

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ  
ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

**ՄԱՐՈՒԽՅԱՆ ՎԵՀԱՆՈՒՇ ՍԱՄՎԵԼԻ**

ՄԱՏԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ՇՂԹԱՅԻ ԱՏՈՒԱՍՏԻԿ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ  
ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ (ՀՀ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱՅԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ)

Ը.00.08 «Մաթեմատիկական տնտեսագիտություն» մասնագիտությամբ  
տնտեսագիտության թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման համար

**ՍԵՂՄԱԳԻՐ**

ԵՐԵՎԱՆ 2016

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Երևանի պետական համալսարանում

**Գիտական ղեկավար՝**

Ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ Ա. Վ. Կակոսյան

**Պաշտոնական ընդհիմնախոսներ՝**

տնտեսագիտության դոկտոր,  
պրոֆեսոր Վ.Հ. Թորոյան

տնտեսագիտության թեկնածու,  
դոցենտ Ս.Հ. Սարգսյան

**Առաջատար կազմակերպություն՝**

Հայաստանի ազգային  
պոլիտեխնիկական համալսարան

Ատենախոսության պաշտպանությունը կայանալու է 2016թ. հունիսի 10-ին, ժամը 15:00-ին, Երևանի պետական համալսարանում գործող տնտեսագիտության թիվ 015 մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Հասցեն՝ 0009, Երևան, Արմավյան 52

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ Երևանի պետական համալսարանի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է՝ 2016թ մայիսի 6-ին:

015 մասնագիտական խորհրդի

Գիտական քարտուղար,

Տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր՝

Ա. Հ. Առաքելյան

## ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

**Արձանախոսության թեմայի արդիականությունը:** Էներգետիկայի ոլորտում իրականացվող բարեփոխումների ժամանակակից պայմաններում ի հայտ են գալիս տեխնիկական, ֆինանսական, կազմակերպական և էկոլոգիական խնդիրներ, որոնց համակարգումը և լուծումը հիմք են հանդիսանում էներգակառավարման նոր ստրատեգիաների մշակման համար: Էներգիայի մատակարարումը և սպառումը իրենցից ներկայացնում են ինտեգրված հոսքային գործընթացներ, որոնք կարելի է ներկայացնել հաջորդական տրամաբանական շղթայի միջոցով:

Դինամիկ զարգացող ժամանակակից շուկայական միջավայրում էներգահամակարգը կազմող ընկերությունների խնդիրն է ոչ միայն հումքային, ֆինանսական և տեղեկատվական հոսքերի օպտիմացումը, այլ նաև դրանց ժամանակին վերահսկումը: Հետևաբար անհրաժեշտություն է առաջանում համապատասխան մոդելների, մեթոդների և մեխանիզմների մշակման համար, ինչը հնարավորություն կտան արդյունավետ կառավարել էներգետիկ հոսքերը՝ ներքին և արտաքին միջավայրի փոփոխություններին համապատասխան: Նման գործիքներից է մատակարարման շղթաների(ՄՇ) միջոցով էներգահամակարգի հոսքերի ներկայացումը: Մատակարարման շղթայի կառավարումը կարելի է նկարագրել որպես լոգիստիկայի ընդարձակում, որտեղ ապրանքների և ծառայությունների հոսքերը համաձայնեցվում են ինչպես ձեռնարկության ներքին գործառույթների, այնպես էլ մատակարարների և սպառողների միջև, որի հիմնական նպատակն է ուսումնասիրել և կառավարել ՄՇ-ի հանգույցները կազմող ընկերությունների օպտիմալ վարքը, նվազեցնել շղթայի ծախսերը և բարելավել հաճախորդների սպասարկումը:

ՀՀ-ի անկախացումից հետո, Լեռնային Ղարաբաղում տիրող քաղաքական իրավիճակը, բլոկադան և մասնավորապես գազամատակարարման ընդհատումները հանգեցրին երկրում էներգետիկական ճգնաժամի, որի հաղթահարմանը արմատապես նպաստեցին էներգահամակարգի կառուցվածքային փոփոխությունները: Փոլյային բարեփոխումները նշանակալի ազդեցություն ունեցան էներգահամակարգի գործունեության վրա, որի արդյունքում անցում կատարվեց առաջարկակենտրոն համակարգից դեպի պահանջարկակենտրոն համակարգի: ՀՀ-ում էներգակիրների մեծ մասը ներմուծվում է, որը երկիրը դարձնում է խոցելի, մասնավորապես վճարունակության խնդիրներ է առաջացնում սպառողների մոտ<sup>1</sup>: Նման իրավիճակում հաշվի առնելով նաև առաջարկի և պահանջարկի միջև աճող

<sup>1</sup> Տե՛ս Հայաստանի Հանրապետության վերականգնվող էներգիայի ընդլայնման ծրագիր, հունիս 2014թ, էջ 1,2

տարբերությունները՝ մեծանում է էներգահամակարգի ստրատեգիական պլանավորման անհրաժեշտությունը:

Այսպիսով, ատենախոսության թեմայի արդիականությունը պայմանավորված է վերոնշյալ փաստարկներով, որոնք պահանջում են մասնրամասն և գիտականորեն հիմնավորված ուսումնասիրություն ու վերլուծություն, ինչը հնարավորություն կտա բարձրացնել էներգահամակարգի տնտեսական կառավարման արդյունավետությունը և մատակարարման հուսալիությունը:

**Արենախոսության նպատակը և խնդիրները:** Ատենախոսության նպատակն է ՀՀ-ի էներգետիկայի ոլորտի ազատականացման և մասնավորեցման պայմաններում, զարգացող երկրներին բնորոշ էներգետիկական շուկայի կայունության դեպքում ՀՀ-ի էլեկտրաէներգետիկական շուկայի՝ որպես մատակարարման շղթայի ներկայացումը, շղթայի կառավարման մեխանիզմների հետազոտությունը և հավասարակշռության ստացումը անորոշության պայմաններում: Նշված նպատակների իրագործման համար ատենախոսության մեջ առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները.

- հետազոտվել են էլեկտրաէներգետիկական շուկայի կառուցվածքը, շուկայի մասնակիցների միջև հարաբերությունները, որոնք ներկայացվել են մատակարարման շղթայի միջոցով,
- գնահատվել է էլեկտրաէներգիայի արտադրության դինամիկական և ամսական կտրվածքով որոշվել են Երևանի և Հրազդանի ԶԷԿ-երի կողմից միաժամանակյա արտադրության այն ծավալները, որոնց դեպքում ջերմակայանները ստանում են առավելագույն շահույթ,
- կառուցվել է էլեկտրաէներգիայի մատակարարի՝ ՀԷՑ-ի շահույթի օպտիմացման խնդիրը, գնահատվել են ՀԷՑ-ի ծախսերի ֆունկցիան և սպասվող շահույթի օպտիմացման համար անհրաժեշտ պայմանները,
- էկոնոմետրիկ մոդելների միջոցով գնահատվել է բնակչության և արդյունաբերության կողմից ներկայացվող էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը, որի արդյունքում ստացվել են էլեկտրաէներգիայի սպառման դինամիկ մոդելներ՝ կարճաժամկետ հատվածում կանխատեսումներ կատարելու համար,
- կիրառվել է ոչ հստակ բազմությունների տեսությունը էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը անորոշության պայմաններում գնահատելու համար, որի արդյունքում գնահատվել է բնական գազի սակագնից և տարվա եղանակից կախված սեզոնային պահանջարկը,
- ձևակերպվել են ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական մատակարարման շղթայի հավասարակշռության պայմանները, մշակվել է օպտիմացման մոդել, որի արդյունքում որոշվել է էլեկտրաէներգիայի այն հոսքը, որը նվազագույնի է հասցնում շղթայում սպասվող կորուստները,

- ստացվել են շղթայի հավասարակշռության պայմանները ինչպես էլեկտրաէներգիայի որոշակի, այնպես էլ անորոշ պահանջարկի դեպքում:

**Արենախոսության օբյեկտը և առարկան:** Արենախոսության օբյեկտը ՀՀ-ի էներգետիկայի ոլորտն է, իսկ առարկան՝ մատակարարման շղթայի ստոխաստիկ մոդելավորումը և կիրառումը ՀՀ էներգետիկայի ոլորտում:

**Արենախոսության տեսամեթոդաբանական և տեղեկատվական հիմքերը:** Հետազոտության մեջ առաջադրված խնդիրների լուծման համար տեսական հիմք են հանդիսացել դասական տնտեսագետների, հայրենական և արտասահմանյան հեղինակների աշխատությունները: Ուսումնասիրվել են նաև բազմաթիվ փաստաթղթեր և վերլուծական նյութեր՝ ՀՀ էներգետիկայի ոլորտի կարգավորման դաշտի, էներգետիկայի ոլորտում մատակարարման շղթաների կառավարման մոտեցումների հետ կապված:

Հետազոտության համար տեղեկատվական հիմք են հանդիսացել ՀՀ Հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի տարեկան, եռամսյակային և ամսական հաշվետվությունները, ՀՀ էներգետիկայի և Բնական պաշարների նախարարության, ՀՀ ԿԲ և Ազգային Վիճակագրական ծառայության, Համաշխարհային բանկի տվյալները: Արենախոսությունում կիրառվել են էկոնոմետրիկ, ոչ հստակ բազմությունների տեսության, վիճակագրական, գործոնային, համեմատական, համակարգային վերլուծությունների և աղյուսակների մեթոդներ:

**Արենախոսության հիմնական գիտական արդյունքները և նորույթը:** Արենախոսությունում իրականացված ուսումնասիրությունների և վերլուծությունների հիման վրա ստացվել են մեթոդական և տեսագործական նշանակության մի շարք արդյունքներ, որոնցից գիտական նորույթն արտացոլող հիմնական դրույթները ներկայացված են ստորև.

- առաջադրվել է ՀՀ-ի էլեկտրաէներգետիկական համակարգի բեռնվածքի պլանավորման նոր մոտեցում մատակարարման շղթայի համատեքստում՝ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի գործառնական կառավարման արդյունավետության բարձրացման համար,

- առաջադրվել է ոչ հստակ բազմություններով ռեգրեսիոն վերլուծություն էլեկտրաէներգետիկական շուկայի ստոխաստիկ մոդելավորման համար, որտեղ որպես անորոշության գործոն դիտարկվել է էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը,

- մոդելավորվել և հաշվարկվել են էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման ռեժիմները ներքին պահանջարկի անորոշության պայմաններում, որը նվազագույնի է հասցնում համակարգի ընդհանուր կորուստները:

**Արենախոսության արդյունքների գործնական նշանակությունը:** Արենախոսության արդյունքների նշանակությունը կայանում է նրանում, որ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի մատակարարման շղթայի միջոցով ներկայացումը հնարավորություն է տալիս բացահայտել էլեկտրաէներգիայի

արտադրության և սպառման անհամաձայնությունները, երբ փոփոխվում է սպառողի պահանջարկը, ինչպես նաև ցանցային մոդելում հաշվարկել էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայի էլեկտրաէներգիայի հավասարակշիռ հոսքերը: Ոչ հստակ բազմությունների տեսության կիրառումը թույլ է տալիս գնահատել էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը անորոշության պայմաններում: Ստացված արդյունքները կարող են կիրառվել «էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր» ՓԲԸ-ի ամենամյա համակարգային պլանավորումն ու կոորդինացումն իրականացնելիս և կառավարության հեռանկարային զարգացման սցենարներ մշակելիս:

**Արտադրության արդյունքների փորձարկումները և հրապարակումները:** Արտադրության հիմնարկայինները և ուսումնասիրման արդյունքները քննարկվել են ՀՀ էներգետիկայի և բնական պաշարների նախարարության զարգացման վարչությունում, ներկայացվել և օգտագործվել են ԵՊՀ-ի և Օլդենբուրգի Կարլ Օսեցկու անվան համալսարանի /Գերմանիա/ միջբուհական համագործակցության «էլեկտրաէներգիայի խնայողության և արդյունավետ օգտագործման հիմնախնդիրները» (SYNERGIA) թեմայով ծրագրի շրջանակներում<sup>2</sup>: Արտադրության ուսումնասիրության արդյունքները զեկուցվել են 2015 թվականի հունիսի 1-4-ին ՀՀ ԿԲ «Դիլիջան ուսումնասիտագոտական կենտրոնում» տեղի ունեցած RSAI Short Course and Workshop-ում: Արտադրության հիմնական դրույթներն ու արդյունքներն արտացոլված են հեղինակի կողմից հրապարակված 6 հոդվածներում:

**Արտադրության կառուցվածքը և ծավալը:** Արտադրությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից, եզրակացություններից, օգտագործված գրականության 135 անուն ցանկից և 3 հավելվածներից: Արտադրությունը շարադրված է 134 (առանց հավելվածի) մեքենագիր էջի վրա:

## ԱՏԵՆԱԽՈՍԻԹՅԱՆ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Արտադրության «**Ներածություն**» բաժնում հիմնավորվել է թեմայի արդիականությունը, ձևակերպվել են արտադրության նպատակն ու խնդիրները, ուսումնասիրության օբյեկտն ու առարկան, ներկայացվել է արտադրության տեսական, մեթոդաբանական ու տեղեկատվական հիմքերը, արդյունքների գիտական նորոյթն և գործնական նշանակությունը:

Արտադրության առաջին՝ «**ՄԱՍԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ՇՐԹԱՆԵՐԻ ՄՈԴԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ և ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱՅԻ ՈԼՈՐՏՈՒՄ**» գլխում ուսումնասիրվել են մատակարարման շղթաների մոդելավորման հիմնախնդիրները, ՄԵ-ի կառավարման

<sup>2</sup> [https://en.ecedon.uni-oldenburg.de/d/users/sign\\_in?prog\\_id=10](https://en.ecedon.uni-oldenburg.de/d/users/sign_in?prog_id=10)

տեսամեթոդական հիմնահարցերը և էներգետիկայի ոլորտում դրա կիրառությունները: Քննարկվել է ՄՇ-ի կառավարման տեսության անհրաժեշտությունը և կարևորությունը տնտեսության կառավարման համակարգում բիզնես-գործունեության արդյունավետ կազմակերպման, ռազմավարական պլանավորման իրականացման տեսանկյունից, մասնավորապես վստահելի էներգահամակարգի ապահովման և կառավարման արդյունավետության բարձրացման համար:

Միջազգային շուկաներում մրցակցությունը աստիճանաբար կապված է ապրանքների տեղափոխման ժամանակից, ապրանքների որակից, հետևաբար մատակարարների և բաշխումն իրականացնողների միջև համակարգումը հանդիսանում է կարևոր բնութագրիչ ՄՇ-ի համար: Հաճախորդների պահանջների բավարարումը հանդիսանում է ՄՇ-ի հաջողության գրավականը, այդ իսկ պատճառով մատակարարման գործընթացի արդյունավետ կառավարումը հանդիսանում է այժմյան տնտեսությունում քննարկման հիմնական խնդիր: Բացի այդ շուկայի անորոշությունները պարտադրում են առևտրային իրավիճակներում ընկերություններին լինել ճկուն շուկայի փոփոխությունների նկատմամբ<sup>3</sup>:

Ժամանակակից միջազգային շուկաներում առանձին ֆիրմաները չեն մրցակցում միմյանց հետ որպես շուկայի առանձին ներկայացուցիչներ, այլ ինտեգրվում են մատակարարման շղթայում որպես աղեղներ: Ֆիրմայի հաջողությունը կախված է ֆիրմայի ինտեգրման, կառավարման ունակություններից և մատակարարման շղթայի անդամների միջև բիզնես-հարաբերությունների հաստատումից<sup>4</sup>: *ՄՇ-ն ինտեգրված համակարգ է, որը համաձայնեցնում է շղթայի մեջ բիզնես գործընթացները: ՄՇ-ում իրականացվող բիզնես գործընթացները կարելի է տարանջատել հետևյալ կերպ.*

1. *հումքի ձեռքբերում,*
2. *հումքի վերջնական ապրանքների ձևափոխում,*
3. *ապրանքների արժեքի ավելացում,*
4. *ապրանքների բաշխում վերավաճառողներին կամ սպառողներին,*
5. *տարբեր բիզնես օբյեկտների (մատակարարների, արտադրողների, բաշխումն իրականացնողների, վերավաճառողների) միջև տեղեկատվական հոսքի ապահովում: ՄՇ-ն գործընթացների մի համակարգ է, որը սկսվում է ռեսուրսների մատակարարներից հումքի ներգրավմամբ, լրացվում է մի շարք՝*

---

<sup>3</sup>Keane R. H., Herbohn J. S., Geoff, Theoretical background of supply chain management and potential supply chain of North Queensland timber industry, Cairns, Qld, Australia, 2004, 23-38, էջեր 23, 24

<sup>4</sup>Drucker, P. F. (1998). Management's new paradigms. Forbes, October, 152-177, էջ 156

արժեքը ավելացնող գործընթացներով և ավարտվում է վերջնական ապրանքը դեպի սպառողը տեղափոխումով<sup>5</sup>:

Մրցակցային միջավայրի աճող միտումներին համապատասխան ՄՇ-ում ի հայտ են գալիս մի շարք անորոշություններ կամ պատահական տարրեր, օրինակ՝ սպառողների պահանջարկը, պատվերի կատարման ժամանակը, արտադրական տատանումները և այլն: Ստոխաստիկ մոդելների միջոցով գնահատման ընթացքում հաշվի են առնվում նշված անորոշ և պատահական էլեմենտների առկայությունը: Անորոշությունների կամ անհասանելիության պայմաններում ոչ հստակ բազմությունների տեսության կիրառումը ունի բարձր արդյունավետություն և լայն տարածում է գտել վերջին տարիներին: Ոչ հստակ բազմությունների սկզբունքը օգտագործում է հնարավոր (իրավիճակային) բաշխումը՝ ի տարբերություն հավանակային բաշխման<sup>6</sup>:

Երկրորդ՝ «ՀՀ ԷԼԵԿՏՐՈՒԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱԿԱՆ և ՏԱՐԱԾԱՇՐՋԱՆԱՅԻՆ ՇՈՒԿԱՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆ ՈՒ ՄԱՍՆԱԿԻՑՆԵՐԸ» գլուխը նվիրված է տարածաշրջանային և ՀՀ-ի էլեկտրաէներգետիկական շուկաների կառուցվածքների, շուկայի մասնակիցների միջև գոյություն ունեցող հարաբերությունների, սակագների ձևավորման քաղաքականությունների նկարագրմանը: Ներկայիս տնտեսության պայմաններում կարելի է առանձնացնել էլեկտրաէներգետիկական շուկաների կազմակերպման հետևյալ հիմնական մոդելները.

- ✓ ուղղահայաց ինտեգրված շուկաներ
- ✓ միակ գնորդով շուկաներ
- ✓ մեծածախ շուկայի մրցակցային մոդել
- ✓ մեծածախ և մանրածախ շուկաների մրցակցային մոդել:

Որպես էլեկտրաէներգիայի շուկայի կազմակերպման մոդել կարելի է առանձնացնել նաև «երկկողմանի պայմանագրերով շուկաները», որտեղ էլեկտրաէներգիայի ֆիզիկական մատակարարման համար պայմանագրեր են կնքվում արտադրող ընկերությունների և մատակարարի կամ վերջնական սպառողների միջև<sup>7</sup>:

Մրցակցային շուկաներում արտադրողների և սպառողների միջև էներգիայի առևտուրը ավելի պարզ ներկայացվում են երկու հիմնական մասնակիցների՝ էներգետիկ միասնական շուկաների (pool) և ֆյուչերսային շուկաների միջոցով: էլեկտրաէներգիայի շուկայի մասնակիցներն են՝

---

<sup>5</sup> Lambert, D. M., & Cooper, M. C. (2000). Issues in supply chain management. *Industrial Marketing Management*, 29, 65-83, էջեր 66

<sup>6</sup> S. Sinha & S. Sarmah: An application of fuzzy set theory for supply chain coordination ISSN 1750-9653, England, UK *International Journal of Management Science and Engineering Management* Vol. 3 (2008) No. 1, pp. 19-32, էջ 20

<sup>7</sup> Belyaev Lev S. "Electricity Market Reforms" *Economics and Policy Challenges*, Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2011. 252, էջեր՝51,52, 54, 56, 59



սպառողները, վերավաճառողները, արտադրողները և չվերահսկվող արտադրողները: Էներգետիկայի շուկաների ինստիտուցիոնալ գործակալներն են՝ շուկայի օպերատորը, անկախ համակարգային օպերատորը և շուկայի կարգավորողը<sup>8</sup>:

Էլեկտրաէներգետիկական համակարգի բարեփոխումների իրականացումը Հարավային Կովկասի երկրներում տարաբնույթ են, սակայն վերջիններս ունեն նաև ընդհանուր միտումներ: Հիմնական առանձնահատկություններից մեկն այն է, որ իրավական դաշտը կարգավորվում է էլեկտրաէներգիայի մասին օրենքով, նախագահի հրամաններով և կառավարության որոշումներով: Հայաստանում, Ադրբեջանում և Վրաստանում էլեկտրաէներգետիկայի ոլորտում պետական քաղաքականության իրականացման սկզբունքները և շուկայական հարաբերությունների զարգացման միտումները, ընդհանուր առմամբ, համընկնում են<sup>9</sup>:

Ներկայումս ՀՀ էներգետիկայի ոլորտում առկա են մի շարք մարտահրավերներ, որոնցից կարելի է առանձնացնել.

ա. հուսալի էներգամատակարարման ապահովումը՝ միաժամանակ բարձրացնելով էներգախնայողության մակարդակը: Էլեկտրամատակարարման հուսալիությունը վտանգում են.

- *հին, թերի պահպանված ակտիվները,*
- *աշխարհագրական գործոնները,*
- *էլեկտրամատակարարման համակարգում առաջացող ճեղքվածքը:*

բ. էլեկտրամատակարարման անվտանգության ապահովումը  
Էներգետիկ անվտանգության ապահովումը՝ ՀՀ կառավարության հիմնական և ընթացիկ մարտահրավերն է:

գ. *էներգահամակարգի կառավարման արդյունավետության բարձրացումը:*

Ատենախոսությունում ներկայացվել և ուսումնասիրվել են գնահատված մոդելներում օգտագործված տվյալները: Անհրաժեշտ ցուցանիշների տվյալները վերցվել են ՀԾԿ-ի պաշտոնական կայքից<sup>10</sup>:

Էներգետիկայի շուկաներում որոշումների ընդունման խնդիրները կապված են անորոշությունների հետ, որոնք ազդում են գների, պահանջարկի, արտադրության մակարդակի, սարքավորումների հասանելիության և այլնի

---

<sup>8</sup> Conejo A. J. , Carrión M. , Morales J. M. "Decision Making Under Uncertainty in Electricity Markets" Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2010, pp 539, էջեր՝2-6,11-12

<sup>9</sup>Армения Международный Центр Человеческого Развития, Азербайджан Ассоциация Организационного и Технического Развития, Грузия Институт Стратегических Исследований «Пути эффективной интеграции энергосистем стран Южного Кавказа» Баку - Ереван - Тбилиси, Ереван, 2004, 340стр, էջեր՝ 11-12

<sup>10</sup> <http://psrc.am/am/sectors/electric/reports>

վրա: Էլեկտրաէներգետիկական շուկաներում առկա անորոշությունները ընդհանուր առմամբ կարելի է տարանջատել՝ համակարգի և օգտագործողի անորոշությունների<sup>11</sup>:

Էներգետիկ համակարգի անորոշություններ կարող են ի հայտ գալ՝

- էլեկտրաէներգիայի երկարաժամկետ (հիմնականում տարեկան կտրվածքով) և կարճաժամկետ պահանջարկում (օրական),

- հիդրոէլեկտրակայանների ջրամբարների ներհոսքը (սովորաբար ամսական/շաբաթական կտրվածքում),

- այլընտրանքային էլեկտրաէներգիայի (օրինակ՝ քամու) առաջարկով (ժամերով) և էլեկտրամատակարարման ցանցում անջատումների պարագայում(րոպեներով),

Անորոշությունները, որոնց հետ առնչվում է էլեկտրաէներգիա սպառողը, հետևյալն են.

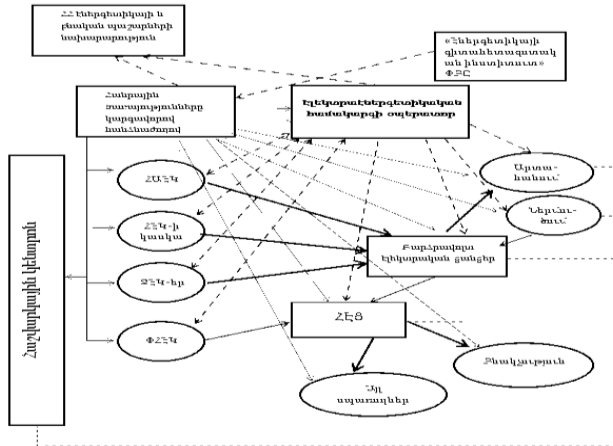
- էլեկտրաէներգիայի գները,
- շուկայի մասնակիցների վարքը,
- կառավարության որոշումները:

Երրորդ՝ «ՀՀ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱՅԻ ՈԼՈՐՏՈՒՄ ՄԱՏԱԿԱՐԱՐՄԱՆ ՇՂԹԱՅԻ ԱՏՈՒՆԱՍԻԿ ՄՈԴԵԼԼԱՎՈՐՈՒՄԸ» գլխում մատակարարման շղթայի միջոցով ներկայացվել է ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկան, նկարագրվել են շուկայի մասնակիցների վարքը՝ մոդելավորվել և հաշվարկվել են էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման ռեժիմները՝ ներքին պահանջարկի անորոշության պայմաններում: *Մատակարարման շղթայի միջոցով ստացված մոդելը կարելի է նաև ընդլայնել՝ ներառելով էլեմենտներ, որոնք առնչվում են շրջակա միջավայրի խնդիրներին, ռիսկերին, ինչպես նաև ստոխաստիկ բաղադրիչներ:*

ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի մոդելավորման ընթացքում կարևորել ենք ներքին շուկայի կազմակերպումը, արտադրող հզորությունների առավելագույնս բեռնավորումը: Այդուհանդերձ, չենք դիտարկել տեխնիկական այնպիսի խնդիրներ ինչպիսիք են՝ հաղորդող ցանցերի սերնդափոխությունը, արդիականացումը, ջերմային էլեկտրակայանների (ՋԷԿ) ագրեգատների շահագործումը և այլն: ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայի համար կառուցվել է մատակարարման շղթայի ցանցային մոդելը՝ շուկայի մասնակիցների վարքը նկարագրելու համար (տե՛ս Գծանկար 1): Շղթայում տարբերում ենք երեք սլաքներ՝ հոծ գծերով սլաքները ցույց են տալիս Հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի (ՀԾԿ) կողմից սահմանված վաճառքի սակագները՝ համապատասխան շուկայի մասնակիցների համար, կետագծերը ցույց են տալիս շղթայում ինֆորմացիոն հոսքերը, իսկ թավ գծերով ներկայացված է էլեկտրաէներգիայի հոսքը:

<sup>11</sup> Conejo A. J., Carrión M., Morales J. M. "Decision Making Under Uncertainty in Electricity Markets" Springer New York Dordrecht Heidelberg London, 2010, pp 539, էջեր՝ 15,16

Գծանկար 1: ՀՀ-ի էլեկտրական էներգիայի մատակարարման շղթան



Ի տարբերություն մրցակցային շուկաների մատակարարման շղթայի կառուցվածքի՝ ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական շուկայում «էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր» ՓԲԸ-ն է որոշում տվյալ ժամանակահատվածում էլեկտրական էներգիայի (հզորության) արտադրության, ներկրման, արտահանման և բաշխող ցանցեր առաքման քանակները, ինչպես նաև իրականացնում է կանխատեսվող հաշվեկշռի կազմման գործընթացը<sup>12</sup>: ՀՀ-ում համակարգի օպերատորը հաշվարկային տարվա կանխատեսումային հաշվեկշիռը կազմման ընթացքում հիմնվում է շուկայի մասնակիցների, հաշվարկային կենտրոնի և ներկրողի և արտահանողի կողմից մշակված առաջարկությունների վրա: Հիմք ընդունելով ՀՀ էներգետիկ համակարգի առանձնահատկությունները՝ արտադրման ընդհանուր բեռնվածքում փոփոխվում են ջերմակայանների արտադրման մակարդակները, այսինքն՝ Երևանի ՋԷԿ-ի և Հրազդանի ՋԷԿ-ի արտադրության ծավալները:

Երևանի ՋԷԿ-ի և Հրազդանի ՋԷԿ-ի համար օպտիմացման խնդիրը լուծելիս անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել վերջիններիս ծախսերի ֆունկցիաները: Որպես էլեկտրաէներգիայի արտադրության ծախս՝ դիտարկվել են կայանների կողմից օգտագործված գազի ծավալները:

Նախ գնահատել ենք Երևանի ՋԷԿ-ի ծախսերի ( $C_g$  մլն մ<sup>3</sup>) կախվածությունը արտադրության մակարդակից ( $Q_g$  մլն կվտժ): Լավագույն

<sup>12</sup> ՀՀ հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի որոշումը էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատորի եվ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի լիցենզավորված այլ անձանց փոխարարությունների կարգը հաստատելու մասին որոշում N 147-Ն, ք. Երևան, 16 նոյեմբերի 2004թ. <http://www.arlis.am/DocumentView.aspx?docid=18228>

արդյունք ստացվել է քառակուսային մոդելի դեպքում, որը ներկայացված է ստորև.

$$C_Y = 2.49 + 0.37*Q_Y - 0,001*Q_Y^2 \quad (1)$$

[1,41] [5,9] [-3,39]

R Square=0,59, F = 67,15 Signif F = 0,0000

Փակագծերում ներկայացված են t վիճականու արժեքները: Գնահատված ծախսերի ֆունկցիան ունի շրջված պարաբոլի տեսք, դա նշանակում է, որ գոյություն ունի արտադրության այնպիսի մակարդակ, որի դեպքում ծախսերը նվազում կամ կայունանում են: Լոկալ մաքսիմումի կետն անվանվում է ՋԷԿ-ի համար «էկոնոմ» մակարդակ: Երևան ՋԷԿ-ի սեփական կարիքների համար, արտադրության բացակայության դեպքում օգտագործվում է գազ, որը պայմանավորված է արտադրության գործընթացի հետ, դա էլ բացատրվում է անկախ գործակցով:

Հրազդանի ՋԷԿ-ի համար ծախսերի ֆունկցիան ևս գնահատվել է ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով: Գնահատվել է ծախսերի ( $C_H$  մլն մ<sup>3</sup>) կախվածությունը արտադրության ծավալից ( $Q_H$  մլն կվտժ): Փոփոխականների միջև կախվածությունը գնահատելիս՝ լավագույն մոդել ստացվել է Power մեթոդով և ունի հետևյալ տեսքը.

$$C_H = 0.84Q_H^{0,798} \quad (2)$$

[4,83] [17,34]

R<sup>2</sup> = 0,71, F = 300,71, Signif F = 0,0000

Փակագծերում ներկայացված են t վիճականու արժեքները: Հրազդանի ՋԷԿ-ի ծախսերի ֆունկցիայի աճող տեսքը բացատրվում է փոփոխուն ծախսերի աճով. ջերմակայանի հիմնական սարքավորումների մաշվածությամբ, ընկերության կողմից իրականացված կապիտալ ներդրումներով, որոնք փոխհատուցվում են մաշվածության տեսքով: Ունենելով Հրազդանի և Երևանի ՋԷԿ-երի ծախսերի ֆունկցիաները կարող ենք ձևակերպել շահույթի մաքսիմացման խնդիրը<sup>13</sup>, որի արդյունքները համակարգի օպերատորը կարող է հաշվի առնել կանխատեսումային հաշվեկշռի կազման ժամանակ: Երկու էլեկտրակայանների միաժամանակյա օպտիմացման խնդիրը նկարագրող վարիացոնի հավասարումը կունենա հետևյալ տեսքը.

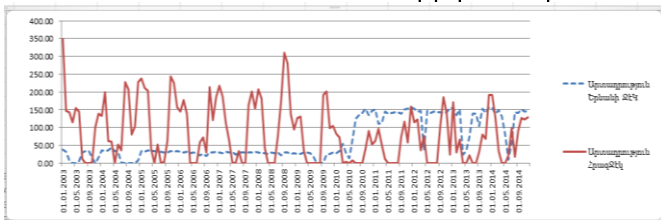
$$(0,369 - 0,002Q_Y - P_{1Y})(Q_Y - Q_Y^*) + (0,667Q_H^{0,2015} - P_{1H})(Q_H - Q_H^*) \geq 0 \quad (3)$$

Խնդրի լուծման արդյունքում ստացել ենք արտադրության այն միջին ամսական մակարդակը, որի դեպքում կլինի երկու կայանների համար շղթայի ներսում շահույթը կլինի առավելագույնը: Հրազդանի ՋԷԿ-ի համար ստացվում է 61,081 մլն կվտ/ժ, իսկ Երևան ՋԷԿ-ի համար՝ 142,57 մլն կվտ/ժ: Դա պայմանավորված է նրանով, որ 2010 թ-ին Երևանի ՋԷԿ-ին է միացել

<sup>13</sup> Տե՛ս Գլուխ 3, 3,2,1 էջ 78

շոգեգազային ցիկլով կայանը, որտեղ արտադրական ինքարժեքը համեմատաբար ավելի ցածր է: ՋԷԿ-երի արտադրության դինամիկան ամսական կտրվածքով 2003-2014 թվականների ընթացքում ունի հետևյալ տեսքը.

Գծանկար 2: Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը Երևանի և Հրազդանի ՋԷԿ-ում 2000-2014թթ-ի համար



Աղբյուր՝ ՀԾԿ-ի եռամսյակային հաշվետվություններ

Գծանկար 2-ից երևում է, որ Հրազդանի ՋԷԿ-ի արտադրությունը վերջին տարիներին անկման միտում ունի, իսկ Երևան ՋԷԿ-ի արտադրությունն աճել է, մասնավորապես 2010 թվականից սկսած: Այսինքն սրացված օպտիմալ մակարդակների շեղումը փաստացի տվյալներից փոքր է, որը հնարավորություն է տալիս ՀՀ-ի էներգետիկայի ոլորտին արտադրության օպտիմալ քանակի որոշման համար կիրառել մեր կողմից առաջարկված մոդելը:

Հաջորդ բաժնում ներկայացված է էլեկտրաէներգիայի մատակարարի օպտիմացման խնդիրը, որը ունի հետևյալ տեսքը.

$$\text{Max} \left[ \sum_{k=1}^K \sum_{s=1}^S p_{sk} q_{sk} - \left( \frac{\sum_{g=1}^{G-1} p_g q_g}{\sum_{t=1}^n q_t} + p^t + p_{op} + p_{ps} \right) q_s^t - p_G q_G - \hat{c}_s \right] \quad (4)$$

սահմանափակումները կլինեն.

$$q_g \geq q_g^t \quad \forall g \quad (4.1)$$

$$\sum_{g=1}^{G-1} q_g^t \geq q_s^t \quad \forall g \quad (4.2)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{s=1}^S q_{sk} \leq \sum_{g=1}^G q_{gs}, \quad q_k \geq 0, \forall k, \quad q_g^* \geq 0, \forall g \quad (4.3)$$

(4)-ում առաջին գումարելին ՀԷՑ-ի հասույթն է (S=1, ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական ՄՇ-ում առկա է մեկ մատակարար, իսկ սպառողների համար առանձնացված են՝ բնակչություն և այլ սպառողներ (K=2)): (4)-րդ բանաձևի կոտորակային գումարելիի ցույց է տալիս միջին կշռային սակագինը արտադրող կայանների համար, բացի փոքր ՀԷԿ-երից: Վերջիններիս էլեկտրաէներգիայի դիմաց լճարվող ծախսերը  $p_G q_G$ -ն է:  $q_s^t$ -ն

էլեկտրաէներգիայի այն քանակն է, որ բարձրավոլտ էլեկտրացացերի միջոցով փոխանցվել է արտադրողից դեպի մատակարարին, իսկ  $q'_s$ -ի գործակիցը  $\langle E \rangle$ -ի կողմից միավոր կվտ էլեկտրաէներգիայի դիմաց վճարվող գինն է,  $p'$ -ն  $\langle E \rangle$ -ի սակագինն է յուրաքանչյուր կվտ-ի դիմաց,  $q'_g$ -ն էլեկտրաէներգիայի այն քանակն է, որ մտնում է  $\langle E \rangle$ , իսկ  $p_{op}$ -ն և  $p_{ps}$ -ն համապատասխանաբար էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատորի և հաշվարկային կենտրոնի սակագնի դրույքներն են միավոր կվտ-ի դիմաց,  $\hat{c}_s$ -ը մատակարարի այլ ծախսերն են:  $\langle E \rangle$ -ի շահույթի օպտիմացման խնդիրը լուծելիս անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել վերջինիս ծախսերի ֆունկցիան: Լավագույն արդյունք ստացվել է գծային մոդելի համար, որի  $R^2=0,67$ : Այն է.

$$C_s = -3324.21 + 20.66 \cdot q_{gs} \quad (5)$$

$$[-5,85] \quad [16,354]$$

$$R^2 = 0,67, F = 82.74, \text{ Signif } F = 0,000$$

որտեղ  $C_s$  -ը  $\langle E \rangle$ -ի ծախսերն են մին դրամ, իսկ  $q_{gs}$ -ն էլեկտրաէներգիայի ներքին սպառումն է 2003-2014 թվականների ընթացքում ամսական կտրվածքով (մլն կվտ): Անկախ փոփոխականի գործակիցը ցույց է տալիս  $\langle E \rangle$ -ի սահմանային ծախսը, որը հավասար է 20.660 դրամ: Ծախսերի ֆունկցիան ունի աճող տեսք, հետևաբար շահույթի օպտիմալ մակարդակը ստացվելու է սահմանափակումների սահմանային կետերում: Վերջինս բացատրվում է նաև նրանով, որ  $\langle \langle \rangle \rangle$ -ն էլեկտրաէներգետիկական շուկայում մատակարարը գրավում է գերիշխող դիրք: Եթե անդրադառնանք մատակարարի շահույթի վերը նկարագրված օպտիմացման խնդրի հարցադրումին՝ որքա՞ն էլեկտրաէներգիա պետք է գնի մատակարարը արտադրող կայաններից, որ մաքսիմացվի իր շահույթը, ապա հարցի պատասխանը կարող ենք տալ միանշանակ.  $\langle E \rangle$ -ը պետք է գնի ոչ պակաս, քան սպասվող պահանջարկն է, քանի որ համաձայն էլեկտրաէներգիայի մատակարարման և օգտագործման կանոնների՝ մատակարարը պարտավոր է էլեկտրական էներգիա մատակարարել յուրաքանչյուր սպառողի: Փաստորեն,  $\langle E \rangle$ -ի համար շահույթի օպտիմացման խնդիրը լուծելիս անհրաժեշտություն է առաջանում գնահատել հանրապետությունում էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը, որին անդրադարձել ենք հաջորդ ենթաբաժիններում:

Հանրապետության էլեկտրաէներգիայի սպառման հիմնական գործոն է հանդիսանում տնտեսական աճի ցուցանիշը: Եթե ՀՆԱ-ի աճը հանգեցնում է էներգիայի սպառման աճի, ապա կարող ենք ասել, որ տնտեսությունը գտնվում է էներգետիկ անկախ վիճակում, հետևաբար էներգախնայող քաղաքականության իրականացումը հնարավոր է դրական ազդեցություն ունենալ աճի և զբաղվածության վրա: ՀՆԱ-ի աճի ազդեցությունը

էլեկտրաէներգիայի սպառման վրա գնահատելիս լավագույն մոդել ստացվել է հետևյալը (2003-2014 թթ եռամսյակային տվյալների համար).

$$SPARt = 0.301 * GDPt-1 + 0.012 \quad (6)$$

[8.165]

$$R^2 = 0.65, F = 66.67, \text{Signif } F = 0,0000$$

որտեղ SPARt-ով նշանակված է էլեկտրաէներգիայի սպառման աճի տեմպը ընթացիկ ժամանակահատվածում, իսկ GDPt-1-ով ՀՆԱ-ի աճի տեմպը մեկ լագային արժեքով: Փակագծում ներկայացված է t վիճականու արժեքները: Համաձայն գնահատված մոդելի 1% ՀՆԱ-ի աճը տվյալ ժամանակահատվածում հանգեցնում է հաջորդ ժամանակահատվածում էլեկտրաէներգիայի սպառման 0.3% աճի: Բնակչությունը և արդյունաբերության ոլորտը սպառում են էլեկտրաէներգիայի մոտավորապես 60%-ը, ինչն էլ հիմք է հանդիսացել, որ նրանց կողմից էլեկտրաէներգիայի նկատմամբ պահանջարկը գնահատենք առանձին մոդելներով:

Բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման համար լավագույն գնահատական ստացվել է բազմակի ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով: Տվյալները ընդգրկում են 2003-2014թթ-ը եռամսյակային կտրվածքով: Գնահատման արդյունքում ստացվել է հետևյալ մոդելը.

$$EP = 286,42 - 263,3 * Pr + 67286,5 * I + 0,62 * Gp \quad (7)$$

[11,93] [-4,66] [7,86] [9,95]

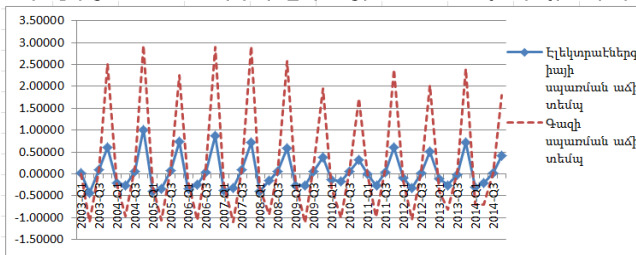
$$R^2 = 0.87, F =, \text{Signif } F = 0,0000$$

որտեղ  $E_p$  –ն բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառումն է (մլն կվտ),  $Pr$ –ը հարաբերական գինը (միավոր կվտ էլեկտրաէներգիայի գնի հարաբերությանը մեկ մետր խորանարդ գազի գնին. $Pr = Pel/Pg$ ),  $I$ –ն՝ էլեկտրատարությունը (էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր սպառում/ՀՆԱ),  $Gp$ –ն գազի սպառումը բնակչության կողմից (մլն մ<sup>3</sup>): Փակագծերում ներկայացված են t վիճականու արժեքները:

Տվյալ մոդելի առավելությունը պայմանավորված է նրանով, որ այն ուղղակի արտահայտվում է գնի և իրական գործունեության ազդեցություններով: Հարաբերական գնի փոփոխությունը բերում է բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման կրճատման: Գազի գների աճի պարագայում, երբ էլեկտրաէներգիայի սակագինը չի փոխվում, էլեկտրաէներգիայի սպառումը կկրճատվի, բայց ավելի դանդաղ տեմպերով, քան եթե բարձրանա էլեկտրաէներգիայի սակագինը, գազի տրված սակագնի դեպքում: Փաստորեն գնահատված մոդելը հիմնավորում է էլեկտրաէներգիայի սպառման և սակագների միջև հակադարձ կախվածությունը: Էլեկտրատարության գործակիցը դրական է, այսինքն էլեկտրաէներգիայի սպառման ընդհանուր մասնաբաժնի աճը ՀՆԱ-ում բերում է բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման աճին: Սա հիմնավորվում է բնակչության կողմից սպառած էլեկտրաէներգիայի մեծ կշռով

Էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր սպառման մեջ: Ջարգացած երկրների հետ համեմատելով՝ պետք է արձանագրել, որ Հայաստանի տնտեսության զարգացումը պահանջում է 1 շնչին ընկնող վառելիքաէներգետիկ պաշարների տեսակարար ծախսի աճ, որը կապմանավորի ՀՆԱ-ի համապատասխան աճ (1 բնակչի հաշվով): Ինչպես տեսնում ենք մոդելում, բնական գազի սպառումն և էլեկտրաէներգիայի սպառումը շարժվում են նույն ուղղությամբ, դա բացատրվում է շարքերի սեզոնայնությամբ: Համապատասխան գործակիցը ցույց է տալիս, որ բնական գազի միավոր սպառումը հանգեցնում է էլեկտրաէներգիայի սպառման աճին, բայց ավելի քիչ: Այսինքն, բնակչության համար ավելի նախընտրելի է բնական գազ սպառել, քան էլեկտրաէներգիա, ինչն էլ բացատրվում է սակագների տարբերությամբ (Գծանկար. 3):

Գծանկար 3: Էլեկտրաէներգիայի և գազի սպառման աճի տեմպերը բնակչության կողմից 2003-2014թթ-ի ընթացքում եռամսյակային կտրվածքով



Աղբյուր՝ ՀԾԿ եռամսյակային հաշվետվություններ

Էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատելիս ոչ միայն նշանակալի է տարվա եղանակը, այլ նաև շուկայում բնական գազի սակագները (օրինակ՝ բնակչության համար այն էլեկտրաէներգիայի փոխարինող միջոց է): Հետևաբար, կարելի է ենթադրել, որ բնական գազի սակագնի փոփոխությունը պայմանավորում է էլեկտրաէներգիայի սպառման տատանումները: Վերջին 15 տարիների ընթացքում բնական գազի սակագները փոփոխվել են 9 անգամ, իսկ այդ տվյալներով դասական էկոնոմետրիկ մոդելով կախվածությունը գնահատելիս, արդյունքները կարող են լինել շեղված և ոչ նշանակալի Տվյալների բացակայությունն էլ հիմք հանդիսացավ էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատել ոչ հստակ բազմությունների միջոցով: Հարկ է նշել, որ ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծության առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ դիտարկվող կախվածության համար կարևոր է ոչ թե մուտքային տվյալների չափը, այլ միջակայքերի սահմանները<sup>14</sup>: Մոդելում տվյալները ընդգրկում են 2003-2014 թթ-ը. յուրաքանչյուր տարվա ընթացքում առանձնացվել է երկու սեզոն՝

<sup>14</sup> Charfeddine S., Zbidi K., Mora-Camino F. " Fuzzy Regression Analysis using Trapezoidal Fuzzy Numbers" Barcelona, Spain, September 7-9, 2005, էջ 1214



գարուն-ամառ, աշուն-ձմեռ<sup>15</sup>: Որպես կախյալ փոփոխական դիտարկվել է էլեկտրաէներգիայի սպառումը ( $C_{ei}$  մլն մ<sup>3</sup> )։ Իսկ անկախ փոփոխականներ՝ գազի սպառման գինը ( $p_g$  դրամ) և սեզոնային փոփոխականը ( $w$ -ն՝ սեզոնային սպառման կշիռը էլեկտրաէներգիայի տարեկան սպառման մեջ)։ Քննարկված մոդելում որպես անորոշ պարամետրեր դիտարկվել են ռեգրեսիայի գործակիցները։ Ոչ հստակ ռեգրեսիոն հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը.

$$C_{ei} = \tilde{\beta}_0 + \tilde{\beta}_1 p_g + \tilde{\beta}_2 w \quad (8)$$

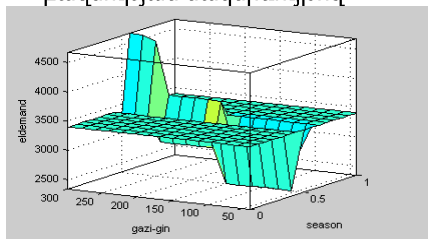
Ռեգրեսիոն հավասարման (8) ոչ հստակ պարամետրերը երեքն են՝  $\tilde{\beta}_0$ -ն,  $\tilde{\beta}_1$ -ը և  $\tilde{\beta}_2$ -ը։ Էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատելիս դիտարկվում են եղանակի և գազի գնի փոփոխությունը ներկայացնող տրամաբանական առնչությունների տարբեր համադրություններ, օրինակ.

*Եթե եղանակը տաք է, իսկ գազի գինը բարձրացել է, ապա էլեկտրաէներգիայի սպառումը տարանջատվում է որոշակի միջակայքում:*

Անորոշություններից ազատվելու համար կատարում ենք ոչ հստակ բազմությունների հստակեցում կամ դեֆազավորում։ Սեզոնային պահանջարկի համար դիտարկվել են եռանկյունաձև պատկանելիության 4 ֆունկցիաներ։

Պատկանելիության ֆունկցիաները կառուցելուց հետո ձևակերպվել են ոչ հստակ տրամաբանական կանոններ անկախ փոփոխականների և կախյալ փոփոխականի համար, որոնք ներկայացվում են պատճառահետևանքային շղթայի միջոցով. պատճառահետևանքային կախվածությունները ներկայացնելուց հետո, կարելի է ստանալ ոչ հստակ բազմության մակերևույթը (Գծանկար 4)։

Գծանկար 4: Էլեկտրաէներգիայի բեռնվածք ներկայացումը ոչ հստակ բազմության մակերևույթով



Այստեղ eldemand-ով նշանակված է էլեկտրաէներգիայի սպառման մակարդակը <<-ում, gazi-gin-ով գազի միջին սակագինը, իսկ season-ով՝ սեզոնային փոփոխականը։ Մակերևույթի միջոցով ներկայացվում է էլեկտրաէներգիայի բեռնվածքը, որն ունի պիկային հատվածներ՝ կախված

<sup>15</sup> Գարուն-ամառ ձմեռ-աշուն տարանջատումը կատարվել է հետևյալ կերպ. մարտ ամսից մինչև սեպտեմբեր դիտարկվել է որպես գարուն-ամառ, իսկ հոկտեմբերից մինչև փետրվար՝ աշուն-ձմեռ:

սեզոնայնությունից: Այդ պիկային հատվածներում էլեկտրաէներգիայի բեռն ապահովում են Փոքր ՀէԿ-երը և բազիսային հատված, որն ապահովում են միջուկային և ջերմային կայանները:

Անկախ փոփոխականների (եղանակի և բնական գազի սակագնի) տարբեր կոմբինացիաների դեպքում դեֆազավորման արժեքները ընդունում են տարբեր արժեքներ: Ենթադրելով, որ գազի սակագինը 1 մ<sup>3</sup>-ի դիմաց միջինում 129 դրամ է, իսկ եղանակը ցուրտ է, այսինքն՝ աշուն-ձմեռ ժամանակահատված է, ապա համաձայն մեր մոդելի՝ էլեկտրաէներգիայի սպառումը այդ 6 ամիսների համար կստացվի 2,910 մլն կվտ: Ենթադրենք գազի սակագինը բարձրացել է մինչև 171 դրամ 1 մ<sup>3</sup>-ի համար, իսկ եղանակը ցուրտ է, ապա այս պայմանների դեպքում էլեկտրաէներգիայի սպառումը կկազմի 3,680 մլն կվտ/ժ: Փաստորեն, մեր կողմից առաջարկված մոդելը հնարավորություն է տալիս գնահատել ՀՀ-ի էլեկտրաէներգիայի արտադրության և սպառման քանակները տրամաբանական փոփոխականներից կախված, ինչպես նաև մուտքային արժեքների ոչ երկար շարքերի դեպքում:

Հաջորդ բաժնում ներկայացված են հավասարակշռության պայմանները ՀՀ-ի էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայի համար: *Արտադրության և մատակարարման այն քանակները, որոնց դեպքում շղթայի գումարային կորուստները կլինեն նվազագույնը, իրավիճակը կանվանենք հավասարակշիռ:* Խնդիրը կարելի է դիտարկել երկու դեպքում: Առաջին՝ էկոնոմետրիկ վերլուծությունների արդյունքում ստացված գնահատականների պարագայում, որոնք ունեն ամսական բնույթ: Կստանանք ամսական արտադրության այն ծավալը, որի դեպքում ընդհանուր կորուստները կլինեն մինիմալ: Այստեղ հաշվի կառնենք, որ էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը և արտադրության ծավալը գնահատվել է նախորդ ժամանակատվածի միտումներին համապատասխան: Երկրորդ դեպքում կդիտարկենք էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը՝ որպես անորոշ մեծություն, և սահմանափակումներում կօգտագործենք նախապես ոչ հստակ բազմությունների միջոցով ստացված գնահատականները: Փաստորեն, խնդրի լուծման արդյունքում կստանաք գարուն-ամառ, աշուն-ձմռան ամսիների արտադրության այն ծավալները, որոնց դեպքում կորուստները մատակարարման շղթայում կլինեն մինիմալ: Առաջին տարբերակով խնդիրը լուծելիս ստացել ենք 2014 թվականի ամսական կտրվածքով օպտիմալ արտադրության մակարդակները (Աղյուսակ 1): Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունը և պահանջարկը գնահատվել է մեր կողմից առաջարկված մոդելների միջոցով: Եթե հաշվենք բարձր լարման և բաշխիչ ցանցերի կորուստները, ապա մոդելի միջոցով ստացված տոկոսային կորուստներն ավելի փոքր են, քան փաստացին 2014 թ-ի ընթացքում: Բարձր լարման ցանցերում փաստացի կորուստները կազմել են 1,8% (138,9/7750), իսկ մոդելում՝ 1,2% (91,58/7486,37):

**Աղյուսակ 1: ՀՀ էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները 2014թ-ի համար ամսական կատրվաձրով**

2014 թ	էլեկտրաէներգիայի արտադրություն	Ներքին սպառում	Անարձր լարման ցանցերից	Փոքր ՀէԿ-երից օգտակար առաքում	Կորուստներ	
					Բարձր լարման ցանցերում	Բաշխիչ ցանցերում
Հունվար	788.854	654.196	663.25	65.60	9.95	64.70
Փետրվար	766.871	600.723	609.04	60.23	9.14	59.41
Մարտ	689.589	527.829	535.13	52.93	8.03	52.20
Ապրիլ	591.933	444.534	450.69	44.57	6.76	43.96
Մայիս	491.471	407.913	413.56	40.90	6.20	40.34
Հունիս	508.219	434.541	440.55	43.57	6.61	42.98
Հուլիս	565.874	429.596	435.54	43.08	6.53	42.49
Օգոստոս	595.02	434.307	440.32	43.55	6.60	42.95
Սեպտեմբեր	589.887	466.129	472.58	46.74	7.09	46.10
Հոկտեմբեր	634.264	510.43	517.49	51.18	7.76	50.48
Նոյեմբեր	694.179	519.419	526.61	52.08	7.90	51.37
Դեկտեմբեր	660.206	637.214	628.20	59.42	9.01	58.61
Ընդամենը	7486.37	6066.83	6132.96	603.85	91.58	595.60
Փաստացի	7750	6141.9	7455.0	669.00	138.90	789.90

Բաշխիչ ցանցերում փաստացի կորուստները կազմել են 12,9% (789/6141,9), իսկ մոդելում՝ 9,81% (595,6/7486,3): Փաստորեն, մեր կողմից ներկայացված հավասարակշռության մոդելը կարելի է կիրառել էլեկտրաէներգետիկական համակարգի ներսում էլեկտրաէներգիայի հոսքը որոշելիս, որի դեպքում էլեկտրաէներգետիկական մատակարարման շղթան կլինի արդյունավետ: ՀԷՑ-ի համար էլեկտրաէներգիայի գնման արդյունավետ քանակները որոշելուց հետո կարելի է հաշվել միջին կշռային սակագինը սպառողների համար, որը հավասար կլինի 23,003 դր/կՎտ:

Անորոշ պահանջարկի դեպքում հաշվի ենք առնում նաև 1մ<sup>3</sup> գազի սակագինը: Խնդրի լուծման արդյունքները ներկայացված են Աղյուսակ 3-ում: Աշխարհում էներգակիրների սակագների աճման միտումները հաշվի առնելով, ենթադրել ենք, որ գազի սակագինը միջինը 167 դր/մ<sup>3</sup>: Այստեղ ևս համակարգում գումարային կորուստները գնահատված ցուցանիշների համար ավելի փոքր են:

**Աղյուսակ 3: ՀՀ-ում էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները 2014թ-ին գարուն-ամառ, աշուն – ձմեռ ժամանակահատվածների համար**

2013 թ	էլեկտրաէներգիայի արտադրություն	Ներքին սպառում	Անարձր լարման ցանցերից	Փոքր ՀէԿ-երից օգտակար առաքում	Կորուստներ	
					Բարձր լարման ցանցերում	Բաշխիչ ցանցերում
Գարուն-ամառ	4900	2890	2929,99	289,77	43,949	285,8242
Աշուն-ձմեռ	6170	4040	4095,90	405,08	61,438	399,5604

Ոչ հստակ պահանջարկի դեպքում ևս կարելի է որոշել արտադրության և բաշխման քանակները ընդհանուր համակարգի համար: Սեզոնային գնահատականների համար ևս կարելի է հաշվել էլեկտրաէներգիայի վաճառքի միջին կշռային սակագինը, որը ստացվում է 23,00 դրամ 1 կՎտ/ժ-ի դիմաց: Երկու մեթոդների միջոցով ստացված ցուցանիշների միջև շեղումը բավականին փոքր է: Արդյունքում, մեր կողմից առաջարկվում է դինամիկ

մողել, որտեղ կարելի է փոփոխել բնական գազի սակագինը, ընտրել եղանակը և ստանալ համակարգի համար էլեկտրաէներգիայի արդյունավետ հոսքը, որի դեպքում համակարգի ներսում կորուստները կլինեն նվազագույնը: Այս մողելի առավելությունը կայանում է նրանում, որ դիտարկվող փոփոխականների տվյալների շարքի երկարությունը խոչընդոտներ չի առաջացնում մողելը գնահատելիս, ինչպես նաև օգտագործվում են տրամաբանական տարրեր, որոնք ադապտացնում են մողելը ցանկացած իրավիճակին և երկրի շուկային:

Տնտեսության հետագա աճի տենդեցները գնահատելու համար հիմնվել ենք ՀՆԱ-ի կանխատեսումների վրա, որն էլ հիմք է հադիսացել էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի սցենարներ գնահատելիս: Դիտարկվել է ՀՆԱ-ի կանխատեսումների երեք արժեքներ. ինչի համաձայն 2013 թ.-ին՝ 3,5%, 2015 թ.-ին՝ 4,5%, և 2020 թ.-ին՝ 6% աճ, որոնց համապատասխան գնահատվել է էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը՝ 1,07%, 1,38% և 1,83%: ՀՀ կառավարության կողմից մշակված միջնաժամկետ ծախսերի ծրագրում սպասվում է էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի 2% աճ, իսկ մեր կողմից ստացված գնահատականներն էլ կառավարության սպասումներից քիչ են շեղված (Աղյուսակ 4):

**Աղյուսակ 4: ՀՀ էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման գնահատականները ՀՆԱ-ի կանխատեսումներին համապատասխան**

Տարի	ՀՆԱ (%)	Տարի	ՀՀ էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը (%)	Էլեկտրաէներգիայի արտադրություն (մլն կՎտժ)	Ներքին պատում (մլն կՎտժ)	Արտքում Ֆարձր լարման ցանցերից (մլն կՎտժ)	Փոքր ՀէԳ-երից օգտակար արտքում (մլն կՎտժ)	Կորուստներ	
								Ֆարձր լարման ցանցերում (մլն կՎտժ)	Բաշխիչ ցանցերում (մլն կՎտժ)
2013	3.50	2014	1.07	7573.65	6441.10	6530.24	645.85	97.95	637.03
2015	4.50	2016	1.68	7594.28	6460.45	6549.85	647.79	98.25	638.95
2020	6.00	2021	2.74	7625.24	6489.47	6579.27	650.70	98.69	641.82

Մողելը ենթադրում է, որ էլեկտրաէներգիայի սակագները չեն փոփոխվում, դիտարկվում են պահանջարկի տարբեր սցենարներ և դրանց համապատասխան գնահատվում են էլեկտրաէներգիայի արտադրության և բաշխման ծավալները:

Ատենախոսության «Եզրակացություն» բաժնում ամփոփվել և ներկայացվել են իրականացված հետազոտությունների հիման վրա ստացված արդյունքները.

1. ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի համար կառուցվել է մատակարարման շղթայի ցանցային մողել, նկարագրվել է շուկայի մասնակիցների միջև փոխհարաբերությունները, որն իրենից ներկայացնում է էլեկտրաէներգետիկական շուկայի մողելավորման, վերլուծության և համակարգման համար նոր մոտեցում,

2. արտադրող կայանների օպտիմալ վարքի նկարագրության արդյունքում որոշվել են Երևանի և Հրազդանի ԶԷԿ-երի համար

միաժամանակյա արտադրության մակարդակները ամսական կտրվածքով, որի դեպքում վերջիններս ստանում են առավելագույն շահույթ,

3. մատակարարի օպտիմալ վարքի նկարագրության արդյունքում գնահատվել է ՀԷՑ-ի ծախսերի ֆունկցիան, որի արդյունքում ստացվել է ՀԷՑ-ի սահմանային ծախսը՝ 20,66 դրամ,

4. գնահատվել է տնտեսական աճի ազդեցությունը էլեկտրաէներգիայի սպառման վրա, համաձայն որի տվյալ պահի ՀՆԱ-ի 1% աճը հանգեցնում է հաջորդ ժամանակահատվածում էլեկտրաէներգիայի սպառման 0.3 % աճին,

5. գնահատվել է բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը հարաբերական գնից (միավոր կՎտժ էլեկտրաէներգիայի գնի հարաբերությունը մեկ մետր խորանարդ գազի գնին), ՀՆԱ-ի էլեկտրատարության և բնական գազի սպառումից կախված: Արդյունքում ստացվել է, որ էլեկտրաէներգիայի սպառման ընդանուր մասնաբաժնի աճը ՀՆԱ-ում բերում է բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման աճին, իսկ գազի և էլեկտրաէներգիայի սպառման ծավալները փոփոխվում են միևնույն ուղղությամբ:

6. գնահատվել է արդյունաբերության ոլորտում էլեկտրաէներգիայի սպառման ֆունկցիան և ստացվել է, որ արդյունաբերական արտադրանքի փոփոխությունը պայմանավորում է էլեկտրաէներգիայի սպառումը 30%-ով, մասնավորապես արտադրանքի 1% հարաբերական աճը բերում է էլեկտրաէներգիայի սպառման 0,23% աճի,

7. կիրառվել է ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծություն էլեկտրաէներգիայի սպառումը գնահատելու համար, որի արդյունքում ստացվել է էլեկտրաէներգիայի սպառման մակարդակը՝ կախված եղանակից (գարուն-ամառ, աշուն-ձմեռ) և ներմուծված գազի գնից,

8. ձևակերպվել են ՄՇ-ի հավասարակշռության պայմանները ՀՀ էլեկտրաէներգետիկական համակարգի համար: Որոշվել են էլեկտրաէներգիայի արտադրության և մատակարարման այն քանակները, որոնց դեպքում շրթայի գումարային կորուստները կլինեն նվազագույնը, ինչպես որոշակի, այնպես էլ անորոշ պահանջարկի դեպքում, որի արդյունքում էլ որոշվել է էլեկտրաէներգիայի վաճառքի միջին կշռային սակագինը ներքին շուկայում,

9. գնահատվել են տնտեսական աճի տարբեր մակարդակներին համապատասխան էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի սցենարներ, և դրանց համապատասխան օպտիմալ արտադրության և բաշխման քանակները:

Ատենախոսության շրջանակներում կատարված հետազոտության արդյունքները համապատասխան կիրառություն կարող են ունենալ «էլեկտրաէներգետիկական համակարգի օպերատոր» ՓԲԸ-ի ամենամյա համակարգային պլանավորում ու կորոդինացում իրականացնելիս, ինչպես

նան ՀՀ կառավարության և ՀՀ էներգետիկայի և բնական պաշարների նախարարության հեռանկարային զարգացման ծրագրեր մշակելիս:

**Ատենախոսության հիմնական արդյունքները արտացոլվել են հեղինակի հետևյալ հրապարակումներում.**

1. Վ. Մարուխյան «ՀՀ էլեկտրաէներգիայի սպառման գնահատումը ոչ հստակ ռեգրեսիոն վերլուծության միջոցով» Լրաբեր, Հայաստանի ճարտարագիտական ակադեմիա, 2014, հատոր 11, համար 3, էջեր 458-462:

2. Վ. Մարուխյան «Բնակչության կողմից էլեկտրաէներգիայի սպառման դինամիկայի վերլուծությունը և գնահատումը ՀՀ-ում» Ֆինանսներ և էկոնոմիկա գիտական հանդես, Երևան 11-12 (161-162) 2013 79-81:

3. Վ. Մարուխյան «Էլեկտրաէներգիայի մատակարարի արդյունավետ վարքի վերլուծությունը էլեկտրաէներգիայի մատակարարման շղթայում», ՀՀ սոցիալ-տնտեսական կայուն զարգացման հիմնախնդիրները, Գիտական հոդվածների ժողովածու 4(20), Երևանի «Անանիա Շիրակացի» միջազգային հարաբերությունների համալսարան, Երևան-4(20)2013թ., էջեր 116-120:

4. Վ. Մարուխյան, Ա. Կակոսյան «Մատակարարման շղթայի ցանցային մոդելի կառուցումը ՀՀ էլեկտրաէներգետիկ ոլորտում» 2014 | Հոդված, ԵՊՀ Տարեգիրք 2013, Տնտեսագիտության ֆակուլտետ, Եր.: ԵՊՀ հրատ. 2014, էջեր 465-476:

5. Վ. Մարուխյան «Մատակարարման ցանցերի համակարգումը անորոշության պայմաններում» 2011 | Հոդված Հայաստան ֆինանսներ և էկոնոմիկա ISSN 1829-0787 N11(137) նոյեմբեր 2011թ., 658:330, էջ 44-46:

6. Վ. Մարուխյան «Էլեկտրաէներգիայի սակագների մոդելավորումը ՀՀ սպառողի տեսանկյունից», Տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ և կառավարում ISSN 1829-071x 2015թ, էջ 85-90:

**Марухян Вегануш Самвеловна**

**Проблемы стохастического моделирования задач цепи снабжения  
(На примере энергетического сектора РА)**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук по специальности 08.00.08- "Математическая экономика".

Защита диссертации состоится 10-ого июня 2016 г. в 15:00 на заседании специализированного совета по экономике 015 ВАК Республики Армения, действующего в Ереванском государственном университете по адресу: г. Ереван, 0009, ул. Абовяна 52.

**РЕЗЮМЕ**

Диссертация посвящена моделированию и анализу рынка электроэнергии РА в контексте управления электроэнергией и моделирования поведения лиц, принимающих решения на рынке электроэнергии.

Проблемы, с которыми сталкиваются компании в энергетической системе состоят не только в оптимизации сырья, финансовых и информационных потоков, но и управлении ими. Таким образом, имеется необходимость в разработке модели, методов и механизмов для эффективного управления энергетическими потоками и изменениями окружающей среды. Либерализация и приватизация в электроэнергетике привели к усилению конкуренции и неопределенности при прогнозировании спроса на электроэнергию.

Для реализации этой цели в диссертации предложены и решены следующие проблемы:

- исследования структур энергетического рынка, поведения и взаимоотношения лиц, принимающих решения на рынке электроэнергии,
- оценка оптимального уровня производства электроэнергии на электростанциях, в частности объем одновременного производства Разданской и Ереванской ТЭС, в которой станции получают максимальную прибыль,
- применение метода нечеткой линейной регрессии для оценки потребления электроэнергии населения в условиях неопределенности,
- оценено потребление электроэнергии населением, в зависимости от колебаний цен на природный газ и сезонности

- моделирование и оценка равновесия цепи снабжения электроэнергии при условии неопределенности спроса.

Объектом работы является энергетический сектор Армении, а предметом является стохастическое моделирование цепи снабжения в энергетическом секторе РА.

Результаты диссертации состоят в следующем:

- В результате оценки в оптимальных величин производства генераторов электроэнергии и предложения поставщика определили оптимальные уровни месячного производства Еревана и Разданской ТЭС, а также предельные издержки поставщика.

- Оценка спроса на электроэнергию населения в зависимости от относительной цены электроэнергии и газа, интенсивности ВВП и потребления газа. Показано, что увеличение относительной цены приносит снижение потребления электроэнергии, а коэффициент интенсивности электроэнергии является положительным, потребления электроэнергии и газа имеют ту же тенденцию, что объясняется сезонностью процесса потребления.

- С помощью метода нечеткого регрессионного анализа был оценен спрос на электроэнергию в условиях неопределенности в зависимости от сезона и цены импорта природного газа.

- Определили условия равновесия цепи предложения для электроэнергетической системы РА. Оценены уровни производства и поставок электроэнергии, в результате которых совокупность потерь будет минимальной, как в определенных, так и в неопределенных случаях. В результате этого определена средняя сумм цены продажи во внутреннем рынке.

- Оценены сценарии спроса электроэнергии для соответствующих разных уровней экономического роста и уровни оптимального производства и распределения.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованны ЭСО для улучшения годового планирования и координации энергетической системы. Представленные в диссертации предложения имеют методическое и прикладное значение и могут быть применены для прогнозирования в электроэнергетическом рынке.



## **Marukhyan Vehanush Samvel**

### **Problems of stochastic modeling of supply chain (RA Energy sector case study)**

The Dissertation is submitted for the pursuing of the scientific degree of the Doctor of Economics in the field of "Mathematical Economics", 08.00.08

The defense of the Dissertation will take place at 15:00, on June 10<sup>th</sup>, 2016, at the meeting of the Specialized Council 015 in Economics of the Supreme Certifying Commission of the Republic of Armenia acting at the Yerevan State University. Address: 52 Abovyan st., Yerevan, 0009, Armenia.

#### **SUMMARY**

The dissertation is devoted to the modeling and analysis of electricity power market of RA in the context of supply chain management, based on the development of a supply chain network model for electricity power, as well as to modeling several types of decision-makers' behavior in the electricity market.

Companies involved in the energy sector are facing with various problems, caused by the optimization of the capacity of the use of raw materials, management of financial and information flows. Consequently, the problem of the development of appropriate feasible models allowing the assesment of the degree of energy sources use as raw materials and the use of electrical energy as end product is appearing. The problem of enviromental management is rising in addition.

To achieve the goals and objectives of the theme studying in the dissertation problems considered are as follows:

- Problem of the decision-makers' behavior and there relationships in the electricity market of RA
- The problem concerning the assessment of the optimal level of production of the electricity in power plants.
- The problem of forecasting residential electricity consumption dynamics in RA under the uncertainty.
- The assesment of the effect of fluctuations of the price of natural gas and its seasonality in the electricity consumption.
- Problem of modelling and forecasting of electricity loads of RA under uncertainty.

- The problem of assessment of the equilibrium conditions of supply chain of electric power under condition of demand uncertainty.

The object of the dissertation is the RA energy sector and the subject is stochastic modeling of supply chain in energy sector of RA.

Conclusions are as follows:

- We presented optimal level of the capacity of electricity generators and intermediate supplier. Further we defined production levels of monthly production of Yerevan and Hrazdan Plants, and also marginal cost of electricity supplier.

- We estimated electricity demand of population depending of relative price of electricity and gas, electricity intensity of GDP and consumption of gas. We argue that increasing of relative price provides decreasing of electricity consumption, the coefficient of electricity intensity is positive and for population electricity and gaz consumption have the same tendency, and it is explained by seasonality of consumptions of both functions.

- We presented the use of fuzzy regression analysis method to estimate electricity demand under uncertainty, and as a result we define electricity consumption level depending on season and price of importing natural gas.

- We derive equilibrium electricity flow in electricity market of RA based on supply chain network approach, and optimal weighted average tariff of sales

- We illustrated electricity demand scenarios according to different levels of economic growth and corresponding scenarios of optimal production and distribution quantities of electric power, as well as the weighted average price of sales.

The results of research can be used by “Electricity System Operator” to improve annual energy system planning and coordination, also to develop a long-term development programs of the Government of RA and Ministry of Energy and Natural Resources.