinas. Jie galėtų būti sujungti į blokus (panašiai kaip K4-1, K4-2 ir K5-1, K5-2) su klausimais, kur reikia taikyti atitinkamas formules.
- Klausimai (K3) tipo yra efektyvūs studentų žinių tikrinimo įrankis. Svarstytinas yra diskrečiosios matematikos užsiėmimų struktūros pakeitimas: vietoje pratybų vienos savaitinės valandos ir trijų valandų paskaitų galėtų būti 2 + 2 valandos. Tai leistų pagerinti studentų tipinių uždavinių sprendimo įgūdžius.
- Klausimų (K4) ir (K5) analizė rodo, kad daugiau dėmesio turėtų būti skirta kai kurioms diskrečiosios matematikos sąvokoms (šiuo atveju ciklams ir Stirlingo skaičiams).

### Literatūra

1. A. Krylovas, O. Suboč, Diskrečiosios matematikos dėstymas VGTU Elektronikos fakulteto pirmakursiams, *Liet. Matem. Rink.*, **45** (spec. nr.), 266–269 (2005).
2. K. Plukas, E. Mačikėnas, B. Jarašiūnienė, I. Mikuckienė, *Taikomoji diskrečioji matematika: vadovėlis*, Technologija, Kaunas (2001).
3. A. Krylovas, *Diskrečioji matematika*, Technika, Vilnius (2004).

4. F. Mišeikis, *Diskretinės matematikos pradmenys* (mokymo priemonė), VU, Vilnius (1989).
5. A. Krylovas, O. Suboč, *Diskrečiosios matematikos uždavinynas* (mokomoji knyga), Vilnius (2004).
6. <http://inga.vtu.lt/~akrl>.

#### SUMMARY

***A. Krylovas, O. Suboč. Analysis of some problems in test on discrete mathematics***

In this article some problems in test on discrete mathematics are analyzed. Using statistics of students results we present several problems that presence in test could be more or less advisable.

*Keywords:* statistic education research, student achievement, mathematics teaching.