

**ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ՄԱԿԱՐԴԱԿԻ ԵՎ ՍԵՓԱԿԱՆ
ԿԱՐԻՔՆԵՐԻ ԲԱՎԱՐԱՐՄԱՆ ՆՊԱՏԱԿՈՎ ՆԱԽԱՏԵՍՎԱԾ
ԱՐՏԱՂՈՂ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅԱՆ
ՍՈՂԵԼԸ**

ՍԵՐԳԵՅ ՄԻՆԱՍՅԱՆ, ԽԱԶԻԿ ՇԱՀԲԱԶՅԱՆ

Էներգետիկայի բնագավառում կարևոր նշանակություն ունեն վերականգնվող էներգետիկ աղբյուրները օգտագործող արտադրողները (ՎԷԱ) և փոքր հզորությամբ աշխատող արտադրողները, մասնավորապես մինչև 30 ՄՎտ հզորությամբ կայանները: Դիտարկելով ՎԷԱ կայանների աշխատանքի կազմակերպման միջազգային փորձը՝ կարող ենք նկատել, որ այդ կայանները նպատակահարմար է կառուցել արդյունաբերական ձեռնարկությունների սեփական կարիքները բավարարելու նպատակով, որը հնարավորություն է ստեղծում զգալիորեն բարելավելու էլեկտրաէներգետիկական համակարգի աշխատանքի արդյունավետությունը և էներգետիկ անվտանգության մակարդակը: Հաշվի առնելով էներգետիկ անվտանգության մակարդակի գնահատման և բարելավման դժվարությունները՝ անհրաժեշտություն է առաջանում մշակելու նոր մեթոդաբանություն:

ՀՀ էներգետիկ անվտանգության մակարդակի գնահատման մեթոդաբանության մշակման գործընթացում որպես առանցքային բաղադրիչներ անհրաժեշտ է առանձնացնել համակարգի աշխատանքային վիճակի գնահատումը և արտադրող կայանների օպտիմալ աշխատանքային մոդելի մշակման հարցերը, մինևույն ժամանակ դիտարկել համակարգի հուսալիության և անվտանգության բնութագրիչ ցուցանիշների փոխադարձ կապը: Եվրոպական մի շարք պետություններում համակարգի անվտանգության ապահովման կարևոր բաղադրիչ է սեփական կարիքների բավարարման համար կառուցված փոքր հզորությամբ էլեկտրական էներգիա արտադրող կայանները (ՓՀԷԱ) և դրանց աշխատանքի մոդելը:

Աշխատանքում իրականացվել է RStudio ծրագրային միջավայրում էներգետիկ անվտանգության մակարդակը բնութագրող ցուցանիշների կախվածության վերլուծություն:

Բանալի բառեր – էներգետիկ անվտանգություն, հուսալիություն, կառավարում, էլեկտրական էներգիա, կարգավորում, արտադրող կայան, հարաբերական կշիռ

Ուսումնասիրելով միջազգային և հայրենական մի շարք փորձագետների (Սթիվեն Ս., Մաքսիմով Բ., Մոլոդյով Վ., Դյակով Ա., Դավիդսկի Ֆ., Ծովյան Ռ., Դավթյան Վ., Կարապետյան Կ., Միխալևիչ Ա. և

այլք) աշխատությունները էլեկտրաէներգետիկական համակարգում շուկայական մեխանիզմների ներդրման, էներգետիկ նախագծերի էկոնոմիկական արդյունքի և էներգետիկ անվտանգության գնահատման վերաբերյալ՝ կարելի է ընդունել այն կարծիքը, որ «էներգետիկ անվտանգությունը» համալիր հասկացություն է և տարբեր գործոնների ազդեցությամբ պայմանավորված՝ կարող է ենթարկվել փոփոխությունների:

Դիտարկելով էներգետիկայի բնագավառում կիրառվող կարգավորումները՝ կարելի է ասել, որ ՓՀԷԱ-ն էներգետիկ ագրեգատների մի խումբ է, որը սպառողի կամ սպառողների խմբի էներգիայի պահանջարկի բավարարման նպատակով գտնվում է էներգիա արտադրողի հսկողության ներքո:

Էներգետիկ անվտանգության մակարդակի վերլուծության և դրա հիման վրա ՓՀԷԱ-ների աշխատանքի առանձնահատկությունների գնահատման խնդիրը լուծելիս կարևոր նշանակություն ունեն վիճակագրական ուսումնասիրության մեթոդները:

Աշխատանքում իրականացվել է RStudio ծրագրային միջավայրում ՀՀ էներգետիկական բնագավառի անվտանգության մակարդակը բնութագրող ցուցանիշների կախվածության վերլուծություն, և մշակվել է ՓՀԷԱ-ների աշխատանքի մոդելը:

Էներգետիկ անվտանգության մակարդակի գնահատման տեխնիկական խնդրի լուծումը պահանջում է էլեկտրաէներգետիկական համակարգի տարրերի տեխնիկական վիճակի վերլուծություն և հաշվառում, որոնք ուղղված են տեխնիկական համակարգի սպասարկման և նորոգման ցուցանիշների բարելավմանը և դրանց աշխատանքի հուսալիության և տնտեսական շահավետության բարձրացմանը¹:

Այս խնդրի լուծման նպատակով անհրաժեշտ է

- տարբերակել հուսալիությունը բնութագրող ցուցանիշների բնույթը և դրանց ի հայտ գալու հաճախականությունը,

- գնահատել համակարգի տարրերի հուսալիությունը բնութագրող ցուցանիշների մակարդակները կլաստերային վերլուծության միջոցով (բազմաչափ տվյալների հիման վրա):

Հաշվի առնելով ՀՀ սոցիալ-տնտեսական և տեխնիկական համակարգերի առանձնահատկությունները՝ համակարգի կայունության ապահովման գործընթացում կարևորագույն նշանակություն է ձեռք բերում էներգետիկական համակարգի զարգացման հիմնավորված ծրագրի մշակումը, որը պետք է հիմնված լինի էներգետիկ անվտանգությունը բնութագրող ցուցանիշների հստակ գնահատման վրա՝ միաժամանակ հաշվի առնելով համակարգի հուսալիությունը բնութագրող ցուցանիշները²:

¹ Տե՛ս **Беляев Ю. К., Богатырев В. А., Болтин В. В. и др.,** Надежность технических систем: М.: Радио и связь, 1985, էջ 305-309:

² Տե՛ս **Киушкина В. Р.** Специфика анализа энергетической безопасности автономных систем электроснабжения Севера России // Энергетическая политика. 2016, № 5, էջ 52-62:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդաբանությունը: Գործող նորմատիվային փաստաթղթերում էներգետիկ անվտանգության գնահատման և դրա կառավարման մեթոդաբանության բացակայությունը թելադրում է ուսումնասիրել նշված խնդիրը և տալ դրա լուծման (հիմնավորման) եղանակները:

Էներգետիկ անվտանգության մակարդակի գնահատման գործընթացում անհրաժեշտ է դիտարկել էլեկտրաէներգետիկական համակարգի հուսալիության ցուցանիշները:

Փուլ 1. Հուսալիությունը բնութագրող ցուցանիշների բնույթը և դրանց ի հայտ գալու հաճախականությունը տարբերակելու նպատակով անհրաժեշտ է դիտարկել՝

1. հրաժարումների քանակը և դրանց վերականգման ժամանակը՝ ըստ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի անհատական տարրերի,
2. հաղորդման ցանցում էլեկտրակայանների կապը՝ ըստ մեկ տարրի վերականգման միջին տևողության,
3. էլեկտրաէներգետիկական համակարգի անհատական տարրերի բնույթը և աշխատունակության վերականգման տևողությունը:

Իրականացվել է հաշվարկ՝ օգտագործելով վիճակագրական հետազոտության մեթոդաբանությունները, որի արդյունքում դիտարկվել են՝

1. ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի տարրերի բնույթը, փոխկապակցվածությունը և հրաժարումների հաճախականությունը՝ հիմք ընդունելով համակարգի տարրերի տվյալները 2018, 2019 և 2020 թվականներին,

2. էլեկտրաէներգետիկական համակարգի անհատական տարրերի բնույթի և աշխատունակության վերականգման տևողության միջև կապը՝ ցրվածքային վերլուծության մեթոդով:

Աշխատունակության վերականգման տևողությունը դասակարգվել է երեք խմբի. 1 – ին խումբ՝ մինչև 1 ժամ, 2 –րդ խումբ՝ 1-12 ժամ, 3 –րդ խումբ՝ 12 ժամ և ավելի:

Դիտարկելով մեթոդաբանության 1-ին փուլի վիճակագրական վերլուծության արդյունքները՝ կարող ենք նկատել, որ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի հուսալիության մակարդակը բնութագրող ցուցանիշների միջև առկա է որոշակի կապ, և համակարգի տարրերի աշխատունակության վերականգման տևողությունից կախված՝ ընդհանուր հուսալիության ցուցանիշի վրա առավել մեծ ազդեցություն ունեն ազդեցատների խափանումը վերացնելու գործընթացները:

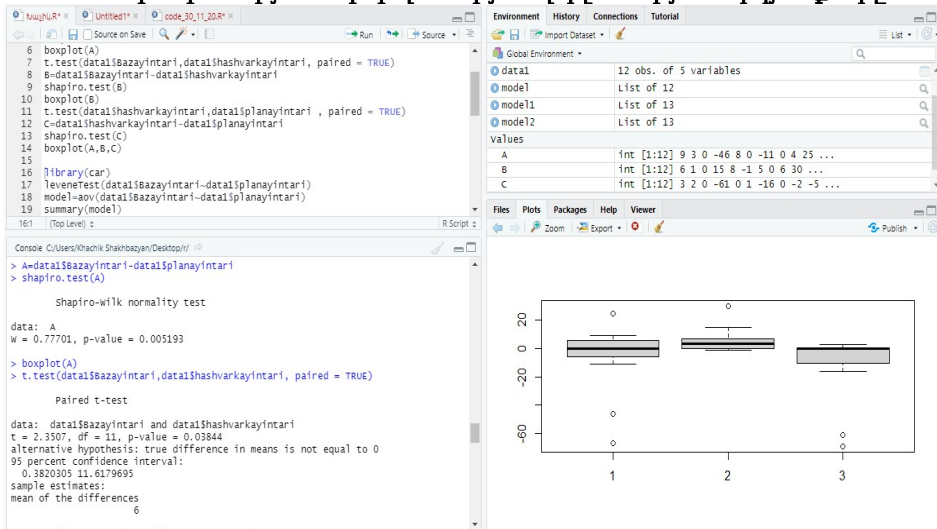
Հաշվի առնելով էլեկտրաէներգետիկական համակարգում հուսալիության ցուցանիշների մակարդակի գնահատման արդյունքները՝ հաջորդ կարևոր փուլն է անվտանգության մակարդակի գնահատումը՝ դիտարկելով հուսալիության ցուցանիշների մակարդակի հետ կապը, որը հնարավորություն է տալիս արդեն իսկ որոշված ցուցանիշների

հիման վրա կատարելու հիմնավորված եզրահանգումներ՝ ստացվող ազդեցության հաղթահարման (կիրառման) ծրագիր-գրաֆիկի մշակման համատեքստում:

RStudio ծրագրային միջավայրի կիրառմամբ հուսալիությունը բնութագրող ցուցանիշների ի հայտ գալու հաճախականության և կախվածության վերլուծության արդյունքները ներկայացված են նկ. 1-ում:

Նկ. 1

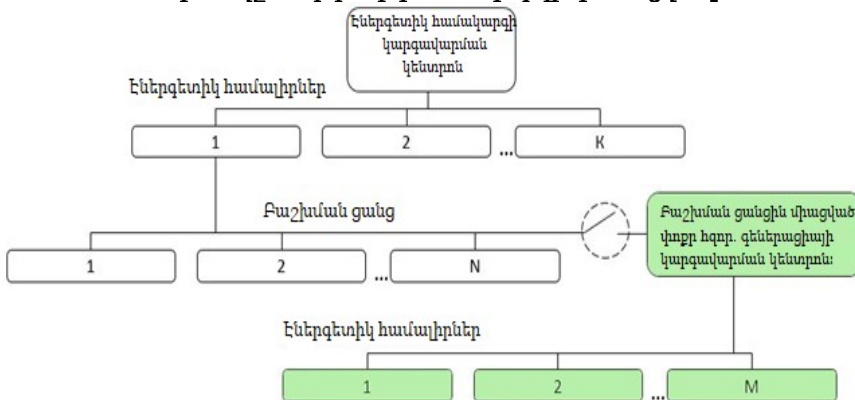
Հուսալիությունը բնութագրող ցուցանիշների ի հայտ գալու հաճախականության և կախվածության վերլուծության արդյունքները



Համակարգի անվտանգության մակարդակի բարելավման նպատակով դիտարկենք էլեկտրական էներգիայի մատակարարման համակարգի կառուցվածք, որում ներառված է նաև ՓՀԷԱ-ն:

Նկ. 2

ՓՀԷԱ-ի տեղը էներգետիկ համակարգի կառուցվածքում



Էլեկտրաէներգետիկական համակարգում ՓՀԷԱ-ի ազդեցատների կազմի ընտրության առանձնահատկությունները բխում են ՓՀԷԱ-ին և կենտրոնացված էլեկտրամատակարարման համակարգին միացված

սպառողների բեռնվածքի գրաֆիկի տարբերությունից:

Դիտարկվող համակարգի հաշվեկշիռը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ կերպ

$$P_{\Sigma} + P_{\Phi \text{ ՀԷԱ}} \pm P_{\Sigma} = P_{\Sigma} + \sum \Delta P,$$

որտեղ P_{Σ} -ն արտաքին աղբյուրից ստացվող հզորությունն է, $P_{\Phi \text{ ՀԷԱ}}$ -ն արտադրող կայանի (կամ կայանների խմբի) առավելագույն հզորությունն է, P_{Σ} -ն կուտակիչ կայանի հզորությունն է, P_{Σ} -ն էլեկտրական էներգիայի սպառիչների հզորությունն է, $\sum \Delta P$ -ն ցանցերում ակտիվ հզորության կորուստն է:

Հաշվի առնելով այն, որ ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի ազատականացման արդյունքում համակարգում առևտրային է համարվում 1 ժամ տևողությամբ ժամանակահատվածը, դիտարկվող համակարգի էներգետիկ հաշվեկշիռը կունենա հետևյալ տեսքը

$$\int_0^{24} P_{\Sigma}(t) dt + \int_0^{24} P_{\Phi \text{ ՀԷԱ}}(t) dt \pm \int_0^{24} P_{\Sigma}(t) dt = \int_0^{24} P_{\Sigma}(t) dt + \int_0^{24} \sum \Delta P(t) dt$$

Էներգետիկական բնագավառում գործող կարգավորումների համաձայն՝ սպառողը բացառապես սեփական կարիքները կարող է բավարարել էլեկտրական էներգիայի մատակարարման այլ աղբյուրների կամ ՓՀԷԱ կայանի արտադրանքի միջոցով:

Նշված աղբյուրներից ստացվող էլեկտրական էներգիան ունի տարբեր արժեքներ, իսկ սպառողի մատակարարման սխեմայի արդյունավետ տարբերակի ընտրությունը օպտիմալացման խնդիր է: Այս խնդրի լուծման ելակետային տվյալներ են

1. P_{Σ} - էլեկտրական էներգիայի սպառման ծավալը,
2. P_{Σ} - արտաքին աղբյուրից մատակարարված էլեկտրական էներգիայի ծավալը,

3. $P_{\Sigma}^{\Phi \text{ ՀԷԱ}}$ - $0 \leq P_{\Sigma}^{\Phi \text{ ՀԷԱ}} \leq P_{\Sigma}^{\Phi \text{ ՀԷԱ, max}}$ սահմանափակման պայմաններում՝ ՓՀԷԱ կայանի առաքած էլեկտրական էներգիայի առավելագույն ծավալը,

4. P_{Σ}^{li} - $0 \leq P_{\Sigma}^{\text{li}} \leq P_{\Sigma}^{\text{li, max}}$ սահմանափակման պայմաններում՝ կուտակիչ կայանի առաքած էլեկտրական էներգիայի առավելագույն ծավալը:

Ներկայացվածը ոչ գծային ծրագրավորման խնդիր է, որը լուծման յուրաքանչյուր քայլում կարող է վերածվել գծային ծրագրավորման խնդրի: Էլեկտրական էներգիայի սպառմամբ պայմանավորված՝ ծախսերի օպտիմալացման նպատակով անհրաժեշտ է որոշել առաքված էլեկտրական էներգիայի ժամային արժեքը՝ օգտագործելով գների մատրիցը, որը ունի հետևյալ տեսքը

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

որտեղ մատրիցի գլխավոր անկյունագծի վրա գտնվող տարրերը ցույց են տալիս մատակարարման առանձին աղբյուրներից ստացվող էլեկտրական էներգիայի գները, իսկ գլխավոր անկյունագծից վերև և ներքև

գտնվող տարրերը ցույց են տալիս միաժամանակ 2 մատակարարման աղբյուրներից ստացվող էլեկտրական էներգիայի միջին գները:

ՓՀԷԱ-ի ծախսերի նվազարկումը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ կերպ՝

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

որտեղ C -ն գների մատրիցն է, P -ն արտադրության վեկտորն է, M -ը էլեկտրական էներգիայի գումարային ծախսն է, իսկ $t=1$ ժամ:

Արտադրության վեկտորի ձևավորման ժամանակ անհրաժեշտ է պահպանել հետևյալ պայմանները՝

$$\begin{cases} 0 \leq P_{\delta, \max}^{\Phi \text{ ՀԱ}} \leq P_{\text{էՑ}} \\ 0 \leq P_{\Phi \text{ ՀԱ}} \leq P_{\delta, \max}^{\Phi \text{ ՀԱ}}, \\ 0 \leq P_{\text{գ}} \leq P_{\delta, \max}^{\text{գ}} \end{cases},$$

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

$$\begin{cases} C_{11} P_{\text{էՑ}} + C_{12} P_{\Phi \text{ ՀԱ}} + C_{13} P_{\text{գ}} = m_1 \\ C_{21} P_{\text{էՑ}} + C_{22} P_{\Phi \text{ ՀԱ}} + C_{23} P_{\text{գ}} = m_2, \\ C_{31} P_{\text{էՑ}} + C_{32} P_{\Phi \text{ ՀԱ}} + C_{33} P_{\text{գ}} = m_3 \end{cases}$$

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

Գծային ծրագրավորման խնդրի լուծումը իրականացվում է լուծման յուրաքանչյուր քայլում Գաուսի բացառման մեթոդի հիման վրա: Առաջին քայլով զրոյացվում են մատրիցի բոլոր տարրերը՝ բացառությամբ դրա գլխավոր անկյունագծի վրա գտնվող տարրերի:

Էլեկտրամատակարարման նշված խնդիրը կունենա լուծման երկու տարբերակ:

Տարբերակ 1: ՓՀԷԱ-ի սպառումը բավարարվում է սեփական արտադրության հաշվին:

Դիցուք՝ տրված է P_U և $P_{\Phi \text{ ՀԱ}}$ տվյալները, եթե $P_U > P_{\Phi \text{ ՀԱ}}$ -ից, ապա՝ անհրաժեշտ է հաշվի առնել գործող գնային համակարգը, մասնավորապես շուկայական համակարգի առանձնահատկությունները, այսինքն՝ ցածր գնի պայմաններում զիջերային անկման ժամերին նպատակահարմար է կատարել էլեկտրական էներգիայի կուտակում (խնդրի լուծման պարզության համար ընդունենք, որ մինչև 07:00 առաքվող լրացուցիչ էլեկտրական էներգիան նպատակահարմար է կուտակել):

Խնդիրը կարող է լուծվել հետևյալ կերպ:

Եթե իրավացի են $P_U > P_{\Phi \text{ ՀԱ}}$, $h < 7$ պայմանները, որը նշանակում է ՓՀԷԱ-ն պետք է իրականացվի՝ էլեկտրական էներգիայի կուտակում կամ գնում շուկայից:

Եթե $h < 7$ -ից, ապա՝

$$\begin{aligned} \Delta P_{\text{գ}} &= \min(P_{\text{գ}}^{\text{գ}} - P_{\text{գ}}, \Delta P_{\text{գ}, \max}^{\text{գ}}), \\ P_{\text{գ}} &= P_{\text{գ}} + \Delta P_{\text{գ}}, \end{aligned}$$

$$\Delta P_u = P_{\Phi \leq E} - P_U - \Delta P_{\Phi};$$

Հակառակ դեպքում այն ունի՝

$$\begin{aligned} \Delta P_U &= P_{\Phi \leq E} - P_U, \\ \Delta P_{\Phi} &= \max(\Delta P_U - P_{\Phi}), \\ P_{\Phi} &= P_{\Phi} + \Delta P_{\Phi}, \\ \Delta P_U &= \Delta P_U - P_{\Phi}; \end{aligned}$$

Եթե $h > 7$ -ից, ապա՝

$$\begin{aligned} \Delta P_{\Phi} &= \min(P_u^l - P_{\Phi}, \Delta P_{max}^l), \\ P_{\Phi} &= P_{\Phi} + \Delta P_{\Phi}, \\ \Delta P_u &= P_{\Phi \leq E} - P_U - \Delta P_{\Phi}; \end{aligned}$$

Հակառակ դեպքում այն ունի՝

$$\Delta P_U = P_{\Phi \leq E} - P_U:$$

Եթե $\Delta P_u > 0$ պայմանը, ապա անհրաժեշտ է ձևավորել վաճառքի գնային հայտ ΔP_u քանակին համապատասխան, հակառակ դեպքում՝ եթե $\Delta P_u < 0$ ՝ ձևավորել գնման գնային հայտ ΔP_u քանակին համապատասխան: Եթե $\Delta P_{\Phi} > 0$, ապա անհրաժեշտ է լիցքավորել կուտակիչ կայանը:

Տարբերակ 2: ՓՀԷԱ-ի սպառումը բավարարվում է սեփական արտադրության և էլեկտրական էներգիայի մատակարարման արտաքին աղբյուրների հաշվին:

Այժմ նրկայացնենք խնդրի լուծումը:

Դիտարկենք ՓՀԷԱ-ի գործունեության ժամկետը 00:00-ից 24:00 ժամանակահատվածում, և եթե առկա են փոխհոսքեր ՓՀԷԱ-ի և էլեկտրական էներգիայի մատակարարման արտաքին աղբյուրների միջև, ապա հնարավոր են գործողությունների հետևյալ տարբերակները՝

1. $\Delta P_u > 0, \Delta P_{\Sigma} < 0$, ապա $\Delta P_{\Phi} = \min(\Delta P_u - \Delta P_{\Sigma})$;
2. $\Delta P_u < 0, \Delta P_{\Sigma} > 0$, ապա $\Delta P_{\Phi} = \min(-\Delta P_u, \Delta P_{\Sigma})$:

Եթե $\Delta P_u - \Delta P_{\Sigma}$ տարբերությունը դրական է, ապա բաշխողը այդ էլեկտրական էներգիայի համար ՓՀԷԱ-ին, իսկ խմբի դեպքում այն ստեղծած ՓՀԷԱ-ին վճարում է հաշվեկշռման շուկայում անհաշվեկշռությունների վաճառքի նվազագույն գնով:

Եթե $\Delta P_u - \Delta P_{\Sigma}$ տարբերությունը բացասական է, ՓՀԷԱ-ն այդ էլեկտրական էներգիայի համար վճարում է բաշխողին՝ տվյալ սպառողական խմբի համար սահմանված սակագնով:

Փուլ 2. Անհրաժեշտ է դիտարկել.

1. Էլեկտրամատակարարման համակարգի անվտանգությունը բնութագրող ցուցանիշները և դրանց փոփոխման ռիսկերը,
2. Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի գործունեության ապահովման որակական ցուցանիշների համակարգը:

Ենթադրելով, որ համակարգի անվտանգությունը որոշվում է հուսալիության և անվտանգության մակարդակները բնութագրող գործոն-

ների որոշակի արժեքով, եզրակացնում ենք, որ անվտանգության ցուցանիշների մակարդակի տատանումները խիստ կախված են վերոնշյալ գործոնների հանդես գալու սահմանային արժեքների խախտումներից: Անվտանգության մակարդակի գնահատման նպատակով կարող ենք օգտագործել ինչպես անհատական, այնպես էլ ընդհանուր ցուցանիշներ, որոնք հնարավորություն են տալիս գնահատման գործընթացում ընդգրկելու նաև պատահական բնույթի փոփոխությունները և էներգետիկ համակարգի աշխատանքային տարբեր առանձնահատկությունները:

Անհրաժեշտ է որոշել և խմբավորել էներգետիկ անվտանգության վրա ազդող գործոնները, որոնցից են տեխնիկական, տնտեսական, տեխնոլոգիական, ֆինանսական, կրթական (մասնագիտական կրթություն), բնապահպանական, կազմակերպչական, սոցիալական, մարքեթինգային և իրավական ցուցանիշները:

Խմբավորելով էներգետիկ անվտանգության վրա ազդող համապատասխան ցուցանիշները կարող ենք որոշել դրանց փոփոխման հնարավոր ռիսկը և ազդեցության չափը:

Հայաստանի Հանրապետության էներգետիկական համակարգում ռիսկի մակարդակը գնահատելիս կարելի է օգտագործել հավանականային ընտրանքի մեթոդը, որը հնարավորություն կտա անվտանգության համակարգը դիտարկելու որպես առանձին ենթահամակարգերի անվտանգություն, ապա գնահատելու ցուցանիշների մակարդակների փոփոխության արդյունքում ստացվելիք հավանական կորուստներն ու ծախսերը:

Մասնավորապես, ստացվելիք կորուստի կամ ծախսերի մեթոդով ռիսկի գնահատումը իրականացվում է հետևյալ կերպ.

$$R = Q_f Y,$$

որտեղ Q_f -ը ցուցանիշի փոփոխման հավանականությունն է, Y -ը՝ փոփոխման հետևանքով վնասը:

Համակարգի էներգետիկ անվտանգության ընդհանրական ցուցանիշը, որը բնութագրում է համակարգում գործող ենթահամակարգերի, շրջակա միջավայրի միջև կապը, վնասն է, որը կախված է համակարգում խափանումների հաճախականությունից միաժամանակ բնութագրելով համակարգի աշխատանքի արդյունավետությունը: Կարելի է տարբերակել տեխնածին և բնակլիմայական ռիսկերը, որոնց դեպքում էներգետիկ համակարգում պետք է ապահովվի հուսալիության ցուցանիշի 0.99 մակարդակը³:

Էներգետիկ անվտանգության գնահատման գործընթացում հաջորդ կարևորագույն բաղկացուցիչը որակական ցուցանիշների համակարգն է, որը բնութագրում է համակարգի վթարայնության աստիճանը

³ St' u C. Стивен Экономика энергосистем. Введение в проектирование рынков электроэнергетики. Пер. с англ. - М.: Мир, 2006. էջ 455-510:

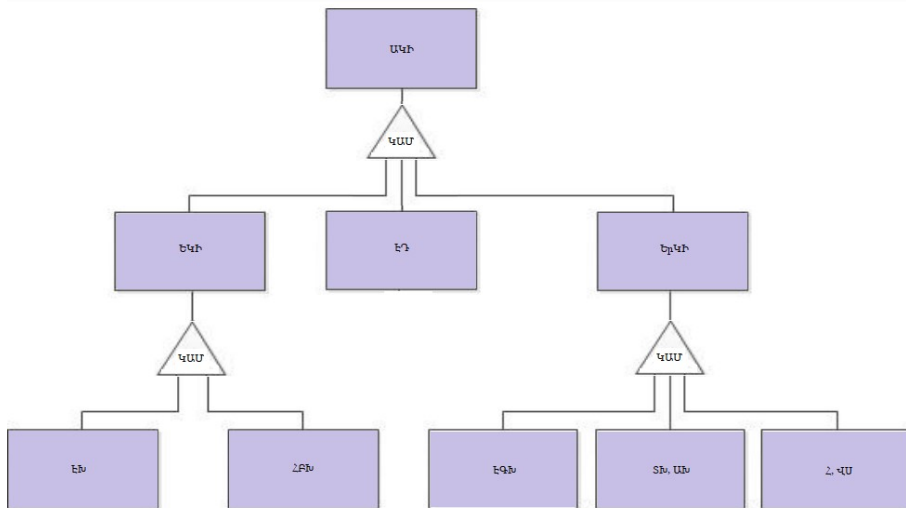
և դրա առաջացման հավանականությունը: Այս համակարգի մշակման և ներդրման նպատակով անհրաժեշտ են դասակարգել վթարային իրավիճակները և գնահատել վնասի չափը (մեր օրինակում դիտարկվում են միայն վթարային այն իրավիճակները, որոնք հանգեցնում են նյութական վնասների)՝ միաժամանակ ներմուծելով «տնտեսական պատասխանատվության ցուցանիշ» հասկացությունը:

Էներգետիկ համակարգի աշխատանքի որակական համակարգը ձևավորվում է առաջին, երկրորդ և երրորդ կարգի իրադարձությունների միջոցով⁴:

Առաջին կարգի իրադարձություն (ԱԿԻ) է էլեկտրամատակարարման դադարեցումը (ԷԴ), երկրորդ կարգի իրադարձություն (ԵԿԻ) է էներգաարտադրության համակարգի (ԷԽ), հաղորդման և բաշխման համակարգերի խափանումը (ՀԲԽ), երրորդ կարգի իրադարձություն (ԵրԿԻ) են էլեկտրահաղորդման գծի (ԷԳԽ), տրանսֆորմատորի (ՏԽ), արտադրող կայանի ագրեգատի խափանումը (ԱԽ), հրդեհը էներգաարտադրության համակարգում (Հ) և վառելիքի սահմանափակությունը (ՎՍ): Հիմք ընդունելով նշվածը՝ կարող ենք մշակել էլեկտրամատակարարման համակարգի խափանումների ծառը (տե՛ս նկ. 3-ում):

Նկ. 3

Էլեկտրամատակարարման համակարգի խափանումների ծառը



Մշակելով էներգետիկ համակարգի մաթեմատիկական մոդելը հուսալիության ցուցանիշի մակարդակի հնարավոր փոփոխության պայմաններում՝ դիտարկենք ներկայացված խափանումների ծառը և տանք դրա բանաձևը.

$$ԱԿԻ = ԵԿԻ + ԵրԿԻ:$$

Համակարգում էլեկտրամատակարարման դադարեցման հավա-

⁴ Տե՛ս Գительман Л. Д., Ратников Б. Е. Эффективная энергокомпания: экономика, менеджмент, реформирование / - М.: Олимп-Бизнес, 2002, էջ 310-317:

նականությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$Q(U_{\text{ԿԻ}}) = 1 - \prod_{i=1}^n ((1 - K(n))),$$

որտեղ $Q(U_{\text{ԿԻ}})$ -ն էլեկտրամատակարարման համակարգի խափանման հավանականությունն է, $K(n)$ -ն էներգետիկ համակարգի խափանման երկրորդ և երրորդ կարգի իրադարձությունների ի հայտ գալու հավանականությունն է:

Համակարգում ԵԿԻ-ն կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$E_{\text{ԿԻ}} = E_{\text{Խ}} + Z_{\text{ԲԽ}},$$

իսկ դրա ի հայտ գալու հավանականությունը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$Q(E_{\text{ԿԻ}}) = 1 - \prod_{i=1}^n ((1 - Q(n))),$$

որտեղ $Q(n)$ -ը համապատասխան իրադարձության կազմում ընդգրկված խափանումների ի հայտ գալու հավանականությունն է:

Համակարգում ԵրԿԻ-ն կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$E_{\text{րԿԻ}} = E_{\text{ԳԽ}} + S_{\text{Խ}} + U_{\text{Խ}} + Z + \text{ՎՍ},$$

իսկ դրա ի հայտ գալու հավանականությունը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$Q(E_{\text{րԿԻ}}) = 1 - \prod_{i=1}^n ((1 - Q(n))). \quad (22)$$

Էներգետիկ համակարգի ենթահամակարգերի խափանման հավանականությունը կորոշվի հետևյալ կերպ.

$$Q(t) = \frac{n(t)}{N_0 \Delta \alpha},$$

որտեղ N_0 -ն ենթահամակարգում առկա տարրերի քանակն է, $n(t)$ -ն՝ խափանված տարրերի քանակն է, $\Delta \alpha$ -ն՝ հաշվարկային ժամանակահատվածն է:

Հաշվարկի արդյունքները ներկայացնենք աղյուսակ 1-ով:

Աղյուսակ 1

ՓՀԷԱ կայանի աշխատանքային ռեժիմների հաշվարկային արդյունքները

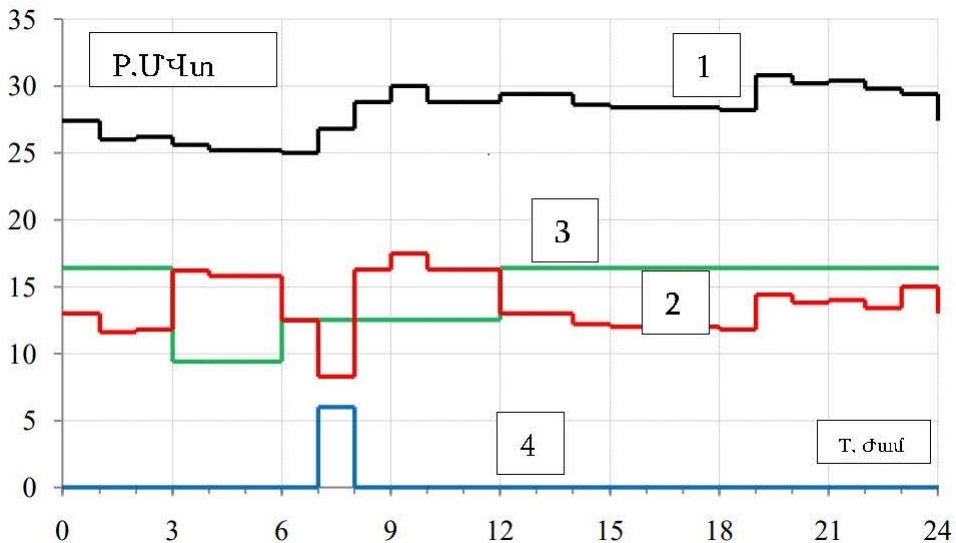
Ժամ	Pբեռ	Pէչ	PՓՀԷԱ	Pկ.2	ՓՀԷԱ ₁ → ՓՀԷԱ ₂	ՓՀԷԱ ₁ → F ₂
0	3,56	0	20,5	0	13	1,94
1	3,38	0	20,5	2	11,6	5,52
2	3,4	0	20,5	2	11,8	5,3
3	3,32	0	11,76	2	8,44	0
4	3,27	0	11,76	2	8,49	0
5	3,27	0	11,76	2	8,49	0
6	3,25	0	15,65	2	12,4	0
7	3,48	0	15,65	2	8,28	3,89
8	3,74	0	15,65	2	11,91	0
9	3,9	0	15,65	2	11,75	0
10	3,74	0	15,65	2	11,91	0
11	3,74	0	15,65	2	11,91	0
12	3,82	0	20,5	2	13	3,68
13	3,82	0	20,5	2	13	3,68
14	3,71	0	20,5	2	12,2	4,59
15	3,69	0	20,5	2	12	4,81

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

Լավարկման խնդրի լուծման նպատակով առաջարկված մեթոդիկայի համաձայն ձևավորված ՓՀԷԱ-ի սպառման և արտադրության գրաֆիկները ներկայացված են նկար 4-ում:

Նկ. 4

ՓՀԷԱ-ի աշխատանքային գրաֆիկները



1-ին գրաֆիկը ՓՀԷԱ-ի սպառման բեռնվածքն է, 2-րդ գրաֆիկը՝ էլեկտրական էներգիայի մատակարարման այլ աղբյուրներից ստացվող բեռնվածքը, 3-րդ գրաֆիկը՝ ՓՀԷԱ-ի արտադրության բեռնվածքը, 4-րդ գրաֆիկը՝ կուտակիչ կայանի աշխատանքային ռեժիմը:

Հաշվի առնելով ՓՀԷԱ-ների աշխատանքային առանձնահատկությունները՝ այս մեթոդով իրականացնենք Հայաստանի Հանրապետության էլեկտրաէներգետիկական համակարգի հուսալիության ու անվտանգության ցուցանիշների մակարդակների գնահատում և որոշենք հուսալիության և անվտանգության ցուցանիշների միջև կապը ցրվածքային վերլուծության մեթոդով (որպես էլակետային տվյալներ ընդունվել են հաղորդման ցանցի և արտադրող կայանների ագրեգատների վերաբերյալ տեղեկությունները): Հաշվարկի արդյունքները ներկայացված են աղյուսակ 2-ում:

Հայաստանի Հանրապետության էլեկտրաէներգետիկական համակարգի հուսալիության և անվտանգության ցուցանիշների մակարդակները

Անվանում	Տարի		
	2018	2019	2020
Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի տարրերի քանակը	3599	3599	3599
Հրաժարումների քանակը	33	360	30
1 տարրի վերականգման միջին ժամանակը	6	1	9
Պատրաստակամության միջին գործակիցը	0,9998	0,9985	0,9995
Հրաժարման հոսքի միջին պարամետրը	0,2437	3,786	0,2295
Էներգետիկ անվտանգության ցուցանիշի մակարդակը	0,9993	0,9998	0,9989

Եզրակացություն: Ուսումնասիրվել են էլեկտրաէներգետիկական համակարգի հուսալիության և անվտանգության ցուցանիշները, մշակվել են հուսալիության ցուցանիշների վերլուծման, հետազոտման և դրանց կառավարման հիմնահարցերը, առանձնացվել է հաշվարկային երկու փուլ: Առաջին փուլում RStudio ծրագրավորման հարթակի միջոցով իրականացվել են հուսալիության ցուցանիշների տարբեր իրավիճակային վերլուծությունների մաթեմատիկական մոդելավորում և հաշվարկներ, երկրորդ փուլում՝ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի անվտանգության ցուցանիշների և որակական ցուցանիշների համակարգի մշակման ու դրանց մեծության որոշման հաշվարկներ:

Խնդիրների դիտարկման արդյունքում պարզվել է.

1. Էլեկտրաէներգետիկական համակարգում հուսալիության ցուցանիշները փոխկապակցված են և դինամիկ փոփոխուն:

2. RStudio ծրագրային ապահովման փաթեթի միջոցով իրականացված հաշվարկների արդյունքները ցույց են տալիս, որ հուսալիության ցուցանիշների միջև առկա է նորմալ բաշխվածություն, իսկ անհատական տարրերի աշխատունակության վերականգնման տևողության միջև առկա է կապ:

3. Հետազոտության երկրորդ մասում կատարված հաշվարկները ցույց են տալիս էլեկտրաէներգետիկական համակարգի հուսալիության և անվտանգության ցուցանիշների միջև հստակ կապը և Հայաստանի Հանրապետության պայմաններում նշյալ ցուցանիշների հաշվարկային արժեքները:

4. Արդյունքում կարելի է եզրակացնել, որ ՎԷԱ կայանների և մինչև 30 ՄՎտ դրվածքային հզորությամբ կայանների օպտիմալ աշխատանքի կազմակերպման շնորհիվ հնարավոր է բարելավել ընդհանուր համակարգի անվտանգության ցուցանիշները: Միաժամանակ կարևոր է համակարգային նշանակության սպառման համակարգերի կառավարման մեխանիզմների ներդրումը, ինչը կնպաստի, որ էներգետիկ համակարգի աշխատանքը լինի առավել կանխատեսելի, կառավարելի և նվազ ծախսատար:

СЕРГЕЙ МИНАСЯН, ХАЧИК ШАХБАЗЯН – Модель анализа энергетической безопасности и работы производителей предназначенных для собственных нужд. – В сфере энергетики большое значение имеют производители, использующие возобновляемые источники энергии (ВИЭ), и другие производители с небольшой мощностью, в частности, станции мощностью до 30 МВт. Принимая во внимание международный опыт организации работы станций ВИЭ, можно отметить целесообразность строительства данных станций для обеспечения нужд промышленных предприятий, что создает возможность значительно повысить эффективность работы энергосистемы и уровень энергетической безопасности. Учитывая трудности, связанные с оценкой и повышением уровня энергетической безопасности, возникает необходимость разработки методики оценки и анализа уровня энергетической безопасности.

В процессе разработки Методологии оценки энергетической безопасности РА в качестве ключевых компонентов необходимо выделить оценку рабочего состояния системы и вопросы разработки оптимальной рабочей модели генерирующих установок, в то же время необходимо учитывать взаимосвязь показателей надежности системы и характеристик безопасности. При этом, в ряде европейских стран важной составляющей обеспечения системной безопасности является модель работы автономных генерирующих станций (АГС), функционирующих в системе.

В работе сделан анализ зависимости показателей, характеризующих надежность энергосистемы РА в системе программирования RStudio.

Ключевые слова: энергетическая безопасность, надежность, управление, электрическая энергия, регулирование, генерирующая станция, относительный вес

SERGEY MINASYAN, KHACHIK SHAHBAZYAN – Model of Analysis of Energy Security and Work of Production Plants for Satisfaction of Own Needs. – In the energy sector, producers using renewable energy sources (RES) and other producers with a small capacity, in particular, plants with a capacity of up to 30 MW are of great importance. Taking into consideration the international experience in organizing the work of RES stations, it can be noted that it is expedient to build these stations to meet the needs of industrial enterprises, which makes it possible to increase significantly the efficiency of the energy system and the level of energy security. Given the difficulties associated with assessing and improving the level of energy security, it becomes necessary to develop a methodology for assessing and analyzing the level of energy security.

In the process of developing the Methodology for assessing the energy security of the Republic of Armenia, it is necessary to highlight the assessment of the operating state of the system and the development of an optimal working model of generating plants as key components, at the same time, it is necessary to take into account the relationship between system reliability indicators and safety characteristics. At the same time, in a number of European countries, an important component of ensuring system security is the model of operation of autonomous generating stations (AGS) operating in the system.

The paper analyzes the dependence of indicators characterizing the reliability of the RA power system in the RStudio programming system.

Keywords: energy security, reliability, management, electricity, regulation, generating station, relative weight