ՀՅԴ 681/3 Ինֆորմատիկա

ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑՈՒՄ ՎԵՐԱՀՍԿՄԱՆ ԵՎ ՈՐԱԿԻ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆ ՄՈԴԵԼԻ ՍՏԵՂԾՈՒՄ

Վազգեն ԱՌՍՏԱՄՅԱՆ

Բանալի բառեր. *ուսանողների գիտելիքների գնահատման և կառավարման մոդել, գիտելիքների որակի վերահսկողության երկաստիճանային վիճակագրական վերլուծություն, գիտելիքների որակի վերահսկողության երկաստիճանային ընթացակարգեր, գիտելիքների որակի գնահատման ցուցանիշներ:*

Ключевые слова: *модель контроля и управления качеством знаний обучающихся, процедура контроля качества знаний методом двухступенчатого статистического анализа, оперативная характеристика двухступенчатой процедуры контроля качества знаний, показатели оценки качества профессиональной подготовки.*

Key words: *the mathematical model of students' knowledge quality control and management, the procedure of two-stage knowledge quality control based on statistical analysis, efficient characteristic.*

В.Арустамян

Создание математической модели управления качеством и контроля в учебном процессе

Приведена математическая модель контроля и управления качеством знаний обучающихся. Рассмотрен пример определения матрицы управляющих воздействий на обучающегося. Приведена процедура контроля качества знаний методом двухступенчатого статистического анализа. Представлена оперативная характеристика двухступенчатой процедуры контроля качества знаний. Приведены показатели оценки качества профессиональной подготовки выпускников вуза.

V.Arustamyan

Mathematical Model of Control and Professional training quality management

The mathematical model of students' knowledge quality control and management is suggested. The definition of a matrix of the operating impacts to student is considered as an example. The procedure of two-stage knowledge quality control based on statistical analysis is proposed. Efficient characteristic of two-stage knowledge control procedure is suggested. The indexes of assessing the quality of training of graduates are proposed.

Տրված է սովորողների գիտելիքների որակի վերահսկման և կառավարման համար անհրաժեշտ մաթեմատիկական մոդել: Սովորողների գիտելիքների վերահսկողության գործողությունների իրականացման համար օգտագործվել է մատրիցա: Գիտելիքների որակի ապահովման համար դիտարկվել է երկաստիճանային վիճակագրական վերլուծություն:

Ներկայացված են գիտելիքների որակի վերահսկողության երկաստիճանային ընթացակարգերը: Տրված են բուհում շրջանավարտների գիտելիքների որակի գնահատման ցուցանիշները:

Գիտելիքների որակի կառավարման և վերահսկողության մատրիցային մոդել

Ուսումնական գործընթացի մաթեմատիկական մոդելի մշակման համար կարևոր գործոն է հանդիսանում տեղեկատվության ներկայացման ձևը [1]: Որակի կառավարման մաթեմատիկական մոդելում օգտագործվում է տեղեկատվության կառուցվածքայնության մատրիցային մոդելը, որի էությունը կայանում է նրանում, որ ուսումնական նյութը ձևավորվում է $n\times$ չափի մատրիցի տեսքով:

$$M_y = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{n1} & m_{n2} & m_{n3} & m_{nk} \end{pmatrix}$$

Որպես այդ մատրիցի էլեմենտներ հանդես են գալիս տեղեկատվական բլոկները, որոնք պարունակում են այն ուսումնասիրվող առարկաները, որոնց հիման վրա կարելի է կազմել փորձնական թեստեր: Փորձնական թեստերը ներկայացվում են հետևյալ մատրիցի տեսքով՝

$$T = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & t_{14} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & t_{24} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n1} & t_{n2} & t_{n3} & t_{nk} \end{pmatrix}$$

Գիտելիքների որակի գնահատման համար օգտագործվող տեխնոլոգիայի հիմքում ընկած է մատրիցի տեսքով տրված իրական գիտելիքը, որի համար որպես էլեմենտ հանդես է գալիս գնահատականը՝ բալերով արտահայտված, որը ստացվել է համապատասխան թեստի կատարման արդյունքում:

$$M_{\text{Çñ³Ï³}}(t)=\begin{pmatrix} Q_{11}(t) & Q_{12}(t) & Q_{13}(t) & Q_{14}(t) \\ Q_{21}(t) & Q_{22}(t) & Q_{23}(t) & Q_{24}(t) \\ . & . & . & . \\ Q_{n1}(t) & Q_{n2}(t) & Q_{n3}(t) & Q_{n4}(t) \end{pmatrix},$$

որտեղ $Q_{ij}(t)$-ն ուսումնական նյութի տեղեկատվական m_{ij} բլոկի գիտելիքի գնահատման որակն է թեստավորման t պահին:

Ուսումնական առարկայի որակի գնահատումը կարելի է իրականացնել միջին գնահատականի համար նախատեսված բանաձևի օգնությամբ.

$$Q_{\text{ÙÇçÇ}}=\frac{1}{N}\sum_{p=1}^{n}\sum_{j=1}^{k}Q_{ij}$$

որտեղ n-ը մատրիցի ուսումնական առարկաների տողերի քանակն է, k-ն՝ մատրիցի սյուների քանակը, իսկ N-ը՝ ուսումնական առարկաների տեղեկատվական բլոկների քանակը:

Ցանկալի որակի գիտելիքների ներքո մենք նկատի կունենանք սահմանված պահանջներին բավարարող գիտելիքները: Պահանջվող որակի գիտելիքները ներկայացնենք մատրիցի տեսքով:

$$M_T=\begin{pmatrix} Q_{11T} & Q_{12T} & Q_{13T} & Q_{14T} \\ Q_{21T} & Q_{22T} & Q_{23T} & Q_{24T} \\ . & . & . & . \\ Q_{n1T} & Q_{n2T} & Q_{n3T} & Q_{nkT} \end{pmatrix}$$

Օրինակ. եթե համալսարանը իր առջև խնդիր է դնում ապահովել առանձին առարկաների լավագույն պատրաստվածություն, ապա այդպիսի որակ ապահովող մատրիցի էլեմենտը պետք է բավարարի հետևյալ պայմանին.

$$Q_{11T} = \ldots = Q_{ijT} = \ldots = Q_{nkT} = 4$$

Գիտելիքի որակի ցանկալի և ընթացիկ (փաստացի) քանակական շեղման չափը կարելի է ներկայացնել հետևյալ մատրիցների տարբերությամբ.

$$\Delta M(t) = M_T - M_{\text{փ}}(t):$$

ΔM(t) մատրիցը կանվանենք թեսթավորման t պահին գիտելիքի շեղման մատրից՝

$$\Delta M(t)=\begin{pmatrix} \Delta Q_{11}(t) & \Delta Q_{12}(t) & \Delta Q_{13}(t) & \Delta Q_{14}(t) \\ \Delta Q_{21}(t) & \Delta Q_{22}(t) & \Delta Q_{23}(t) & \Delta Q_{24}(t) \\ . & . & . & . \\ \Delta Q_{n1}(t) & \Delta Q_{n2}(t) & \Delta Q_{n3}(t) & \Delta Q_{n4}(t) \end{pmatrix}$$

Այս մատրիցի էլեմենտները ստացվում են պահանջվող գնահատականների և իրական գնահատականների տարբերությունից.

$$\Delta Q_{ij}\, t = Q_T - Q_{ij}\,(t):$$

Շեղման մատրիցը կարող է հանդես գալ կառավարման որակի գնահատման ամբողջական ֆունկցիայի դերում, ինչի արդյունքում ուսուցման նպատակը կարելի է ներկայացնել հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\Delta M(t) \to \min, \qquad (1)$$

երբ $t \to t_{\text{թույլատրելի}}$, որտեղ $t_{\text{թույլատրելի}}$-ն ուսումնառության թույլատրելի ժամանակահատվածն է:

(1)-ից երևում է, որ ΔM(t) մատրիցի էլեմենտները ցույց են տալիս գիտելիքների որակի իրական շեղումը պահանջվող արդյունքից:

Մատրիցի էլեմենտների վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս կատարելու հետևյալ եզրահանգումը.

- $\Delta Q_{ij}(t)>0$ պայմանի իրականացումը թույլատրում է ընտրելու այն տեղեկատվական բլոկը, որի արդյունքը չի բավարարում գիտելիքի պահանջվող պայմանին: Այդպիսի եզրահանգման էությունը կայանում է նրանում, որ կարելի է կազմել տեղեկատվական բլոկներ, որի հիման վրա կարելի է

բարձրացնել ուսուցման որակը: Այս նշվածը հիմք կհանդիսանա, որպեսզի ուսանողը հաճախակի կատարի անցած նյութի կրկնություն: Դրա ներգործող ազդեցությունը կարելի է տալ այսպիսի մատրիցի միջոցով

$$U(t)=\begin{pmatrix} U_{11}(t) & U_{12}(t) & U_{13}(t) & U_{14}(t) \\ U_{21}(t) & U_{22}(t) & U_{23}(t) & U_{24}(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_{n1}(t) & U_{n2}(t) & U_{n3}(t) & U_{nk}(t) \end{pmatrix}.$$

և որին կանվանենք կառավարման մատրից: Նշված մատրիցի էլեմենտներն ընդունում են երկու արժեք՝ 0 և 1: $U_{ij}=0$ պայմանին բավարարող էլեմենտները համապատասխանում են այն տեղեկատվական բլոկին, որի ուսուցման որակը բավարարում է ներկայացվող պահանջներին, իսկ $U_{ij}=1$ պայմանին բավարարող էլեմենտները նկարագրում են, որ տվյալ բլոկը չի բավարարում ուսուցման որակին ներկայացվող պահանջներին:

Օրինակ. ուսանողի վրա ներգործող կառավարման մատրիցի որոշումը:

Դիցուք իրական գիտելիքների որակի մատրիցը, որոշված թեստավորման ընթացքում, երբ ժամանակահատվածը t=10 ժամ է, ունի հետևյալ տեսքը.

$$M_{\phi}(10)=\begin{pmatrix} 4 & 3 & 3 & 4 \\ 3 & 4 & 3 & 3 \\ 4 & 3 & 4 & 4 \\ 3 & 5 & 3 & 5 \end{pmatrix}.$$

Ուսումնասիրվող դասընթացին ներկայացվող պահանջները յուրաքանչյուր տեղեկատվական բլոկում պետք է փոքր չլինի 4-ից: Ուսումնասիրվող դասընթացի մատրիցի շեղումը ներկայացվող պահանջներից t=10 ժամի համար կլինի

$$\Delta M(10)=\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix},$$

իսկ կառավարման մատրիցը կունենա

$$U(t)=\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

տեսքը:

Այս մատրիցի այն էլեմենտները, որոնք ունեն $U_{ij}=1$ արժեքը, համապատասխանում են այն տեղեկատվական բլոկին, որտեղ ուսանողների գիտելիքների որակը չի բավարարում ներկայացվող պահանջներին: Այդ պահանջների իրականացման համար ուսանողները պետք է կրկնեն m_{12}, m_{13}, m_{21}, m_{23}, m_{24}, m_{32}, m_{41}, և m_{43} տեղեկատվական բլոկի նյութերը:

Ուսուցման որակի վերահսկողության երկաստիճանային վիճակագրական վերլուծության մեթոդը

Երկաստիճանային վիճակագրական վերլուծության մեթոդով իրականացվում է գիտելիքների որակի ստուգման ընտրված վերահսկողություն [2]: Ընտրված վերահսկողություն հիմքում ընկած է հետևյալ երկու ,,մրցակցող'' ընտրության վիճակագրական խնդիրը.

- H_0 - հիմնական վարկած (ուսանողը ուսումնասիրվող նյութը յուրացրել է բավարարից ոչ ցածր մակարդակով),
- H_1 - մրցակցող վարկած (ուսանողը ուսումնասիրվող նյութը չի յուրացրել);

Ուսանողների գիտելիքների որակի գնահատման համակարգում ուսանողներին առաջարկվում է թեստ ըստ ուսումնական պլանի, իրենց հարցերով ու պատասխաններով: Որպես վերահսկվող պարամետրերի թիվ ընտրվում են սխալ պատասխանները: Գիտելիքների որակի վերահսկողությունն իրականացվում է երկու փուլով: Գիտելիքների որակի վերահսկողության երկփուլային պրոցեդուրան բնութագրվում է հինգ պարամետրով.

$$S=(n_1, n_2, c_1, c_2, c_3),$$

որտեղ՝

- n_1 -ը առաջին փուլում պատահականորեն ընտրված թեստերի հարցերն են,
- n_2 -ը երկրորդ փուլում պատահականորեն ընտրված թեստերի հարցերն են,
- c_1- ը առաջին փուլի սխալ պատասխանների ներքին սահմանային արժեքն է,
- c_2-ը առաջին փուլի սխալ պատասխանների վերին սահմանային արժեքն է,
- c_3-ը երկրորդ փուլի սխալ պատասխանների սահմանային արժեքն է:

c_1, c_2 և c_3 պարամետրերը պետք է բավարարեն հետևյալ հարաբերակցությանը $c_1 < c_2 < c_3$:

Առաջին փուլի անցկացման համար ուսանողին առաջարկվում է n_1 հարցեր, որին նա կարող է տալ d_1 սխալ պատասխաններ:

Եթե $d_1 < c_1$, ապա ընտրվում է գիտելիքների ստուգման դրական պատասխան (H_0 վարկած):

Եթե $d_1 > c_2$, ապա ընտրվում է գիտելիքների ստուգման բացասական պատասխան (H_1 վարկած):

Եթե $c_1 \le d_1 \le c_2$, ապա անց է կացվում երկրորդ փուլ, որտեղ ուսանողին առաջարկվում են n_2 հարցեր, որոնց նա կարող է տալ ամենաշատը d_2 սխալ պատասխան:

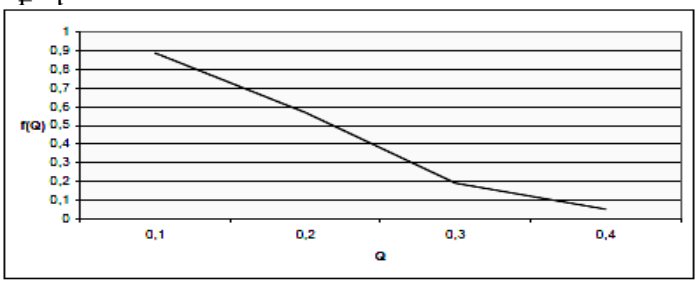
Եթե $d_1 + d_2 < c_1$, ապա ընտրվում է գիտելիքների ստուգման դրական արդյունքը:

Եթե $d_1 + d_2 \ge c_3$, ապա ընտրվում է գիտելիքների ստուգման բացասական արդյունքը: Առաջադրված հարցերի դրական պատասխանների դեպքում ուսանողը ստանում է որոշակի միավորներ (5 բալային համակարգում, 16 բալային համակարգում): Ուսանողների գիտելիքների գնահատման արդյունավետությունը որոշվում է ըստ որակի բնութագրիչի: Գիտելիքների որակի գնահատման օպերատիվ բնութագրիչը, դա ուսանողի դրական արդյունքի կախվածությունն է այն հարցերի մասնաբաժնից, որոնց նա տվել է սխալ պատասխան: Գիտելիքների գնահատման երկաստիճանային գործընթացի ընթացքը ներկայացվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$f(Q) = \sum_{d1=0}^{c_1-1} P_{n1}^{d1}(Q) + \sum_{d1=c1}^{c_2} P_{n1}^{d1}(Q) \cdot \sum_{d2=0}^{c_2-d_1} P_{n2}^{d2}(Q)$$

որտեղ $P_{n1}^{d1}(Q)$-ն այն բանի հավանականությունն է, որ առաջին փուլի n_1-ի հարցերից d_1 հատը ստացել են սխալ պատասխաններ, իսկ $P_{n1}^{d1}(Q)$-ն այն բանի հավանականությունն է, որ երկրորդ փուլի n_2 -ի հարցերից d_2 հատը ստացել է սխալ պատասխաններ:

Գիտելիքների որակի գնահատման երկաստիճանային գործընթացի օպերատիվ բնութագրիչը կարելի տալ հետևյալ տեսքով



Նկար 1. Գիտելիքների որակի գնահատման երկաստիճանային գործընթացի օպերատիվ բնութագրիչը

Ինչպես երևում է, գիտելիքների գնահատման որակի դրական արդյունքի հավանականությունը (H_0 վարկած) մեծանում է ի հաշիվ թեստերի սխալ պատասխանների քչացման: Գիտելիքների գնահատման որակի օպերատիվ բնութագրիչի հիման վրա որոշվում է վերագնահատման և թերագնահատման ռիսկը: Այդպիսի ռիսկերը որակի գնահատման տեսությունն անվանում է պատվիրատուի ռիսկ և մատակարարի ռիսկ: Մատակարարի ռիսկը որոշվում է թեստի թույլատրելի սխալ պատասխանների մասնաբաժնով և նշանակվում է $Q_{թույլ}$-ով: Առաջին և երկրորդ փուլերի սխալների քանակը (d_1 և d_2) կարելի է տալ հետևյալ երկանդամային բաշխումով

$$P_n^d(Q) = C_n^d \cdot Q^d (1-Q)^{n-d},$$

որտեղ $P_n^d(Q)$-ին այն բանի հավանականությունն է, որ n հարցերից ընտրված d հարցերը կլինեն սխալ: Այդ դեպքում օպերատիվ բնութագրիչը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$f(Q) = \sum_{d1=0}^{c1-1} C_{n1}^{d1} Q^{d1} (1-Q)^{n1-d1} + \sum_{d1=c1}^{c2} C_{n1}^{d1} Q^{d1} (1-Q)^{n1-d1} \cdot \sum_{d2=0}^{c2-d1} C_{n2}^{d2} Q^{d2} (1-Q)^{n2-d2}. \quad (2)$$

Նկար 1-ում բերված օպերատիվ բնութագրիչը, համապատասխանում է գիտելիքների գնահատման երկաստիճանային բաշխմանը. S = (10, 10, 2, 3, 5) դեպքում համընկնում է երկանդամային բաշխման սխալ պատասխաններին: Եթե տեղադրենք պարամետրերի արժեքները (2)-ում, ապա կստանանք օպերատիվ բնութագրիչի հետևյալ անալիտիկ տեսքը

$$f(Q)=\sum_{d1=0}^{1} C_{10}^{d1} Q^{d1}(1-Q)^{10-d1}+\sum_{d1=2}^{3} C_{10}^{d1} Q^{d1}(1-Q)^{10-d1}\cdot\sum_{d2=0}^{3-d1} C_{10}^{d2} Q^{d2}(1-Q)^{10-d2}.$$

Ուսման որակի վերահսկման ավտոմատացված տեղեկատվական համակարգը, կառուցված երկաստիճանային պրոցեդուրայի բազայի հիման վրա, թույլատրում է իրականացնելու ուսանողների գիտելիքների ընթացիկ վերահսկողություն, հաստատելու որակի չափանիշներ և վերահսկելու ձեռքբերումները:

Բացի դրանից, համակարգը ուսանողներին թույլատրում է իրականացնելու որակի ինքնավերահսկողություն՝ քննություններին և ստուգարքներին նախապատրաստվելիս:

Գրականություն

1. Исаков С.Л. Математические модели информационного обеспечения систем управления: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2008.
2. Синдлер Ю.Б. Метод двухступенчатого анализа и его приложения в технике. М.: Наука, 1979.

Տեղեկությունների հեղինակի մասին.

Վազգեն Առստամյան – մ.գ.թ.դոցենտ, ԱրՊՀ կիրառական մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի վարիչ
E-mail. varustamyan@rambler.ru

Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական կոլեգիայի անդամ, ֆ.մ. գ.դ., Ա.Մ.Խաչատրյանը: