

Վերականգնվող էներգետիկայի հաղթարշավը աշխարհում և հեռանկարային ուղղությունները Հայաստանում

Մանուկյան Ս. Ֆ.

տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան, (Հայաստան, Երևան)
sarkis.ar@gmail.com

Վճռորոշ բառեր՝ վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ (ՎԷԱ), արևային ՖՎ էլեկտրակայաններ, հողմաէներգետիկա, հիդրոէներգետիկա, երկրաջերմային էներգիա, waste-to-energy

Триумф возобновляемой энергетики в мире и перспективы в Армении

Манукян С. Ф.

Национальный Политехнический Университет Армении (Ереван, Армения)
sarkis.ar@gmail.com

Резюме: Целесообразность и эффективность использования возобновляемых источников энергии в Армении не вызывает сомнений. Это подтверждается глобальными тенденциями последних 5 лет в этой области, которые наиболее очевидны в области солнечной фотоэлектрической и ветровой энергетики. Позитивные события также наблюдаются в Армении, но они не соответствуют глобальным тенденциям, а их качество и структурные изменения в энергетической системе еще не очевидны. Армения также может поставить перед собой амбициозные цели и добиться быстрого прогресса в области возобновляемых источников энергии. Статья представляет собой информационно-аналитическую работу, цель которой - представить современные процессы ВИЭ и помочь им определить наиболее перспективные направления для нашей страны и рассмотреть механизмы, которые помогут им быстрее расти в Армении. Особое внимание уделяется направлениям использования солнечной фотоэлектрической энергии, waste-to-energy, геотермальной энергии и энергии ветра, которые могут быть стратегически целесообразными для Армении в ближайшем и отдаленном будущем.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), солнечные фотоэлектрические электростанции, ветроэнергетика, гидроэнергетика, геотермальная энергия, waste-to-energy

The Triumph of renewable energy in the world and perspectives in Armenia

Manukyan S. F.

National Polytechnic University of Armenia (Yerevan, Armenia)
sarkis.ar@gmail.com

Abstract: The expediency and efficiency of the use of renewable energy sources in Armenia is beyond doubt. This is supported by the global trends of the last 5 years in this field, which are most evident in the fields of solar photovoltaic and wind energy. Positive developments are also observed in Armenia, but they are not in line with global trends, and their quality and structural changes in the energy system are not yet apparent. Armenia can also set ambitious goals and make rapid progress on renewable energy. The article is an informational-analytical work aimed at presenting modern RE processes and helping them to identify the most promising directions for our country and to look at mechanisms that will help them grow at a faster rate in Armenia. Particular emphasis is given to the directions of solar photovoltaic, waste-to-energy, geothermal and wind energy sources, which may be strategically feasible for Armenia in the near and far future.

Keywords: renewable energy sources (RES), solar PV power plants, wind power, hydropower, geothermal energy, waste-to-energy

Հայաստանում վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների յուրացման նպատակահարմարությունը և արդյունավետությունը ներկայումս այլևս կասկած չի հարուցում: Դրան են նպաստում հասկապես վերջին 5 տարիների զլոբալ միտումները այս ոլորտում, որոնք առավել ակնհայտ երևում են արևային ֆոտո-վոլտային և հողմային էներգիայի ոլորտ-

ներում: Զմոռանալք, որ ընդամենը մի քանի տարի առաջ ինչքան շատ էին հոռետեսական և բացասական կարծիքները վերականգնվող էներգետիկայի հեռանկարների վերաբերյալ:

Ներկայումս վերականգնվող էներգետիկայի (ՎԷ) աճի տեմպերը և տարածման մասշտաբները կարելի է ասել տպավորիչ են և ոգևորող: Հայաստանում դրական զարգա-

ցումներ նույնպես նկատվում են, սակայն դրանք համահունչ չեն գլոբալ միտումների հետ և առայժմ դրանց որակական և կառուցվածքային արդյունքները էներգետիկ համակարգում ակնհայտ չեն (առանց հիդրոէներգետիկայի): ՎԷ-ի զարգացման տեմպերը հուշում են, որ Հայաստանը նույնպես կարող է հավակնոտ նպատակներ դնել և արագ տեմպերով իրականացնել առաջընթաց, այն պետք է դառնա առանձին ենթաճյուղ էներգետիկ համակարգում: ՎԷ-ն պետք է լինի զարգացող և առաջնայնություն ունեցող ոլորտ, իր բոլոր փոխկապակցված՝ կրթական, նախագծային, արտադրության, նորարարական, սպասարկման ինստիտուտներով հանդերձ:

Հոդվածը տեղեկատվական-վերլուծական բնույթի աշխատանք է, որի նպատակը կայանում է ներկայացնել ժամանակակից ՎԷ-ի գործընթացները և դրանց օգնությամբ հստակեցնել ամենահեռանկարային ուղղությունները մեր երկրի համար: Հատկապես կարևորում ենք արևային ֆոտովոլտային, waste-to-energy, երկրաջերմային, հողմային (քամու) էներգիայի աղբյուրներից էներգիա ստանալու ուղղությունները, որոնք մոտակա և հեռու ապագայում ռազմավարական առումով ամենանպատակահարմարը կարող են լինել Հայաստանի համար: Հոդվածում հպանցիկ դիտարկվում են նաև ՎԷ-ին աջակցության մեխանիզմները:

Հոդվածում օգտագործվել են IRENA, REN21, BLOOMBERG, DELOITTEE, EUROSTAT, IEA, Enerdata և այդ ոլորտում այլ մասնագիտացված միջազգային կառույցների հրապարակված վիճակագրական ցուցանիշները, գեկույցները և հրապարակումները:

ՎԷ-ի միտումները աշխարհում՝ 2018-2019թ.-ին

Վերականգնվող էներգետիկայի 2016-2017 թթ. գլոբալ միտումների և դրանց աճին խթանող պատճառների մասին արդեն անդրադարձել ենք հետևյալ հոդվածներում [1, 2]: Այդ պատճառով կրկնություններից խուսափելու համար այս անգամ կդիտարկենք վերջին երկու տարիների՝ 2018-2019թթ.-ի միտումները: Կարող ենք ասել, որ ՎԷ-ի հզորությունները ավելի արագ են աճում, քան կանխատեսվում էր: 2016-2017թթ.-ի ՎԷ-ի հիմնական խթանող

միտումները շարունակվել են նաև 2018-2019 թթ.-ին: Դրական միտումները պայմանավորված են նախևառաջ ներդրումային ծախսերի և ընթացիկ ծախսերի շարունակական անկմամբ: Հետևյալ հիմնական միտումները կարելի է առանձնացնել ՎԷ-ի համար՝ զարգացնող քաղաքականություն, ներդրումների հետաքրքրության ընդլայնում և տեխնոլոգիաների զարգացում [3]: Դա նշանակում է, որ առաջին դեպքում պետությունների կողմից աջակցությունը ՎԷ-ին ամբողջ աշխարհում ավելի ընդգրկուն է դառնում, իսկ ներդրումների պահով խոշոր ընկերություններից մինչև փոքր ընկերություններ նույնպես մեծ հետաքրքրություն ունեն ՎԷ-ի նկատմամբ, այդ թվում նաև՝ նավթի և գազի ոլորտի խոշոր ընկերությունները, ֆինանսական կորպորացիաները, ակտիվներ կառավարող ընկերությունները: Տեխնոլոգիաների զարգացումը նույնպես գնեթի նվազման կարևորագույն խթան է: Գների անկումը, մրցակցության աճը և էներգիայի կուտակիչների զարգացումը հիմնական խթաններն են եղել վերջին տարիներին: Արդյունքը՝ աղտոտվածության նվազեցում, բնակչության առողջության բարելավում, էկոլոգիական կայունության ապահովում, նոր աշխատատեղերի ստեղծում ՎԷ-ն զարգացող տարածքներում: Եվրոպական մի քանի քաղաքներ նպատակ են դրել 2050 թ.-ին հասնել ածխաթթու գազով աղտոտման 0-ական մակարդակի:

2020թ.-ի համար կանխատեսվում է, որ վերականգնվող էներգիայի ստացման ծախսերը ավելի մրցունակ կլինեն ավանդական էներգիայի աղբյուրների հետ համեմատած: Ներկայումս էլ, դրանք համեմատելի են ավանդական աղբյուրներից ստացվող էլեկտրաէներգիայի ծախսերի հետ, որոշ դեպքերում նույնիսկ ցածր են: Այսինքն, էլեկտրաէներգիայի արտադրության սեկտորում ՎԷ ավելի մրցունակ է դառնում, քան ավանդական աղբյուրներինը: ՎԷ-ի զարգացման համար մասնավոր սեկտորը խաղում է հանգուցային դեր՝ գնումների և ներդրումների տեսակետից: Միաժամանակ տնային տնտեսությունները ավելի մեծ հնարավորություններ ունեն մուտք գործել այդ համակարգեր՝ ստեղծելով լրացուցիչ հզորություններ:

Վերականգնվող էներգետիկայի ցուցանիշները, 2018	Չափողականություն	2017	2018
Ներդրումների ծավալը, նոր (տարեկան) ՎԷ հզորություններում	\$ մլրդ.	326	289
ԷԼԵԿՏՐԱԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱ, գումարային հզորությունները			
ՎԷ հզորությունները (ներառյալ հիդրոէներգետիկան)	ԳՎտ	2197	2378
ՎԷ հզորությունները (առանց հիդրոէներգետիկայի)	ԳՎտ	1081	1246
Հիդրոէներգետիկ հզորությունները	ԳՎտ	1112	1132
Հողմնային էներգակայանների տեղակայված հզորությունները	ԳՎտ	540	591
Արևային ՖՎ կայանների տեղակայված հզորությունները	ԳՎտ	405	505
Կենսաէներգետիկ կայանների տեղակայված հզորությունները	ԳՎտ	121	130
Երկրաջերմային էներգիայի տեղակայված հզորությունները	ԳՎտ	12,8	13,3
Արևային կենտրոնացված էներգիայի տեղակայված հզորությունները	ԳՎտ	4,9	5,5
Օվկիանոսի էներգիայի յուրացման նպատակով տեղակայված հզորությունները	ԳՎտ	0,5	0,5
Կենսաէներգիայի (տարեկան) արտադրությունը	ՏՎտ ժ	532	581
ՋԵՐՄԱՄԱՍՏԱԿԱՐԱՐՈՒՄ			
Արևային ջրատաքացուցիչների տեղակայված հզորությունները	ԳՎտ տ.	472	480
ՏՐԱՆՍՊՈՐՏ			
Էթանոլի արտադրությունը (տարեկան)	մլրդ լիտր	104	112
Կենսադիզելի արտադրությունը FAME (տարեկան)	մլրդ լիտր	33	34
Կենսադիզելի արտադրությունը HVO (տարեկան)	մլրդ լիտր	6,2	7,0
ՔԱՂԱՔԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ			
ՎԷ-ի ազգային, տարածաշրջանային և համայնքային նպատակներ ունեցող երկրների քանակը	#	179	169
ՎԷ-ի սկզբնական և վերջնական էներգիայի 100% ապահովածության նպատակ ունեցող երկրների քանակը	#	1	1
ՎԷ-ի ջեռուցման և հովացման 100% ապահովածության նպատակ ունեցող երկրների քանակը	#	1	1
ՎԷ-ի տրանսպորտի էներգիայի 100% ապահովածության նպատակ ունեցող երկրների քանակը	#	1	1
ՎԷ-ի էլեկտրաէներգիայի 100% ապահովածության նպատակ ունեցող երկրների քանակը	#	57	65

Աղբյուր՝ Renewables 2019, Global Status Report, REN 21

Ասել, թե հիմնախնդիրներ և բացասական կողմեր չկան ՎԷ-ում, նույնպես ճիշտ չէ, սակայն դրանք այդքան սարսափելի չեն, որքան ներկայացվում էին: Հռոտեսանների հիմնական փաստարկներն են՝ «կանաչ էներգետիկան» դեռևս մեծ արտադրողականություն չունի և մեծ ներդրումներ են պետք ենթակառուցվածքների համար կամ էժան էներգառեսուրսների առկայության դեպքում ավելի թանկ ՎԷ զարգացնելը նպատակահարմար չէ: Մեկ այլ փաստարկ էր նաև, որ ՎԷ-ի բարձր սակագները, որոնք հաստատվում են ոլորտի աջակցության համար, իր հերթին ազդում է բնակչության համար նախատեսված էլեկտրաէներգիայի սակագների վրա: ՎԷ-ի աղբյուրներից ստացվող էլեկտրաէներգիայի ինտեգրման տեխնիկական բարդությունները ընդհանուր էներգետիկ ցանցին, նույնպես բացասական գործոն են դիտարկվում: Առկա են նաև այլ բնապահպանական, առողջապահական, տնտեսական և տեխնիկական բնույթի բացասական նկատառումներ: Կարելի է ասել, որ այս և այլ հիմնախնդիրները կամ լուծվել են, կամ հաջողությամբ լուծվում են:

Ավելի ու ավելի շատ երկրներ հավակնոտ ծրագրեր են կազմում ՎԷ-ի զարգացման համար: ՎԷ-ի նախագծերի արդյունավետության աճ, պետական ծրագրերի ընդլայնում, քաղաքների և գյուղական համայնքների կողմից նախաձեռնությունների աճ, զարգացող երկրների հետաքրքրությունների աճ, մասնավոր սեկտորի կողմից հետաքրքրությունների աճ, վերականգնվող էներգիայի պահանջարկի աճ, ահա ՎԷ-ի կամ «Կանաչ էներգետիկայի» հիմնական միտումները ըստ P5K-ի [4]: 169 երկիր հավակնոտ նպատակներ ունի ՎԷ ոլորտում՝ պետական և մարզային մակարդակներով (տես աղյուսակ 1): 90 երկիր ունի ամենաքիչը ՎԷ-ի 1 ԳՎտ գեներացնող հզորություններ, իսկ 30 երկիր ավելի քան 10 ԳՎտ գեներացնող հզորություններ: ՎԷ-ի ոլորտում ընդգրկված են 10,9 մլն. աշխատող (ներառյալ հիդրոէներգետիկան), որից 3,6 մլն.-ը արևային ֆոտովոլտային էներգետիկայի ենթաձյուղում:

Շուկան կայուն է եղել 2018թ.-ին՝ ավելի քան 180 ԳՎտ նոր հզորություններ են գործարկվել ամբողջ աշխարհում, որից 100 ԳՎտ միայն արևային ֆոտովոլտային էլեկտրակայանների կառուցումով: 2018թ.-ի դրությամբ

ՎԷ-ի ընդհանուր հզորությունները աշխարհում ներառյալ հիդրոէներգետիկան կազմել է 2378 ԳՎտ, առանց հեղրոէներգետիկայի՝ 1246 ԳՎտ: Ամբողջ աշխարհում էլեկտրաէներգիայի արտադրության 1/3-ը ապահովում են ՎԷ-ի աղբյուրները, ներառյալ հիդրոէներգետիկան, իսկ առանց հիդրոէներգետիկայի մոտավորապես 12,9%-ը: Աշխարհում նոր կառուցվող էներգետիկ նշանակության հզորությունների 64%-ը կազմել են ՎԷԱ հզորությունները, դա նշանակում է, որ տարեկան կտրվածքով ավելի շատ ՎԷ-ի հզորություններ են կառուցվում, քան ավանդական, դեռևս սկսած 2012թ.-ից: Իր հերթին 2018թ.-ին կառուցվող ՎԷ-ի կառուցվող հզորությունների 55%-ը ՖՎ էլեկտրակայաններ են, 28%-ը հողմային էլեկտրակայաններ և 11%-ը հիդրոէլեկտրակայաններ են: Ավելացնենք նաև, որ 2019 թ.-ին էներգիայի կուտակիչների գլոբալ հզորությունները կազմել են 3 ԳՎտ [5]: Թվերով չճանաբեռնելու համար, ստորև բերված աղյուսակում ներկայացված են վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների ցուցանիշները ըստ REN21-ի:

2019 թ.-ի համար, տվյալները դեռևս հասանելի չեն, սակայն կարող ենք ասել, որ գրեթե նույն բարձր տեմպերով հզորությունների աճ է գրանցվել ՎԷ-ում: Ինչպես տեսնում ենք առաջընթացը ավելի շատ նկատվում է հիմնականում էլեկտրաէներգիայի արտադրության ոլորտում, քիչ աճ է գրանցվել ջեռուցման և հովացման համակարգերում և տրանսպորտի համակարգում [6]: Վերջիններիս նկատմամբ ավելի պակաս քաղաքական աջակցություն կա և նոր տեխնոլոգիաներն ավելի դանդաղ են փոփոխվում:

Ջեռուցման և հովացման համակարգերի համար ՎԷ-ի հետաքրքրությունը դրսևորվում է տեղական և համայնքային մակարդակով: Ջեռուցման և հովացման համակարգերում ՎԷ-ի դերի մեծացումը պետք է իրականացնել նաև արդյունաբերության, գյուղատնտեսության մեջ և բնակելի շենքերում դրանց կիրառման ընդլայնմամբ: Պետք է նվազեցնել շենքերում և կառույցներում ջերմության նկատմամբ պահանջարկը էներգախնայուն յուրթերի և տեխնոլոգիաների օգտագործմամբ և մեծացնել նորագույն տեխնոլոգիաների կիրառումը ջեռուցման և հովացման նպատակներով: Այս-

տեղ հատկապես արդյունավետ են երկրաջերմային պոմպերի կիրառումը [6]:

Տրանսպորտի ոլորտում կենսավառելիքի կիրառումը ունի համեմատաբար մեծ ներկայություն հատկապես ավտոտրանսպորտային միջոցներում: Կենսադիզելի և էթանոլի արտադրությունը աճում է, թեև այն համեստ է իր ծավալներով: Սակայն ՎԷ-ն պետք է ավելի ընդգրկուն ներկայություն ունենա երկաթուղային, ջրային և օդային տրանսպորտում:

ՎԷ-ն էլեկտրամոբիլների ոլորտում աճ է գրանցում՝ էլեկտրամոբիլների թիվը զգալիորեն աճել է 2018-2019 թթ.-ին: Իսկ 2019թ.-ը էլեկտրամոբիլների նկատմամբ պահանջարկի առումով ավելի հաջող էր, նախորդ տարվա համեմատ: Շատ քաղաքներ են ձգտում էլեկտրական ավտոբուսային պարկերի ներդրմանը:

Ներդրումներ: 2018 թ.-ին ներդրումների ծավալը կազմել է՝ 289 միլիարդ դոլար, որը 37 միլիարդ դոլարով պակաս է եղել 2017թ.-ի համեմատ, սակայն դա բացատրվում է, ոչ թե հետաքրքրության նվազմամբ կամ կառուցվող հզորությունների աճի տեմպերի կրճատմամբ, այլ ներդրումային ծախսերի կամ այլ խոսքերով ասած՝ վերականգնվող էներգիայի տեխնոլոգիաների գների նվազմամբ: Ներդրումների կրճատումը նկատվել է հատկապես Չինաստանում: Միաժամանակ տեխնոլոգիաների գների նվազումը պայմանավորված է եղել հատկապես Չինաստանի կողմից միջազգային շուկան վերջին տարիներին էժան ՎԷ սարքավորումների հեղեղումով:

Ներդրումների ուղիղ կեսը ապահովում են զարգացող երկրները: Չինաստանը թեև հանդիսանում է ամենախոշոր աղտոտողը, միաժամանակ ամենախոշոր ինվեստորն է ՎԷ-ում: Ամեն դեպքում 2018թ.-ին Չինաստանին բաժին է ընկել ամբողջ ներդրումների 32%-ը, Եվրոպային 21%-ը, ԱՄՆ-ին 17 %-ը: Ըստ BloombergNEF-ի, 2010-2019թթ.-ի ընթացքում ՎԷ-ի ոլորտում ներդրումները կազմել են 2,8 տրիլիոն դոլար, որից կեսը ծախսվել է արևային էներգակայանների վրա: Վերջին տասնամյակի ընթացքում ՎԷ-ի ոլորտում Չինաստանի կողմից ներդրումները կազմել են մոտ 758 մլրդ. դոլար, Միացյալ Նահանգները՝ 356 միլիարդ դոլար, Ճապոնիան՝ 202 մլրդ. դոլար, Գերմանիան՝ 179 մլրդ. դոլար, որն ամենամեծն է ԵՄ-ում, իսկ ամբողջ ԵՄ-ի ներ-

դրումները վերջին տասնամյակում կազմել են 698 մլրդ դոլար [7]:

Ծախսեր: 2018թ.-ին արևային ֆոտովոլտային էլեկտրաէներգիայի ստացման ծախսերը 2009թ.-ի համեմատ նվազել են 81%-ով, իսկ հողմնային էլեկտրաէներգիայինը՝ 44-46%-ով: Վերականգնվող էլեկտրաէներգիայի հավասարակշռված ծախսերի (LCOE) նվազումը արդյունք է մի քանի գործոնների՝ ճյուղում ուժեղ մրցակցության, մասշտաբի էֆեկտի, աճուրդների կազմակերպման, վերականգնվող տեխնոլոգիաների զարգացման, ֆինանսական միջոցների էժանացման և սարքավորումների արդյունավետության բարձրացման (The Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, BNEF): Աղյուսակ 2-ում տրված են ՎԷԱ-ի էլեկտրաէներգիայի ստացման ծախսերի ցուցանիշները [8]:

Ծախսերը նվազում են նաև երկարաժամկետ պայմանագրերի (20-25 տարով) կնքման, մուտքը առաջնային ցանցեր հեշտացման, գնաճի պաշտպանության, արտադրողների համար արդար երկամուտներ ապահովող գների կիրառման հետևանքով:

Նվազում են նաև ներդրումային ծախսերը: Հողմնային տուրբինների կառուցման նոր նախագծերի իրականացումից հողմնային էլեկտրակայանների կառուցման ներդրումային ծախսերը շարունակ նվազում են: Տուրբինների ներդրումային ծախսերը կախված չափերից, միջինը կազմում է 790-900 ամերիկյան դոլար 1 ԿՎտ.-ի համար, 2017 թ.-ի 910-1050 դոլարի փոխարեն: Արևային ՖՎ էլեկտրակայանների համար ներդրումային ծախսերը կազմել են միջինը՝ 1210 դոլար 1 ԿՎտ.-ի համար՝ բարձր դիֆֆերենցված մոդուլների համար: Այսինքն, արևային կամ հողմնային էլեկտրակայանի կառուցման ներդրումները 1 ՄՎտ հզորության համար միջինը 1 միլիոն ամերիկյան դոլար է:

Ինովացիաներ: Աստիճանաբար հաղթահարվում է եղանակային պայմանների և սեզոնայնության բացասական ազդեցությունը ՎԷ տեխնոլոգիաների արտադրած էլեկտրաէներգիայի ծավալների և արդյունավետության վրա: Զարգանում են նաև էներգիայի կուտակման տեխնոլոգիաները՝ ավելի արդյունավետ և հզոր կուտակիչներ են նախագծվում: Վերականգնվող էներգետիկան շուտով տեխնոլո-

Վերականգնվող էլեկտրաէներգիայի արտադրության ծախսերը

ՎԷ-ի աղբյուրները	Էլեկտրաէներգիայի գլոբալ միջին ինքնարժեքը, (ԱՄՆ դոլար/Կվտժ)	Էլեկտրաէներգիայի ինքնարժեքը, (ԱՄՆ դոլար/Կվտժ)	Էլեկտրաէներգիայի ինքնարժեքի փոփոխությունը
	2018	2018	2017–2018
Կենսաէներգիա	0.062	0.048–0.243	–14%
Երկրաջերմային	0.072	0.060–0.143	–1%
Հիդրո	0.047	0.030–0.136	–11%
Արևային ֆոտովոլտային	0.085	0.058–0.219	–13%
Կենտրոնացված արևային էներգիա	0.185	0.109–0.272	–26%
Ափամերձ-ծովային (Offshore) հողմային	0.127	0.102–0.198	–1%
Ցամաքային (Onshore) հողմային	0.056	0.044–0.100	–13%

Աղբյուր՝ Renewable Power Generation Costs in 2018, International Renewable Energy Agency

գիաների կատարելագործման արդյունքում ամբողջ էներգետիկ համակարգի համար հավասարակշռող ազդեցություն կունենա՝ այն բերում է էներգետիկ համակարգի կայունության աճին: Ընդ որում ՎԷ-ի զարգացման համար տեխնոլոգիաների զարգացումը դառնում է ավելի առաջնային, քան պետական աջակցությունը: ՎԷ տեխնոլոգիաները արդեն այնքան տարածված են, որ էներգետիկ ցանցերին ինտեգրվելու համար քիչ ճշգրտումներ են անհրաժեշտ: Տեխնոլոգիաների զարգացումը ներառում է ավտոմատացումը, ինտելեկտը, բլոկչեյնը, «խելացի» ցանցերը, որոնք խթանում են ՎԷ-ի տարածումը: Նոր կատարելագործված տեխնոլոգիաների՝ արևային պանելների և հողմային տուրբինների նախագծումը և կիրառումը, օպտիմալացնում են էներգիայի արտադրությունը, օգնում են ավելի արդյունավետ օգտագործել ՎԷԱ-ի ռեսուրսները, առավել արդյունավետ դարձնել ՎԷԱ-ի շուկան՝ բլոկչեյնը: Արհեստական ինտելեկտի տեխնոլոգիաները օգնում են բարձրացնել մետերոլոգիական կանխատեսումների ճշգրտությունը, որի միջոցով էլ օպտ-մալացնում են ռեսուրսների օգտագործումը [9]: Պերովսկիտ (Perovskit) միներալի օգնությամբ արևային պանելների արդյունավետությունը մեծացել է հասնելով 27,3% -ի: Այն ավելի արդյունավետ է,

քան կրեմնիումի կիրառումը: 3D տպագրման միջոցով իրականացվում է դետալների արտադրություն, որոնք հողմային և արևային էներգիայի արտադրության համար ավելի լայն տարածում են ձեռք բերում, ինչը հանգեցնում է ծախսերի նվազմանը: Ինովավացիոն լուծումներից են նախագծերը, որոնք ուղղված են հիբրիդային սարքավորումների ստեղծմանը, որոնք օրինակ, աշխատում են երկրաջերմային էներգիայի և այլ վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների հետ համատեղ: Առաջին երկրաջերմային և արևային ֆոտովոլտային հիբրիդային կայանները գործարկվել են Նեվադայում, որն իր մեջ ներառում է 48 ՄՎտ հզորության երկրաջերմային էլեկտրակայան և 26 ՄՎտ հզորության արևային ՖՎ էլեկտրակայան:

ՎԷ-ի հեռանկարները Հայաստանում

Պետական աջակցությունը վճռորոշ է, սակայն առավել կարևոր է այն, թե ինչ մոդելով է աջակցում պետությունը ՎԷ-ին: Այդ մոդելները սովորաբար ունենում են տնտեսական, քաղաքական և իրավական ասպեկտներ: Կարևոր է նաև ինովացիոն զարգացման համար խթանների ստեղծումը: Նույնիսկ միանման աջակցության մոդելները, տարբեր երկրներում կարող են տարբեր արդյունք ցույց տալ [11]:

Ինչպես նշեցինք, հաստատուն սակագները և երկարատև պայմանագրերը ամենարդյունավետ մեխանիզմներն են ՎԷ-ի զարգացման համար: Առավել տարածված են տնտեսական աջակցության մեխանիզմները, որոնք հիմնված են օբյեկտի վրա ազդեցության տեսակով, օրինակ առաջինը՝ գնի վրա ազդեցությամբ և երկրորդը՝ էլեկտրաէներգիայի ծավալների վրա ազդեցությամբ: Միջազգային պրակտիկայում կիրառվում են հիմնականում վերջնական գները՝ ծախս գումարած շահույթ բանաձևով, որոնք ապահովում են արտադրողների համար արդար երկամուտներ [11]: Այլ մեխանիզմներից են՝ լրացուցիչ վճարումների, քվոտաների և սերտիֆիկատների տեսքով աջակցությունը, որոնք ապահովում են արտադրության հստակ ծավալներ: Տարբեր երկրներում կիրառվող սուբսիդիաները և հարկային արտոնությունները ներդրողների համար նույնպես գրավիչ խթան են:

«Կանաչ սերտիֆիկատները» զարգացած երկրներում ավելի ու ավելի լայն կիրառություն են ձեռք բերում: Սովորաբար ամեն մի սերտիֆիկատը հաստատում է 1 ՄՎտ-ի էլեկտրաէներգիայի արտադրության փաստը, որը պետք է վաճառվի սպառողներին: Իսկ աճուրդների համակարգը թեև լայն թափ է հավաքում, սակայն ոչ մի երկրում այն չի օգտագործվում որպես հիմնական և միակ ճանապարհ, այն կարող է լինել ամբողջ համակարգի մի մաս:

Ընդհանրապես ածխաջրածինների բարձր գինը հանդիսանում է այն կարևոր մեխանիզմը, որը կարող է խթանել հետաքրքրությունը ՎԷ-ի նկատմամբ: «Ածխածնի» հարկերը և արտանետումների առևտրի մեխանիզմները նույնպես խթանում են աշխարհում հետաքրքրությունը վերականգնվող էներգիայի նկատմամբ:

Հայաստանում գործող աջակցության մոդելը, որի հիմնական առանցքը ՎԷԱ-ի համար ֆիքսված սակագներն են, իհարկե կարևոր և ճիշտ մոտեցում է, սակայն փորձը ցույց է տալիս, որ այն դեռևս բավարար չէ կտրուկ առաջընթացի համար, անհրաժեշտ են նոր մոտեցումներ և մոդելներ:

Կենսաէներգետիկայի նշանակությունը աշխարհում աճում է էլեկտաէներգիայի արտադրության և տրանսպորտային ոլորտներում, բայց հետ է մնում ջեռուցման և հովացման համակարգերում կիրառումից: Չինաստանը հանդիսանում է առաջատարը կենսաէներգետիկայի ոլորտում, ապա հաջորդում են՝ ԱՄՆ, Բրազիլիան և Հնդկաստանը, որոնք միասին 2018թ.-ին արտադրել են կենսավառելիքի 69%-ը: Ոլորտի զարգացումը ենթադրում է

կենսավառելիքի նոր տեսակների արտադրություն և դրանց օգտագործում ավիացիայի և տրանսպորտի այլ ոլորտում: Մի շարք քաղաքներ ելնելով տնտեսական, էկոլոգիական և սոցիալական բնույթի նպատակներից, ՎԷ-ի զարգացման համար առաջատար դեր են իրենց վրա վերցրել, օրինակ՝ թափոնների և կոյուղաջրերի օգտահանման արդյունքում կենսազագի, կենսամեթանի և այլ պրոդուկտների արտադրության համար:

Հայաստանում ժամանակին կենսաէթանոլի՝ ստացման 2 ծրագրեր էին մշակվել, (գետնախնձորից և եգիպտացորենից), որոնք մի շարք պատճառներով չիրականացվեցին: Մի գուցե ապագայում դրանք և այլ նման գաղափարներ բիզնես նախագծեր դառնան, բայց ներկա պահին առավել արդիական և արդարացված են waste-to-energy տեխնոլոգիաների միջոցով թափոններից էներգիա ստանալու գաղափարները: Հայաստանի տարածքում խոշոր և միջին քաղաքների կենցաղային աղբավայրերի թափոնների օգտահանման նպատակով էներգիա ստանալու նախագծերը ունեն բնապահպանական, առողջապահական և տնտեսական նշանակություն: Այստեղ կիրառելի է Գերմանիայի փորձը, որտեղ տարածված են չոր աղբի այրումից էլեկտրաէներգիա ստանալու տեխնոլոգիաները: Այնտեղ խոշոր և միջին քաղաքների համար պարտադիր են աղբի այրումից էլեկտրաէներգիա արտադրող գործարանների գործունեությունը: Աղբավայրերում կուտակված աղբի խորը թաղումը, որի վերաբերյալ Հայաստանում ծրագիր է շրջանառվում, նպատակահարմար չէ, ավելի ճիշտ է կենցաղային աղբավայրերից (օրինակ՝ գերմանական և ճապոնական տեխնոլոգիաներով) կենսազագ կամ էլեկտրաէներգիա ստանալ, քան դրանք պարզապես թաղել: Հայաստանում անհրաժեշտ է բոլոր աղբավայրերի վերաբերյալ համալիր ուսումնասիրություններ և դրանց էկոլոգիատնտեսական գնահատման աշխատանքներ իրականացնել, հատկապես՝ waste-to-energy տեխնոլոգիաներով օգտահանման նպատակով: Անհրաժեշտ է նաև կրթական և միջազգային փորձի ձեռք բերման ծրագրեր իրականացնել այս տեխնոլոգիաների կիրառման նպատակով:

Հիդրոէներգետիկան՝ աշխարհում բնութագրվում է կայուն շուկայով, ճյուղում բարձր մրցակցությամբ և հիդրոէներգիայի կուտակման տեխնոլոգիաների նկատմամբ աճող պահանջարկով: 2018 թ.-ին 20 ԳՎտ ավելացվել է ընդհանուր հզորություններին, որի 35%-ը ապահովել է Չինաստանը, ապա հաջորդում են՝ Բրազիլիան, Պակիստանը և Թուրքիան: Օրակարգային են եղել գործող հին ՀԷԿ-ի

խնդիրները, որոնք պահանջում են վերանորոգում և արդիականացում:

Ինչ վերաբերում է Հայաստանին, ապա որպես ՎԷԱ-ի տեսակ, հիդրոէներգետիկան ունի զգալի տեսակարար կշիռ (էլեկտրաէներգիայի արտադրության մոտ 30%-ը, 2018թ.) մեր էներգետիկ համակարգում: Գործում են նաև փոքր հզորության ավելի քան 200 ՓՀԷԿ-եր, որոնք ապահովվում են էլեկտրաէներգիայի արտադրության մոտ 16%-ը: Սակայն ՓՀԷԿ-երի սեզոնային բնույթը բարձրացնում է էլեկտրաէներգիայի ստացման ծախսերը և դա որոշակի բեռ է հանդիսանում ամբողջ էներգետիկ համակարգի սակագների վրա, թեև այն ավելի էժան է, քան բնական գազից ստացվող էլեկտրաէներգիան: Առկա են բնապահպանական և գյուղատնտեսական բնույթի վիճահարույց խնդիրներ: ՓՀԷԿ-երի լիզենզիաների հետագա տրամադրումը պետք է սահմանափակել: Կարևորվում է փոքր ՀԷԿ-երի փոխարեն միջին հզորության հիդրոէլեկտրակայանների նախագծերի ավարտին հասցնելը, խոսքը վերաբերում է Մեղրիի, Շնողի և Լոռիբերդի ՀԷԿ-երի կառուցմանը:

Երկրաջերմային էներգետիկան աշխարհում աճում է կայուն, սակայն դանդաղ տեմպերով: Երկրաջերմային էլեկտրակայանների հզորությունները 2018 թ.-ին աճել է 0,5 ԳՎտ-ով, իսկ ընդհանուր հզորությունները հասել են՝ 13,3 ԳՎտ: Պետական աջակցությունը կայուն չի այս ոլորտի նկատմամբ: Երկրաջերմային էլեկտրաէներգիայի հզորությունները երկու երկրում կրկնակի աճ են ունեցել՝ Թուրքիայում և Ինդոնեզիայում: Բանկերը և միջազգային կազմակերպությունները ուսումնասիրում են ավելի մեծ ծավալով ներդրումներ անել և ֆինանսավորել այս ոլորտը:

Իր հերթին, երկրաջերմային պոմպերի կիրառումը ունի մեծ ճկունություն էներգոհամակարգերում: Չինաստանը առաջատար դիրքերն է պահում երկրաջերմային պոմպերի կիրառման առումով, դրանք օգտագործվում են հատկապես ջեռուցման և հովացման համակարգերում: Ջերմային պոմպերի կիրառումը պետք է ընդլայնվի նաև արդյունաբերության և գյուղատնտեսության ոլորտներում:

Հայաստանի պարագայում երկրաջերմային էներգետիկայի զարգացման հեռանկարները արդեն դիտարկել ենք հետևյալ հոդվածներում [11; 12]: Եթե ավելի համառոտ ներկայացնենք, ապա Հայաստանի տարածքում առկա են երկրաջերմային էներգիայի հսկայական կանխատեսումային ռեսուրսներ, սակայն դրանք հետազոտված չեն և պետք է պետության աջակցությամբ մեծածավալ հետազոտություններ իրականացնել դրանց երկրաբանատնտեսական գնահատման համար: Այդ հենքի

վրա կարող է զարգանալ երկրաջերմային էներգետիկան՝ ջերմային և էլեկտրաէներգիայի ստացման կայանների միջոցով: Իսկ երկրորդ ասպեկտը, դա երկրաջերմային պոմպերի կիրառումն է, որը լայն տարածում է ստանում նաև ամբողջ աշխարհում՝ ջեռուցման և հովացման նպատակներով: Երկրաջերմային պոմպերի համար երկրաջերմային էներգիայի պաշարների հայտնաբերման և գնահատման խնդիրները այդքան ակտուալ և ծախսատար չեն, դրանք կարող են կիրառվել ամենուրեք և այս տեխնոլոգիաները ապագայում կարող են լայնածավալ կիրառություն ունենալ նաև Հայաստանում:

Արևային ՖՎ-ի էներգետիկայի համար նախորդ երկու տարիները հերթական հաջողված տարիներն էին: Հետաքրքրությունը դրանց նկատմամբ թեև բուռն աճում է, սակայն աջակցության մեխանիզմները դեռևս պետք են: Աճուրդների ռեկորդային ցածր գները, խիստ մրցակցությունը և պանելների ցածր գները բերում են արտադրական հզորությունների աճի: Եթե Եվրոպայում արևային տեխնոլոգիաների նկատմամբ պահանջարկը աճել է, ապա Չինաստանում այն նվազել է, այդ երկրի ՖՎ-ի նկատմամբ քաղաքականության փոփոխման պատճառով: Չինաստանը սահմանափակել է ներքին պահանջարկը, որն էլ ամբողջ համաշխարհային շուկայի վրա շուկային ազդեցություն գործեց նախորդ տարի:

Հայաստանում ՎԷ-ի ոլորտում ամենահեռանկարային և ամենաարդյունավետ ուղղությունը կարող է լինել արևային ՖՎ կայանների կառուցումը: Սակայն Հայաստանի համար պետք են աջակցության լրացուցիչ մեխանիզմներ և նոր մոդելներ: Այստեղ ավելորդ զգուշավորությունը և վախերը այնքան էլ արդարացված չեն: Կարծում են, պետք է հրաժարվել նոր ատոմակայանի կառուցման մտքից և կառուցել միջին և խոշոր հզորության արևային ՖՎ էլեկտրակայաններ՝ քանի որ թե՛ դրանց ներդրումային ծախսերն են զգալիորեն նվազել, թե՛ գեներացման ծախսերն են ցածր, թե՛ դրանց պանելների արդյունավետություն և կայանների հզորություններն են զգալիորեն աճել: Արևային ՖՎ էլեկտրակայանի հզորությունների կառուցումը ներկայումս կարող է զգալիորեն ավելի էժան լինել, քան համապատասխան հզորությամբ նոր ատոմակայանի կառուցումը [1]:

Կենտրոնացված արևային ջերմային էներգակայանների նոր հզորությունները աշխարհում աճել են 11%-ով՝ հասնելով ընդհանուր 5,5 ԳՎտ: Հիմնականում հետաքրքրված են զարգացող երկրներում, մասնավորապես Արաբական Միացյալ Էմիրություններում՝ 0,7 ԳՎտ և Չինաստանում՝

0,5 ԳՎտ հզորություններ են արդեն ստեղծվել: Այս տեխնոլոգիաները կարողանում են նաև կուտակել էներգիան: Հայաստանը կարող է նաև այս դաշտում որոշակի ծրագրեր իրականացնել:

Հողմնային (քամու) էներգիա: Այն բնութագրվում է աշխարհում կայուն և զարգացող տեխնոլոգիաներով և սարքավորումներով, ծախսերի կտրուկ նվազումով, ճյուղում բարձր մրցակցությամբ և օֆֆշորային (ափամերձ-ծովային) հողմնաէներգետիկայի նկատմամբ աճող հետաքրքրությամբ:

Հայաստանում կարելի է ներդրողների հետաքրքրության դեպքում կենտրոնացված համակարգով միջին հզորություններով հողմնային պարկերի (20-80 ՄՎտ) նախագծեր իրականացնել, երկու կամ երեք վայրերում: Մեծ բարձրությամբ աշտարակներով, հզոր տուրբիններով, մեծաքանակ և լայնածավալ մասշտաբներով դրա կիրառությունը նպատակահարմար չէ՝ բնական և լողիստիկ առանձնահատկություններից ելնելով: Սակայն կարելի է փոքր չափերով և փոքր հզորություններով (1-ից մինչև 300 ԿՎտ) հողմնային սարքավորումների (տուրբինների) կիրառումը գյուղական պայմաններում, ինչպես նաև քաղաքային պայմաններում որոշ ենթակառուցվածքների՝ օրինակ փողոցային լուսավորության, լուսացույցերի և այլ տարաբնույթ գործողությունների համար:

Էներգաարդյունավետություն: Գլոբալ էներգատարությունը նվազում է, իսկ էներգաարդյունավետությունը դառնում է առաջատար գործոն: Համաշխարհային էներգահամակարգում 2012-2017թ.-երին տարեկան միջինը 2,2%-ով էներգատարողությունը նվազել է: Մեծանում է պետությունների կողմից աջակցությունը էներգաարդյունավետ և էներգախնայող նախագծերի նկատմամբ: Զաղաքները առավել խոշոր դեր են խաղում այս բնույթի ծրագրերի իրականացման համար:

Հայաստանում նույնպես տեղական և մարզային իշխանությունները պետք է ակտիվ մասնակցություն ունենան իրենց համայնքների համար ՎԷ և էներգաարդյունավետ ծրագրեր իրականացնելու գործում: Հայաստանում պետք է այս համակարգերի կիրառումը պարտադիր լինի նոր կառուցվող բնակելի, արդյունաբերական և գյուղատնտեսական նշանակության կառույցների համար:

Էներգախնայող տեխնոլոգիաների, երկրաջերմային պոմպերի և էլեկտրամոբիլների լայնորեն կիրառումը նոր ճկունություն և լրացուցիչ լիցքեր կարող են հաղորդել Հայաստանի էլեկտրաէներգիայի, տրանսպորտի և ջեռուցման-հովացման համակարգերի բարելավման վրա:

Ամփոփում

Հայաստանում էլեկտրաէներգիայի արտադրության համակարգում ՎԷ-ի տեսակարար կշիռը (առանց հիդրոէներգետիկայի) չափազանց փոքր է, 2018թ.-ին այն կազմել է 0,1%: Տրանսպորտային համակարգում, ջեռուցման և հովացման համակարգերում ՎԷ և էներգաարդյունավետ տեխնոլոգիաների կիրառության մակարդակը նույնպես ցածր է և այն պետք է պարտադիր կիրառություն ունենա թե՛ մասնավոր, թե՛ պետական սեկտորում:

ՎԷ-ն առանձին զարգացող ենթաճյուղ պետք է դառնա էներգահամակարգում, որին էլ պետք է ուղղված լինի պետական քաղաքականությունը: Ինովացիոն լուծումներ պահանջող էներգետիկայի այս ճյուղը, որպես տեսլական, ոչ հեռու ապագայում կարող էր նաև լոկոմոտիվը դառնալ ամբողջ էներգետիկ համակարգի համար: Անհրաժեշտ է ամբողջապես ամրացնել տնտեսական մեխանիզմները նորմատիվային-իրավական ակտերով: Պետությունը ներկա փուլում մեծ աջակցություն, իսկ ավելի ուշ փուլերում պետք է մրցակցություն ապահովի այդ ենթաճյուղում, այլ ոչ թե առավելություն տա որևէ մեկին, մյուս մրցակիցների հաշվին:

Մեր երկրի համար կենտրոնացված համակարգով, միջին և խոշոր չափերի արևային ՖՎ էլեկտրակայանների զարգացումը կարող է դառնալ ամենահեռանկարային ոլորտը: Բնական պայմանները բարենպաստ են, իսկ ինվեստորները մեծ հետաքրքրություն ունեն 20 ՄՎտ-ից մինչև մի քանի հարյուր ՄՎտ հզորության արևային էլեկտրակայաններ կառուցելու և շահագործելու համար: Միաժամանակ, ապակենտրոնացված արևային ՖՎ պանելների և արևային ջրատաքացուցիչների ընդլայնումը լրացուցիչ նպաստ կբերի էներգետիկ համակարգին:

Փոքր հիդրոէներգետիկայի հետագա ընդլայնումը այլևս նպատակահարմար չէ, սակայն անհրաժեշտ է ավարտին հասցնել միջին հզորության հիդրոէլեկտրակայանների կառուցումը Արաքս, Ձորագետ և Դեբեդ գետերի վրա:

Ջրատապ է երկրաջերմային էներգիայի ռեսուրսների ուսումնասիրումը և գնահատումը ջերմային էներգիայի և էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար: Թեև Հայաստանը

նան ջերմային պոմպերից էներգիա ստանալու փորձ չունի, սակայն մոտ ապագայում այն կարող է լայն կիրառություն ունենալ:

Իսկ հողմնային էներգետիկայի համար նպատակահարմար է միջին հզորություններով երկու կամ երեք կենտրոնացված հողմնային պարկերի կառուցումը: Միաժամանակ ապակենտրոն համակարգով, հողմնային էներգիա արտադրող փոքր չափսերով և փոքր հզորության սարքավորումների օգտագործումը կարող է արդարացված լինել:

Կենցաղային թափոնների աղբավայրերի օգտահանման լայնածավալ նախագծեր պետք իրականացվեն պետական և միջազգային կառույցների աջակցությամբ: Ճիշտ կազմակերպված մենեջմենթի դեպքում հնարավոր է դրանք նաև շահութաբեր լինեն: Այդ նախագծերը կարելի է սկսել Երևանի, Գյումրիի, Վանաձորի, Կապանի և քանի խոշոր քաղաքների կենցաղային թափոնների օգտահանումով:

Կարևոր է նաև մեր երկրի տեխնիկական և տնտեսագիտական համալսարանների կրթական ծրագրերում այլընտրանքային և ՎԷ ռեսուրսների յուրացման ուսուցման ծրագրերի ներդրումը և այդ ոլորտում ճարտարագետների և մենեջերների մասնագիտությամբ կադրերի պատրաստումը: Պետք է խթանել մարզերի և քաղաքների մակարդակով էներգախնայող, այլընտրանքային և ՎԷ կամ «Վանաչ էներգիայի» տեխնոլոգիաների կիրառումը: «Խելացի քաղաք» հայեցակարգը կարելի է Հայաստանի որևէ քաղաքներից մեկի համար փորձնական մակարդակով կիրառել: Արտոնություններ պետք է տրամադրվեն նաև ՎԷ-ի և էներգաարդյունավետ արտադրությունների կազմակերպման համար:

Օգտագործված գրականության ցանկ

1. **Ս.Մանուկյան**, Վերականգնվող էներգետիկայի միտումները աշխարհում և Հայաստանի դիրքորոշումը, ԱՅԼԸՆՏՏԱՆՔ եռամսյա գիտական հանդես, հունվար-մարտ, 2018, էջ 429-444

2. **Ս.Մանուկյան**, Համաշխարհային էներգետիկայի ժամանակակից միտումները և զարգացումները, // Научно-аналитический журнал Регион и мир, Общественный институт политических и социальных исследований Черноморско-Каспийского региона, N2, 2018, էջ 42-52
3. 2020 Renewable Energy Industry Outlook, Exploring renewable energy policy, innovation, and market trends, Deloitte
4. Меньше денег, больше эффекта: 10 мировых трендов в «зеленой» энергетике, Подробнее на РБК:
<https://www.rbc.ru/trends/green/5d6557709a7947664284b3c0>
5. Renewables 2019, Global Status Report, REN 21, www.ren21.net
6. <https://www.ren21.net/gsr-2019/pages/summary/summary/>
7. Frankfurt School-UNEP Centre/ Bloomberg NEF. 2019. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, <http://www.fs-unep-centre.org> (Frankfurt am Main)
8. Renewable Power Generation Costs in 2018, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, IRENA (2019)
9. Международные тенденции в области возобновляемых источников энергии: Солнечно-ветровая энергия: больше чем мейнстрим, Deloitte Insights
10. **Шклярук М. С.**, Возобновляемая энергетика: экономические инструменты поддержки и оценка их нормативно-правового закрепления. Автор: СПб, 2015.
11. **Ս. Մանուկյան, Ս. Բաղդասարյան, Վ. Վեգիրյան**, Երկրաջերմային ռեսուրսների յուրացման տնտեսական ասպեկտները Հայաստանում, Регион и мир, Научно-аналитический журнал, Общественный институт политических и социальных исследований Черноморско-Каспийского региона, N1, 2019, էջ 49-58
12. **Ս. Մանուկյան, Ս. Գ. Բաղդասարյան**, Երկրաջերմային (գեոթերմալ) ռեսուրսների յուրացման գերմանական փորձի կիրառման հնարավորությունները Հայաստանում, ԱՅԼԸՆՏՏԱՆՔ եռամսյա գիտական հանդես, հոկտեմբեր-դեկտեմբեր N4, 2018, էջ 75-88

*Տժնայ/Հանձնվել է՝ 13.02.2020
Рецензирована/Գրախոսվել է՝ 19.02.2020
Принята/Ընդունվել է՝ 22.02.2020*