

**ԱՆՈՐՈՇ ՏՐԱՄԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՆԵՅՐՈՆԱՅԻՆ ՑԱՆՑԵՐԻ ՀԱՄԱԴՐՄԱՍԲ ԽԵԼԱՑԻ  
ՋԵՌՈՒՑՄԱՆ, ՀՈՎԱՑՄԱՆ ԵՎ ՕՂԱՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳ**

**Դավիթ Գևորգի Հակոբյան**

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ  
dawahak99@gmail.com*

*Անորոշ տրամաբանության վերահսկման և ներդրման ջանքերի համադրմամբ ինտելեկտուալ ջեռուցման, հովացման և օդափոխման կառավարման համակարգերը հանդիսանում են յուրաքանչյուր շենքի հիմնաքարը՝ ապահովելով ներքին ջերմաստիճանի և օդափոխման հարմարավետ պայմանները: Ժամանակակից շենքերին ներկայացվում են խիստ պահանջներ հարմարավետության, առողջ միջավայրի և շահագործման տնտեսական ռեժիմների առումով: Էլեկտրաէներգիայի, ջրամատակարարման և ջեռուցման ծառայությունների գների մշտական աճը, հանրապետության էներգասպառման մեջ կազմելով ավելի քան 40 %, ստիպում է կիրառել ռեսուրսախնայող տեխնոլոգիաներ և ջերմամեկուսիչ նյութեր՝ ձևաչափով ջերմային կորուստները և ամռան օդրակման ծախսերը նվազեցնելու համար: Սակայն փակ տարածքում թարմ օդի ծավալի սահմանափակումը կարող է վտանգավոր լինել առողջության համար՝ բորբոսների և սնկերի առաջացման միջոցով, մինչդեռ անկառավարելի օդափոխությունը հանգեցնում է էներգիայի աննպատակ սպառման և խաթարում խնայող միջոցառումների արդյունավետությունը:*

***Բանալի բառեր.** ջեռուցում, հովացում, օդափոխություն, էներգիա, խելացի կառավարում, կլիմա, համակարգ, օպտիմիզացում, տվյալներ, մոդել, արդյունավետություն, ավտոմատացում*

**Ներածություն**

Վերջին տարիներին նոր բնակարանների և վարչական շենքերի կառուցողներն ավելի ու ավելի հաճախ են նախընտրում տեխնիկական լուծումներ, որոնք հայտնի են «*Խելացի շենքեր*» անվանումով: Դրանք բաղկացած են մեխատրոնիկ կատարողական սարքերից, որոնք պետք է կարողանան ճանաչել շինությունում տեղի ունեցող որոշակի իրավիճակները և համապատասխան կերպով արձագանքել դրանց՝ այդ թվում՝ ջեռուցման, հովացման և օդափոխման գործընթացների համար:

Միկրոկլիմայի հուսալի և տնտեսող հարմարավետության ապահովումը հնարավոր է իրականացնել՝ օգտագործելով ոչ հստակ տրամաբանության մեթոդներ, որոնք հիմնված են լեզվաբանական կանոնների և կառավարման ազդակների վրա [1]:

Կատարողական սարքերի աշխատանքային ռեժիմները կարող են ընտրվել և կարգավորվել համակարգի կողմից, կախված տարածքում գտնվող մարդկանց գործունեության բնույթից, առկա

սարքավորումների աշխատանքային ռեժիմներից, ինչպես նաև արտաքին օդերևութաբանական պայմաններից՝ թե՛ օրվա և թե՛ տարվա կտրվածքով:

Ջեռուցման, հովացման և օդափոխման (ՋՀՕ) համակարգերը կարևոր դեր են խաղում բնակելի և առևտրային տարածքների ջերմային հարմարավետության ապահովման գործում [2]: Ավանդական ՋՀՕ համակարգերը հիմնված են սահմանված կարգավորումներով աշխատող ավտոմատ կառավարման մեխանիզմների վրա, որոնք չեն կարող օպտիմալ հարմարվել փոփոխվող միջավայրային պայմաններին: Ժամանակակից շենքերի էներգաարդյունավետության բարելավման նպատակով զարգանում են խելացի կառավարման համակարգերը:

ՋՀՕ համակարգերի արդյունավետությունը բարձրացնելու համար կիրառվում են արհեստական բանականության մեթոդներ, այդ թվում՝ անորոշ տրամաբանության վերահսկման (ՄՏՎ) և նեյրոնային ցանցեր: Ինտելեկտուալ ՋՀՕ համակարգերը, որոնք համադրում են ՄՏՎ և նեյրոնային ցանցերը, կարող են ինքնակարգավորվող և հարմարվող կերպով կառավարել ջերմաստիճանը, խոնավությունը և օդափոխության մակարդակը՝ հաշվի առնելով տարատեսակ գործոններ: Ավանդական համակարգերը հիմնված են նախապես սահմանված ալգորիթմների վրա, որոնք չեն կարող դինամիկ կերպով հարմարվել փոփոխվող միջավայրային գործոններին [3]:

Այս համակարգերն ունեն հետևյալ թերությունները.

- կարգավորման սահմանափակ ճկունություն,
- բարձր էներգիայի ծախս,
- դանդաղ արձագանք փոփոխվող պայմաններին:

Ինտելեկտուալ ՋՀՕ համակարգերը հիմնված են տվյալների մշակումով աշխատող ալգորիթմների վրա, որոնք կարող են ինքնուրույն սովորել և օպտիմալ որոշումներ կայացնել:

Այսպիսի համակարգերի հիմնական առավելություններն են.

- ավտոմատ հարմարվողականություն արտաքին և ներքին պայմաններին,
- էներգիայի արդյունավետ կառավարում,
- հարմարավետության բարձրացում:

ՋՀՕ համակարգերը կազմում են շենքերի էներգատար օգտագործման զգալի մասը: Գլխավոր խնդիրներն են՝

- անվերահսկելի էներգիայի սպառում,
- ջերմաստիճանի ոչ օպտիմալ կարգավորում,
- օդափոխության ոչ արդյունավետ կառավարում,
- միջավայրային փոփոխություններին արագ արձագանքելու դժվարություն [4]:

ՄՏՎ և նեյրոնային ցանցերի համադրմամբ հնարավոր է ստանալ ավելի խելացի և հարմարվող ՋՀՕ համակարգեր [5]:

### **Նյութեր և մեթոդներ**

ԱՏՎ և Նեյրոնային ցանցերն արհեստական բանականության ոլորտի երկու կարևորագույն ուղղություններն են, որոնք հնարավորություն են տալիս լուծել ոչ գծային, բարդ և անորոշ իրավիճակներում առաջացող խնդիրները: Թեև դրանք սկզբունքորեն տարբեր մեթոդներ են, հաճախ օգտագործվում են համատեղ՝ առավել ճշգրիտ և արդյունավետ արդյունքներ ստանալու համար: ԱՏՎ-ն տրամաբանական համակարգ է, որը հնարավորություն է տալիս աշխատել ոչ միայն «ճիշտ» (1) կամ «սխալ» (0) արժեքներով, այլև թույլ է տալիս օգտագործել միջանկյալ արժեքներ: Այս մոտեցումը նման է մարդու մտածելակերպին, երբ որոշումները հիմնված են ոչ թե խիստ կանոնների, այլ մոտավոր գնահատականների վրա [6]:

### **Հիմնական տարրերը**

#### **1. Անորոշ բազմություններ**

- Ի տարբերություն դասական տրամաբանության, որտեղ որևէ տարր պատկանում է բազմությանը, կամ ոչ, անորոշ տրամաբանության մեջ տարրի պատկանելիությունը ներկայացվում է պատկանելիության ֆունկցիայով, որն ունի  $[0, 1]$  միջակայքի արժեք [7]:

#### **2. Պատկանելիության ֆունկցիաներ**

- Կիրառվում են տարբեր ձևերի ֆունկցիաներ՝ եռանկյունաձև, գաուսյան, սեղանաձև և այլն՝ տվյալների պատկանելիությունը որոշելու համար:

#### **3. Անորոշ կանոններ**

- Պատճառահետևանքային կանոններ, օրինակ՝ եթե ջերմաստիճանը բարձր է, ապա պետք է օդորակիչի հզորությունը մեծացնել [8]:

#### **4. Անորոշացման վերացման գործընթաց**

- Հնարավոր տարբերակներից մեկի ընտրումը, հիմնված անորոշ բազմությունների և կանոնների վրա:

### **Կիրառության ոլորտներ.**

- ռոբոտատեխնիկա – կառավարում առանց խիստ սահմանված ալգորիթմների,
- տաքսիների ու լոգիստիկ համակարգերի կառավարում,
- օդորակիչների և ավտոմատ կառավարման համակարգեր,
- ֆինանսական վերլուծություն (վարկերի գնահատում, շուկայի կանխատեսում):

Նեյրոնային ցանցերն արհեստական մոդելներ են, որոնք ներշնչված են մարդու ուղեղի նեյրոնային կառուցվածքով: Դրանք սովորում են տվյալներից, ստեղծում օրինաչափություններ և կարող են օգտագործվել կանխատեսումների ու բարդ խնդիրների լուծման համար:

### **Նեյրոններ**

- Յուրաքանչյուր նեյրոն ստանում է տվյալներ, իրականացնում հաշվարկ և փոխանցում արդյունքը հաջորդ շերտերին [9]:

#### **1. Շերտեր**

- **մուտքային շերտ** – ստանում է տվյալները,
- **թաքնված շերտեր** – կատարում են հիմնական հաշվարկները,
- **ելքային շերտ** – արտադրում է վերջնական կանխատեսումը:

### ՄՏՎ-ի դերը ՋՀՕ համակարգերում

ՄՏՎ-ն հնարավորություն է տալիս մշակել անորոշ և ոչ զծային մոդելներ՝ հիմնվելով փորձառական տվյալների վրա: Այն օգտագործվում ՋՀՕ համակարգերում՝ կարգավորելու հետևյալ գործոնները.

- ջերմաստիճանի փոփոխությունների արձագանք,
- խոնավության վերահսկում,
- օդափոխության մակարդակի կարգավորում [10]:

ՄՏՎ-ն թույլ է տալիս ՋՀՕ համակարգին ավելի ճկուն կերպով մշակել տվյալները՝ առանց խիստ սահմանափակված կանոնների: Այն հնարավորություն է տալիս օգտագործել անորոշ, անկանոն և փոփոխական մեծություններ:

ՄՏՎ-ի կիրառությունը ՋՀՕ-ում հիմնականում ներառում է հետևյալ բաղադրիչները.

- **մանրամասն մուտքային տվյալների մշակումը** (օրինակ՝ սենյակի ջերմաստիճան, խոնավություն, արտաքին եղանակային պայմաններ),
- **կանոնների մշակումը**, հիմնված փորձագիտական գիտելիքի վրա,
- **ելքային որոշումների ստեղծում**, հիմնված ոչ ճշգրիտ տվյալների վերլուծության վրա [11]:

Fuzzy համակարգը սովորաբար բաղկացած է հետևյալ բաղադրիչներից.

1. Ֆազիֆիկացիա – մուտքային տվյալների վերածում անորոշ մեծությունների:

Ներդրնային համակարգի մուտքային տվյալները ներկայացվում են որպես ոչ հստակ բազմություններ, որոնք նկարագրում են տարբեր միջակայքեր և պատկանում են մուտքերին: Ֆազիֆիկացիայի արդյունքում ստացվում են պատկանելիության աստիճաններ՝ 0-ից 1 միջակայքում:

2. Տրամաբանական մշակում – որոշման ընդունման փուլ:

Այս փուլում ստացվում են ելքային ազդանշաններ՝ համակարգի մուտքային տվյալների հիման վրա: Ոչ հստակ կառավարման մուտքային արժեքների համար օգտագործվում է եռանկյունաձև պատկանելիության ֆունկցիա, իսկ ելքի համար՝ թակարդաձև (սեղանաձև) պատկանելիության ֆունկցիա:

Ոչ հստակ եզրակացության կանոններն ու պատկանելիության արժեքները որոշելու համար անհրաժեշտ է իմանալ մուտքային տվիչի աշխատանքային միջակայքերը:

3. Դեֆազիֆիկացիա – որոշման վերածում որոշակի ելքային արժեքի դեպքում:

Գեներացվում են հստակ ելքային արժեքներ, որոնք ստացվել են եզրակացության համակարգի աշխատանքի արդյունքում՝ ջերմաստիճանի և հարաբերական խոնավության կառավարման, ինչպես նաև հովացման համակարգի աշխատանքի ռեժիմի կարգավորման համար [12]:

### Արդյունքներ և քննարկում

ՄՏՎ-ի և ներդրնային ցանցերի համադրմամբ ՋՀՕ կառավարման համակարգերը մեծապես բարձրացնում են էներգաարդյունավետությունը և օգտատերերի հարմարավետությունը:

Այս տեխնոլոգիաների կիրառումը թույլ է տալիս ստեղծել ինքնաուսուցվող, հարմարվող և արդյունավետ կառավարման մեխանիզմ, որը նվազեցնում է էներգիայի ծախսերը և ապահովում է օպտիմալ կլիմայական պայմաններ [13]:

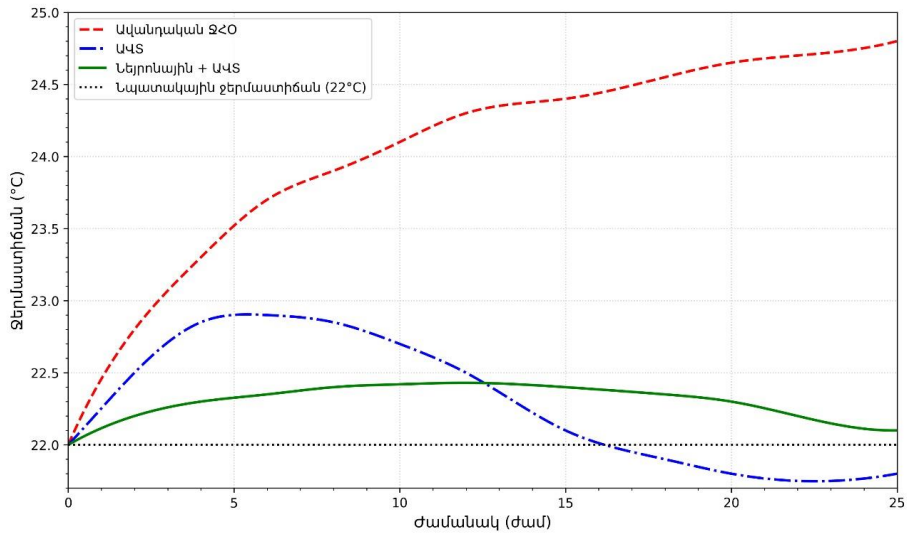
Ապագայի ՋՀՕ համակարգերը կարող են ավելի ինտեգրված լինել համացանցով միացված տեխնոլոգիաների հետ՝ ապահովելով ինքնավար կառավարման առավել մեծ հնարավորություններ: Ստացված արդյունքները ամփոփված են աղ. 1-ում՝

*Աղյուսակ 1*

*Տարբեր կարգավորիչների աշխատանքի դեպքում սենյակի ջերմաստիճանի փոփոխությունը ժամանակից*

Ժամանակ (րոպե)	Ավանդական ՋՀՕ (°C)	ԱՏՎ կարգավորում (°C)	Նեյրոնային ցանց + ԱՏՎ (°C)
0	18,0	18,0	18,0
2	20,0	21,0	21,5
4	23,0	22,3	22,1
6	21,5	22,0	22,0
8	22,2	22,0	22,0
10	22,0	22,0	22,0

Այս տվյալները մոդելավորում են տարբեր կարգավորիչների աշխատանքի դեպքում սենյակի ջերմաստիճանի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում (օրինակ, երբ սկսվում է 18 °C-ից և նպատակային մակարդակը 22 °C է): Ավանդական ՋՀՕ համակարգի դեպքում ջերմաստիճանը դանդաղ է հասնում նպատակային արժեքին (օր.՝ 23 °C-ին գերազանցում, հետո անկում 21,5 °C և այլն): Այսինքն, ավանդական հսկիչը ցուցաբերում է դանդաղ արձագանք և մեծ տատանումներ՝ տևական ժամանակ պահելով սենյակի ջերմաստիճանը ցանկալի արժեքից վեր կամ վար: ԱՏՎ համակարգը զգալիորեն ավելի արագ է կարգավորում ջերմաստիճանը. ինչպես երևում է աղ. 1-ից, այն մոտ 4-րդ րոպեին արդեն մոտ է նպատակային 22 °C-ին (մոտ 22,3 °C ) և հետագա շեղումները շատ փոքր են: ԱՏՎ-ի կիրառման դեպքում գերակշիռ փոքր է և համակարգը հաճախ արագ է կայունանում նպատակային ջերմաստիճանին՝ թույլ շեղումներով: Նեյրոնային ցանցով հարստացված ԱՏՎ համակարգը հասնում է նպատակային ջերմաստիճանին ամենաարագը, գրեթե առանց գերակշռի (աղ. 1-ում առավելագույնը 22,1 °C ) և պահպանելով կայունությունն ընդամենը մի քանի րոպեում: Այս համակցված համակարգի դեպքում ջերմաստիճանը շարունակում է մնալ նպատակային արժեքին շատ մոտ, ցույց տալով ամենափոքր շեղումները և ամենակայուն վերահսկումը, ինչը հաստատում է, որ այն ամենաարդյունավետն է ջերմաստիճանի կարգավորման առումով: Ըստ վերը նշվածի ստացվում է ջերմաստիճանի կարգավորման համեմատություն՝ ՋՀՕ համակարգերում (նկ. 1):



Նկ 1. Ջերմաստիճանի կարգավորման համեմատություն ՋՀՕ համակարգերում

Գրաֆիկը ցույց է տալիս տարբեր ՋՀՕ համակարգերի ջերմաստիճանի կարգավորման գործընթացը.

- ավանդական ՋՀՕ–ն ունի դանդաղ արձագանք և մեծ տատանումներ,
- ԱՍՎ–ն արագ է կարգավորում, սակայն դեռևս կան փոքր շեղումներ,
- նեյրոնային ցանց + ԱՍՎ–ն արդյունավետ է, նվազագույն շեղումներով և կայունությամբ: Ստացված արդյունքները ամփոփված են աղ. 2-ում:

Աղյուսակ 2

Տարբեր կարգավորիչների աշխատանքի դեպքում համեմատական էներգասպառումը

Համակարգի տեսակ	Օրական էներգիայի սպառում (կՎտ.ժ)
Ավանդական ՋՀՕ	50
ԱՍՎ	40
Նեյրոնային ցանց + ԱՍՎ	30

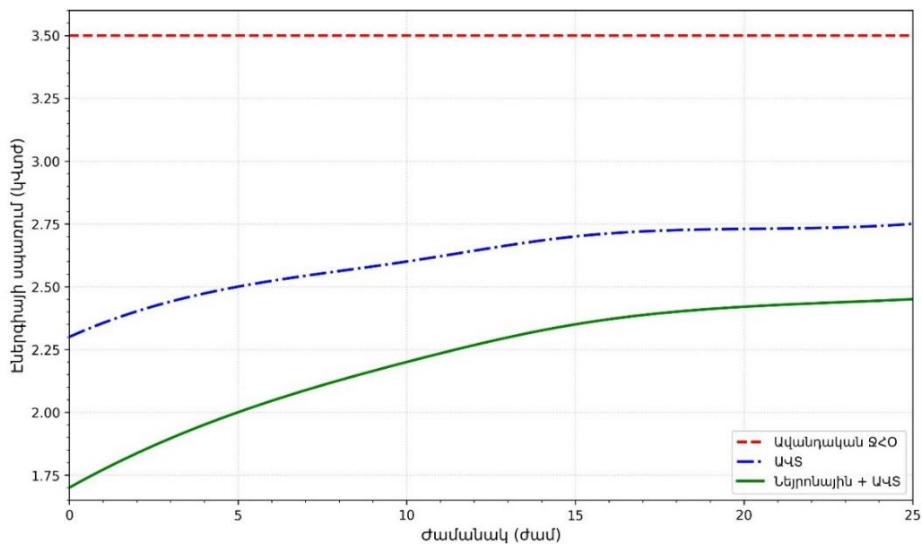
Այստեղ ներկայացված են տարբեր համակարգերի կողմից մեկ օրվա ընթացքում ծախսվող պայմանական էներգիայի քանակները՝ նույն պայմաններում աշխատելու դեպքում: Ավանդական ՋՀՕ համակարգն ամենից շատ էներգիա է սպառում՝ մոտ 50 կՎտ.ժ մեկ օրում, ինչը պայմանականորեն հաշվարկված ամենաբարձր ցուցանիշն է (դա կարելի է ընդունել որպես 100% բազային մակարդակ): Սա համահունչ է նրան, որ ավանդական մեխանիկական կարգավորիչներն ունեն կայուն, սակայն բարձր էներգիայի սպառում, քանի որ չեն կարող արդյունավետորեն հարմարվել և հաճախ կամ ավելորդ են տաքացնում/սառեցնում տարածքը, կամ անջատվում/միանում են ոչ օպտիմալ ռեժիմով: ԱՍՎ հիմքով համակարգն օգտագործում է զգալիորեն պակաս էներգիա՝ մոտ 40 կՎտ.ժ (մոտ 20 % պակաս, քան ավանդականը). դա պայմանավորված է ավելի ճշգրիտ կարգավորման միջոցով էներգիայի խնայողությամբ: ԱՍՎ վերահսկիչը խուսափում է ջերմաստիճանի մեծ տատանումներից և ավելորդ աշխատանքից, ինչը տարածականորեն խնայում է էներգիա

արդի խմբաբանակում: Նեյրոնային ցանց + ԱՏՎ համակցված համակարգն ամենարդյունավետն է՝ օրական մոտ 30 կՎտ.ժ ծախսով, որը 40 % ավելի քիչ է, քան ավանդականը: Այս բարձր արդյունավետությունը ստացվում է շնորհիվ համակարգի հարմարվողականության. նեյրոնային բաղադրիչը կանխատեսում և հարմարեցնում է աշխատանքն ըստ փոփոխվող պայմանների, ինչի արդյունքում խնայվում է առավելագույն էներգիա՝ պահպանելով անհրաժեշտ հարմարավետությունը: Այսպես, համակցված ինտելեկտուալ համակարգն էներգիայի օգտագործման առումով զգալի առավելություն ունի մյուսների նկատմամբ: Ըստ վերը նշվածի՝ ստացվում է էներգիայի արդյունավետության համեմատություն՝ ՋՀՕ համակարգերում (նկ. 2):

Ըստ էներգիայի արդյունավետության համեմատության գրաֆիկի պարզ է դառնում, որ.

- ավանդական ՋՀՕ-ն ունի կայուն, բայց բարձր էներգիայի սպառում [14],
- ԱՏՎ-ն տարածականորեն խնայում է էներգիան՝ ավելի ճշգրիտ կարգավորման շնորհիվ,
- նեյրոնային ցանց + ԱՏՎ – ն խնայում է առավելագույն էներգիա՝ հարմարվելով փոփոխվող պայմաններին:

Ստացված արդյունքներն ամփոփված են աղ. 3-ում:



Նկ 2. Էներգիայի արդյունավետության համեմատություն ՋՀՕ համակարգերում

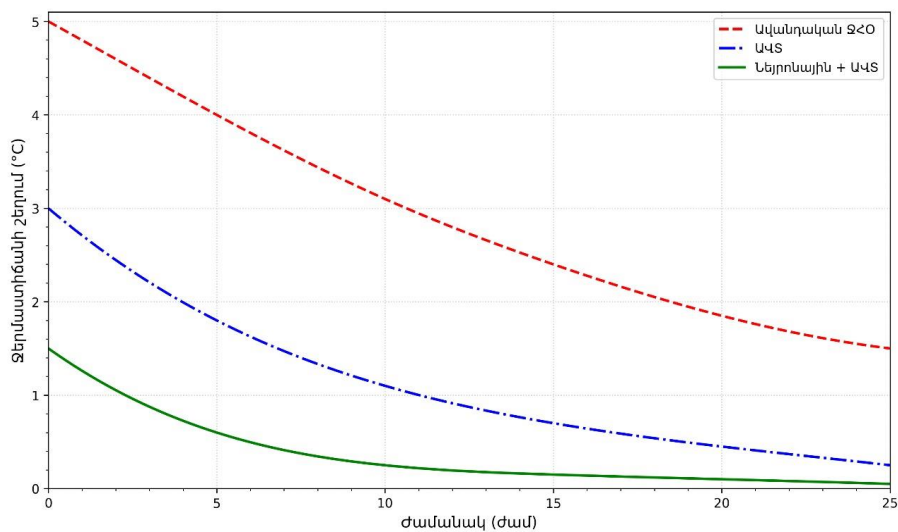
Աղյուսակ 3

Ջերմաստիճանի շեղման կարգավորման ժամանակը՝ ավանդական, ԱՏՎ և նեյրո-ԱՏՎ համակարգերում

Համակարգի տեսակը	Արձագանքման ժամանակը (րոպե)
Ավանդական ՋՀՕ	10 (դանդաղ)
ԱՏՎ	6 (նորմալ)
Նեյրոնային ցանց + ԱՏՎ	3 (արագ)

Աղ. 3-ը պայմանական թվերով ներկայացնում է, թե յուրաքանչյուր համակարգ որքան ժամանակում է կարողանում արձագանքել և կարգավորել միջավայրային փոփոխությունը (օրինակ, սենյակի ջերմաստիճանի որոշակի շեղումից հետո վերադարձնել այն սահմանված արժեքին): Ավանդական ՋՀՕ համակարգն ունի ամենադանդաղ արձագանքը, այն կարող է պահանջել մոտ

10 *րոպե* կամ ավելի, որպեսզի շեղված ջերմաստիճանը վերադարձվի նպատակային սահմանների մեջ: Մա համապատասխանում է հողվածում նկարագրվածին, որ ավանդական հսկիչը դանդաղ է արձագանքում և երկար ժամանակ է պահանջում շեղումը կարգավորելու համար: ԱՏՎ համակարգն ավելի արագ է հակազդում փոփոխությանը՝ խնայելով ժամանակը. մեր օրինակային տվյալներում մոտ 6 *րոպեում*՝ այն հասցնում է ջերմաստիճանը պահանջվող մակարդակին: Չնայած ԱՏՎ-ն ունի որոշակի փոքր ձգձգում ավանդական համակարգի համեմատությամբ նույնպես, այնուամենայնիվ ավելի արագ է հարմարվում փոփոխությանը: Նեյրոնային ցանցով հզորացված ԱՏՎ համակարգը ցույց է տալիս ամենակարճ արձագանքման ժամանակը. այն մոտ 3 *րոպեում* կարգավորում է տվյալ շեղումը, այսինքն՝ ամենաարագն է արձագանքում փոփոխվող պայմաններին: Բացի դրանից, որ արձագանքման արագությունն ամենաբարձրն է, այս համակարգը նաև ապահովում է նվազագույն շեղում և գերակշիռ է, քանի որ նեյրոնային ցանցը կանխավճռում է անհրաժեշտ գործողությունները ու ԱՏՎ-ն իրականացնում է դրանք հարթ ձևով: Արդյունքում, համակցված ինտելեկտուալ համակարգն ամենաշուտն է կայունացնում իրավիճակը՝ շատ քիչ շեղումներով, այնուհետև նրան հետևում է ԱՏՎ-ն, և ավանդական եղանակն, որին հարկավոր է զգալի ավել ժամանակ միջավայրային փոփոխությանը լիարժեք արձագանքելու համար: Ըստ վերը նշվածի, ստացվում է պատասխանման արագության համեմատություն՝ ՋՀՕ համակարգերում (նկ. 3):



**Նկ. 3. Պատասխանման արագության համեմատություն ՋՀՕ համակարգերում**

Ըստ պատասխանման արագության համեմատության գրաֆիկի պարզ է դառնում, որ.

- ավանդական ՋՀՕ – ունի դանդաղ արձագանք և երկար ժամանակ է պահանջում շեղումը կարգավորելու համար,
- ԱՏՎ –ն արագ է հարմարվում, բայց դեռևս ունի որոշակի ժամանակային ձգձգում,
- նեյրոնային ցանց + ԱՏՎ – ն ամենաարագն է արձագանքում և ունի նվազագույն շեղում:

Հաշվի առնելով ավանդական ՋՀՕ համակարգերի սահմանափակումները, ինչպես կարգավորման ցածր ճկունությունը, էներգիայի բարձր սպառումը և միջավայրային փոփոխություններին դանդաղ արձագանքելու ունակությունը, առաջարկվում է ինտելեկտուալ ՋՀՕ կառավարման համակարգ, որը համադրում է անորոշ տրամաբանության վերահսկումը (ԱՏՎ) և ներդրային ցանցերը:

ԱՏՎ վերահսկիչը թույլ է տալիս մշակել ոչ գծային և անորոշ մոդելներ՝ հիմնված փորձագիտական կանոնների և պատկանելիության ֆունկցիաների վրա: Այս մեթոդն ապահովում է ճկուն արձագանքներ միջավայրային տատանումներին՝ վերածելով լեզվաբանական նկարագրությունները (օր.՝ «ջերմաստիճանը բարձր է») որոշակի կառավարման ազդակների:

Ներդրային ցանցը, իր հերթին, ինքնաուսուցվող բաղադրիչ է, որը վերլուծում է տվյալների մեծ ծավալներ՝ բացահայտելով օրինաչափություններ և կատարելով կանխատեսումներ: Այս մոդուլը թույլ է տալիս համակարգին հարմարվել նոր պայմաններին՝ անցյալի փորձի հիման վրա:

Երկու մեթոդների համադրումը ձևավորում է ներդր-անորոշ կառավարման համակարգ, որն ի վիճակի է՝

- արագ արձագանքել արտաքին և ներքին միջավայրի փոփոխություններին,
- ավտոմատ կերպով ճշգրտել համակարգի պարամետրերը՝ խնայելով էներգիա,
- ապահովել օգտագործողների հարմարավետության բարձր մակարդակ՝ նվազագույն շեղումներով:

Այսպիսով, առաջարկվող լուծումը կառուցվում է հետևյալ հիմնավորումով՝

1. ԱՏՎ-ն բարձրացնում է համակարգի ճկունությունը և թույլ է տալիս մշակել մառախլապատ և անկանոն մեծություններ,
2. ներդրային ցանցը տալիս է հարմարվողականություն, կանխատեսման և ինքնուսուցման հնարավորություն,
3. իսկ երկուսի համադրումը ձևավորում է ինտելեկտուալ կառավարման մեխանիզմ, որը գերազանցում է ավանդական մեթոդներին թե՛ արդյունավետության, թե՛ արձագանքման արագության, թե՛ էներգախնայողության տեսանկյունից:

### Եզրակացություն

Այսպիսով, ներդրային ցանցերը հնարավորություն են տալիս ՋՀՕ համակարգին ինքնուրույն սովորել՝ հիմնվելով մեծածավալ տվյալների վերլուծության վրա և հարմարվել նոր միջավայրային պայմաններին: Դրանք օգտագործվում են՝

- ջերմաստիճանի և խոնավության կանխատեսման,
- օդափոխության արդյունավետության բարձրացման,
- կլիմայական փոփոխություններին օպտիմալ արձագանքելու համար:

Դրանք կարող են.

- հաշվարկել օպտիմալ կարգավորումները՝ հիմնվելով օգտագործողի նախասիրությունների վրա,
- ինքնուրույն կարգավորել էներգիայի օգտագործումը,
- կանխատեսել համակարգի աշխատանքի արդյունավետությունը:

Ներդրնային ցանցը ստանում է տվյալներ՝ ներքին ջերմաստիճանի, արտաքին ջերմաստիճանի, խոնավության, մարդկանց ներկայության մասին և մշակում դրանք՝ գտնելու լավագույն կարգավորման ռեժիմը:

ԱՏՎ-ի և ներդրնային ցանցերի համադրումը հնարավորություն է տալիս.

- ստանալ ճշգրիտ կանխատեսումներ,
- իրական ժամանակում հարմարվել փոփոխվող պայմաններին,
- կրճատել էներգիայի կորուստները:

### Գրականության ցանկ

- [1] **С. Аббасипаям, Н.В. Мокрова**, Использование нейронной сети персептрона для определения параметров промышленной системы. Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал 4 (34) (2020) 106-111.
- [2] **В.Г. Ларионов, М.Г. Трейман**, Интеллектуальное управление энергопотреблением на водопроводных станциях на примере филиала «Водоснабжение» ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Экономика 4 (2020) 7-14.
- [3] **С.П. Черный, А.А. Духно, Д.Ю. Чигрин, Б.Н. Толибов**, Анализ возможностей снижения информационной избыточности нечетких регуляторов, Ученые записки КНАГТУ, «Науки о природе и технике» I - 2(30) (Комсомольск-на-Амуре 2017) 12-21.
- [4] **С.П. Черный, А.В. Бузикаева, А.К. Тимофеев, М.В. Шевченко**, Анализ влияния параметров объекта регулирования на коэффициенты полинома в алгоритме вывода Сугено первого порядка, Учёные записки КНАГТУ, «Науки о природе и технике» II-1(38) (2019) 21-27.
- [5] **С.П. Черный, С.И. Сухоруков, Д.А. Манчук**, Методы оценки устойчивости нечетких систем управления. Вестник ТОГУ 3(34) (Хабаровск 2014).
- [6] **В.А. Соловьев, С.И. Сухоруков., С.П. Черный**, Ледообразование на линиях электропередач. Причины возникновения. Методы удаления. (Глава 5 Прогнозирующий модуль для автоматизированной системы удаления гололеда с проводов ЛЭП), Дальнаука, Владивосток, 2018.
- [7] **Ս. Սարգսյան**, Վերականգնվող էներգիայի օգտագործումն աշխարհում- Հայաստանում: Նորարարությամբ դեպի մաքուր տեխնոլոգիաներ, «Լուսարաց» հրատ., Երևան, 2009, 82 էջ:
- [8] UK Energy Research Centre. UKERC Energy Data Centre, 2015.
- [9] **S. Walker**, Energy use in the home – measuring and analysing domestic energy use and energy efficiency in Scotland. Scottish House Condition Survey, The Scottish Government, 2012.
- [10] **D.J. Norris**, Fuzzy Logic System, 2017.
- [11] **A. Hassaniakalager, G. Sermpinis, C. Stasinakis, Th. Verousis**, A conditional fuzzy inference approach in forecasting // Production, Manufacturing, Transportation and Logistics, European Journal of Operational Research 2020. V. 283. Iss. 1

- [12] **A.A. Uskov**, Visual modeling: Monograph. Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House 2017
- [13] **A. Uskov, N. Samsonova, A. Zhukova**, Satellite monitoring of grain crops: identification of problem areas and forecast of yield. Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House 2020.
- [14] <https://www.ibm.com/docs/en/icos/22.1.0?topic=2210-release-notes-cplex>

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОТОПЛЕНИЕМ, ОХЛАЖДЕНИЕМ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ ВОЗДУХА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**Давид Геворгович Акобян**

*Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА  
dawhak99@gmail.com*

*Интеллектуальные системы управления отоплением, охлаждением и вентиляцией, основанные на сочетании нечеткой логики и нейронных сетей, являются ключевым элементом каждого здания, обеспечивая комфортные условия внутренней температуры и воздухообмена. Современные здания предъявляют высокие требования к уровню комфорта, здоровой внутренней среде и экономичным режимам эксплуатации. Постоянный рост цен на электроэнергию, водоснабжение и отопление, при том что эти услуги составляют более 40% от общего энергопотребления в Республике, требует внедрения ресурсосберегающих технологий и теплоизоляционных материалов для снижения тепловых потерь в зимний период и затрат на кондиционирование воздуха летом. Однако ограничение объёма поступления свежего воздуха в закрытых помещениях может представлять угрозу здоровью за счёт образования плесени и грибка, тогда как неконтролируемая вентиляция приводит к нецелесообразному расходу энергии и снижает эффективность мероприятий по энергосбережению.*

**Ключевые слова:** *отопление, охлаждение, вентиляция, энергия, интеллектуальное управление, климат, система, оптимизация, данные, модель, эффективность, автоматизация*

## **INTELLIGENT HEATING, COOLING AND AIR CONDITIONING CONTROL SYSTEM BASED ON FUZZY LOGIC AND NEURAL NETWORKS**

**Davit Hakobyan**

*National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA  
dawhak99@gmail.com*

*Intelligent heating, cooling, and ventilation control systems, combining fuzzy logic and neural networks, serve as a cornerstone of every building by ensuring comfortable indoor temperature and adequate air exchange. Modern buildings are subject to stringent requirements regarding occupant comfort, a healthy indoor environment, and economically efficient operation modes. The continuous increase in the cost of electricity, water supply, and heating services accounting for over 40% of the Republic's total energy*

*consumption necessitates the implementation of resource-saving technologies and thermal insulation materials to reduce heat loss in winter and air conditioning expenses in summer. However, limiting the volume of fresh air in enclosed spaces can pose health risks due to the development of mold and fungi, while uncontrolled ventilation leads to unnecessary energy consumption and undermines the effectiveness of energy-saving measures.*

**Keywords:** heating, cooling, ventilation, energy, intelligent control, climate, system, optimization, data, model, efficiency, automation

**Հակոբյան Դավիթ Գևորգի** (ՀՀ, ք.Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ՋԳՄՕ ավբիոն, ասպիրանտ, (+374)77947353, dawhak99@gmail.com

**Акобян Давид Геворгович** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции, аспирант, (+374)77947353, dawhak99@gmail.com

**Накобян Давит** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of ventilation, gas and heat supply, phd student, (+374)77947353, dawhak99@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 21.05.2025թ.

Գրախոսվել է՝ 18.06.2025թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 29.08.2025թ.