
ԻՆՔՆԱԹԻՈՆԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼ ՀԱՏԿԱՑՈՒՄՆԵՐԻ ՄՈԴԵԼԸ

ՆԱԼԶԱԶՅԱՆ Թ.Ա., ԱՂԱԶԱՆՅԱՆ Լ.Հ., ՄՆԱՑԱԿԱՆՅԱՆ Ն.Գ.

Ավիաընկերությունների համար առաջնային խնդիր է գործունեության արդյունավետության բարձրացումը: Այդ նպատակով նրանք փնտրում են ինքնաթիռների օպտիմալ շահագործման տարբերակներ: Ինքնաթիռների օպտիմալ շահագործումը թույլ է տալիս նշանակալիորեն կրճատել ավիաընկերության ծախսերը՝ բարձրացնելով նրա գործունեության կարևորագույն ցուցանիշը՝ շահույթը:

Հիմնահարցը գիտնականների ուշադրության կենտրոնում է: Նրանք խնդրի լուծման համար ներկայացրել են ինչպես տեսական առաջարկներ¹, այնպես էլ մշակել են ինքնաթիռների շահագործման գործընթացն օպտիմալացնող մոդելներ²:

Ստորև դիտարկում ենք ավիավառելիքի սահմանային ծախսը՝ նկատի առնելով դրա արդյունավետության չափանիշը: Դա պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ ավիաընկերության ծախսերի մեջ հիմնականը ավիավառելիքի վրա կատարվողներն են: Դրանք կազմում են ընդհանուր ծախսերի շուրջ 30-40%-ը³: Չվերթներին ինքնաթիռները կցելու լավագույն տարբերակը կարող է ապահովել ավիավառելիքի հետ կապված ծախսերի զգալի տնտեսումներ:

Ինքնաթիռների օպտիմալ հատկացումների առաջարկվող մոդելն ապահովում է այդ լավագույն տարբերակը: Այն հնարավորություն է տալիս պարզելու, թե առկա ինքնաթիռներից որն է առավել նպատակահարմար կցելու յուրաքանչյուր չվերթին, որպեսզի ավիավառելիքի ծախսը լինի նվազագույնը:

Այդ նպատակով անհրաժեշտ է կառուցել ավիաընկերության արդյունավետության A_{ij} մատրիցը, որը ներկայացնում է հնարավորությունների, ծանրաբեռնվածության, հեռավորությունների և վառելիքի սահմանային ծախսի մատրիցների արտադրյալը.

$$A_{ij}=a_{ij} * M_{ij} * r_{ij} * c_{ij} \quad (1),$$

$i=1,2...n$; $j=1,2...m$, որտեղ a_{ij} -ն ավիաընկերության հնարավորությունների մատրիցն է, M_{ij} -ը՝ ավիաընկերության չվերթների ծանրաբեռնվածության մատրիցը, r_{ij} -ը՝ չվերթների հեռավորությունների մատրիցը, c_{ij} -ն՝ վառելիքի սահմանային ծախսերի մատրիցը: Այդ մոդելը թույլ է տալիս շաբաթվա յուրաքանչյուր օրվա համար կառուցված արդյունավետության մատրիցներում ընտրել վառելիքի նվազագույն

¹ Каракуц М. А. Проблемы оптимизации маршрутной сети и парка воздушных судов как специфической задачи стратегического управления деятельностью авиакомпании (Научный вестник МГТУ ГА, 2015, № 214). Припадчев А. Д. Определение оптимального парка воздушных судов, М., 2009.

² Петрунин С. В. Методология управления использованием воздушных судов в российских авиакомпаниях, М., 2009.

³ Припадчев А. Д., նշվ. աշխ., էջ 15:

սահմանային ծախսով ինքնաթիռը. դա կարող է ապահովել ավիավառելիքի հետ կապված ծախսերի զգալի տնտեսումներ:

Մոդելի մշակման համար անհրաժեշտ տվյալներն են ավիաընկերության չվերթները՝ նշանակման կետերը, դրանց հեռավորությունը մեկնելու կետից, չվերթների իրականացման օրերը, ավիաընկերության կողմից շահագործվող ինքնաթիռների տեխնիկական բնութագրերը՝ նստատեղերի առավելագույն քանակը (m_{max}), թռիչքի երկարությունը, վառելիքի սահմանային ծախսը (գրամ/ուղևորկմ):

Հաշվի առնելով ուղղությունների հեռավորությունը մեկնելու կետից և առկա ինքնաթիռների թռիչքի երկարությունը՝ յուրաքանչյուր ինքնաթիռի համար կազմվում է տվյալ ուղղությամբ չվերթ իրականացնելու հնարավորության մատրիցը (a_{ij}) (աղ. 1), որտեղ նշված «1»-ը վկայում է տվյալ ինքնաթիռով դեպի տվյալ քաղաք չվերթ իրականացնելու հնարավորության մասին, այսինքն՝ տվյալ քաղաքի հեռավորությունը մեկնելու կետից փոքր է կամ հավասար տվյալ ինքնաթիռի թռիչքի երկարությանը, իսկ «0»-ն՝ այն մասին, որ տվյալ քաղաքի հեռավորությունը մեկնելու կետից ավելի մեծ է քան տվյալ ինքնաթիռի թռիչքի երկարությունը, այսինքն՝ այդ ինքնաթիռով տվյալ քաղաք փոխադրումն իրականացնելն անհնար է:

Աղյուսակ 1

Ավիաընկերության հնարավորությունների մատրից

	Նշանակման կետ I	Նշանակման կետ II	Նշանակման կետ III
Ինքնաթիռ I	1	1	0
Ինքնաթիռ II	0	1	1
Ինքնաթիռ III	0	1	0

Սակայն, երբ հաշվի ենք առնում դեպի տրված քաղաքներ չվերթներ իրականացնելու օրերը, անհրաժեշտություն է առաջանում շաբաթվա յուրաքանչյուր օրվա համար կառուցել հնարավորությունների մատրից: Օրինակ, երկուշաբթի օրվա համար հնարավորությունների մատրիցը կարող է ունենալ աղյուսակ 2-ում բերված տեսքը, որը ցույց է տալիս, որ առկա երեք ինքնաթիռներից ոչ մեկը երկուշաբթի օրը չի կարող մեկնել 2-րդ նշանակման կետ: Նշենք, որ բոլոր քննարկվող մատրիցների ($n \times m$) չափողականությունները հավասար են, ընդ որում, n -ն ավիաընկերության ինքնաթիռների քանակն է, իսկ m -ը՝ նշանակման կետերի թիվը, այսինքն՝ այն քաղաքների թիվը, ուր իրականացավում են չվերթները:

Ավիաընկերության հնարավորությունների մատրիցը երկուշաբթի օրվա համար

	Նշանակման կետ I	Նշանակման կետ II	Նշանակման կետ III
Ինքնաթիռ I	1		0
Ինքնաթիռ II	0		1
Ինքնաթիռ III	0		0

Հնարավորությունների մատրիցում նշված «1»-ը վկայում է այն մասին, որ երկուշաբթի օրը չվացուցակով նախատեսված են չվերթներ դեպի 1-ին և 3-րդ նշանակման կետեր, որոնք հնարավոր է իրականացնել տվյալ ինքնաթիռով, «0»-ն ցույց է տալիս, որ տվյալ ուղղությամբ չվերթը հնարավոր չէ իրականացնել այդ ինքնաթիռով, իսկ դատարկ վանդակները խոսում են այն մասին, որ երկուշաբթի օրը դեպի 2-րդ նշանակման կետ չվերթ նախատեսված չէ:

Չվերթների ծանրաբեռնվածության M_{ij} ($0 \leq M_{ij} \leq 1$) մատրիցի տարրերը հաշվարկվում են տվյալ չվերթի համար վաճառված ավիատոմսերի m_{ij} քանակը բաժանելով ինքնաթիռի նստատեղերի առավելագույն քանակի վրա (m_{max}):

Հաշվի առնելով քաղաքների հեռավորությունը մեկնելու կետից և ավիաընկերությունում առկա ինքնաթիռների վառելիքի սահմանային ծախսը՝ կառուցվում են հեռավորությունների և վառելիքի սահմանային ծախսի հաստատուն մատրիցները (r_{ij} և c_{ij}), այսինքն՝ դրանց տարրերը ժամանակի ընթացքում չեն փոխվում, մինչդեռ նախորդ մատրիցների տարրերը ամեն օր փոփոխվում են:

Հնարավորությունների, ծանրաբեռնվածության, հեռավորությունների և վառելիքի սահմանային ծախսի մատրիցների արտադրյալի հիման վրա կառուցում են արդյունավետության մատրիցները (A_{ij}) շաբաթվա յուրաքանչյուր օրվա համար:

Չվերթներին ինքնաթիռների օպտիմալ կցումը ապահովելու նպատակով անհրաժեշտ է շաբաթվա յուրաքանչյուր օրվա համար կառուցված արդյունավետության մատրիցներում ընտրել վառելիքի նվազագույն սահմանային ծախս ապահովող ինքնաթիռը:

Եթե մի քանի չվերթների համար վառելիքի նվազագույն սահմանային ծախս է ապահովում միևնույն ինքնաթիռը, ապա անհրաժեշտ է հաշվի առնել նաև տվյալ չվերթների չվացուցակը (վերթի ռու վայրէջքի ժամերը) և հնարավորության դեպքում տվյալ ինքնաթիռով իրականացնել երկու չվերթ: Որպես օրինակ՝ մշակվել է ինքնաթիռների օպտիմալ հատկացումների տեղեկատվական մոդել հետազոտության պահին Հայաստանի Հանրապետությունում գործունեություն իրականացնող «Արմենիա» ավիաընկերության համար: Մոդելի մշակմանն անհրաժեշտ պայմանական տվյալները ներկայացված են № 3 և № 4 աղյուսակներում:

Աղյուսակ 3

«Արմենիա» ավիաընկերության պլանավորվող չվացուցակը⁴

№	Ուղղությունը	Հեռավորություն ը Երևանից (կմ) (r_{ij})	Չվերթի հրականացման օրը
1	Մոսկվա	1804	I, II, III, IV, V, VI, VII
2	Սոչի	549	II, VII
3	Ռոստով	1927	V
4	Միներալնիե Վոդի	462	IV, VII
5	Սամարա	1509	III
6	Թել Ավիվ	1256	IV
7	Մինսկ	1986	I, III
8	Կիև	1578	VI
9	Թեհրան	785	V
10	Դուբայ	1935	II, VII
11	Լոնդոն	3623	VI
12	Լաոնակա	1124	IV
13	Պրահա	2587	I, V
14	Բարսելոն	3542	VII

Աղյուսակ 4

**«Արմենիա» ավիաընկերությունում առկա ինքնաթիռների տեխնիկական
բնութագրերը⁵**

Ինքնաթիռի տիպը	Նստատեղերի առավելագույն քանակը (m_{max})	Թռիչքի երկարությունը (կմ)	Վառելիքի սահմանային ծախսը (գրամ/ուղևոր-կմ)
CRJ-200	50	2500	11.6
B-737-500	108	3400	25.5
B-737-700	146	6040	28.3
B-737-800	160	5400	32.2

⁴ Չվացուցակի տվյալները տե՛ս <http://www.arminfo.am/index.-cfm?objectid=EEE4E140-F02D-11E5-99870EB7C0D21663>

⁵ Ինքնաթիռների տեխնիկական բնութագրերը տե՛ս <http://www.airlines-inform.ru/commercial-aircraft/>

«Արմենիա» ավիաընկերությունում առկա 4 ինքնաթիռներով չվերթ իրականացնելու հնարավորության մատրիցը (a_{ij}) ներկայացված է № 5 աղյուսակում:

Աղյուսակ 5

«Արմենիա» ավիաընկերության հնարավորությունների մատրիցը

Ինքնաթիռ	Քաղաքներ														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	CRJ-200	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0
	B-737-500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0
	B-737-700	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	B-737-800	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

«Արմենիա» ավիաընկերության հնարավորությունների մատրիցը երկուշաբթի օրվա համար կունենա հետևյալ տեսքը (աղ. 6).

Աղյուսակ 6

Ինքնաթիռ	Քաղաքներ														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	CRJ-200	1						1						0	
	B-737-500	1						1						1	
	B-737-700	1						1						1	
	B-737-800	1						1						1	

Այս մատրիցում նշված «1»-ը վկայում է այն մասին, որ երկուշաբթի օրը չվացուցակով նախատեսված են չվերթներ դեպի նշանակման կետեր (1), (7) և (13), որոնք հնարավոր է իրականացնել բոլոր ինքնաթիռներով, միայն Պրահա ուղղությամբ չվերթը հնարավոր չէ իրականացնել CRJ-200 ինքնաթիռով (աղ. 5):

Չվերթների ծանրաբեռնվածության մատրիցը հաշվարկելու համար անհրաժեշտ տվյալները (վաճառված ավիատոմսերի պայմանական քանակը) ներկայացված են № 7 աղյուսակում:

Աղյուսակ 7

Վաճառված ավիատոմսերի քանակը (թվերը պայմանական են. լրացվում են թռիչքից 24-36 ժամ առաջ)

№	Ուղղություն	Վաճառված ավիատոմսերի քանակ (m_{ij})
1	Մոսկվա	142
2	Մոսկի	120

3	Ռոստով	85
4	Միներալնիե Վոդի	102
5	Սամարա	90
6	Թել Ավիվ	47
7	Մինսկ	50
8	Կիև	106
9	Թեհրան	43
10	Դուբայ	125
11	Լոնդոն	92
12	Լառնակա	133
13	Պրահա	78
14	Բարսելոն	132

Հաշվի առնելով վերոնշյալ տվյալները՝ չվերթի ծանրաբեռնվածության մատրիցը կունենա հետևյալ տեսքը (աղ. 8):

Աղյուսակ 8

Չվերթների ծանրաբեռնվածության մատրից (M_{ij} , թվերը պայմանական են. $0 \leq M_{ij} \leq 1$)

Բնօրինակ	Քաղաքներ													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CRJ-200						0.9	1		0.8					
B-737-500			0.7	0.9	0.8	0.4	0.4	0.9	0.4				0.7	
B-737-700	0.9	0.8	0.5	0.7	0.6	0.3	0.3	0.7	0.3	0.8	0.6	0.9	0.5	0.9
B-737-800	0.8	0.7	0.5	0.6	0.5	0.2	0.3	0.6	0.2	0.7	0.5	0.8	0.4	0.8

Այս մատրիցում չլրացված վանդակները վկայում են այն մասին, որ տվյալ քաղաքի հեռավորությունը Երևանից ավելի մեծ է քան տվյալ ինքնաթիռի թռիչքի երկարությունը, կամ չվերթի համար վաճառված ավիատոմսերի քանակը մեծ է ինքնաթիռի նստատեղերի առավելագույն քանակից:

Հաշվի առնելով քաղաքների հեռավորությունը Երևանից և ավիաընկերությունում առկա ինքնաթիռների վառելիքի սահմանային ծախսը՝ կառուցենք հեռավորությունների և վառելիքի սահմանային ծախսի հաստատուն մատրիցները:

Աղյուսակ 9

Հեռավորությունների մատրից (r_{ij} , կմ)

Բնօրինակ	Քաղաքներ													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CRJ-200	1804	549	1927	462	1509	1256	1986	1578	785	1935	3623	1124	2587	3542
B-737-500	1804	549	1927	462	1509	1256	1986	1578	785	1935	3623	1124	2587	3542
B-737-700	1804	549	1927	462	1509	1256	1986	1578	785	1935	3623	1124	2587	3542
B-737-800	1804	549	1927	462	1509	1256	1986	1578	785	1935	3623	1124	2587	3542

Աղյուսակ 10

Վառելիքի սահմանային ծախսի մատրից (ս, գրամ/ուղևոր-կմ)

Բնթաթիւ	Քաղաքներ													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CRJ-200	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6		11.6		
B-737-500	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5	25.5		25.5	25.5	
B-737-700	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3	28.3
B-737-800	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2

Այս մատրիցում չլրացված վանդակները ցույց են տալիս, որ տվյալ քաղաքի հեռավորությունը Երևանից ավելի մեծ է քան տվյալ ինքնաթիռի թռիչքի երկարությունը, այսինքն՝ այդ ինքնաթիռով դեպի տվյալ քաղաք փոխադրումն իրականացնելն անհնար է:

Հնարավորությունների, ծանրաբեռնվածության, հեռավորությունների և վառելիքի սահմանային ծախսի մատրիցների արտադրյալի հիման վրա (1) բանաձևով կառուցվում են «Արմենիա» ավիաընկերության արդյունավետության մատրիցները (A_{ij}) շաբաթվա յուրաքանչյուր օրվա համար: Օրինակ՝ երկուշաբթի օրվա համար այդ մատրիցը կունենա աղյուսակ 11-ում բերված տեսքը, որտեղ ինքնաթիռների օպտիմալ կցումներն ընդգծված են:

Աղյուսակ 11

**«Արմենիա» ավիաընկերության արդյունավետության մատրիցը
երկուշաբթի օրվա համար (կգ/ուղևոր)**

Բնթաթիւ	Քաղաքներ													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CRJ-200							23.04							
B-737-500							23.3						47.5	
B-737-700	49.5						19.1						38.8	
B-737-800	51.7						19.82						40.8	

Այսինքն՝ դիտարկվող երկուշաբթի օրը CRJ-200 մականիշի ինքնաթիռը պետք է հասկացնել 7-րդ չվերթին (Մինսկ), B-737-700 մականիշի ինքնաթիռը՝ Մոսկվա մեկնող առաջին չվերթին, B-737-800 մականիշի ինքնաթիռը՝ 13-րդ չվերթին (Պրահա), իսկ B-737-500 մականիշի ինքնաթիռն այդ օրը որևէ չվերթ չի իրականացնի:

Ինքնաթիռների ոչ օպտիմալ շահագործումը, ինչպես նաև դրանց երկարատև կանգառները բնորոշ են գրեթե բոլոր ավիաընկերություններին: Այդ խնդիրը խոչընդոտում է ավիաընկերությունների բարեհաջող գործունեությունը և հետագա զարգացումը⁶:

⁶ Петрунин С. В., նշվ. աշխ., էջ 3:

Այսպիսով, առաջարկվող տեղեկատվական մոդելը գործնականում հնարավոր է կիրառել ցանկացած երկրում, ցանկացած ավիաընկերության համար: Անհրաժեշտ մատրիցներն ունենալու դեպքում նախատեսված օպտիմալ հատկացումների խնդրի լուծումը կարելի է ավտոմատացնել: Այս սկզբունքի և մոդելի կիրառումը ձեռնտու կլինի առավել հզոր ավիաընկերություններին, քանի որ $(n \times m)$ չափողականությամբ մեծ մատրիցների դեպքում թռիչքներից մի քանի ժամ առաջ պահանջվող հաշվարկների ծավալը կլինի չափազանց մեծ, ինչը հնարավոր է իրականացնել միայն ժամանակակից տեղեկատվական տեխնոլոգիաների միջոցով:

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

НАЛЧАДЖЯН Т.А., АГАДЖАНЫАН Л.Г., МНАЦАКАНЯН Н.Г.

Резюме

Оптимальное использование воздушных судов позволяет существенно сократить расходы авиакомпании и, как следствие, повысить важнейший показатель производственно-финансовой деятельности – прибыль. Предлагаемая модель оптимальной расстановки воздушных судов обеспечивает лучший вариант прикрепления воздушных судов к рейсам. Данная модель позволяет из матриц эффективности, построенных для каждого дня недели, выбрать воздушное судно, у которого удельный расход авиатоплива минимальный, и тем самым обеспечить значительную экономию расходов на авиатопливо.

THE MODEL OF AIRCRAFT OPTIMAL ALIGNMENT

T. NALCHAJYAN, L. AGHAJANYAN, N. MNATSAKANYAN

Abstract

The aircrafts' optimal using can significantly reduce airline costs and as a result improve key indicator of production and financial activities-profit. The proposed model of aircraft optimal alignment provides the best option of the aircrafts' attachments to the flights. This model allows to select from each day of the week designed matrix the aircraft, which specific fuel consumption is minimum, thereby significant saving of costs for aviation fuel is provided.