

**Խ.Ա. ՇԱՀՐԱԶՅԱՆ, Գ.Ա. ՍԱՐԻԲԵԿՅԱՆ**

**ՀԻՂՐՈՒԿՈՒՄՈՒԼՅԱՑԻՈՆ ԷԼԵԿՏՐՈՆԱԿԱՆՆԵՐԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ  
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԷԼԵԿՏՐՈՆԱԿԱՆ ԳԵՏԻԿԱԿԱՆ ՇՈՒԿԱՅԻ  
ՄՐՑԱԿՑԱՅԻՆ ՄՈԴԵԼԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ**

Էներգետիկայում էլեկտրական էներգիայի կուտակումը հնարավոր է իրականացնել հատուկ էլեկտրաքիմիական, ջերմային և հիդրավլիկական սարքավորումների միջոցով: Առավել լայն տարածում են ստացել հիդրոկուտակիչ կայանները՝ էներգահամակարգի պահանջներին համապատասխան հզորության և տեղափոխվող էներգիայի չափի համաչափության ապահովման շնորհիվ: Դիտարկվել են էլեկտրաէներգետիկական մեծածախ շուկայի ազատականացման պայմաններում հիդրոակումուլյացիոն էլեկտրակայանների աշխատանքի առանձնահատկությունները:

**Առանցքային բաներ.** ազատանականացում, էլեկտրական էներգիա, շուկայի օպերատոր, արտադրող կայան, մատակարար, բնական մենաշնորհ:

Հիդրոակումուլյացիոն էլեկտրակայանների (ՀԱԿ) աշխատանքային առանձնահատկությունն այն է, որ գիշերային անկումային ժամերին դրանք աշխատում են որպես էլեկտրական էներգիա սպառող գործարկելով պոմպային ռեժիմը (ՊՌ), ստորին ջրամբարից ջուրը ճնշումային խողովակաշարով բարձրացնելով վերև, լցնելով վերին ջրամբարը: Այս ռեժիմը անվանում են պոմպային կամ լիցքավորման ռեժիմ: Մինչդեռ ցերեկային և երեկոյան ժամերի, երբ տեղի է ունենում էլեկտրական էներգիա նկատմամբ պահանջարկի աճ, ՀԱԿ-ը գործարկում է իր տուրբինային ռեժիմը (ՏՌ)՝ ջուրը վերին ջրամբարից իջեցնելով ստորին ջրամբար, այսինքն հանդես գալով որպես էլեկտրական էներգիա արտադրող: Այս ռեժիմը անվանում են լիցքաթափման ռեժիմ: Այն կարող է գործարկվել նաև էներգահամակարգում տեղի ունեցող վթարների դեպքում, քանի որ այս դեպքում ՀԱԿ-ը իր աշխատանքային ռեժիմով մոտ է ՀԷԿ-ին: Ընդ որում, ջուրը, որը իջնում է վերին ջրամբարից դեպի ստորինը, անցնում է տուրբիններով կամ շրջադարձային հիդրոմեքենաներով՝ հասնելով գեներատորին, որն արտադրում է էլեկտրական էներգիա:

Ըստ կառուցվածքի ՀԱԿ-երը լինում են՝

1. «մաքուր» կուտակման (անհամատեղելի),
2. խառը տիպի (համատեղված):

Եթե էներգիան, որը արտադրվում է հիդրոակումուլյացիոն կայանում լիցքաթափման ժամանակ, իսկ կայանը ստանում է լիցքավորման ժամանակ, ապա

այդպիսի կայանները չհամատեղված են հիդրոկայանների հետ: Այսպիսի կայանների բնական հոսքը դեպի վերին ավազան բացակայում է:

Համատեղելի հիդրոակումուլյացիայի ժամանակ ներքին ջրամբարից վերին ջրամբար մղվող ջրին բնական հոսք է ավելանում: Բացի այդ, լիցքաթափման էներգիայի մեծացում կարելի է ստանալ տուրբինների ճնշման բարձրացման հաշվին: Այսպիսով, համատեղելի հիդրոկուտակումը հնարավորություն է տալիս ինչպես ջրի ծախսով, այնպես էլ ճնշմամբ իրականացնել էլեկտրաէներգիայի արտադրություն:

Լեռնային շրջաններում հնարավոր են երկակի համատեղությամբ սխեմաներ, այսինքն և ճնշմամբ, և ջրի ծախսով:

Այսպիսով, ՀԱԿ-երը լիցքավորման (կուտակման) ռեժիմում աշխատում են որպես պոմպային կայաններ, իսկ լիցքաթափման ռեժիմում՝ որպես ՀԱԿ-եր:

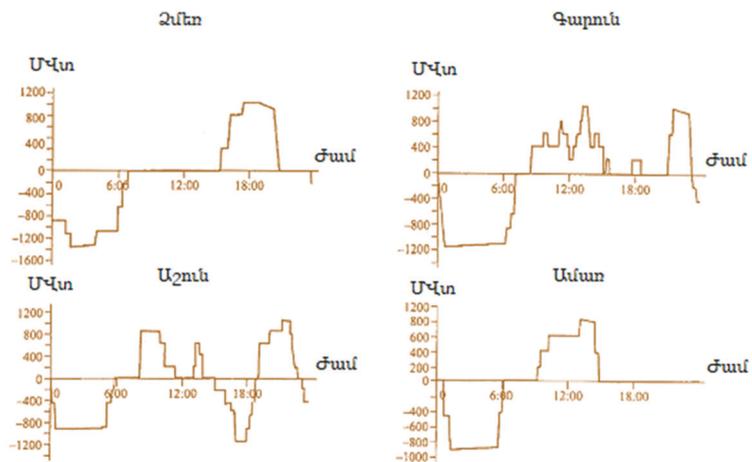
ՀԱԿ-երը ըստ կուտակման դասակարգվում են՝

- օրական,
- շաբաթական,
- սեզոնային,
- տարեկան:

Այս բաժանումն իրականացվում է ըստ օգտակար ծավալի լցման ժամանակի տևողության: Կարճատև (օրական և շաբաթական) ցիկլով ՀԱԿ-ի կիրառումը կարող է նպատակահարմար լինել այն էներգահամակարգերում, որոնք սարքավորված են հզորության սահմանափակ կարգավորմամբ ագրեգատներով:

Վերոնշյալ ցիկլերի օգտագործման խելամտությունը գլխավորապես կախված է ջրամբարի ծավալից, բեռի օրական անհավասարաչափության աստիճանից, շաբաթական, տարեկան բեռից և այլ պայմաններից, որոնք որոշում են նախագծվող կայանի տնտեսական արդյունավետությամբ յուրաքանչյուր կուտակման ցիկլի ժամանակ: Արհեստական ջրամբարներով ՀԱԿ-երի համար բնութագրական է օրական ակումուլյացիան, որը երբեմն զուգակցվում է հիդրոակումուլյացիայի շաբաթական ցիկլով:

Տարվա տարբեր ժամանակահատվածների տիպային օրերին ՀԱԿ-ի աշխատանքային ռեժիմներն ունեն հետևյալ տեսքը (նկ. 1):



Նկ. 1. ՀԱԿ-ի աշխատանքային ռեժիմները

Ուսումնասիրելով էլեկտրաէներգետիկական կարգավորվող շուկաներում սակագնի ձևավորման առանձնահատկությունները՝ նկատվում է սակագների մակարդակի կայուն աճ, ինչը առավել արդիական է դարձնում արդյունաբերական ձեռնարկությունների կողմից գնվող էլեկտրաէներգիայի հետ կապված ծախսերի օպտիմալացման խնդիրը:

Էլեկտրաէներգետիկական շուկաներում ՀԱԿ-ի աշխատանքի կազմակերպման առավել արդյունավետ հատվածը հաշվեկշռման շուկան (ՀՇ) է, որտեղ իրականացվում է պլանային ռեժիմներից շեղումների առքուվաճառք:

Շուկայում շեղումների հաշվեկշռման գինը կախված շեղումների առաջացման նախաձեռնություններից որոշվում է օպերացիոն օրվա յուրաքանչյուր ժամի համար տարբեր հաշվարկային բանաձևերի կիրառման միջոցով:

Շուկայում շեղումների հաշվարկման արդյունքում ստացված մեծությունները վաճառվում են հաշվեկշռման շուկայում և շուկայի մասնակիցները (ՇՄ) կան «տուգանվում» են (եթե շեղումը կատարվել է սեփական նախաձեռնությամբ), կան «պարգևատրվում», եթե շեղումն առաջացել է կարգավարի հրամաններին հետևելու արդյունքում [1]:

Այսպիսով, ի տարբերություն էլեկտրաէներգետիկական կարգավորվող շուկաների, որտեղ ՇՄ-ները գնում են էլեկտրական էներգիա՝ կարգավորվող հաստատված սակագներով, և պատասխանատվություն չեն կրում էլեկտրաէներգետիկական համակարգում սեփական նախաձեռնությամբ առաջացրած ծախսերի համար: Մրցակցային շուկաներում կարևորվում են ՇՄ-ի կողմից ստեղծված ծախսերը և համակարգին մատուցած ծառայությունները, ինչը արտացոլվում է գնվող էլեկտրական էներգիայի գնում:

ՇՄ-երի կողմից էլեկտրաէներգետիկական մրցակցային շուկայում դրական տնտեսական արդյունք ապահովելու կարևոր նախադրյալ է հանդիսանում էլեկտրական էներգիայի սպառման կարճաժամկետ պլանավորումը, համընդհանուր հետաքրքրություն է առաջացնում պլանավորման ճշտությունից ստացվող տնտեսական արդյունքը:

Շուկայի յուրաքանչյուր մասնակցի ՀՇ արդյունքերով հաշվեգրման ենթակա գումարի մեծությունը որոշվում է հետևյալ կերպ [2].

1. Երբ ՇՄ-ի  $W_{\phi}$  և  $W_{\omega}$  ծավալների տարբերությունը բացասական է և՛

ա. ՇՄ-ն ԷՄՇ-ում հանդես է եկել որպես գնորդ, ապա վերջինիս հաշվեկշռման ենթահաշվին էլեկտրաէներգիայի  $W_{\phi}$  և  $W_{\omega}$  ծավալների տարբերության և ԷՄՇ կարգավորվող ուղիղ պայմանագրերի հատվածում (ԿՈՒՊ) վաճառքի համար սահմանված ամենացածր սակագնի արտադրյալին համապատասխան գումար է կրեդիտավորվում՝ որպես հաշվեկշռման ծառայություն մատուցող (ՀԾՄ) կայանի կողմից վճարման ենթակա գումար,

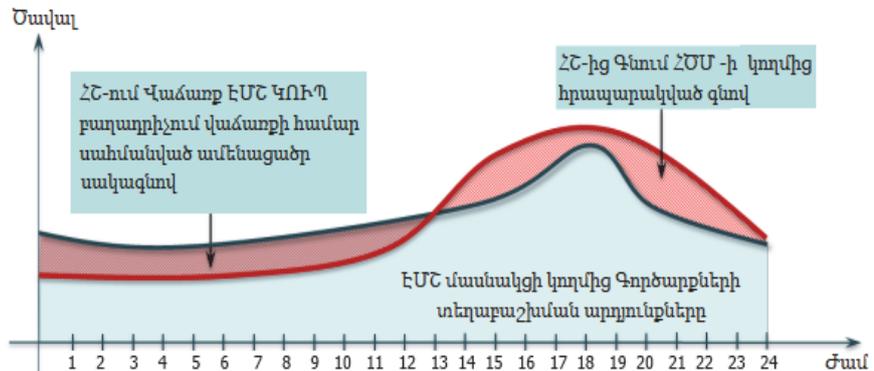
բ. ՇՄ-ն ԷՄՇ-ում հանդես է եկել որպես վաճառող, ապա վերջինիս հաշվեկշռման ենթահաշվին էլեկտրաէներգիայի  $W_{\phi}$  և  $W_{\omega}$  ծավալների տարբերության և ՀԾՄ կայանի համար ՀՀ ՀԾԿՀ-ի կողմից հաստատած գնի արտադրյալին համապատասխան՝ գումար է դեբիտագրվում որպես ՀԾՄ-ին վճարման ենթակա գումար:

2. Երբ ՇՄ-ի  $W_{\phi}$  և  $W_{\omega}$  ծավալների տարբերությունը դրական է և.

ա. ՇՄ-ն ԷՄՇ-ում հանդես է եկել որպես գնորդ, ապա վերջինիս հաշվեկշռման ենթահաշվին էլեկտրաէներգիայի  $W_{\phi}$  և  $W_{\omega}$  ծավալների տարբերության և ՀԾՄ կայանի համար ՀՀ ՀԾԿՀ-ի կողմից հաստատած գնի արտադրյալին համապատասխան գումար է դեբիտագրվում որպես ՀԾՄ կայանին վճարման ենթակա գումար.

բ. ՇՄ-ն ԷՄՇ-ում հանդես է եկել որպես վաճառող, ապա վերջինիս հաշվեկշռման ենթահաշվին էլեկտրաէներգիայի  $W_{\phi}$  և  $W_{\omega}$  ծավալների տարբերության և ԷՄՇ ԿՈՒՊ հատվածում վաճառքի համար սահմանված ամենացածր սակագնի արտադրյալին համապատասխան՝ գումար է կրեդիտավորվում՝ որպես ՀԾՄ կայանի կողմից վճարման ենթակա գումար:

Հաշվեկշռման շուկայում էլեկտրական էներգիայի առքուվաճառքի սխեման ունի հետևյալ տեսքը (նկ. 2):



Նկ. 2. Հաշվեկշռման շուկայում էլեկտրական էներգիայի առուվաճառքի սխեման

Կիրառենք վերոնշյալ մեխանիզմները ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական մեծածախ շուկայի մոդելավորման գործընթացում [3]:

**Տարբերակ 1:** Դիտարկենք էլեկտրամատակարարման 4 տարբեր հիդրոակումուլյացիոն էլեկտրակայանի համար իրականացված մրցակցային և ամբողջությամբ կարգավորվող շուկայում ՇՄ-երի կողմից ստացվող տնտեսական արդյունքը առանց հաշվեկշռման մեխանիզմի [4]:

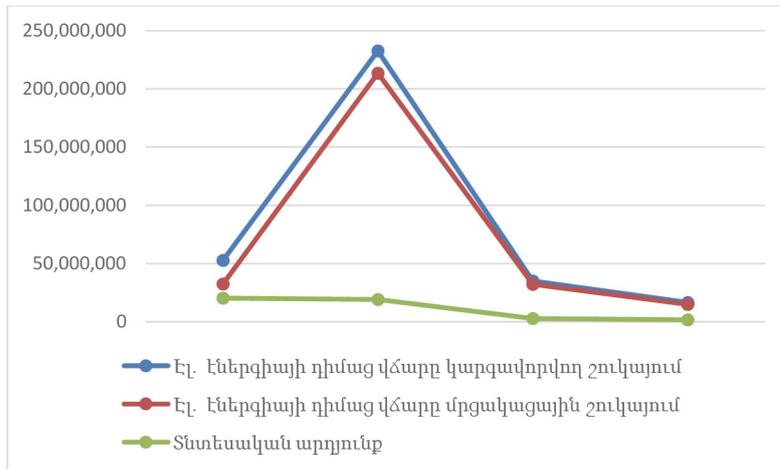
**Տարբերակ 2:** Դիտարկենք էլեկտրամատակարարման 4 տարբեր ՀԱԿ-երի համար իրականացված մրցակցային և ամբողջությամբ կարգավորվող շուկայում ՇՄ-երի կողմից ստացվող տնտեսական արդյունքը հաշվեկշռման դիտարկված մեխանիզմների կիրառման պարագայում: Եթե կատարենք արդյունաբերական ձեռնարկության սպառման ռեժիմի կարճաժամկետ կանխատեսում, ստանանք պլանավորման մեթոդիկայի ստույգության մեծությունը MAPE (mean absolute percentage error) [5],

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_i - F_i}{A_i} \right|, \quad (1)$$

որտեղ՝  $A_i$  –ն փաստացի արժեքն է,  $F_i$  –ն պլանային արժեքը:

Ստանալով MAPE մեծությունը՝ 4%, հաշվարկենք պլանային ռեժիմից շեղումը և իրականացնենք ՀԱԿ-երի էՄՇ-ում գործունեության գնահատում ՀՀ-ի մեխանիզմի կիրառման արդյունքում [6, 7, 8]:

Վերոնշյալ մեթոդով իրականացված հաշվարկի արդյունքներն ունեն հետևյալ տեսքը (նկ. 3):



Նկ. 3. Հաշվեկշռման շուկայում էլեկտրական էներգիայի առուվաճառքի սխեման

**Եզրակացություն:** ՀԱԿ-ի աշխատանքային ռեժիմների վերլուծությունը էլեկտրաէներգետիկական շուկայի տարբեր մոդելներում ցույց է տալիս, որ մրցակցային մոդելի պայմաններում հնարավոր է բարելավել ընկերության տնտեսական ցուցանիշները:

#### ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. Decision of 25.12.2019 No. 522-N of the Public Services Regulatory Commission of the Republic of Armenia.
2. Decision of 25.12.2019 No. 516-N of the Public Services Regulatory Commission of the Republic of Armenia.
3. **Burns Maria G.** Managing Energy Security An All Hazards Approach to Critical Infrastructure. - April 10, 2019 by Routledge.- 416 p.
4. **Bykova E.V.** Methods for Calculation and Analysis of Energy Security Indices.– Kishinev, 2005. – 158 p.
5. **Лисин Е.М.** Экономика и управление отраслевыми рынками: Учебник для вузов.– М.: МЭИ, 2017. – 114 с.
6. **Стофт Ст.** Экономика энергосистем. Введение в проектирование рынков электроэнергии /Пер. с англ. - М.: Мир, 2006. - 623 с.
7. **Гительман Л.Д., Ратников Б.Е.** Эффективная энергокомпания: экономика, менеджмент, реформирование. - М.: Олимп-Бизнес, 2002. - 534 с.
8. **Айзенберг Н.И., Филатов А.Ю.** Моделирование и анализ механизмов функционирования электроэнергетических рынков. -Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2013.-93с.

**Х.А. ШАХБАЗЯН, Г.А. САРИБЕКЯН**

**ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГИДРОАККУМУЛИРУЮЩИХ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В УСЛОВИЯХ КОНКУРЕНТНОЙ МОДЕЛИ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЫНКА**

В области энергетики накопление электрической энергии может осуществляться с помощью специального электрохимического, теплового и гидравлического оборудования. Гидроаккумулирующие установки получили наибольшее распространение благодаря обеспечению пропорциональности мощности и количества транспортируемой энергии в соответствии с требованиями энергосистемы. Рассмотрены особенности работы гидроаккумулирующих электростанций в условиях либерализации оптового рынка электроэнергии.

*Ключевые слова:* либерализация, электроэнергия, оператор рынка, электростанция, поставщик, естественная монополия.

**КН. А. ШАНБАЗЯН, G.A. SARIBEKYAN**

**PECULIARITIES OF OPERATION OF PUMPED STORAGE POWER  
PLANTS UNDER THE CONDITIONS OF A COMPETITIVE MODEL OF  
THE ELECTRICITY MARKET**

In the field of energy, the accumulation of electrical energy can be carried out using special electrochemical, thermal and hydraulic equipment. Pumped storage installations have become most widespread due to ensuring proportionality of power and the amount of transported energy in accordance with the requirements of the power system. The features of the operation of the pumped storage power plants under the conditions of liberalization of the wholesale electricity market are considered.

*Keywords:* liberalization, electric power, market operator, power plant, supplier, natural monopoly.