

Խ.Ա. ՇԱՀԲԱԶՅԱՆ, Զ.Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

**ՍԵՓԱԿԱՆ ԿԱՐԻՔՆԵՐԻ ԲԱՎԱՐԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ՆԱԽԱՏԵՍՎԱԾ
ԱՐՏԱԴՐՈՂ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՄՈԴԵԼԸ**

Դիտարկվել են էլեկտրաէներգետիկական համակարգում փոքր հզորությամբ արտադրող-սպառողների օպտիմալ աշխատանքի մոդելները, մշակվել է փոքր հզորությամբ արտադրողների աշխատանքի լավարկման մեթոդիկա:

Առանցքային բաներ. էլեկտրական էներգիա, էլեկտրակայան, մենաշնորհ, բեռնվածք:

Աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել արդյունաբերական ձեռնարկությունների սեփական կարիքների բավարարման նպատակով նախատեսված կայանների աշխատանքային մոդելը, որի համար ներկայացվել է նշված կայանների աշխատանքի լավարկման մեթոդիկա, և իրականացվել է տնտեսապես շահավետ տարբերակով սպառման բավարարման նպատակով կայանի աշխատանքային ռեժիմների լավարկման հաշվարկ:

Էլեկտրաէներգետիկական շուկայի ազատականացման գործընթացում կարևոր նշանակություն ունեն վերականգնվող էներգետիկ աղբյուրներն օգտագործող արտադրողները (ՎԷԱ) և փոքր հզորությամբ այլ արտադրողները՝ մասնավորապես մինչև 30 ՄՎտ հզորությամբ կայանները, որոնք կարող են օգտագործվել տարբեր էներգետիկ օբյեկտների սեփական կարիքների բավարարման նպատակով:

Դիտարկելով ՎԷԱ կայանների աշխատանքի կազմակերպման միջազգային փորձը՝ կարելի է նկատել, որ այդ կայանները նպատակահարմար է կառուցել արդյունաբերական ձեռնարկությունների սեփական կարիքների բավարարման նպատակով:

Դիտարկելով Հայաստանի Հանրապետությունում կիրառվող կարգավորման մեխանիզմները՝ մայիսի 1-ից ուժի մեջ մտնող «էներգետիկայի մասին» օրենքում փոփոխություններ և լրացումներ կատարելու մասին» ՀՕ-261-Ն օրենքով (Օրենք) սահմանվող կարգավորումները, կարելի է սահմանել, որ ՓՀԷԱ-ն էներգետիկ ագրեգատների մի խումբ է, որը գտնվում է արտադրող կայանի հսկողության ներքո՝ ապահովելով մեկ սպառողի կամ սպառողների խմբի էներգամատակարարում (արտադրության կամ դրանից տարբեր սպառման այլ կետերում) [1-3]:

Էլեկտրաէներգետիկական համակարգում ՓՀԷԱ-ի ագրեգատների կազմի ընտրության առանձնահատկությունները բխում են ՓՀԷԱ-ին միացված և կենտրո-

նացված էլեկտրամատակարարման համակարգին միացված սպառողների բեռնվածքի գրաֆիկի տարբերությունից:

Դիտարկվող համակարգի հաշվեկշիռը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝

$$P_{\Sigma} + P_{\Phi Z E U} \pm P_{\Phi} = P_U + \Sigma \Delta P, \quad (1)$$

որտեղ P_{Σ} -ն արտաքին աղբյուրից ստացվող հզորությունն է, $P_{\Phi Z E U}$ -ն՝ արտադրող կայանի(խմբի դեպքում՝ կայանների խմբի առավելագույն հզորությունը, P_{Φ} -ն՝ կուտակիչ կայանի հզորությունը, P_U -ն՝ էլեկտրական էներգիայի սպառիչների հզորությունը, $\Sigma \Delta P$ -ն՝ ցանցերում ակտիվ հզորության կորուստը:

Հաշվի առնելով << էլեկտրաէներգետիկական շուկայի ազատականացման արդյունքում համակարգում առևտրային հանդիսանող 1 ժամ տևողությամբ ժամանակահատվածը, դիտարկվող համակարգի հաշվեկշիռը ներկայացնենք հետևյալ կերպ [4, 5, 6]՝

$$\int_0^{24} P_{\Sigma}(t)dt + \int_0^{24} P_{\Phi Z E U}(t)dt \pm \int_0^{24} P_{\Phi}(t)dt = \int_0^{24} P_U(t)dt + \int_0^{24} \Sigma \Delta P(t)dt: \quad (2)$$

Օրենքով սահմանված կարգավորումների համաձայն՝ սպառողը էլեկտրական էներգիան ստանում է հավանական աղբյուրներից՝

- բաշխման համակարգ (փոխհոսքերի իրականացում),
- ՓՀԷԱ կայանի արտադրանք:

Նշված աղբյուրներից ստացվող էլեկտրական էներգիան ունի տարբեր արժեքներ, և սպառողի մատակարարման աղբյուրի որոշման արդյունավետ տարբերակի ընտրությունը բարդ օպտիմալացման խնդիր է [5, 6, 7, 8, 9]:

Նշված խնդրի լուծման համար ելակետային տվյալներ են՝ P_{U_i} - էլեկտրական էներգիայի սպառման ծավալը, P_{Σ} - բաշխման համակարգից մատակարարված էլեկտրական էներգիայի ծավալը, $P_{max}^{\Phi Z E U}$ - ՓՀԷԱ կայանից առաքված էլեկտրական էներգիայի առավելագույն ծավալը, հետևյալ՝ $0 \leq P_{\text{մոլ}}^{\Phi Z E U} \leq P_{max}^{\Phi Z E U}$ սահմանափակման պայմաններում, P_{max}^{Φ} - կուտակիչ կայանից առաքված էլեկտրական էներգիայի առավելագույն ծավալը, հետևյալ՝ $0 \leq P_{\text{մոլ}}^{\Phi} \leq P_{max}^{\Phi}$ սահմանափակման պայմաններում:

Խնդրի լուծման նպատակով անհրաժեշտ է դիտարկել հետևյալ ոչ գծային ծրագրավորման խնդիրը, որը լուծման յուրաքանչյուր քայլում կարող է վերաձվել գծային ծրագրավորման խնդրի և վերջնարդյունքում՝ գծային ծրագրավորման խնդրի: Էլեկտրական էներգիայի սպառմամբ ծախսերի օպտիմալացման նպատակով արտադրված(առաքված) էլեկտրական էներգիայի վերաբերյալ ներկայացված տվյալները բազմապատկվում են դրա ժամային արժեքների մատրիցով: Միևնույն ժամանակ, հզորությունը միջինացվում է էներգասպառման յուրաքանչ-

յուր ժամի համար, ինչի արդյունքում ժամային հզորության արժեքները համապատասխանում են ժամային սպառմանը [10]:

Խնդրի լուծման ժամանակ գների մատրիցն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$\begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

որտեղ մատրիցի գլխավոր անկյունագծի վրա գտնվող տարրերը ցույց են տալիս առանձին մատակարարման աղբյուրներից ստացող էլեկտրական էներգիայի գները, իսկ գլխավոր անկյունագծից վերև և ներքև գտնվող տարրերը ցույց են տալիս միաժամանակ 2 մատակարարման աղբյուրներից ստացող էլեկտրական էներգիայի միջին գները: ՓՀԷԱ-ի ծախսերի նվազարկումը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ կերպ՝

$$M = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 C_{ij} P_j t \rightarrow \min, \quad (4)$$

որտեղ C -ն գների մատրիցն է, P -ն՝ էլեկտրատառադրության վեկտորը, M -ը՝ էլեկտրական էներգիայի գումարային ծախսը, $t=1$ ժամ:

Էլեկտրատառադրության քանակի ձևավորման ժամանակ անհրաժեշտ է պահպանել հետևյալ պայմանները՝

$$\begin{cases} 0 \leq P_{\delta, \max}^{\Phi \text{ Հ Է Ա}} \leq P_{\text{է շ}} \\ 0 \leq P_{\Phi \text{ Հ Է Ա}} \leq P_{\delta, \max}^{\Phi \text{ Հ Է Ա}}, \\ 0 \leq P_{\text{գ}} \leq P_{\delta, \max}^{\text{գ}}: \end{cases} \quad (5)$$

ՓՀԷԱ-ի դեպքում հավասարումների համակարգը էլեկտրական էներգիայի երկկողմ հոսքի պայմաններում ունի հետևյալ տեսքը՝

$$\begin{cases} C_{11}P_{\text{է շ}} + C_{12}P_{\Phi \text{ Հ Է Ա}} + C_{13}P_{\text{գ}} = m_1 \\ C_{21}P_{\text{է շ}} + C_{22}P_{\Phi \text{ Հ Է Ա}} + C_{23}P_{\text{գ}} = m_2, \\ C_{31}P_{\text{է շ}} + C_{32}P_{\Phi \text{ Հ Է Ա}} + C_{33}P_{\text{գ}} = m_3 \end{cases} \quad (6)$$

որտեղ m_i -ն սպառված էլեկտրական էներգիայի արժեքն է, $i=1,2,3$ -ն՝ մատակարարման հավանական տարբերակները:

Գծային ծրագրավորման խնդրի լուծումը իրականացվում է լուծման յուրաքանչյուր քայլում Գաուսի բացառման մեթոդի հիման վրա [11, 12]: Առաջին քայլով զրոյացվում են մարտիցի բոլոր տարրերը, բացառությամբ դրա գլխավոր անկյունագծի վրա գտնվող տարրերի:

Խնդրի լուծումը մատակարարման հավանական երկու տարբերակների դեպքում ունի հետևյալ տեսքը՝

Տարբերակ 1: ՓՀԷԱ-ի սպառումը բավարարվում է սեփական արտադրության հաշվին. Դիցուք տրված են P_U և $P_{\Phi Z E U}$ տվյալները, եթե $P_U > P_{\Phi Z E U}$, ապա անհրաժեշտ է հաշվի առնել գործող գնային համակարգը, մասնավորապես՝ շուկայական համակարգի առանձնահատկությունները, այսինքն՝ գիշերային անկման ժամերին ցածր գնի պայմաններում նպատակահարմար է իրականացնել էլեկտրական էներգիայի կուտակում (Խնդրի լուծման պարզության համար ընդունենք, որ մինչև 07:00 առաքվող լրացուցիչ էլեկտրական էներգիան նպատակահարմար է կուտակել) [13]:

Խնդրի լուծումը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ կերպ, եթե իրավացի են $P_U > P_{\Phi Z E U}$, $h < 7$ պայմանները, որը նշանակում է՝ ՓՀԷԱ-ում պետք է իրականացվի էլեկտրական էներգիայի կուտակում կամ գնում շուկայից:

Եթե $h < 7$, ապա տեղի ունի՝

$$\Delta P_{\Phi} = \min(P_{\Phi}^l - P_{\Phi}, \Delta P_{max}^l), \quad (7)$$

$$P_{\Phi} = P_{\Phi} + \Delta P_{\Phi}, \quad (8)$$

$$\Delta P_U = P_{\Phi Z E U} - P_U - \Delta P_{\Phi}: \quad (9)$$

Հակառակ դեպքում տեղի ունի՝

$$\Delta P_U = P_{\Phi Z E U} - P_U, \quad (10)$$

$$\Delta P_{\Phi} = \max(\Delta P_U - P_{\Phi}), \quad (11)$$

$$P_{\Phi} = P_{\Phi} + \Delta P_{\Phi}, \quad (12)$$

$$\Delta P_U = \Delta P_U - P_{\Phi}: \quad (13)$$

Եթե իրավացի է $\Delta P_U > 0$ պայմանը, ապա անհրաժեշտ է ձևավորել վաճառքի գնային հայտ ΔP_U քանակին համապատասխան, հակառակ դեպքում, եթե $\Delta P_U < 0$, ձևավորել գման գնային հայտ ΔP_U քանակին համապատասխան: Եթե $\Delta P_U > 0$, ապա անհրաժեշտ է լիցքավորել կուտակիչ կայանը:

Տարբերակ 2: ՓՀԷԱ-ի սպառումը բավարարվում է սեփական արտադրության հաշվին և բաշխման համակարգի հետ իրականացվող փոխհոսքերի արդյունքում:

Խնդրի լուծումը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ կերպ:

Դիտարկենք ՓՀԷԱ-ի գործունենության ժամկետը 00:00-ից 24:00 ժամանակահատվածում, և եթե առկա են փոխհոսքեր ՓՀԷԱ-ի և բաշխման համակարգի միջև, ապա հնարավոր են գործողությունների հետևյալ տարբերակները՝

▪ $\Delta P_u > 0, \Delta P_{t,z} < 0$, ապա $\Delta P_* = \min(\Delta P_u - \Delta P_{t,z})$:

Դիտարկված տարբերակում դրական տարբերության դեպքում բաշխողը ՓՀԷԱ-ին, իսկ խմբի դեպքում խումբն ստեղծած ՓՀԷԱ-ին վճարում է էլեկտրաէներգետիկական մեծածախ շուկայի մասնակիցների կողմից հաշվեկշռման շուկայում անհաշվեկշռության արդյունքով առաջացած էլեկտրական էներգիայի վաճառքի նվազագույն գնով [7]:

▪ $\Delta P_u < 0, \Delta P_{t,z} > 0$, ապա $\Delta P_* = \min(-\Delta P_u, \Delta P_{t,z})$,

Դիտարկված տարբերակում ինքնավար ՓՀԷԱ-ից բաշխողին մատակարարված էլեկտրական էներգիայի և ՓՀԷԱ-ի, իսկ խմբի դեպքում՝ խմբի մասնակիցների սպառած էլեկտրական էներգիայի քանակությունների բացասական տարբերության դեպքում այդ էլեկտրական էներգիայի համար ՓՀԷԱ-ն վճարում է բաշխողին տվյալ սպառողական խմբի համար սահմանված սակագնով: Հաշվարկի իրականացման համար անհրաժեշտ ելակետային տվյալները ներկայացված են աղ. 1-ում, իսկ արդյունքները՝ աղ.2-ում:

Աղյուսակ 1

ՓՀԷԱ կայանի աշխատանքային ռեժիմների ելակետային տվյալները

$P_{max}^{բն}$	$P_{max}^{ՓՀԷԱ}$	Քլ.
4	22.5	2

Աղյուսակ 2

ՓՀԷԱ կայանի աշխատանքային ռեժիմների հաշվարկային արդյունքները

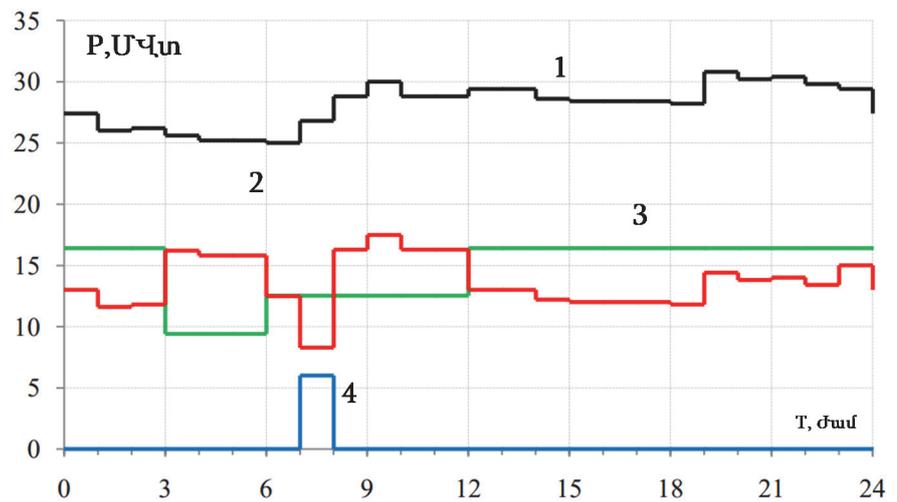
Ժամ	$P_{բն}$	ՔԷՀ	ՔՓՀԷԱ	Քլ.2	ՓՀԷԱ1 → ՓՀԷԱ2	ՓՀԷԱ1 → ՔՀ
1	2	3	4	5	6	7
0	3,56	0	20,5	2	13	1,94
1	3,38	0	20,5	0	11,6	5,52
2	3,4	0	20,5	0	11,8	5,3
3	3,32	0	11,76	0	8,44	0
...
6	3,25	0	15,65	0	12,4	0
7	3,48	0	15,65	0	8,28	3,89
8	3,74	0	15,65	0	11,91	0

Աղյուսակ 2 –ի շարունակությունը

1	2	3	4	5	6	7
9	3,9	0	15,65	0	11,75	0

12	3,82	0	22,5	2	13	3,68
13	3,82	0	22,5	2	13	3,68
14	3,71	0	22,5	2	12,2	4,59
15	3,69	0	22,5	2	12	4,81
16	3,69	0	22,5	2	12	4,81
17	3,69	0	22,5	2	12	4,81
18	3,66	0	22,5	2	11,8	5,04
19	4	0	22,5	2	14,4	2,1
20	3,92	0	22,5	2	13,8	2,78
21	3,95	0	22,5	2	14	2,55
22	3,87	0	22,5	2	13,4	3,23
23	3,82	0	22,5	2	15	1,68

Լավարկման խնդրի լուծման նպատակով ներկայացված մեթոդիկայի հիման վրա իրականացված հաշվարկի արդյունքների հիման վրա ձևավորված ՓՀԷԱ-ի սպառման և արտադրության գրաֆիկներն ունեն հետևյալ տեսքը (նկ.):



Նկ. ՓՀԷԱ-ի աշխատանքային գրաֆիկները

Նկարում 1 նշմամբ գրաֆիկը ՓՀԷԱ-ի սպառման բեռնվածքն է, 2 նշմամբ գրաֆիկը՝ բաշխման համակարգից մատակարարման բեռնվածքը, 3 նշմամբ գրաֆիկը՝ ՓՀԷԱ-ի արտադրության բեռնվածքը, 4 նշմամբ գրաֆիկը՝ կուտակիչ կայանի աշխատանքային ռեժիմը:

Եզրակացություն: Դիտարկվել են էլեկտրաէներգետիկական համակարգում փոքր հզորությամբ արտադրող կայանների, մասնավորապես՝ ՎԷԱ և մինչև 30 ՄՎտ դրվածքային հզորությամբ արտադրող կայանների օպտիմալ աշխատանքի կազմակերպման առանձնահատկությունները, առանձնացվել են տարբեր արտադրող կայաններից էլեկտրական էներգիայի արտադրության հաղորդման և կուտակման համակարգերի աշխատանքի մոդելավորման հիմնահարցերը:

Ներկայացվել են ՓՀԷԱ կայանների աշխատանքի կազմակերպման առավել արդյունավետ մոդելները, իրականացվել է դրանց աշխատանքային ռեժիմների հաշվարկ:

ՓՀԷԱ կայանների և մինչև 30 ՄՎտ դրվածքային հզորությամբ արտադրող կայանների օպտիմալ աշխատանքի կազմակերպման արդյունքում հնարավոր է բարելավել ընդհանուր համակարգի անվտանգության ցուցանիշները, միաժամանակ կարևոր նշանակություն ունի համակարգային նշանակություն ունեցող սպառման համակարգերի կառավարման մեխանիզմների ներդրումը, ինչի արդյունքում էներգետիկ համակարգի աշխատանքը կլինի առավել կանխատեսելի, կառավարելի, և վերոշարադրյալը հնարավոր կլինի իրականացնել նվազագույն ծախսերի ապահովման պայմաններում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Жакупов А.А., Бергисбаев Н.Б., Доронин А.В.** Исследование рынка электроэнергетики Казахстана. - Алматы, 2016. -150 с.
2. **Максимов Б.К., Молодюк В.В.** Расчет экономической эффективности работы электростанций на рынке электроэнергии: Учебное пособие. - 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Издательство МЭИ, 2002. - 122 с.
3. **Гительман Л.Д., Ратников Б.Е.** Эффективная энергокомпания: экономика, менеджмент, реформирование. - М.: Олимп-Бизнес, 2002. - 544 с.
4. **Гительман Л.Д., Ратников Б.Е.** Энергетический бизнес: Учебник - 3-е изд., перераб. и доп.-М.: Издательство "Дело" АНХ, 2008. -416 с.
5. **Беляев Л.С., Подковальников С.В.** Рынок в электроэнергетике: Проблемы развития генерирующих мощностей. -Новосибирск: Наука, 2004. -220 с.
6. **Ширяевой Л.В.** Основы функционирования рынков электроэнергии: О-75 Учебно-методическое пособие. –М.: ЗАО «УК КЭУ», 2009. - 404 с.

7. Экономика и управление в современной электроэнергетике РОССИИ: Пособие для менеджеров электроэнергетических компаний. –М.: НП КОНЦ ЕЭС, 2009. - 1074 с.
8. Дьяков А.Ф., Максимов Б.К., Молодюк В.В. Рынок электрической энергии в России: состояние и проблемы развития. -М.: Изд-во МЭИ, 2000. - 138 с.
9. Современная рыночная электроэнергетика Российской Федерации 2-е издание. - Учебный центр НП «Совет рынка», 2015. - 379с.
10. Аметистова Е.В. Основы современной энергетики: Учебник для вузов.- В двух частях. -4-е издание, перераб. и доп. -М.: Издательство МЭИ, 2008.
11. Голованова Л.В. Организация оптового рынка электроэнергии: Учеб. пособие / Л.В. Голованова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 140 с.
12. Региональные рынки электроэнергии в странах ДЭХ. - Брюссель, 2003. -156 с.
13. Айзенберг Н.И., Филатов А.Ю. Моделирование и анализ механизмов функционирования электроэнергетических рынков.– Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013. – 100 с.

Х.А. ШАХБАЗЯН, ДЖ.А. АРУТЮНЯН

**МОДЕЛЬ РАБОТЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СТАНЦИЙ,
ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ
НУЖД**

Рассматриваются модели оптимальной работы производителей станций малой мощности, разработана методика оптимизации работы производителей малой мощности, составлен график нагрузки.

Ключевые слова: электроэнергия, электростанция, монополия, нагрузка.

КН.А. SHANBAZYAN, J.A. HARUTYUNYAN

**THE MATHEMATICAL MODEL OF WORK OF PRODUCTION PLANTS
FOR SATISFYING THEIR OWN NEEDS**

Models with optimal characteristics of the producers with little power are considered, a methodology for optimizing the work of low-power producers is developed and a loading schedule is drawn up.

Keywords: electricity, power plant, monopoly, load.