

ӘОЖ 378.016, 378.147
FTAXP 14.35.09
DOI 10.37238/1680-0761.2022.86(2).86

Ильяшева Г., Мухарский Д., Касенова Б., Жак И., Айдарханова А.*

**Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті,
Көкшетау, Қазақстан**

***Корреспондент-авторы: abokanakan@mail.ru**

E-mail: gulzhamal@inbox.ru, amiddd@rambler.ru, mamabaki@mail.ru,
abokanakan@mail.ru, irina_jc@mail.ru

ЖЕЛІЛІК ЖОСПАРЛАУ ЕСЕБІ НЕГІЗІНДЕ ОҚЫТУШЫЛАР АРАСЫНДА ЭЛЕКТИВТІ ПӘНДЕРДІ БӨЛУДІҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ МОДЕЛІН ЖАСАУ

Аңдатпа. Оқу қызметі жоғары оқу орындарында құрылымы жағынан көп қырлы және күрделі. Мұндай қызметтің негізгі мақсаты – сапа, еңбек нарығындағы сұраныс, ғылым саласындағы әлемдік жетекші мазмұнына сәйкестігі және басқа да көптеген критерийлерге жауап беретін білім беру қызметтерін көрсету. Осы мақсатқа қол жеткізу басты адами ресурс – профессорлық-оқытушылық құрамды тиімді пайдалануға байланысты.

Қазіргі уақытта өндірістегі көптеген процестерді тиімді басқару үшін желілік жоспарлау модельдері қолданылады.

Мақалада желілік жоспарлау есебінің бірі – тағайындау есебі – университеттің оқу процесін басқаруда қолданылуы сипатталған. Әрбір элективті пән бойынша максималды біліктілік пен құзыреттілікке ие оқытушы-кандидаттардың тізімдерін автоматты түрде қалыптастыруға мүмкіндік беретін қолданбалы бағдарламалық өнімді құру. Осы есептің негізінде осы саладағы ең жоғары білікті оқытушыларға элективті пәндерді бөлуді автоматтандыратын бағдарламалық қосымша әзірленді.

Кілт сөздер: білім сапасы; кредиттік жүйе; тағайындау есебі; алгоритм; күрделілік.

Kipicne

2004 жылы бекітілген Қазақстан Республикасында білім беруді дамытудың 2005-2010 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасына сәйкес Қазақстанның жоғары оқу орындарында кредиттік технологияны енгізу қолға алынды. Іске асыру процесі көбінесе сынақ және қателік арқылы әлі де жалғасуда. «АҚШ пен Қазақстандағы кредиттік жүйе» [1] мақаласында автор Қазақстанның кредиттік жүйесінің мәселелерін жеткілікті сипаттаған. Мақаланың жарияланған күнінен, яғни 2011 жылдан бастап біршама ұзақ уақыт өткеніне қарамастан, кейбір мәселелер әлі де шешімін таппаған.

Ең күрделі проблемалар қатарына оқу жүктемесін бөлу процесін тиімсіз басқаруды жатқызуға болады, яғни кез-келген элективті пән тиісті салада аса білікті емес оқытушыға түсуі мүмкін. Бұл проблема кадрлардың жетіспеушілігі және белгілі бір кафедраға пәнді қатаң бекіту сияқты көптеген жағдайлардың салдары болып табылады. Осылайша, сәйкес салада біліктілігі жоғары оқытушыдан бұл пәнді басқа кафедраның оқытушысына бөлу мүмкіндігі алынып тасталады. Мұндай шектеу оқыту сапасының төмендеуіне ықпал ететін болады.

Оқыту сапасы дегеніміз:

- кез-келген пән мазмұнының әлемнің жетекші университеттерінің ұқсас курстарының мазмұнына сәйкестігі;



- осы пән бойынша алынған құзыреттерге еңбек нарығында сұраныс;
- студенттердің оны оқуға деген қызығушылығынан, студенттік басылымдарға, түрлі ғылыми конкурстарға, олимпиадаларға және т. б. қатысуынан көрініс табатын пәнді оқыту сапасы.

Оқыту сапасы жоғарыда аталған белгілерге сәйкес келуі үшін студенттердің білімін оқытушы тарапынан бағалауда және студент тарапынан оқыту сапасын бағалауда субъективизмді болдырмау қажет.

Жұмыстың мақсаты – әрбір элективті пән бойынша максималды біліктілік пен құзыреттілікке ие оқытушы-кандидаттардың тізімдерін автоматты түрде қалыптастыруға мүмкіндік беретін қолданбалы бағдарламалық өнімді құру.

Қойылған зерттеу мақсатына жету үшін келесі міндеттерді орындау қажет:

- топтағы пән бойынша қорытынды бағалар Беллдің стандартты бөлу қисығына қатаң сәйкес келеді: мысалы, "өте жақсы" (А, А-) білім алушылардың тек 20%-ы, "жақсы" - 35-40% және т. б. Профессорлық-оқытушылық құрамның бүкіл ЖОО шеңберінде бағалау түрлері бойынша осы бөлу шекараларын сақтауы өте маңызды аспект болып табылады. Осылайша, негізсіз жоғары (не төмен) қорытынды баға қою мүмкіндігі барынша төмендетіледі, қарсы жағдайда талқылауды талап ететін жағдай туындайды;

- студенттің оқу үшін таңдаған курсы оған қызықты және таңдалған мамандықта сұранысқа ие болуы керек. Оқытылатын пәнді тиісті салада үлкен жұмыс және зерттеу тәжірибесі бар білікті мұғалім оқытуы керек. Аталған шарттарды сақтай отырып, студенттің оқу курсы оқыту сапасын бағалау мүмкіндігінше объективті болады.

Оқытушының біліктілігі мен белгілі бір пән арасындағы сәйкестік оқыту тәжірибесі, ғылыми/академиялық дәрежесінің болуы, тиісті саладағы ғылыми жарияланымдардың және/немесе жобалардың саны, осы курстан өткен студенттердің оқытушыны бағалауы және т. б. сияқты сипаттамалар арқылы бағалануы мүмкін. Аталған сипаттамалар туралы ақпаратты оқытушының өзі толтырады, яғни оқытушы өзі талап ететін пәндер бойынша қажетті нысандарды толтырады. Нәтижесінде әрбір оқытушы үшін жеке алынған пәндер бойынша рейтинг қалыптасады.

Жоғарыда аталған ұсыныстарды тексеру және апробациялау құрастырылған математикалық модель және жазылған программа негізінде жүзеге асырылады. Оқытушылар рейтингісінің деректеріне сүйене отырып, программа автоматты түрде әрбір пән үшін оқытушылардың қажетті санының тізімін жасайды. Мысалы, студенттер контингенті туралы мәліметтер негізінде «Мәліметтер қоры» пәнін жүргізуге 3 оқытушы қажет. Ал бұл пәнге үміткер оқытушылар саны – 5. Программа барлық үміткерлердің рейтингтерін салыстыру нәтижелеріне сүйене отырып, рейтинг балы төмендеу оқытушыларды автоматты түрде "жояды".

Математикалық аппарат ретінде кедергілерді тағайындау есебі пайдаланылады [2], оны шешу үшін Кун-Манкрес алгоритмі ретінде белгілі венгр алгоритмі қолданылады.

Қазіргі уақытта Кун-Манкрес алгоритмі әртүрлі салаларда қолданылады. «Есептеу өнімділігін жақсарту үшін Кун-Манкрес жетілдірілген алгоритмі» мақаласында есептеу өнімділігін параллель жақсарту үшін Кун-Манкрес кеңейтілген алгоритмі ұсынылады [3].

«Венгриялық алгоритмді жылдам блокталған CUDA тарату» мақаласында венгр алгоритмі полиномдық уақыт ішінде сызықтық меншіктеу есебін қалай шешетіні көрсетілген. Бұл алгоритмді GPU/CUDA-да іске асыру ұсынылады. Мұнда алгоритмнің альтернативті жолын іздеу фазасы құрылғының ғаламдық синхронизациясын барынша азайтатындай бірнеше блоктарға бөлінеді [4].

«Ірі ауруханалардың көп салалы амбулаториялық бөлімшесінде дәрігерлер мен медициналық қызметкерлерді жоспарлау міндетіне арналған итерацияланған Венгр алгоритміне негізделген SCA – VNS гибриді метаэвристикасы» мақаласында үлкен ауруханалардың амбулаториялық бөлімшесінде дәрігерлер мен медициналық



қызметкерлердің жұмысын жоспарлау мәселесі қарастырылады. Үлкен аурухананың бірнеше филиалдары бар және әр филиалдың жеке медициналық қызметкерлері бар, ал дәрігерлер ауруханамен байланысты барлық бөлімдерге қызмет көрсетуі керек. Дәрігерлердің тиімділігін арттыру үшін әр дәрігер жұмыс уақытында медициналық қызметкерлермен жабдықталуы керек [5].

Зерттеу материалдары мен әдістері

Тарату есебін шешуге арналған Кун-Манкрестің оңтайландыру алгоритміндегі есептің қойылымы. Бастапқы деректер:

- бүтін екі өлшемді массив $R(m \times n)$ (мұндағы, m – пәндер саны, n – оқытушылар саны), i -ші пән бойынша ($i=1..m$) j -ші оқытушы ($j=1..n$) рейтингінің мәліметтерін сақтау үшін қолданылады, $R_{ij} \geq 0$. Әрбір m пәндері бойынша j -ші оқытушының рейтингі олардың жыл сайынғы арнайы сауалнама нәтижесінде анықталатын параметрлер жиынтығынан (баллынан) тұрады және бұл жағдайда $R_{ij} > 0$. Қарсы жағдайда, егер оқытушы қандай-да бір пәнді оқытуға ниет білдірмесе, онда оның осы пән бойынша рейтингісі нөлге тең болады. Пән бойынша R_{ij} оқытушының рейтингісі оқытушының біліктілігінің оқу пәніне сәйкестігінің көптеген параметрлерінен тұрады, мысалы, студенттердің анонимді сауалнамаларының нәтижелерін бағалау, оқытушының тиісті саладағы ғылыми жұмыстарының нәтижелері және басқа да деректер;

- j -оқытушыға бекітілген ($j=1..n$), $P_j \geq 0$ пәндерді сандық түрде көрсететін $P = (P_1, P_2, \dots, P_n)$ бүтін сандар массиві;

- i -ші пәнді $S_i \geq 0$ ($i=1..m$) оқуға ниет білдірген студенттер контингентіне байланысты m пәндердің әрқайсысы үшін оқытушылардың қажетті санын сақтайтын $S = (S_1, S_2, \dots, S_m)$ бүтін сандар массиві.

Мұғалімдерді пәндер бойынша бөлу алгоритмінің жұмысын тоғыз элективті пән бойынша тізімдерді қалыптастыру мысалында көрсетеміз. Бастапқы деректер Excel жұмыс кітабының кестесінде берілген (1-сурет). Кестеден көріп отырғанымыздай: пәндер саны $m = 9$, оқытушылар саны $n = 8$. **B2:J10** элементтерінің диапазоны $R(9 \times 8)$ массивіне, **J2:J10** диапазоны $S(9)$ массивіне, ал **B10: J10** - $P(8)$ массивіне сәйкес келеді.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Пәндер/оқытушылар	Оқытушы-1	Оқытушы-2	Оқытушы-3	Оқытушы-4	Оқытушы-5	Оқытушы-6	Оқытушы-7	Оқытушы-8	МАХ (оқытушылар саны)
2	Пән 1	4	10	10	10	3	10	10	10	4
3	Пән 2	0	7	6	10	0	0	8	9	1
4	Пән 3	8	6	9	9	4	3	2	10	2
5	Пән 4	8	6	8	9	5	8	5	6	2
6	Пән 5	0	8	9	6	3	4	2	6	2
7	Пән 6	0	10	5	10	5	3	3	10	1
8	Пән 7	10	7	10	4	1	3	10	10	3
9	Пән 8	10	3	0	0	10	0	0	6	1
10	Пән 9	9	2	0	0	10	0	0	7	1
11	МАХ (пәндер саны)	2	3	2	2	2	2	2	2	17
12	Рейтингтің орташа мәні	5,44	6,56	6,33	6,44	4,56	3,44	4,44	8,22	
13										

1-Сурет - Бастапқы деректер

Жоғарыда келтірілген мысалда білім алушылар контингентіне қарай «7-пән» пәнін оқу үшін үш оқытушы қажет. Бұл **J8** ұяшығында көрінеді, оның мазмұны **3**-ке тең (массив элементі $S[7]=3$). Суреттен осы пән бойынша нөлдік емес рейтингі бар сегіз оқытушы-үміткер бар екенін көруге болады.



Суреттегі кестенің 11-ші жолында әр оқытушы үшін қажетті пәндер саны көрсетілген. Мысалы, Оқытушы-4 тек 2 пәнді жүргізуі керек, ол **E11** ұяшығында көрсетілген, мәні 2-ге тең (массив элементі $P[4]=2$).

Жасалған бағдарламалық өнімнің негізгі міндеті n мұғалім арасында барлық m пәндерді бөлу болып табылады. Оқытушыға пәнді бөлудің негізгі шарты – берілген пән бойынша мүмкін болатын ең жоғары рейтингтік балл.

Әзірленген бағдарламалық өнімнің негізгі міндеті барлық m пәндерін n оқытушыларына тарату болып табылады. Оқытушыға пәнді бөлудің басты шарты - осы пән бойынша рейтингісі ең жоғары балл болып табылады.

$X(m \times n)$ қосымша матрицасын келесідей қасиетімен енгізейік:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{егер } j\text{-ші оқытушы } i\text{-ші пәнді өткізетін болса;} \\ 0, & \text{егер } j\text{-ші оқытушы } i\text{-ші пәнге еш қатысы жоқ болса} \end{cases}$$

және қосымша шарттар:

$$\mathop{\text{a}}\limits_{i=1}^m x_{ij} \in S_j, j = 1..n, \quad (1)$$

$$\mathop{\text{a}}\limits_{j=1}^n x_{ij} \in P_i, i = 1..m, \quad (2)$$

(1) шарт j -ші оқытушыға бөлінетін пәндердің нақты санын көрсетеді;

(2) шарт жоспарланған оқытушылар санымен i -ші пәннің қамтамасыз етілуін көрсетеді.

Қосымша X матрицасын енгізу (1) және (2) шарттарының орындалуын қамтамасыз етеді. Осылайша, X матрицасын ескере отырып, есептің шешімін келесідей тұжырымдауға болады:

Көптеген мүмкін болатын X матрицалар арасынан (1), (2) шарттарын орындау кезінде қосындыны максимум ететіндей матрицаны табу керек:

$$L = \mathop{\text{a}}\limits_{i=1}^m \mathop{\text{a}}\limits_{j=1}^n x_{ij} R_{ij} \text{ ® max} \quad (3)$$

Біздің есепті классикалық есепке түрлендіру үшін міндетті шартты енгіземіз:

$$m = n = K, \quad (4)$$

мұндағы $K = \max(m, n)$.

Практикада көп жағдайда $m > n$ (пәндер саны оқытушылар санынан артық), сондықтан, X матрицасын нөлдік бағаналармен толықтырып, n -ді m -ге дейін арттырамыз. Қарсы жағдайда, яғни $m < n$ болса, нөлдік жолдар қосуға тура келеді.

Квадрат матрицаның кез келген өлшемінде алгоритм күрделілігі $O(K^3)$ [6]. Біздің жағдайда цикл $\max(S_j)$ рет орындалатын болады және егер $\max(S_j) = w$ деп жазсақ,



онда алгоритм күрделілігі $O(wK^3)$ болады. Алгоритмді бағалау кезінде тұрақты көбейткіш ескерілмегендіктен, біздің алгоритмнің күрделілігі $O(K^3)$ болады.

Циклдің әрбір итерациясынан кейін алгоритммен таңдалған R_{ij} мәндері нөлге теңестіріліп, ал S_i, P_j сәйкес мәндері бірге азаяды. Осы кезде сәйкес орында j -ші оқытушы тұратын i -ші пән бойынша рейтингтік тізім қалыптаса бастайды. Есептің шешімі S массиві нөлге тең болғанда тоқтайды.

Зерттеу нәтижелері

Программаның орындалу нәтижесі 2-суретте көрсетілген кесте болады. Нәтижесінде «Пән3» пәні сегіз оқытушының екеуіне бөлінген, ал тізімдегі бірінші оқытушының осы пән бойынша рейтингісі келесіге қарағанда жоғары.

Программамен таңдалған оқытушылар рейтингтері бірдей болған жағдайда (мысалы, «Пән7» бойынша таңдалған үш оқытушының да рейтингтері 10-ға тең (1-суретті қараңыз)), оқытушылар тізімі келесі түрде қалыптасады: барлық пәндер бойынша жалпы рейтингтің орташа мәні жоғары болатын оқытушы бірінші орында тұрады («Орташа рейтингтік мән», 1-сурет). Сонымен, «Пән7» пәні бойынша бірінші орында **Оқытушы8** (орташа рейтинг – 8,22), екінші орында – **Оқытушы3** (6,33) және үшінші орында – **Оқытушы7** (4,44) (1-суретті қараңыз).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Пәндер/рейтинг						Барлығы (оқытушылар саны)
2	Пән 1	Оқытушы-2	Оқытушы-4	Оқытушы-7	Оқытушы-6		4
3	Пән 2	Оқытушы-4					1
4	Пән 3	Оқытушы-8	Оқытушы-5				2
5	Пән 4	Оқытушы-10	Оқытушы-6				2
6	Пән 5	Оқытушы-3	Оқытушы-2				2
7	Пән 6	Оқытушы-2					1
8	Пән 7	Оқытушы-8	Оқытушы-3	Оқытушы-6			3
9	Пән 8	Оқытушы-10					1
10	Пән 9	Оқытушы-5					1
11							

2-Сурет - Программа нәтижесі

Қорытынды

Бұл программа тиімді болуы үшін пәндер бойынша оқытушылардың рейтингтерін көрсететін $R(m,n)$ матрицасынан сандарды қалыптастыруға жеткілікті уақыт бөлу өте маңызды ($B2:110$ диапазоны, 1-сурет).

Осы рейтингтерді қалыптастыру әдістемесі студенттердің, түлектердің, жұмыс берушілердің және белгілі бір пәнді жүргізгісі келетін оқытушының сауалнамасын (пікірлерін) құрастыру және өңдеуден тұратын жеке күрделі және жауапты есеп болып табылады. Осы мәліметтерді (сауалнамалар, пікірлер) өңдеу нәтижелерінің жалпы мәнін осы пән бойынша оқытушының рейтингісі ретінде алуға болады. Оқытушының ешбір пәнге қатысы болмаса немесе оны оқытқысы келмесе, рейтинг нөлге тең болады. Сауалнамадағы әрбір сұраққа жауап белгілі бір диапазондағы сандық мән ретінде көрсетілуі керек, және мұнда әрбір сұрақ үшін сандар диапазоны әртүрлі болуы мүмкін.

Осылайша, құрылған қосымшаны пайдалану студенттің ең білікті кадрлар арасынан оқытушыларды таңдау мүмкіндігіне ие болуына ықпал етеді. Бұл білім сапасының тиімді және объективті жақсаруына әкелетіні сөзсіз.

ӘДЕБИЕТ

[1] Сабитов Ж. Кредитная система в США и Казахстане. // Наука и образование Казахстана. - 2011. -№3. - С.34-37



[2] Филлипс Д., Гарсиа-Диас А. Методы анализа сетей. Пер. с англ. - М. Мир, 1984. - 496 с.

[3] Nivethitha S.U., Shanthi P. An enhanced Kuhn Munkres algorithm for improving computational performance. // International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), Volume 6. -2018. - URL: www.ijraset.com (дата обращения: 15.06.2020).

[4] Lopes P.A., Yadav S.S., Ilic A., Patra S.K. Fast block distributed CUDA implementation of the Hungarian algorithm Journal of Parallel and Distributed Computing.// Volume 130. -2019. - P.50-62. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2019.03>. (дата обращения: 20.06.2020).

[5] Lan S., Fanab W., Liuc T., Yangab S. A hybrid SCA–VNS meta-heuristic based on Iterated Hungarian algorithm for physicians and medical staff scheduling problem in outpatient department of large hospitals with multiple branches.//Applied Soft Computing, Volume 85. - 2019. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105813> (дата обращения: 20.06.2020).

[6] Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных. Пер. с англ. 2-е изд., испр. - СПб.: Невский диалект, 2001. - 352 с.

REFERENCES

[1] Sabitov, Zh. (2011). Kreditnaya sistema v SSHA i Kazahstane [Credit system in the USA and Kazakhstan], *Nauka i obrazovanie Kazahstana - Science and education of Kazakhstan*, 3,34-37 [in Russian].

[2] Fillips, D., Garsia-Dias, A. (1984). *Metody analiza setej [Methods of network analysis]*. Trans.from English, M. Mir [in Russian].

[3] Nivethitha, S.U., Shanthi, P. (2018). An enhanced Kuhn Munkres algorithm for improving computational performance. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, Vol. 6. Retrieved from www.ijraset.com (Accessed: 15.06.2020). [in English].

[4] Lopes, P.A., Yadav, S.S., Ilic A., Patra S.K. (2019). Fast block distributed CUDA implementation of the Hungarian algorithm *Journal of Parallel and Distributed Computing*. Vol. 130, 50-62. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2019.03>. (Accessed: 20.06.2020) [in English].

[5] Lan, S., Fanab, W., Liuc, T., Yangab, S. (2019). A hybrid SCA–VNS meta-heuristic based on Iterated Hungarian algorithm for physicians and medical staff scheduling problem in outpatient department of large hospitals with multiple branches. *Applied Soft Computing*, Vol. 85. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105813> (Accessed: 20.06.2020) [in English].

[6] Virt, N. (2001). *Algoritmy i struktury dannyh [Algorithms and data structures]*. Trans.from English. *ISPR. SPb.: Nevskij dialekt - Nevsky dialect*. [in Russian].

Ильяшева Г.И., Мухарский Д.В., Касенова Б.Р., Жак И.Н., А. Айдарханова А.К. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТИВНЫХ ДИСЦИПЛИН МЕЖДУ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМИ НА ОСНОВЕ ЗАДАЧИ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Аннотация. Образовательная деятельность ВУЗа многогранна и сложна по своей структуре. Основной целью такой деятельности является предоставление образовательных услуг, отвечающих многим критериям, таким как качество, востребованность на рынке труда, соответствие содержания ведущим мировым лидерам в данной области науки и многим другим. Достижение этой цели зависит от эффективного использования главного человеческого ресурса - профессорско-преподавательского состава.

В настоящее время для эффективной работы по управлению многими процессами на производстве используются сетевые модели планирования.

Данная статья описывает применение одной из задач сетевого планирования - задачи о назначении - в управлении учебным процессом ВУЗа. На основе данной задачи



разработано программное приложение, автоматизирующее распределение элективных дисциплин самым высококвалифицированным в данной области преподавателям.

Ключевые слова: качество обучения; кредитная система; задача о назначении; алгоритм; сложность.

**Pyasheva Gulzhamal, Mukharsky Dmitry, Kassenova Bakhyt, Zhak Irina,
Aidarkhanova Ainash**

**APPLICATION OF NETWORK PLANNING TASKS IN THE EDUCATIONAL
ACTIVITIES OF THE HIGHER EDUCATION**

Annotation. The educational activity of the university is multifaceted and complex in structure. The main purpose of such activities is to provide educational services that meet many criteria, such as quality, demand in the labor market, compliance of the content with the world's leading representatives in this field of science and many others. Achieving this goal depends on the effective use of the main human resource - the teaching staff.

Currently, network planning models are used to effectively manage many processes in production.

This article describes the application of one of the tasks of network planning - the task of assignment - in the management of the educational process of the university. Based on this task, a software application has been developed. It automates the distribution of elective disciplines to the most highly qualified teachers in the particular field.

Keywords: quality of education; credit system; assignment problem; algorithm; complexity.