

**ՀԱՐՏԱՐԱԳԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ**

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ**

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈՒԵԳԻԱ

Գլխավոր խմբագիր՝ Սարգիս Թովմասյան (ճ.դ., ՀՀ), tosar@mail.ru
Գլխավոր խմբագրի տեղակալ՝ Միհրան Ստակյան (ս.գ.դ., ՀՀ),
stakyan.mihran@yandex.com
Պատասխանատու քարտուղար՝ Արմենուհի Ալեքսանյան, (ՀՀ),
aleksanyan.armenuhi@yandex.com

ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԽՈՐՀՈՒՐԴ

Գալինա Ամբրոսովա (ս.գ.թ., ՌԴ), galina-ambrosova@yandex.ru
Մարիամ Ավագյան (կ.գ.թ., ՀՀ), avagyan_mariam@yahoo.com
Բեկրիմժան Գաուդինով (ճ.դ., ՂՀ), abekga@mail.ru
Դիմիտրիս Դիամանտիդիս (ս.գ.դ., ԳԴՀ),
dimitris.diamantidis@oth-regensburg.de
Տիգրան Դադայան (ս.գ.դ., ՀՀ), tigran.dadayan@yahoo.com
Սուրեն Թովմասյան (ս.գ.թ., ՀՀ), suren.tovmasyan@gmail.com
Էմիլ Խաչատրյան (ս.գ.դ., ՀՀ), khachatryan@rambler.ru
Լյուդմիլա Խոլոդովա (ճ.դ., ՌԴ), theory@usaaa.ru
Անատոլի Կովրով (ս.գ.թ., Ուկրաինա), list@ogasa.org.ua
Դարյա Կուբեչկովա (ս.գ.թ., ՉՀ), darja.kubeckova@vsb.cz
Պետրոս Համբարձումյան (ս.գ.դ., ՀՀ), hpv58@yandex.ru
Եղիսաբեթ Հայրապետյան (ս.գ.թ., ՀՀ), helizabet@yandex.ru
Կարեն Ռաշիդյան (ս.գ.թ., ՀՀ), rka1945@mail.ru
Վադերիկ Հարությունյան (ս.գ.թ., ՀՀ), vmh-1961@mail.ru
Արմեն Ղազարյան (արվ.դ., ՌԴ), armenkazaryan@yahoo.com
Արմինե Ղուկյան (ս.գ.թ., ՀՀ), Ghulyanarmine@mail.ru
Մալին Մայոր (ս.գ.թ., ԼՀ), mmajor@bud.pcz.czyst.pl
Կրիստինա Մարանցի (ճ.թ., ԱՄՆ), christina.maranci@tufts.edu
Արտաշես Մելիքյան (ճ.թ., ՀՀ), artashesmelikyan@rambler.ru
Մուն Մին (ճ.դ., ՉԺՀ), ming.sun@ntu.ac.uk
Մայիդ Մուհեմմադի Նահավանդի (ճ.թ., ԻԻՀ),
sacid.nahavandi@deakin.edu.au
Դավիթ Նահատակյան (ճ.թ., ՀՀ), dnahatakyan@nuaca.am
Նարինե Մխիթարյան (ճ.թ., ՀՀ), nmxitaryan@yandex.ru
Սամվել Շահինյան (ճ.դ., ՀՀ), samvel.shahinyan1954@gmail.com
Միխայիլ Շուբենկով (ճ.դ., ՌԴ), shubenkova@raasn.ru
Քի Չենգժի (ս.գ.դ., ՉԺՀ), qichengzhi65@163.com
Մանվել Պոգոսյան (ս.գ.դ., ՀՀ), pmanvel2010@yandex.ru
Պաոլա Պումա (ճ.թ., ԻՀ), paola.puma@unifi.it
Մարլենա Ռայչիկ (ս.գ.դ., ԼՀ), mrajczyk@bud.pcz.czyst.pl
Արտաշես Սարգսյան (ս.գ.թ., ՀՀ), ansargsyan@yahoo.com
Արեստակ Սարուխանյան (ս.գ.դ., ՀՀ), asarukhanyan51@mail.ru
Օլեգ Սուբբոտին (ճ.դ., ՌԴ), subbos@yandex.ru
Դմիտրի Տոպչի (ս.գ.դ., ՌԴ), mail@niexp.com
Գեորգի Ստավիչ (ս.գ.դ., ՌԴ), ystavich@mail.ru
Աննա Թերմոսյան (ս.գ.թ., ՀՀ), annak@termoros.am
Դավիթ Թերթմենյան (ճ.դ., ՀՀ), dakertmenjyan@gmail.com
Աննա Ֆրանջիպանե (ս.գ.դ., ԻՀ), anna.frangipane@uniud.it
Արմեն Տեր-Մարտիրոսյան (ս.գ.դ., ՌԴ), gic-mgsu@mail.ru
Լարիսա Մանուկյան (ս.գ.թ., ՀՀ), laradocent@gmail.com
Կիպիանի Գելա (ս.գ.դ., Վրաստան), gelakip@gmail.com

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Саркис Товмасян (д.архит., РА),
tosar@mail.ru
Зам. главного редактора – Мигран Стакян (д.т.н., РА),
stakyan.mihran@yandex.com
Ответственный секретарь – Арменуи Алексанян, (РА),
aleksanyan.armenuhi@yandex.com

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Галина Амбросова (к.т.н., РФ), galina-ambrosova@yandex.ru
Мариам Авагян (к.б.н., РА), avagyan_mariam@yahoo.com
Бекримжан Глаудинов (д.архит., РК), abekga@mail.ru
Димитрис Диамантидис (д.т.н., ФРГ),
dimitris.diamantidis@oth-regensburg.de
Тигран Дадаян (д.т.н., РА), tigran.dadayan@yahoo.com
Сурен Товмасян (к.т.н., РА), suren.tovmasyan@gmail.com
Эмиль Хачатрян (д.т.н., РА), khachatryan@rambler.ru
Людмила Холодова (д.архит., РФ), theory@usaaa.ru
Анатолий Ковров (к.т.н., Украина), list@ogasa.org.ua
Дарья Кубежкова (к.т.н., ЧР), darja.kubeckova@vsb.cz
Петрос Амбарцумян (д.т.н., РА), hpv58@yandex.ru
Егисабет Айрапетян (к.т.н., РА), helizabet@yandex.ru
Карен Рашидянц (к.т.н., РА), rka1945@mail.ru
Валерик Арутюнян (к.т.н., РА), vmh-1961@mail.ru
Армен Казарян (д.искусств., РФ), armenkazaryan@yahoo.com
Армине Гулян (к.т.н., РА), Ghulyanarmine@mail.ru
Мачие Майор (к.т.н., РП), mmajor@bud.pcz.czyst.pl
Кристина Маранци (к.архит., США), christina.maranci@tufts.edu
Артасеш Меликян (к.архит., РА), artashesmelikyan@rambler.ru
Сунь Мин (д. архит., КНР), ming.sun@ntu.ac.uk
Саид Моаммади Нааванди (к.архит, ИРИ),
sacid.nahavandi@deakin.edu.au
Давид Наатакян (к.архит., РА), dnahatakyan@nuaca.am
Нарине Мхитарян (к.архит., РА) nmxitaryan@yandex.ru
Самвел Шаинян (д.архит., РА), samvel.shahinyan1954@gmail.com
Михаил Шубенков (д.архит., РФ), shubenkova@raasn.ru
Ки Ченгжи (д.т.н., КНР), armspeleo@yahoo.com
Манвел Погосян (д.т.н., РА), pmanvel2010@yandex.ru
Паола Пума (к.архит., ИР), paola.puma@unifi.it
Марлена Райчик (д.т.н., РП), mrajczyk@bud.pcz.czyst.pl
Артасеш Саргсян (к.т.н., РА), ansargsyan@yahoo.com
Арестак Саруханян (д.т.н., РА), asarukhanyan51@mail.ru
Олег Субботин (д.архит., РФ), subbos@yandex.ru
Дмитрий Топчий (д.т.н., РФ), mail@niexp.com
Георгий Уставич (д.т.н., РФ), ystavich@mail.ru
Анна Карамян (к.т.н., РА), annak@termoros.am
Давид Кертменджян (д.архит., РА), dakertmenjyan@gmail.com
Анна Франджипане (д.т.н., ИР), anna.frangipane@uniud.it
Армен Тер-Мартirosян (д.т.н., РФ), gic-mgsu@mail.ru
Лариса Манукян (к.т.н., РА), laradocent@gmail.com
Кипиани Гела (д.т.н., Грузия), gelakip@gmail.com

SCIENTIFIC PAPERS OF NATIONAL UNIVERSITY OF ARCHITECTURE & CONSTRUCTION OF ARMENIA

EDITORIAL COUNCIL

Editor-in-chief – Sargis Tovmasyan (Doctor of science (architecture), RA), tosar@mail.ru

Vice editor-in-chief - Mihran Stakyan (Doctor of science (engineering), RA), stakyan.mihran@yandex.com

Executive secretary – Armenuhi Aleksanyan, (RA), aleksanyan.armenuhi@yandex.com

EDITORIAL BOARD

Galina Ambrosova (Ph.D in engineering, RF),	galina-ambrosova@yandex.ru
Mariam Avagyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in biology, RA),	avagyan_mariam@yahoo.com
Bekrimzhan Glaudinov (Doctor of science (architecture), RK),	abekga@mail.ru
Dimitris Diamantidis (Doctor of science (engineering), FRG),	dimitris.diamantidis@oth-regensburg.de
Tigran Dadayan (Doctor of science (Engineering, RA),	tigran.dadayan@yahoo.com
Suren Tovmasyan (Ph.D in engineering, RA),	suren.tovmasyan@gmail.com
Emil Khachatryan (Doctor of science (engineering), RA),	khachatryan@rambler.ru
Tagush Khachatryan (Ph.D in architecture, RA),	tagush.khachatryan @mail.ru
Lyudmila Kholodova (Doctor of science (architecture), RF),	theory@usaaa.ru
Anatoli Kovrov (Ph.D in engineering, Ukraine),	list@ogasa.org.ua
Darya Kubechkova (Ph.D in engineering, CZ),	darja.kubechkova@vsb.cz
Petros Hambardzumyan (Doctor of science (engineering), RA),	hvp58@yandex.ru
Yeghisabet Hayrapetyan (Ph.D in engineering, RA),	helizabet@yandex.ru
Karen Rashidyants (Ph.D in Engineering, RA),	rka1945@mail.ru
Valerik Harutyunyan (Ph.D in engineering, RA),	vmh-1961@mail.ru
Armen Ghazaryan (Doctor of science (art), RF),	armenkazaryan@yahoo.com
Armine Ghulyan (Ph.D in engineering, RA),	Ghulyanarmine@mail.ru
Maciej Major (Ph.D in engineering, RP),	mmajor@bud.pcz.czest.pl
Christina Maranci (Ph.D in architecture, USA),	christina.maranci@tufts.edu
Artashes Melikyan (Ph.D in architecture, RA),	artashesmelikyan@rambler.ru
Sun Ming (Doctor of science (architecture), PRC),	ming.sun@ntu.ac.uk
Saeed Mohammadi Nahavandi (Ph.D in architecture, IRI),	saeid.nahavandi@deakin.edu.au
Davit Nahatanyan (Ph.D in architecture, RA),	dnahatanyan@nuaca.am
Narine Mkhitarian (Ph.D in architecture, RA),	nmkhitarian@yandex.ru
Samvel Shahinyan (Doctor of science (architecture), RA),	samvel.shahinyan1954@gmail.com
Mikhail Shubenkov (Doctor of science (architecture), RF),	shubenkov@raasn.ru
Qi Chengzhi (Doctor of science (engineering), PRC),	armspeleo@yahoo.com
Manvel Poghosyan (Doctor of science (engineering), RA),	pmanvel2010@yandex.ru
Paola Puma (Ph.D in architecture, IR),	paola.puma@unifi.it
Marlena Rajczyk (Doctor of science (engineering), RP),	mrajczyk@bud.pcz.czest.pl
Emma Sahakyan (Doctor of science (engineering), RA),	shnikat15@mail.ru
Artashes Sargsyan (Ph.D in engineering, RA),	ansargsyan@yahoo.com
Arestak Sarukhanyan (Doctor of science (engineering), RA),	asarukhanyan51@mail.ru
Oleg Subbotin (Doctor of science (architecture), RF),	subbos@yandex.ru
Dmitriy Topchiy (Doctor of science (engineering), RF),	mail@niexp.com
Georgy Ustavich (Doctor of science (engineering), RF),	ystavich@mail.ru
Anna Karamyan (Ph.D in engineering, RA),	annak@termoros.am
David Kertmenjian (Doctor of science (architecture), RA),	dakertmenjian@gmail.com
Anna Frangipane (Doctor of science (engineering),	anna.frangipane@uniud.it
Armen Ter-Martirosyan (RF), Doctor of Science (Engineering),	gic-mgsu@mail.ru
Larisa Manukyan (Ph.D in engineering, RA),	laradocent@gmail.com
Kipiani Gela (Georgia), Doctor of science (Engineering),	gelakip@gmail.com

Հրատարակվում է ՃՇՀԱՀ Գիտատեխնիկական Խորհրդի որոշմամբ: Հիմնադրվել է 1996թ.:

Լույս է տեսնում տարին 3 անգամ, ծավալը՝ մինչև 15 հոդված:

Издается по решению Научно-технического Совета НУАКА. Основан в 1996г.

Выходит 3 раза в год, объем до 15 статей.

Is published by resolution of Academic and Technical Council of NUACA. Established in 1996.

Published 3 times a year, volume – up to 15 papers.

© ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, 2026

© Национальный университет архитектуры и строительства Армении, 2026

© National University of Architecture and Construction of Armenia, 2026

ISSN 1829-4200

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ, ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА
THE MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE, CULTURE AND SPORT, RA

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ
ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ

НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМЕНИИ

SCIENTIFIC PAPERS OF

NATIONAL UNIVERSITY OF
ARCHITECTURE & CONSTRUCTION OF ARMENIA

ՀԱՏՈՐ ♦ TOM ♦ VOLUME

1 (94) 2026

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ, ՔԱՂԱՔԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ,
ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

АРХИТЕКТУРА, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО,
СТРОИТЕЛЬСТВО

ARCHITECTURE, URBAN PLANNING,
CONSTRUCTION

ԵՐԵՎԱՆ · ЕРЕВАН · YEREVAN

2026

**ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ
ԳԻՏԱԿԱՆ ԱՇԽԱՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

ՀՀ ԲՈԿ-Ի ՈՐՈՇՄԱՍԲ ԸՆԴԳՐԿՎԵԼ Է ԴՈԿՏՈՐԱԿԱՆ ԵՎ ԹԵԿՆԱԾՈՒԱԿԱՆ
ՍՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ԵՎ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԻ ՀՐԱՏԱՐԱԿՄԱՆ
ՀԱՄԱՐ ԸՆԴՈՒՆԵԼԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆՆԵՐԻ ՑՈՒՑԱԿՈՒՄ

ՀԱՄԱՌՈՏ ՇԱՐԱԴՐՎՈՒՄ Է ՌՈՒՍԱՍՏԱՆԻ ԴԱՇՆՈՒԹՅԱՆ ՎՆԻՒՏՊԻ
«ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ» ՌԵՖԵՐԱՏԻՎ ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ
ԳԻՏԱՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԲԵՐԱԿԱՆՈՒՄ (ISSN 0233-8440)

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
АРМЕНИИ**

ПО РЕШЕНИЮ ВАК РА ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ПЕРИОДИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ,
ПРИНЯТЫХ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И ПОЛОЖЕНИЙ
ДОКТОРСКИХ И КАНДИДАТСКИХ ДИССЕРТАЦИЙ

РЕФЕРИРУЕТСЯ В РЕФЕРАТИВНОМ ИНФОРМАЦИОННОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ
ЖУРНАЛЕ “СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА” (ISSN 0233-8440)
ВНИИТПИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**SCIENTIFIC PAPERS OF
NATIONAL UNIVERSITY OF ARCHITECTURE & CONSTRUCTION OF ARMENIA**

BY THE DECISION OF SUPREME CERTIFYING COMMITTEE OF RA (SCC of RA) HAS BEEN
INCLUDED IN THE LIST OF PERIODIC SCIENTIFIC PUBLICATIONS ACCEPTED FOR PUBLISHING
THE MAIN RESULTS AND THE PROVISIONS OF DOCTORAL AND CANDIDATE DISSERTATIONS

ARE ABSTRACTED IN THE INFORMATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY ABSTRACTS
JOURNAL OF “CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE” (ISSN 0233-8440) OF VNIINTPI OF
RUSSIAN FEDERATION

DOI: <https://doi.org/10.54338/18294200-2026.1-01>**ԳԵՈԷԿՈԼՈԳԻԱ ԵՎ ԿԵՆՍՍԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅՈՒՆ****ԴԱԼՄԱՅԻ ԱՅԳԻՆԵՐԻ ՔԱՂԱՔԱՇԻՆԱԿԱՆ ՆԵՐՈՒԺԸ.****ԲՆՈՒԹՅԱՆ, ՊԱՏՄՈՒԹՅԱՆ ՈՒ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ՀԱՄԱՐՈՒՄ****Մարիամ Ավետիսի Ավագյան*, Դիանա Միերի Ամիրյան,****Սաթենիկ Կարենի Սիմոնյան, Քրիստինե Սուրենի Սահակյան***Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ***mavagyan@nuaca.am*

Քաղաքային կանաչ տարածքներն առողջ և կայուն քաղաքային միջավայրի ձևավորման կարևորագույն պայմաններից են՝ նպաստելով միկրոկլիմայի կարգավորմանը, կենսաբազմազանության պահպանմանը և բնակչության կյանքի որակի բարելավմանը: Երևանի զարգացման ծրագրերում նշվում է, որ քաղաքի կանաչ տարածքները կազմում են ընդհանուր մակերեսի շուրջ 30 %-ը, սակայն ներկայացված տվյալների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ մեկ բնակչի հաշվով հանրային կանաչ տարածքը փաստացի ավելի փոքր է, քան պաշտոնապես հայտարարվում է: Հաշվարկների համաձայն այն 2019 թ. կազմել է 5,02 մ², իսկ 2023 թ. նվազել է մինչև 4,4 մ²: Այս իրավիճակում առանձնահատուկ կարևորություն են ստանում քաղաքի պահպանված կանաչ տարածքների բեկորները, որոնցից մեկը Դալմայի այգիներն են: Աշխատանքում ուսումնասիրվել են Դալմայի այգիների պատմական զարգացումը, տարածքային փոփոխությունները և դրանց բնապահպանական ու մշակութային նշանակությունը: Պարզվել է, որ երբեմնի շուրջ 790 հա տարածքից այսօր պահպանվել է մոտ 230 հա, որոնք ունեն կարևոր ներուժ Երևանի միկրոկլիմայի կայունացման, կենսաբազմազանության պահպանման և քաղաքային էկոհամակարգերի վերականգնման համար: Առաջարկվում է Դալմայի այգիներին տալ պետական պահպանվող տարածքի՝ պատմամշակութային արգելոց-թանգարանի կարգավիճակ, ինչպես նաև կիրառել բնահեն վերականգնման մոտեցումներ՝ ներառյալ տեղական բուսատեսակների վերականգնումը, անձրևաջրերի հեռացման համակարգերը և էկոտուրիզմի զարգացման հնարավորությունները: Ներկայացված նորարարական առաջարկները կարող են նպաստել Երևան քաղաքի կայուն զարգացմանը, կանաչ տարածքների պահպանությանը և քաղաքային բնապահպանական խնդիրների մեղմմանը:

Բանալի բառեր. Դալմայի այգիներ, պատմամշակութային արգելոց-թանգարան, Երևանյան լիճ, կայուն քաղաքներ

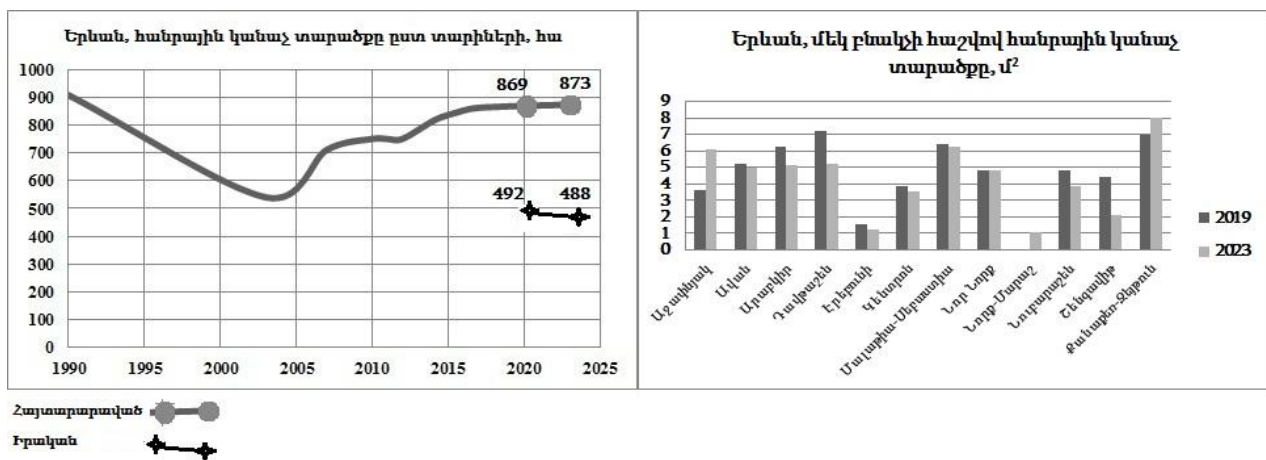
Ներածություն

Առողջ քաղաքային միջավայրն այսօր առաջնային պահանջ է, իսկ դրա համար առաջին պայմանը կանաչապատ տարածքների առկայությունն է: Կանաչ տարածքները լուծում են քաղաքի բնապահպանական խնդիրները, իսկ քաղաքի բնակիչների համար ապահովում են նաև

մարդակենտրոն միջավայր: Երևանի 2017թ. «Կանաչ քաղաք» գործողությունների ծրագրում [1] և 2024–2028 թթ. հնգամյա ծրագրի [2] տվյալների համաձայն՝ քաղաքի ընդհանուր կանաչ տարածքները պաշտոնապես կազմել են մոտ 6760 հա, ինչը Երևանի ընդհանուր մակերեսի մոտ 30 % -ն է: Կանաչ տարածքներ են բուսականության ամեն տեսակի ծածկերը, ներառյալ ծաղկաթմբերը և սիզամարգերը՝ թե հանրային, թե մասնավոր տարածքները:

Ժամանակակից քաղաքներում մեկ անձի համար պետք է ապահովվի 20 մ² հանրային կանաչապատ տարածք ըստ Առողջապահության համաշխարհային կազմակերպության (ԱՀԿ), նվազագույնը պետք է կազմի 9 մ²/անձ:

Ըստ պաշտոնական տվյալների Երևանում մեկ անձին հասնում է ընդամենը 7,6 մ² հանրային կանաչ տարածք: Սակայն Երևանի քաղաքապետարանի 2017 թ. «Կանաչ քաղաք» գործողությունների ծրագրում, 2023 թ. հաշվետվության մեջ և Երևանի զարգացման 2024–2028 թթ. հնգամյա ծրագրում ներկայացված տվյալների հիման վրա կատարված հաշվարկների համաձայն մեկ բնակչի հաշվով հանրային կանաչ տարածքը Երևանում կազմում է ոչ թե 7,6 մ² կամ 8 մ², ինչպես հաճախ նշվում է, այլ այն 2019 թ. կազմել է 5,02 մ², իսկ 2023 թ. նվազել է մինչև 4,4 մ², այսինքն, չորս տարվա ընթացքում նվազել է 0,62 մ² -ով: Հանրային կանաչ տարածքները կազմում են քաղաքի ընդհանուր կանաչ տարածքների ընդամենը 7,22 % -ը (նկ. 1):



ա)

բ)

Նկ. 1. Երևան քաղաքի հանրային կանաչ տարածքը. ա-ըստ տարիների (հա), բ-մեկ բնակչի հաշվով (մ²)

Երևանի բնապահպանական վիճակը, հատկապես հանրային կանաչ տարածքների անխնա կրճատումը պահանջում է փրկված կանաչ բեկորների պահպանում և խնամք: Նման մի բեկոր է Դավմայի այգիները:

Գետառ և Հրազդան գետերի միացման վայրի հարթ ու բերրի հովիտն ուրարտական ժամանակներից ինտենսիվ կերպով մշակվել է, հիմնվել են այգիներ, կառուցվել են ջրանցքներ: Այգիներից առավել հայտնի են Սարդարի և Դավմայի այգիները: Ըստ Զվարթնոցում հայտնաբերված ուրարտական սեպագիր արձանագրության (նկ. 2)՝ Դավմայի այգիներն ստեղծվել են Ռուսա Բ

(Ք. ա. 685-645 թթ.) արքայի օրոք, իսկ Ք. ա. 764-735 թթ. կառուցված Դալմայի ջրանցքը ոռոգել է Թեյշեֆահինի (Կարմիր բլուր) քաղաքի մերձակա այգիները [3]:



Նկ. 2. Ռուսա Բ - ի սեպագիր արձանագրությունը Ջվարթեթում

Դալմայի այգիների վերականգնումն ըստ պատմագրության կապվում է պարսից վերջին սարդար Հուսեյն Ղուլի խանի (1807-1828 թթ.) անվան հետ [4], ով նորոգել ու մաքրել է ջրանցքը, թունելի միջոցով ջուրը հասցրել է Դալմա, ու այգիները ջրվել են [5]: 1829-1830 թթ. Դալմայի այգիների թիվը հասնում էր 145-ի [4], որոնք աչքի էին ընկնում խաղողի, մրգերի բազմազան տեսակներով և ոռոգման յուրօրինակ համակարգով: 1914 թ. դրությամբ Դալմայում գրանցված էր 53 այգի [6]: Երևանի այգիների, մասնավորապես Դալմայի մասին տեղեկություններ են հաղորդում եվրոպացի ճանապարհորդներ Ֆրեդերիկ Դյուբուան դը Մոնպերեն, Ժոզեֆ Պիթոն դը Տուրնեֆորը, Իվան Շոպենը:

Հնում Դալմայի այգիներն զբաղեցրել են հսկայական տարածք, սկիզբ առնելով Ծիծեռնակաբերդի բլրից, ձգվել մինչև Ջվարթեթ: Մինչև 2000-ական թթ. զբաղեցրել են 790 հա, որից այժմ պահպանվել է 230 հա: Դալմայի այգիները եղել են գինեգործության կենտրոն, 1950 թ. Կարմիր բլուրի պեղումների ժամանակ բացվել են յոթ մառաններ 420 գինու կարասներով: Կարասներում հայտնաբերվել են խաղողի կորիզներ, որոնց ուսումնասիրությունները պարզել են, որ դրանք այսօր էլ Դալմայի այգում աճող խաղողի տեսակներն են՝ եզանդարի, խարջի (ոսկեհատ), ասքյարի (նազելի), մսխալի [5, 7]: Այգին ունեցել է մշակովի խաղողի մեծ բազմազանություն, նաև թթի, ծիրանի, խնձորի տասնյակ տեսակներ: Այգիների արժեքներից է նաև մինչ օրս պահպանված թմբային խաղողագործությունը, որի շնորհիվ այսօր առկա են տեղական տեսակներ:

Դալմայի այգիները կենսաբազմազանությամբ և հինավուրց պատմամշակութային հուշարձաններով հարուստ, շուրջ 2800-ամյա պատմություն ունեցող հնագիտական համալիր են: Դրանք մեծ արժեք են ներկայացնում ոչ միայն Երևան քաղաքի, այլև ողջ Հայաստանի համար: Այգիները 1931 թ. սկսած, պատկանել են Շահումյանի շրջանի կոլտնտեսությանը, իսկ Հայաստանի անկախացումից հետո՝ 1990-ական թվականներին, տեղական իշխանություններն այգիները վարձակալությամբ հանձնել են հողօգտագործողներին:

Դալմային հարող և այգիներին մաս կազմող Սարդարի այգին 1927 թ. հատկացվել է Խաղողագործության, պտղագործության և գինեգործության գիտահետազոտական ինստիտուտին՝ որպես տարածք, որտեղ մշակվել է խաղողի շուրջ 80 տեսակ, մինչև 2004 թ. այգին ընդգրկված է եղել ՀՀ պատմության և մշակույթի անշարժ հուշարձանների պետական ցուցակում: Դալմայի այգիները մինչև 2000 թ. ընդգրկված են եղել ՀՀ բնության հուշարձանների պետական ցանկում՝

790 *հա* պահպանական տարածքով, նպատակ ունենալով այդ տարածքը պետության կողմից պաշտպանության տակ առնել, այնտեղ արգելված կամ սահմանափակված էին շինարարությունը, հողային աշխատանքները կամ այլ վնասակար գործունեություններ՝ հուշարձանը կամ բնական միջավայրը պահպանելու նպատակով:

2003 թ.-ից, ապա ՀՀ Կառավարության 2004 թ. թիվ 19/41 որոշմամբ և քաղաքաշինական ռազմավարության բացակայության պայմաններում, սկսվեց այգիների տարածքի յուրացումը [8], արդյունքում հիմնովին ավերվել է Հնագիտության և ազգագրության ինստիտուտի արշավախմբի 2015 թ. փաստագրած թաղակապ կառույցներից մեկը, իսկ այգու հիմնական տարածքը կառուցապատված է:

2019 թ. «Դալմայի այգիներ» պատմահնագիտական վայրում ուսումնասիրությունների ժամանակ հայտնաբերվեցին և փաստագրվեցին Ք. ա. 2-1-ին հազարամյակներով թվագրվող մեկ դամբանաթումբ, 19-20-րդ դդ. բազմաթիվ շինությունների (հնձան, մառան, կացարան) ավերակներ և 19-րդ դարասկզբի կանգուն և կիսաքանդ, թաղակապ ծածկով 6 հնձան [9]:

Երևանի միկրոկլիմայի կայունացման և բնապահպանական խնդիրների լուծման համար պահանջված է Դալմայի այգիների 230 *հա* վերականգման ու պահպանման մոտեցումների մշակումը: Այս աշխատանքի նպատակն է՝ վեր հանել Դալմայի պահպանված այգիների ներուժը քաղաքի բնապահպանական խնդիրների լուծման, կլիմայի կայունացման համատեքստում, նաև կենսաբազմազանության առումով (ինչը համահունչ է 2026 թ. Երևանում կայանալիք ՄԱԿ-ի Կենսաբանական բազմազանության մասին կոնվենցիայի կողմերի 17-րդ համաժողովի (COP17) նպատակի հետ [10]), մշակել նորարարական առաջարկներ, որոնք կարող են նպաստել Երևան քաղաքի կայուն զարգացմանը, կանաչ տարածքների պահպանությանը և քաղաքային բնապահպանական խնդիրների մեղմմանը:

Նյութեր և մեթոդներ

Աշխատանքի իրականացման ընթացքում ուսումնասիրվել է Դալմայի այգիների մասին գիտական գրականությունը՝ ուշադրություն դարձնելով, թե այգիներն ինչ ներուժ ունենին և այսօր ինչ վիճակում են Երևանը կայուն քաղաք դարձնելու համատեքստում [11]: Ուսումնասիրվել են նաև հասարակական կազմակերպությունների կողմից 2003 թ.-ից Դալմայի այգիների փրկությանը միտված փորձագիտական աշխատանքները և դրանց արդյունքները:

Հավաքագրվել են տվյալներ տարածքի պատմական անցյալի, ֆունկցիոնալ փոփոխությունների և ներկա վիճակի վերաբերյալ: Նշված մեթոդաբանությունը թույլ է տվել համակարգված ուսումնասիրել Դալմայի այգիների ներկա վիճակը, բնահեն վերականգման և զարգացման հնարավոր ուղիները:

Դալմայի այգիների մասին գիտական գրականության ուսումնասիրման ընթացքում առանձնացվել են այգիների կենսաբազմազանության պահպանման ներուժը, դրա պատմա-հնագիտական և մշակութային նշանակությունը:

Երբեմնի Դալմայի այգիները տեղավորված էին Երևանի արևմտյան մասում, Հրազդան գետի աջ ափին, Այգեձոր գյուղի դիմաց, Կենտրոն, Աջափնյակ, Մալաթիա-Սեբաստիա վարչական շրջանների և Կիլիկիա թաղամասի միջև պարփակված հատվածում (նկ. 3, 4): Աշխարհագրական դիրքն ունի հարավ-արևմտյան թեքություն և բնակլիմայական պայմանները՝ լուսավորություն և ջերմային պայմաններ, նպաստավոր են այգեգործության համար, պատահական չէ, որ եղել է կարևոր խաղողագործական կենտրոն:



Նկ. 3. Դալմայի այգիների տեղադիրքը Երևանում

Ռուսա Բ (Ք. ա. 685-645 թթ.) արքայի կողմից նման աշխարհագրական դիրք և բնակլիմայական պայմաններ ունեցող տարածքի ընտրությունն այգեգործության համար հուշում է, որ «կայուն քաղաքների» սկզբունքները հիմնարար սկզբունքներ են եղել հայկական քաղաքաշինության համար ընդհանրապես [12, 13] և արդեն այդ ժամանակաշրջանում հաստատված քաղաքակրթության համար, որ այժմ մարդկությունը պարզապես քայլեր է անում հին ու մոռացված սկզբունքների վերականգնման համար, քանի որ այսօր այդ սկզբունքներն անսահման պահանջված են կյանքի կայունության ապահովման համար:



Նկ. 4. Դալմայի այգիների ներկա սահմանները

Վերջին տարիների պեղումների ժամանակ նաև փաստագրվել է մեկ դամբարանաթումբ (Ք. ա. 2-1 հազարամյակ), տարատեսակ գտածոների շարքում՝ զանազան կավանոթների բեկորներ, կենդանիների ոսկրեր, վանակատի ցլեպներ, ապակյա սրվակների բեկորներ և ժամանակակից կավե ու մետաղական բազմապիսի առարկաներ: Հայտնաբերվել են բազմաթիվ կառույցների ավերակներ, վեց կիսավեր հնձան կամ մառան: Հնձաններից մեկն այգու արևելյան մասում է՝ Մ. Մելքոնյան խճուղով առանձնացված հատվածում: Այժմ այն կիսավեր է, որոշ հատվածներ էլ՝ վթարային: Դալմայի այգիներում առկա հնձաններից մեկի 3D վերակազմությունը, իրականացված Ռուբեն Սարգսյանի կողմից [14], ներկայացված է նկ. 5-ում:



*Նկ. 5. Դալմայի այգիներում առկա հնձաններից մեկի 3D վերակազմությունը՝
իրականացված Ռուբեն Մարգարյանի կողմից*

Միջնադարում այգիներում խաղողագործությունը շարունակվել է, այդ մասին վկայում են գինու հնձանները, կառուցված 17-18-րդ դարերում: Դրանցից շատերը, թեև կիսաքանդ, սակայն դեռևս գոյություն ունեն այգու տարածքում:

Այգում մինչև օրս պահպանվում է Դալմայի ջրանցքը, որը ծառայել է այգիների ոռոգմանը: Դալմայի այգիների շուրջ մի քանի ոռոգման ջրանցքներ են եղել [15]: Դրանք միջնադարյան ոռոգման յուրահատուկ համակարգի օրինակներ են, կարևոր պատմամշակութային արժեք են ներկայացրել Երևանի զարգացման պատմության մեջ: Դալմայի այգիներում գործել է երկրագործության բարձր մշակույթ [16]: Դալմայի այգիները երկկենցաղների և սողունների մի շարք տեսակների համար մինչ օրս ծառայում են որպես բնակավայր և հանդիսանում են կայան միգրացվող թռչունների համար: Կարևոր հանգամանք է, որ այգիներին մոտ է գտնվում Երևանյան լիճը, որպես ջրային թռչունների միգրացիայի հանգրվան:

Այգիների պահպանված 230 հա տարածքն այսօր շրջապատված է անբարենպաստ միջավայրով՝ անհամաչափ շինություններ, տրանսպորտով ծանրաբեռնված ուղիներ, աղմուկ ու փոշի: Նման իրավիճակում կենսաբազմազանության պահպանման հեռանկարը պահանջում է սկզբունքային մոտեցում:

Արդյունքներ և քննարկում

Աշխատանքում կատարված հետազոտությունը բացահայտում է կրկին անգամ, որ Դալմայի այգիների վերականգնումը Երևանի կլիմայական խնդիրների լուծման և կենսաբազմազանության զարգացման համար մեծ ներուժ է և առաջնային խնդիր: Դա հնարավորություն է Երևանին մասամբ վերադարձնել երբեմնի կանաչապատ և հարուստ կենսաբազմազանությամբ տարածքը՝ դրա զարգացման համար կիրառելով նորարարական և բնահեն լուծումներ: Օրգանական կապի մեջ լինելով Հրազդանի կիրճի, Երևանյան լճի և Ծիծեռնակաբերդի բարձունքի հետ՝ այգիները ձևավորում են քաղաքային լանդշաֆտի յուրօրինակ ներդաշնակություն (նկ. 6):



Նկ. 6. Հրազդանի կիրճը, Երևանյան լիճը և Օիմպիական կարճերդի բարձունքը

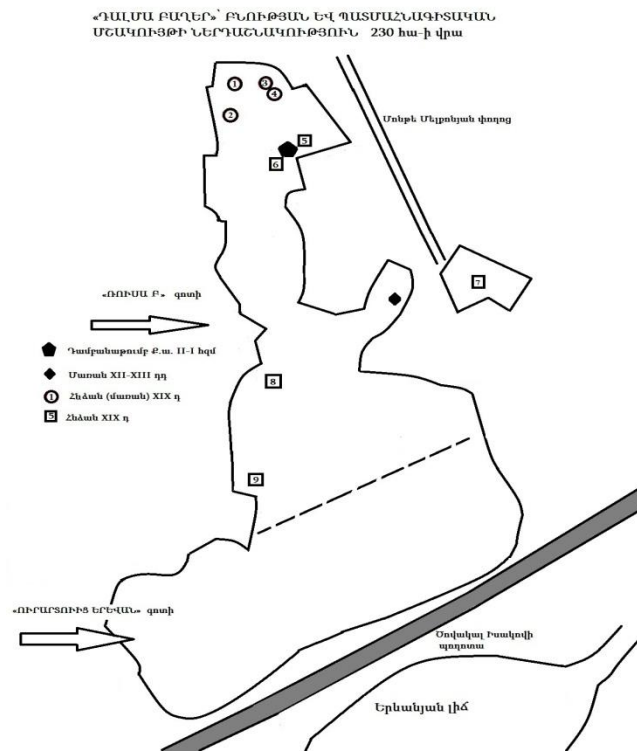
Աշխատանքում առաջարկվում է .

1. Դալմայի այգիների համաչափ ու անվարան զարգացման համար դրանց տալ պետական պահպանվող՝ **պատմամշակութային արգելոց-թանգարանի կարգավիճակ**, այն դիտարկել որպես բնության, պատմության ու ժամանակակից քաղաքային մշակույթի համադրված միջավայր և որ կարևոր է, բոլոր առաջարկների մշակումն իրականացնել համապատասխան մասնագետների՝ պատմաբանների, հնագետների և գիտական հանրույթի մասնակցությամբ: Արգելոց-թանգարանի պահպանությամբ պետք է զբաղվի ՀՀ Շրջակա միջավայրի նախարարության Էկոպարեկային ծառայությունը:

2. Տարածքը գոտևորել՝ առավելագույնս պահպանելով բնական միջավայրը, նաև պատմամշակութային և հնագիտական շերտերը: Այգին պայմանական բաժանել երկու գոտու ըստ պատմական փուլերի՝ «Ռուսա Բ» գոտի և «Ուրարտուից Երևան» գոտի (նկ. 7):

- «Ռուսա Բ» գոտու տարածքը պետք է բացահայտի Ուրարտական շրջանից մինչև մեր օրեր հայկական գինեգործության, հողագործության և այգեգործության մշակույթը: Պահպանելով ներկայիս խաղողի այգիները և խաղողագործների գործունեությունը՝ որպես տեղական տեսակների պահպանության ներուժ, հնարավորություն ստեղծել Էկոտուրիզմի զարգացման համար:

- «Ուրարտուից Երևան» գոտին ներկայացնում է տարածքի պատմական շերտերը՝ ուրարտական ժառանգությունից մինչև ներկա Երևանի այգեգործական ավանդույթներ: Տարածքում ունենալ բացօթյա ցուցադրությունների համար նախատեսված տարածք, հնագույն ոռոգման համակարգերի մոդելներ, ինտերակտիվ թանգարան, տեղադրել պատմական ակնարկ պարունակող տեղեկատվական վահանակներ և ողջ տարածքի լուծումներում կիրառել Արարատյան թագավորությունը հիշեցնող սիմվոլների տարրեր:



Նկ. 7. Դալմաթի այգիների գոտևորման սխեմա

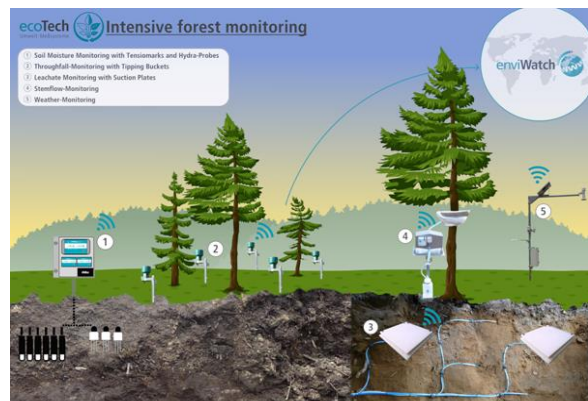
Ինտերակտիվ թանգարանը պետք է ունենա բազմալեզու, ժամանակակից կայք՝ պատմահնագիտական թարմացվող բովանդակությամբ, հանրային, մատչելի և երիտասարդների համար գրավիչ ձևաչափով, պատմության և բնապահպանական խնդիրների համադրությամբ:

3. Դավմայի ողջ տարածքում կիրառել այգիների վերակազմման բնահեն ու փորձարկված մոտեցումներ.

- անձրևաջրերի կառավարման լանդշաֆտային լուծումներ, տարածքի բնական թեքություններն օգտագործել անձրևաջրերը դեպի Դալմայի ջրանցք ուղղելու համար: Բնական ոռոգում ապահովելու համար նաև ստեղծել անձրևային այգիներ (նկ. 8),



Նկ. 8. Անձրևային այգի



**Նկ. 9. Նորաստունյկ ծառերի վիճակի
մշտադիտարկում**

- տարածքում տնկել միայն տեղական բուսատեսակներ և ծառատեսակներ (ինվազիվ տեսակների կիրառման արգելք), նորատունկ ծառերի համար կիրառել վիճակի մշտադիտարկային սարքեր՝ էկրանին համապատասխան տվյալների արտացոլմամբ (նկ. 9), ապահովել ստվերային ծառաշարեր՝ ջերմային կղզու ազդեցության նվազեցման համար,
- այգիների ողջ տարածքում թռչունների համար տեղադրել «խելացի» բներ, ինչը կապահովի տարածքում մշտադիտարկման իրականացումը, տվյալների հավաքագրումն ու թարմացումը: Տարածքում կարելի է ունենալ նաև թռչնադիտարկման փոքր հարթակներ,
- տարածքում արահետներն իրականացնել բնական ծածկույթով,
- ապահովել հնարավոր անադմուկ միջավայր, այգու տարածքում բացառել հանրային սննդի վաճառքի կետերը, չնախատեսել կարուսելներ և զվարճանքի այլ տարածքներ (նկ. 10),
- նստարանները լինեն սահմանափակ, իրականացված միայն փայտից կամ կոճղերից,
- տեղադրել աղբամաններ,
- տեղադրել ցայտաղբյուրներ, որոնք որպես խմելու ջրի աղբյուր կծառայեն նաև կենդանիների ու թռչունների համար,
- կիրառել էներգախնայող լուսավորություն՝ մասնագետների հետ խորհրդակցության արդյունքում ընտրելով կիրառվող լուսատուների տեսակները, որպեսզի դրանք լինեն կենսաբազմազանության համար անվտանգ, իսկ տոնական օրերին այգին կարելի է դարձնել տեսանելի և առանձնացող նույնիսկ տիեզերքից դիտարկելի մակարդակով:



Նկ. 10. Դալմայի այգիները՝ անադմուկ միջավայր

Եզրակացություն

Կատարված ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ Երևանի հանրային կանաչ տարածքների իրական վիճակը մտահոգիչ է: Քաղաքի արագ կառուցապատման, կանաչ տարածքների կրճատման և քաղաքաշինական ռազմավարության բացերի պայմաններում հատկապես կարևոր են դառնում պահպանված կանաչ տարածքների առանձին բեկորները: Դրանցից առանձնահատուկ նշանակություն ունեն Դալմայի այգիները, որոնք ոչ միայն ունեն շուրջ 2800 տարվա պատմություն և հանդիսանում են արժեքավոր պատմահնագիտական ու մշակութային համալիր, այլև կարևոր դեր կարող են ունենալ Երևանի բնական միջավայրի պահպանության գործում: Դալմայի այգիները ներկայացնում են պատմականորեն ձևավորված այգեգործական

լանդշաֆտ, որտեղ համակցվում են բնության, մշակույթի և ավանդական երկրագործության տարրերը: Այս տարածքը կարևոր նշանակություն ունի Երևանի միկրոկլիմայի կայունացման, կենսաբազմազանության պահպանման և քաղաքային էկոհամակարգերի վերականգնման տեսանկյունից:

Ուսումնասիրության արդյունքները ցույց են տալիս, որ Դալմայի այգիների պահպանված շուրջ 230 հա տարածքն ունի զգալի բնապահպանական, պատմամշակութային և քաղաքաշինական ներուժ: Այգիների պահպանումը և վերականգնումը կարող է նպաստել քաղաքի կանաչ միջավայրի բարելավմանը, օդի որակի բարձրացմանը, ջերմային կղզու ազդեցության նվազեցմանը, ինչպես նաև քաղաքային լանդշաֆտի պատմամշակութային արժեքների պահպանությանը և հանրային տարածքների կայուն զարգացմանը:

Այս նպատակով առաջարկվում է Դալմայի այգիներին տալ պետական պահպանվող տարածքի՝ պատմամշակութային արգելոց-թանգարանի կարգավիճակ: Միևնույն ժամանակ անհրաժեշտ է այգիների կառավարման և վերականգնման գործընթացում կիրառել բնահեն մոտեցումներ՝ ապահովելով տարածքի բնական և մշակութային շերտերի համաժամանակյա պահպանությունը: Այդ շրջանակում կարևոր է տեղական բուսատեսակների վերականգնումը, անձրևաջրերի կառավարման լանդշաֆտային լուծումների կիրառումը, կենսաբազմազանության մշտադիտարկման համակարգերի ներդրումը, ինչպես նաև էկոտուրիզմի զարգացման հնարավորությունների ստեղծումը: Նման մոտեցումը կարող է նպաստել Դալմայի այգիների պահպանմանը՝ դրանք վերածելով Երևան քաղաքի կայուն զարգացման կարևոր բնապահպանական և մշակութային կենտրոններից մեկի:

Գրականության ցանկ.

- [1] Երևանի «կանաչ քաղաք» գործողությունների ծրագիր, Երևան, 2017թ.՝ նախագիծ. <<https://www.yerevan.am/uploads/media/default/0001/65/20e6cb931af2e69ac3fdb4778e3ef5f72f77290c.pdf>> (07.03.2026).
- [2] Երևանի զարգացման 2024–2028 թվականների հնգամյա ծրագիր, Երևան. <<https://www.yerevan.am/uploads/media/default/0002/30/a32deeb211dd39bb03b73eb685bf1647dfe775e6.pdf>> (07.03.2026).
- [3] **Н. Арутюнян**, Корпус урартских клинообразных надписей. «Гитутюн» НАН РА, Ереван, 2001, С. 344–345.
- [4] **Թ. Հակոբյան**, Երևանի պատմությունը (1801–1879 թթ.). Երևանի համալսարանի հրատ., Երևան, 1959, 607 էջ:
- [5] **Կ. Մերեթյան, Ա. Գրիգորյան**, «Դալմայի այգիներ» պատմահնագիտական վայրը (Ք. ա. VII դ. – XIX–XX դդ.). <<https://armheritage.am/download/%d5%af%d5%a1%d6%80%d5%a5%d5%b6-%d5%ae%d5%a5%d6%80%d5%a5%d5%a9%d5%b5%d5%a1%d5%b6-%d5%a1%d5%b6%d5%a1%d5%b0%d5%ab%d5%bf>>

%d5%a3%d6%80%d5%ab%d5%a3%d5%b8%d6%80%d5%b5%d5%a1%d5%b6-
%d5%a4%d5%a1%d5%ac/?wpdmdl=1413&refresh=69aaa664587351772791396>,
(07.03.2026).

- [6] **Թ. Հակոբյան**, Երևանի պատմությունը (1879–1917 թթ.). Երևանի համալսարանի հրատ., Երևան, 1963, էջ 168:
- [7] Կարմիր բլուրի (Թելեբախինի) քաղաքատեղի.
<https://web.archive.org/web/20180903153605/http://erebuni.am/index.php?option=com_content&view=article&id=1237&Itemid=702&lang=hy>, (07.03.2026).
- [8] Հայաստանի կանաչների կուսակցությունը պահանջում է վերականգնել Երևանի կանաչ գոտիները. <<https://www.ecolur.org/hy/news/cities/3710/>>, (07.03.2026).
- [9] **Ա. Նալբանդյան**, Դալմայի հնձանի 2023 թ. պեղումների արդյունքները.
<<https://armheritage.am/download/%d5%a1%d6%80%d5%b4%d5%a1%d5%b6-%d5%b6%d5%a1%d5%ac%d5%a2%d5%a1%d5%b6%d5%a4%d5%b5%d5%a1%d5%b6-%d5%a4%d5%a1%d5%ac%d5%b4%d5%a1%d5%b5%d5%ab-%d5%b0%d5%b6%d5%b1%d5%a1%d5%b6%d5%ab-2023-%d5%a9-%d5%ba%d5%a5/?wpdmdl=2843&refresh=69ab0842253b11772816450>>, (07.03.2026).
- [10] Հայաստանն ընտրվել է որպես ՄԱԿ-ի Կենսաբանական բազմազանության մասին կոնվենցիայի կողմերի 17-րդ համաժողովի (COP17) հյուրընկալող երկիր.
<https://www.mfa.am/hy/press-releases/2024/11/01/Armenia_COP_17/12926>, (07.03.2026).
- [11] Կայուն զարգացման նպատակ 11. Կայուն քաղաքներ և համայնքներ.
<<https://armenia.un.org/hy/sdgs/11>>, (07.03.2026).
- [12] **Ս. Կարապետյան**, Հյուսիսային Արցախ. ՀՀ ԳԱԱ «Գիտություն» հրատ., Երևան, 2004, 616 էջ:
- [13] **Ս. Սարգսյան**, «Տյաք գյուղի պատմական կառուցապատումը». Արցախի հայ ազգային կացարանի ձևափոխման համալիր ուսումնասիրման փորձ. Երևան, 1997, 32 էջ:
- [14] «Դալմայի այգիների» հնձանի 3D վերակազմությունը.
<<https://artsakh.news/am/news/281622>>, (07.03.2026).
- [15] Երևանի պատմական 4 ջրանցքներից մեր օրերում մասամբ պահպանվել են երկուսը՝ Դալմայի և Ումեշինի: <<https://hy.armradio.am/archives/415539>>, (07.03.2026).
- [16] **Վ. Բոդյան**, Երկրագործության մշակույթը Հայաստանում. Հայկ. ՍՍՀ ԳԱ հրատ., Երևան, 1972, 510 էջ:

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ САДОВ ДАЛМА: СИНТЕЗ ПРИРОДЫ, ИСТОРИИ И СОВРЕМЕННОЙ КУЛЬТУРЫ

Мариам Аветисовна Авакян*, Диана Мгеровна Амирян, Сатеник Кареновна Симонян, Кристине Суреновна Саакян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

**mavagyan@nuaca.am*

Городские зеленые пространства являются одним из ключевых факторов формирования здоровой и устойчивой городской среды, способствуя регулированию микроклимата, сохранению биоразнообразия и повышению качества жизни населения. Согласно планам развития города Еревана, зеленые зоны занимают около 30% его общей площади. Тем не менее анализ официальных данных показывает, что фактическая площадь общественных зеленых зон на одного жителя существенно меньше, чем указано в официальных источниках. По нашим расчетам, она составляла 5,02 м² на человека в 2019 году и снизилась до 4,4 м² в 2023 году. В таких условиях особое значение приобретают сохранившиеся фрагменты зеленых территорий, среди которых особо выделяются сады Далма. В настоящей работе исследованы историческое развитие садов Далма, пространственные трансформации и их экологическое, культурное и историко-археологическое значение. Установлено, что из первоначальных около 790 га сегодня сохранилось примерно 230 га, обладающих значительным потенциалом для стабилизации микроклимата Еревана, поддержания биоразнообразия и восстановления городских экосистем. В работе предлагается придать садам Далма статус государственного охраняемого объекта — историко-культурного заповедника-музея, а также применять природоориентированные методы восстановления, включая восстановление местной флоры, внедрение систем управления дождевыми водами и развитие экотуризма. Представленные инновационные предложения могут способствовать устойчивому развитию Еревана, сохранению зеленых зон и смягчению экологических проблем в городских условиях.

Ключевые слова: сады Далма, историко-культурный заповедник-музей, Ереванское озеро, устойчивое городское развитие

URBAN PLANNING POTENTIAL OF THE DALMA GARDENS: INTEGRATION OF NATURE, HISTORY, AND CONTEMPORARY CULTURE

Mariam Avagyan*, Diana Amiryan, Satenik Simonyan, Kristine Sahakyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

**mavagyan@nuaca.am*

Urban green spaces are a critical component for creating a healthy and sustainable urban environment, contributing to microclimate regulation, biodiversity conservation, and the improvement of residents' quality of life. According to Yerevan's development plans, green areas cover approximately 30% of the city's total land area. However, analysis of official data indicates that the actual amount of public green space per capita is significantly lower than reported. Based on our calculations, public green space

per capita amounted to 5,02 m² in 2019 and declined to 4,4 m² in 2023. In this context, the preservation of remaining green fragments is of particular importance, with the Dalma Gardens representing a key component. This study examines the historical development, spatial transformations, and the ecological, cultural, and archaeological significance of the Dalma Gardens. From the original area of approximately 790 ha, only around 230 ha have survived to the present day, holding substantial potential for stabilizing Yerevan's microclimate, supporting biodiversity, and restoring urban ecosystems. The study proposes granting the Dalma Gardens the status of a state-protected historical and cultural reserve-museum, while implementing nature-based restoration approaches. These include the reintroduction of native plant species, the development of rainwater management systems, and the promotion of ecotourism. The proposed innovative measures may contribute to the sustainable development of Yerevan, the preservation of green spaces, and the mitigation of urban environmental challenges.

Keywords: Dalma Gardens, historical and cultural reserve-museum, Yerevanian lich, sustainable urban development

Ավագյան Մարիամ Ավետիսի, կ.գ.թ., դոց. (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շրջակա միջավայրի կառավարման, տուրիզմի և սերվիսի ամբիոն, (+374)93438756, mavagyan@nuaca.am, **Ամիրյան Դիանա Մհերի** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շրջակա միջավայրի կառավարման, տուրիզմի և սերվիսի ամբիոն, բակալավր, (+374)98448244, safariandiana13@gmail.com, **Միմոնյան Սաթենիկ Կարենի** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շրջակա միջավայրի կառավարման, տուրիզմի և սերվիսի ամբիոն, բակալավր, (+374)93466321, sateniksimonyan82@gmail.com, **Սահակյան Քրիստինե Սուրենի, տ.գ.թ., դոց.** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Շրջակա միջավայրի կառավարման, տուրիզմի և սերվիսի ամբիոն, (+374)91529327, sks091279@gmail.com

Авакян Мариам Аветисовна, к.б.н., доцент (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Управления окружающей средой, туризма и сервиса, (+374)93438756, mavagyan@nuaca.am, **Амирян Диана Мгеровна** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Управления окружающей средой, туризма и сервиса, бакалавр, (+374)98448244, safariandiana13@gmail.com, **Симонян Сатеник Кареновна** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Управления окружающей средой, туризма и сервиса, бакалавр, (+374)93466321, sateniksimonyan82@gmail.com, **Саакян Кристине Суреновна, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Управления окружающей средой, туризма и сервиса, (+374)91529327, sks091279@gmail.com

Avagyan Mariam, doctor of philosophy (PhD) in Biology, Associate Professor (RA, Yerevan) - NUACA, Department of Environmental Management, Service and Tourism, (+374)93438756, mavagyan@nuaca.am, **Amiryan Diana** (RA, Yerevan) - NUACA, Department of Environmental Management, Service and Tourism, bachelor, (+374)98448244, safariandiana13@gmail.com, **Simonyan Satenik** (RA, Yerevan) - NUACA, Department of Environmental Management, Service and Tourism, bachelor, (+374)93466321, sateniksimonyan82@gmail.com, **Sahakyan Kristine, doctor of philosophy (PhD) in Engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan)- NUACA, Department of Environmental Management, Service and Tourism, (+374)91529327, sks091279@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 12.03.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 20.04.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИЗАЙН-ОБРАЗОВАНИИ И ПРОЕКТИРОВАНИИ

Гаяне Арташесовна Александрян

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

Использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) в сфере дизайна оказывает существенное влияние на процессы проектирования и профессиональной подготовки специалистов. Генеративные алгоритмы и инструменты, основанные на методах машинного обучения, активно применяются на различных этапах дизайн-процесса, включая концептуальное эскизирование, разработку и представление проектных решений. В образовательной среде их использование нередко сопровождается смещением акцента с самостоятельного творческого поиска на воспроизведение алгоритмически сгенерированных результатов, что актуализирует ряд этических и профессиональных проблем. Целью статьи является анализ этических аспектов применения искусственного интеллекта в дизайн-процессе с особым вниманием к влиянию ИИ на формирование самостоятельности творческого мышления у обучающихся. В исследовании используются методы аналитического обзора научных источников, сравнительного и концептуального анализа. В результате выявлены ключевые этические риски, связанные с размытием авторства, снижением степени осознанности проектных решений и трансформацией роли дизайнера. Обоснована необходимость формирования этически ответственного и критического подхода к использованию ИИ в дизайнерском образовании.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дизайн-процесс, дизайнерское образование, этика, самостоятельность творческого мышления, генеративные технологии, авторство, профессиональная ответственность

Введение

Актуальность использования искусственного интеллекта (ИИ) в современном дизайне. В последние годы использование технологий ИИ стало устойчивой тенденцией в сфере дизайна и проектирования, выходящей за рамки экспериментальных практик. Генеративные алгоритмы, включая системы типа text-to-image и text-to-concept, активно внедряются в профессиональные дизайнерские процессы и рассматриваются как инструменты, способные существенно трансформировать характер проектной деятельности. Современные исследования фиксируют, что ИИ используется не только на этапе финальной визуализации, но и на ранних стадиях концептуального поиска, оказывая влияние на формирование проектных решений и логику творческого процесса [1-3].

Ряд авторов отмечает, что распространение генеративных ИИ-инструментов приводит к изменению структуры дизайн-процесса. В частности, наблюдается смещение от последовательного аналитического и концептуального поиска к работе с алгоритмически сгенерированными вариантами, где ключевая роль дизайнера заключается в отборе, интерпретации и корректировке предложенных системой решений [2]. Таким образом, ИИ всё чаще выступает не только как вспомогательный инструмент,

но и как активный участник проектного процесса, влияющий на распределение творческих функций между человеком и алгоритмом.

Высокая доступность и относительная простота использования генеративных систем способствуют их ускоренному внедрению в образовательную среду. Исследования, посвящённые дизайн-образованию, показывают, что студенты активно осваивают ИИ-инструменты в рамках учебных проектов, включая архитектурное и интерьерное проектирование, графический и предметный дизайн [3, 4]. При этом внедрение ИИ в учебный процесс зачастую опережает разработку методологических и этических рамок его использования, что приводит к изменению характера учебной проектной деятельности.

В образовательном контексте использование ИИ нередко сопровождается смещением акцента с самостоятельного формирования проектного замысла на получение быстрого визуального результата. Анализ педагогических практик и интервью с преподавателями дизайн-дисциплин показывает, что генеративные системы всё чаще используются обучающимися для сокращения этапов проектного поиска, что снижает степень осознанности принимаемых решений [5, 6]. Подобные тенденции вызывают обеспокоенность в профессиональном и академическом сообществах и поднимают вопросы академической добросовестности и качества образовательных результатов.

Наряду с трансформацией проектных и учебных процессов в научной литературе всё чаще рассматриваются вопросы авторства, ответственности за проектные решения и зависимости от алгоритмических систем [7]. В условиях дизайн-образования эти проблемы приобретают особую значимость, поскольку именно на этапе обучения формируются профессиональные установки будущих дизайнеров.

Несмотря на наличие исследований, посвящённых применению искусственного интеллекта в дизайне и образовании, проблема влияния генеративных ИИ-инструментов на формирование самостоятельного творческого мышления обучающихся остаётся недостаточно систематизированной. Большинство работ рассматривает либо технологические возможности ИИ, либо общие вопросы этики и педагогики, не анализируя специфику поэтапного дизайн-процесса и его трансформацию в условиях активного использования алгоритмических инструментов. Это определяет актуальность дальнейшего исследования, направленного на выявление этических рисков применения ИИ в дизайне с учётом как профессионального, так и образовательного контекста.

Рост генеративных ИИ-инструментов и их влияние на дизайн-процесс. Стремительное развитие генеративных технологий искусственного интеллекта в последние годы существенно трансформировало практики проектирования в сфере дизайна. Инструменты, основанные на алгоритмах машинного обучения и генеративных моделях, позволяют за минимальное время получать визуальные образы, пространственные решения и вариативные концепции, которые ранее требовали значительных временных и когнитивных затрат. В результате генеративный ИИ все активнее интегрируется в различные этапы дизайн-процесса — от первичной генерации идей до финальной визуализации проектных решений [1, 2].

С одной стороны, подобные технологии расширяют инструментарий дизайнера, ускоряют итерационные циклы и способствуют поиску нетривиальных формальных решений. Генеративные системы способны предлагать широкий спектр визуальных вариантов, выходящих за пределы привычных типологических и композиционных схем, что особенно актуально в условиях высокой конкуренции и

сжатых сроков проектирования. В профессиональной среде ИИ все чаще рассматривается как вспомогательный инструмент, повышающий эффективность проектной деятельности [2].

С другой стороны, внедрение генеративного ИИ в дизайн-процесс сопровождается качественным смещением акцентов между этапами проектирования. Наиболее уязвимым в этом контексте оказывается ранний этап — стадия концептуального поиска и эскизирования, традиционно связанная с формированием дизайн-идеи, постановкой проектной задачи и развитием индивидуального проектного мышления [8, 9]. Возможность получения визуально убедительных результатов без прохождения последовательного процесса анализа, проб, ошибок и переосмысления решений создает предпосылки для подмены проектного процесса его внешним результатом.

Особую значимость данная трансформация приобретает в образовательной среде, где дизайн-процесс выполняет не только прикладную, но и формирующую функцию. В условиях обучения ранние стадии проектирования служат ключевым механизмом развития когнитивных навыков, таких как визуальное мышление, способность к абстрагированию, рефлексии и аргументации проектных решений. Использование генеративных ИИ-инструментов на этих этапах может приводить к снижению степени самостоятельного когнитивного участия обучающихся, поскольку часть аналитической и креативной работы фактически делегируется алгоритму [5, 9, 10].

Таким образом, влияние генеративного ИИ на дизайн-процесс носит двойственный характер. С одной стороны, он выступает как мощный технологический ресурс, расширяющий возможности проектирования, а с другой — создает риск смещения внимания с последовательного проектного поиска на формально завершённый визуальный результат. В образовательном контексте это требует более чёткого определения допустимых сценариев использования ИИ, особенно на ранних стадиях формирования проектного мышления. Современные исследования, посвящённые применению ИИ в сфере дизайна и образования, формируют междисциплинарное поле, объединяющее подходы из области дизайн-исследований, педагогики, когнитивных наук и прикладной этики. В научной литературе можно выделить несколько устойчивых направлений анализа, отражающих как потенциал, так и ограничения внедрения генеративных ИИ-инструментов в образовательную и профессиональную практику.

Ряд работ рассматривает генеративный ИИ как средство расширения творческих возможностей и повышения эффективности проектной деятельности [1-3]. В этих исследованиях подчёркивается способность алгоритмов ускорять процессы генерации идей, поддерживать вариативность решений и снижать временные затраты на визуализацию. В образовательном контексте ИИ нередко интерпретируется как инструмент поддержки обучающихся, способствующий преодолению дефицита опыта и визуальной насмотренности на ранних этапах обучения.

Параллельно развивается направление исследований, сосредоточенное на анализе проектирования как формы внешнего мышления. В рамках данного подхода эскизирование и визуальные репрезентации рассматриваются как инструменты развития идей, позволяющие выявлять скрытые предпосылки, сравнивать альтернативы и корректировать проектные решения. Процесс проектирования при этом понимается как последовательность мыслительных операций, разворачивающихся во времени, а не как линейное движение к конечному результату [8, 9, 11].

Отдельное внимание в литературе уделяется феномену когнитивного «снятия нагрузки», возникающему при использовании цифровых и интеллектуальных инструментов. В образовательной

среде данный феномен связывается с рисками поверхностного усвоения материала, снижения способности к самостоятельному анализу и ослабления метакогнитивного контроля при чрезмерной опоре на автоматизированные системы. В контексте генеративного ИИ эти риски усиливаются, поскольку алгоритмы способны частично замещать процессы интерпретации и аргументации решений [5, 6].

Этические аспекты использования ИИ в образовании рассматриваются преимущественно через вопросы академической добросовестности, авторства и ответственности. Исследователи подчёркивают сложность разграничения между допустимой поддержкой и недобросовестным замещением интеллектуального труда, а также указывают на ограниченную эффективность жёстких запретительных моделей в условиях необратимых технологических изменений [7, 12]. В то же время в существующих исследованиях недостаточно внимания уделяется взаимосвязи между этапами проектирования, характером мыслительного участия обучающихся и возникающими этическими рисками, что указывает на необходимость более комплексного анализа данной проблемы.

Научный пробел и постановка проблемы. Несмотря на активное развитие исследований, посвящённых применению искусственного интеллекта в образовании и дизайне, в существующей научной литературе сохраняется ряд нерешённых и недостаточно систематизированных вопросов. В частности, большинство работ фокусируется либо на технологических возможностях генеративных ИИ-инструментов, либо на общих педагогических и этических аспектах их использования, не рассматривая дизайн-процесс как целостную когнитивную структуру с внутренней логикой и иерархией этапов [8, 9]. Существенный научный пробел заключается в отсутствии дифференцированного анализа влияния генеративного ИИ на различные стадии дизайн-процесса. В большинстве публикаций использование ИИ рассматривается как однородная практика, без учёта того, что когнитивная нагрузка, характер мышления и образовательная функция отдельных этапов проектирования существенно различаются. В результате, ранние стадии — эскизирование и концептуальный поиск — оказываются методологически приравненными к этапам оформления и визуализации, что затрудняет выявление специфических рисков, связанных с подменой процесса результатом [9].

Дополнительной проблемой является недостаточная разработанность критериев оценки самостоятельности и осознанности проектных решений в условиях использования генеративных ИИ-инструментов. В образовательной практике это приводит к размыванию границ между допустимой поддержкой и недобросовестным замещением когнитивной деятельности обучающихся. Отсутствие чётко сформулированных ориентиров способствует усилению субъективного фактора в оценивании студенческих работ и формированию противоречивых установок как у преподавателей, так и у обучающихся [7, 12]. Существующие этические подходы к использованию ИИ в образовании преимущественно опираются на нормативные и запретительные модели, которые не учитывают специфику проектного и творческого обучения. Такие модели слабо применимы в контексте дизайн-образования, где значительная часть познавательной деятельности осуществляется в форме неформализованных, интуитивных и визуально опосредованных процессов. В результате возникает разрыв между декларируемыми принципами академической добросовестности и реальными условиями формирования проектного мышления. В данной связи актуализируется необходимость разработки аналитического подхода, позволяющего рассматривать использование генеративного ИИ в дизайн-образовании с учётом когнитивной функции эскизного этапа, особенностей образовательного контекста и этических последствий делегирования отдельных стадий проектного процесса алгоритмическим системам. Постановка данной

проблемы предполагает переход от универсальных оценочных суждений к формированию обоснованных критериев допустимости и ответственности при использовании ИИ в процессе подготовки будущих дизайнеров.

Цель и задачи исследования. Целью настоящего исследования является аналитическое осмысление этических аспектов использования генеративных технологий искусственного интеллекта в дизайн-образовании с акцентом на влияние ИИ на ранние стадии дизайн-процесса, прежде всего на этап эскизирования и концептуального поиска, как ключевые элементы формирования проектного мышления обучающихся.

Для достижения поставленной цели в работе предусматривается решение следующих задач:

1. Проанализировать особенности трансформации дизайн-процесса под воздействием генеративных ИИ-инструментов в профессиональной и образовательной среде;
2. Рассмотреть роль эскизного и концептуального этапов в формировании когнитивных и проектных навыков обучающихся в контексте дизайн-образования;
3. Выявить основные этические риски, связанные с использованием генеративного ИИ в процессе подготовки дизайнеров, включая вопросы авторства, ответственности и академической добросовестности;
4. Проанализировать феномен подмены проектного процесса формально завершённым визуальным результатом при некритическом применении ИИ-инструментов;
5. Обосновать необходимость дифференцированного подхода к использованию генеративного ИИ на различных этапах дизайн-процесса с учётом их когнитивной и образовательной функций;
6. Сформулировать аналитические основания для разработки этически ответственных критериев использования ИИ в дизайн-образовании, ориентированных на сохранение и развитие самостоятельного проектного мышления обучающихся.

Материалы и методы

Настоящее исследование носит аналитический и концептуальный характер и направлено на осмысление этических аспектов использования генеративных технологий искусственного интеллекта в дизайн-образовании и профессиональном проектировании. Работа не предполагает проведения эмпирического эксперимента или количественного анализа, а основывается на систематизированном изучении научных публикаций и концептуальном анализе существующих подходов к интеграции ИИ в образовательный процесс. Выбор данного типа исследования обусловлен спецификой рассматриваемой проблематики, находящейся на стыке дизайн-практики, педагогики и этики, а также необходимостью теоретического осмысления новых профессиональных и образовательных вызовов, связанных с внедрением генеративных ИИ-инструментов.

Методологическую основу исследования составляют:

- положения теории дизайн-мышления, рассматривающие проектирование как итеративный, рефлексивный и когнитивно нагруженный процесс [8, 11];
- концепции воплощённого и внешнего мышления, согласно которым визуальные и графические действия (в том числе ручное эскизирование) выступают не только средствами фиксации идей, но и инструментами их формирования [8, 9];

- современные подходы к анализу когнитивного делегирования (cognitive offloading) в условиях использования цифровых и интеллектуальных технологий [5, 6];
- положения академической этики и теории академической добросовестности, применительно к высшему образованию и проектно-ориентированным дисциплинам [7, 12].

Исследование опирается на междисциплинарный подход, объединяющий результаты работ в области дизайна, педагогики, когнитивных наук и исследований в сфере искусственного интеллекта.

В ходе работы были использованы следующие методы:

- аналитический обзор научных источников, посвящённых применению генеративного искусственного интеллекта в образовании, дизайне и творческих дисциплинах;
- сравнительный анализ подходов к использованию ИИ на различных этапах дизайн-процесса, включая концептуальное эскизирование, разработку и визуализацию проектных решений;
- концептуальный анализ этических рисков, возникающих при использовании ИИ в образовательной и проектной практике, с акцентом на проблемы авторства, самостоятельности мышления и профессиональной ответственности;
- педагогическая рефлексия, основанная на профессиональном опыте преподавания дизайн-дисциплин в системе высшего образования.

Данные методы позволили выявить противоречия между потенциальными возможностями ИИ как инструмента и рисками его некритического применения в образовательном процессе.

Анализ и отбор научных источников. Корпус источников для исследования был сформирован на основе публикаций, соответствующих следующим критериям:

- релевантность тематике искусственного интеллекта в образовании, дизайне и проектировании;
- наличие теоретического или аналитического осмысления когнитивных, педагогических и этических аспектов применения ИИ;
- публикация в рецензируемых научных журналах или сборниках конференций;
- актуальность исследований (преимущественно публикации последних лет).

Особое внимание уделялось работам, рассматривающим влияние генеративных ИИ-инструментов на процессы мышления, формирования проектных решений и оценивания учебных результатов, а также публикациям, посвящённым вопросам академической добросовестности и этических рамок использования цифровых технологий в высшем образовании.

Настоящее исследование имеет ряд ограничений, связанных с выбранным методологическим подходом. В частности, работа не включает эмпирические данные, полученные в результате экспериментального или статистического исследования, а опирается на анализ существующих научных публикаций и профессиональную педагогическую практику автора.

Тем не менее, выявленные в ходе исследования положения и выводы позволяют сформулировать обоснованные этические и методические рекомендации, а также обозначить направления для дальнейших эмпирических исследований в области дизайн-образования и применения генеративного искусственного интеллекта.

Результаты и обсуждение

В современной образовательной практике в области дизайна всё более широкое применение получают генеративные инструменты искусственного интеллекта, используемые на различных этапах проектного процесса. К числу наиболее распространённых относятся системы визуальной генерации изображений (Midjourney, DALL·E, Stable Diffusion), позволяющие на основе текстовых запросов формировать вариативные композиционные и образные решения, а также языковые модели (ChatGPT), применяемые для разработки концептуальных описаний, структурирования проектных идей и первичного анализа информации. На этапах представления проектных решений используются инструменты мультимедийной генерации (например, Runway ML), обеспечивающие создание анимационных и визуальных материалов. Указанные технологии интегрируются преимущественно в стадии концептуального поиска, разработки и визуализации, что позволяет рассматривать их как часть современного инструментария дизайн-образования. Вместе с тем их применение требует дифференцированного и критического подхода, поскольку характер их использования непосредственно влияет на степень когнитивного участия обучающихся и логику формирования проектных решений (табл.).

Таблица

Использование генеративных ИИ-инструментов в дизайн-образовании

<i>Инструмент</i>	<i>Функция</i>	<i>Этап проектного процесса</i>
Midjourney	генерация визуальных образов	концептуальный поиск
DALL·E	формирование визуальных концепций	ранний этап проектирования
Stable Diffusion	вариативная генерация изображений	эскизирование
ChatGPT	формулирование концепций и текстов	исследование и идея
Runway ML	создание анимации и видео	презентация

Использование генеративного ИИ на этапе эскизирования и концептуального поиска. Этап эскизирования в дизайн-процессе традиционно рассматривается как ключевая фаза формирования проектного мышления, в рамках которой происходит первичная визуализация идеи, её уточнение и многократная переоценка. Ручной эскиз в данном контексте выступает не только как средство фиксации замысла, но и как инструмент мышления, позволяющий дизайнеру постепенно выстраивать логику формы, пространства и функциональных связей [8, 9].

Использование генеративных ИИ-инструментов на данном этапе способно существенно изменить характер когнитивной нагрузки обучающегося. С одной стороны, ИИ может выполнять функцию расширения визуального опыта, снижая барьеры, связанные с недостаточной насмотренностью или страхом перед сложной формой, особенно у студентов младших курсов. Генерация альтернативных форм и образов при корректно сформулированном запросе нередко способствует выходу за пределы шаблонного мышления и стимулирует интерес к дальнейшему развитию идеи [3]. С другой стороны, делегирование этапа эскизирования алгоритму приводит к утрате самого процесса формирования замысла. В ситуации, когда визуальное решение возникает мгновенно и в готовом виде, у обучающегося

отсутствует необходимость проходить путь проб, ошибок и последовательных уточнений. В результате эскиз утрачивает функцию инструмента формирования идеи и всё в меньшей степени отражает индивидуальную логику проектного развития. Подобная подмена особенно проблематична в образовательном контексте, где именно процесс, а не визуальная убедительность конечного образа является основным предметом оценки [5, 6, 10].

Использование ИИ на этапе разработки и визуализации проектных решений. На этапах разработки и визуализации проектных решений генеративные ИИ-инструменты демонстрируют высокий прикладной потенциал. Автоматизация отдельных операций, ускорение подбора визуальных характеристик, работа с цветом, фактурой и антуражем позволяют оптимизировать процесс представления проекта и повысить его наглядность [3]. В то же время применение ИИ на данном этапе сопряжено с рядом этических рисков. Во-первых, визуальная убедительность результата может маскировать недостаточную проработанность концепции. Во-вторых, использование алгоритмически сгенерированных решений без критической проверки способствует снижению ответственности за принимаемые проектные решения. В образовательной практике это проявляется в стремлении заменить аналитическую работу над проектом формальным улучшением его внешнего вида.

Отдельного внимания требует проблема алгоритмической непрозрачности. Студент, использующий ИИ как «чёрный ящик», зачастую не способен объяснить происхождение того или иного решения, что затрудняет оценку осознанности проектного процесса [6, 7]. В подобных случаях ИИ фактически выступает не как инструмент, а как соавтор, роль которого не артикулируется и не осмысливается [7, 12].

Этические аспекты авторства и ответственности в условиях использования генеративного ИИ. На завершающих этапах проектирования вопрос распределения ответственности между человеком и алгоритмом приобретает особую остроту. В профессиональной практике дизайнер несёт ответственность за принятые решения независимо от используемых инструментов. Однако в образовательном контексте эта граница часто оказывается размытой.

Если конечный продукт представляет собой визуально привлекательное, но концептуально необоснованное решение, возникает проблема оценки авторства. В условиях отсутствия чётко зафиксированного процесса проектного развития становится затруднительным определить степень участия обучающегося в формировании результата. Это особенно критично в случаях, когда ИИ используется не как вспомогательный инструмент, а как основной источник проектных решений [7, 12].

Таким образом, использование ИИ в финальной стадии проектирования требует чётких этических рамок, предполагающих сохранение за студентом ответственности за обоснование, интерпретацию и корректировку результатов генерации.

В образовательной среде применение генеративных ИИ-инструментов неизбежно связано с вопросами академической добросовестности. Использование ИИ без раскрытия данного факта может рассматриваться как форма академической недобросовестности в тех случаях, когда отсутствует аргументация проектных решений и не прослеживается логика их развития [5, 12]. При этом формальный запрет на использование ИИ не представляется эффективным решением. Практика показывает, что подобные запреты не устраняют проблему, а лишь способствуют развитию скрытых и некритич-

ных форм применения технологий. Более продуктивным является формирование прозрачных критериев допустимого использования ИИ, ориентированных не на фиксацию результата, а на анализ процесса [6, 7].

Существенным фактором остаётся человеческий аспект оценивания [7]. Различия в опыте, цифровой компетентности и индивидуальном отношении преподавателей к ИИ неизбежно влияют на интерпретацию студенческих работ. Это подчёркивает необходимость исключения размытых формулировок и внедрения чётких, однозначных требований, минимизирующих субъективность оценки.

Этические рамки корректного использования ИИ в дизайн-образовании. На основе проведённого анализа и педагогической практики можно сформулировать ряд принципов, определяющих этически корректное использование ИИ в дизайн-образовании:

- допустимость использования ИИ на этапе генерации идей при условии последующей самостоятельной переработки и развития концепции;
- обязательное наличие эскизного материала, отражающего логику проектного развития и индивидуальный ход мышления обучающегося;
- способность студента аргументировать принятые решения, объяснять выбор формы, материалов и пространственных решений;
- недопустимость представления в качестве конечного результата исключительно алгоритмически сгенерированного визуального образа без аналитического сопровождения;
- признание ИИ-инструментом, а не заменой творческого и аналитического процесса.

Подобный подход позволяет рассматривать ИИ не как угрозу дизайн-образованию, а как инструмент, требующий осознанного и этически выверенного применения.

В образовательной практике целесообразно структурирование использования генеративных ИИ-инструментов в соответствии с этапами проектного процесса. В частности, их применение рекомендуется ограничивать стадиями после первичного ручного эскизирования, что позволяет сохранить последовательность формирования проектной идеи. Существенным является требование обязательной аргументации обучающимися принятых решений, включая пояснение роли и степени использования ИИ в работе. В целях повышения прозрачности процесса проектирования оправдано внедрение практик его фиксации (эскизы, промежуточные варианты, текстовые пояснения), позволяющих проследить логику развития проекта. Кроме того, представляется необходимым формирование чётко регламентированных правил использования ИИ-инструментов в образовательной среде, обеспечивающих разграничение самостоятельной и алгоритмически сгенерированной составляющих работы.

Для более наглядного представления логики интеграции генеративных ИИ-инструментов в образовательный процесс может быть использована модель, отражающая особенности их применения на различных этапах проектирования (рис.).

Представленная модель демонстрирует дифференцированный характер использования ИИ: ограниченное — на этапе концептуального поиска, допустимое — на стадии разработки решений, расширенное — при визуализации и презентации, и вновь ограниченное — на этапе рефлексии и анализа. Такой подход позволяет сохранить последовательность формирования проектного мышления и обеспечить осознанное использование технологических инструментов.

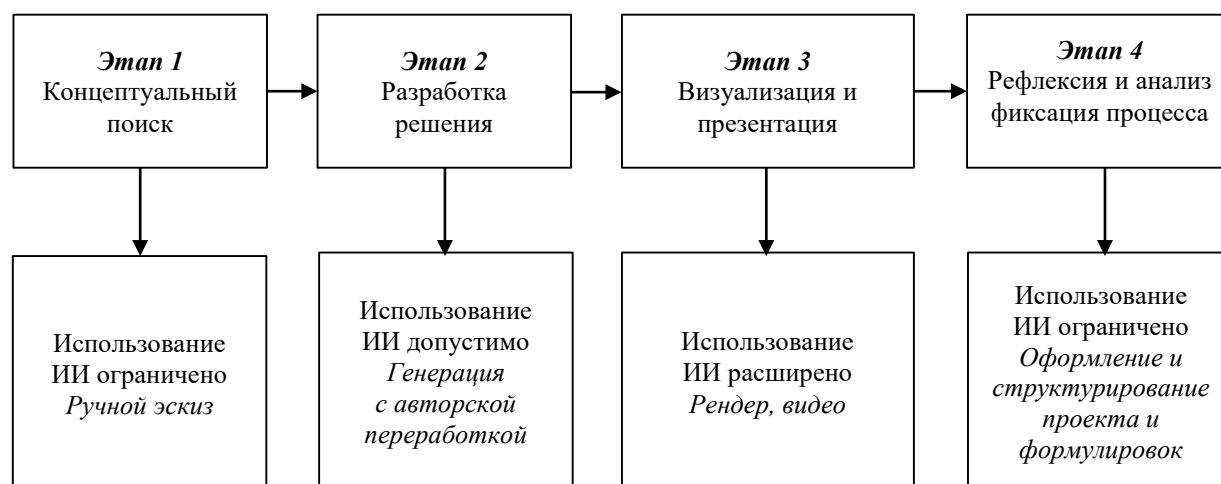


Рис. Модель интеграции генеративных ИИ-инструментов в проектный процесс в дизайн-образовании

Заключение

Проведённое исследование показало, что внедрение генеративных технологий искусственного интеллекта в дизайн-образование оказывает существенное влияние на структуру и логику проектного процесса, а также на формирование профессиональных и этических установок обучающихся. Использование ИИ в образовательной практике сопровождается как расширением инструментальных возможностей, так и возникновением новых рисков, связанных с подменой самостоятельного проектного мышления алгоритмически сгенерированным результатом.

В ходе анализа установлено, что наибольшая уязвимость образовательного процесса проявляется на ранних этапах проектирования, в частности на стадии эскизирования и формирования концепции. Делегирование этих этапов генеративным системам снижает роль ручного эскиза как инструмента мышления, ограничивает развитие когнитивных и рефлексивных навыков и препятствует формированию устойчивых проектных связей, необходимых для профессионального становления дизайнера.

Выявлены ключевые этические проблемы, сопровождающие использование ИИ в дизайн-образовании, включая размывание авторства, перераспределение ответственности и сложности обеспечения академической добросовестности. Показано, что этические риски обусловлены не самим фактом применения ИИ, а характером его использования, отсутствием прозрачных критериев оценки и смещением акцента с процесса проектирования на визуально убедительный результат.

Обоснована целесообразность дифференцированного подхода к применению генеративных ИИ-инструментов на различных этапах дизайн-процесса. Осознанное и ограниченное использование ИИ может рассматриваться как допустимое при условии сохранения за обучающимся ответственности за формирование идеи, аргументацию проектных решений и демонстрацию логики их развития. В данном контексте ключевая роль отводится преподавателю как модератору и носителю профессиональных и этических стандартов, а не как формальному контролёру технологий.

Полученные выводы подчёркивают необходимость выработки чётких и недвусмысленных образовательных рамок, регулирующих использование генеративного ИИ в дизайн-образовании. Такие рамки должны быть ориентированы на сохранение самостоятельного проектного мышления, развитие профессиональной ответственности и минимизацию субъективного фактора оценивания.

Результаты исследования могут быть использованы в качестве теоретической основы для дальнейшего осмысления этических аспектов применения искусственного интеллекта в проектно-ориентированном обучении, а также для разработки методических рекомендаций, направленных на интеграцию ИИ в образовательную практику без утраты её фундаментальных целей.

Список литературы

- [1] **S. Chacko**, Exploring design education in the age of generative artificial intelligence: opportunities and challenges, 2024.
- [2] **S. Chellakkannu**, Embracing Generative AI in Design: Practical Implementations, Artificial Intelligence and Its Practical Applications in the Digital Economy, 2024, 189-206 p.
- [3] **Y. Liu, B. Xu, Y. Feng, P. Wu**, Analysis of the application of generative artificial intelligence in interior design education, Ain Shams Engineering Journal 16(12) (2025) 103757 p.
- [4] **A. F. C. A. Fathoni**, Leveraging Generative AI Solutions in Art and Design Education: Bridging Sustainable Creativity and Fostering Academic Integrity for Innovative Society, E3S Web Conf., 426, 2023, 01102
- [5] **M. Lindo, C. Cutad**, Impact of Generative AI on Self-Regulated Learning and Cognitive Offloading, IMCC Journal of Science 4 (2) (2024) 18-22.
- [6] **K. Jain, M. Kiran**, Rethinking Education in the Age of Generative AI: Cognitive Offloading, Assessment Reform, and Institutional Adaptation, 2025.
- [7] **E. Ahmedtelba, S. Mitereva, M. L. Ponce**, Critical integration of generative AI in higher education: Cognitive, pedagogical, and ethical perspectives, Journal of Research in Humanities and Social Science 25 (2025) 1-12.
- [8] **K. Lindgaard, H. Wesselius**, Once More, with Feeling: Design Thinking and Embodied Cognition She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation 3 (2017) 83-92.
- [9] **C.M. Gray, M.A. Siegel**, Sketching Design Thinking: Representations of design in education and practice. Design and Technology Education: An International Journal 19(1) (2014) 48-61.
- [10] **E. Sung, T. R. Kelly, J. Han**, Influence of sketching instruction on students' design cognition. Journal of Engineering Design 30 (6046) (2019) 1-28.
- [11] **A. Freimane**, Design Thinking – From Post-Its to Fingertips: Rethinking Embodied Cognition in Design. In: Proceedings of the 27th International Conference on Engineering and Product Design Education, 2025, pp.157-162.
- [12] **A. Kofinas, et al.**, The impact of generative AI on academic integrity of authentic assessments. British Journal of Educational Technology, 2025.

ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ ԲԱՆԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ԲԱՐՈՑԱԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՍԱՆԿՑՈՒՆԵՐԸ
ԴԻԶԱՅՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ԳՈՐԾՆԹԱՑՈՒՄ

Ալեքսանդրյան Գայանե Արտաշեսի

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

gayaalexandryan@gmail.com

Արհեստական բանականության տեխնոլոգիաների կիրառումը դիզայնի ոլորտում էական ազդեցություն ունի ինչպես նախագծման գործընթացի, այնպես էլ մասնագիտական կրթության վրա: Գեներատիվ ալգորիթմները և մեքենայական ուսուցման մեթոդների վրա հիմնված գործիքները կիրառվում են նախագծման գործընթացի տարբեր փուլերում՝ գաղափարի էսքիզավորումից մինչև նախագծային լուծումների ներկայացում: Կրթական միջավայրում դրանց օգտագործումը հաճախ ուղեկցվում է ստեղծագործական ինքնուրույնության սահմանափակմամբ և ալգորիթմիկորեն գեներացված արդյունքների վերարտադրությամբ, ինչն առաջացնում է բարոյագիտական և մասնագիտական խնդիրներ: Հոդվածի նպատակն է վերլուծել նախագծման ընթացքում արհեստական բանականության կիրառման բարոյագիտական տեսանկյունները՝ հատուկ ուշադրություն դարձնելով ուսանողների ստեղծագործական ինքնուրույն մտածողության ձևավորման վրա: Հետազոտության ընթացքում կիրառվել են գիտական աղբյուրների վերլուծություն, համեմատական և հայեցակարգային վերլուծության մեթոդներ: Արդյունքում բացահայտվել են հիմնական էթիկական ռիսկերը՝ կապված հեղինակային սահմանազատման, նախագծային որոշումների գիտակցվածության նվազման և դիզայների դերի վերափոխման հետ: Հիմնավորվել է դիզայնի կրթության մեջ արհեստական բանականության կիրառման բարոյագիտապես պատասխանատու և քննադատական մոտեցման անհրաժեշտությունը:

Բանալի բառեր. արհեստական բանականություն, դիզայնի գործընթաց, դիզայնի կրթություն, բարոյագիտություն, ստեղծագործական ինքնուրույնություն, գեներատիվ տեխնոլոգիաներ, հեղինակություն, մասնագիտական պատասխանատվություն

ETHICAL ASPECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE USE IN DESIGN EDUCATION
AND DESIGN PROCESS

Gayane Aleksandryan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

gayaalexandryan@gmail.com

The application of artificial intelligence technologies in the field of design significantly influences both the design process and professional training. Generative algorithms and machine learning-based tools are increasingly employed at various stages of the design process, ranging from conceptual sketching to the presentation of project solutions. However, in educational contexts, their use is often accompanied by a

reduction in independent creative exploration and a shift towards the reproduction of algorithmically generated outcomes, thereby raising a number of ethical and professional concerns. The purpose of this article is to analyse the ethical aspects of the application of artificial intelligence in the design process, with particular attention to its impact on the formation of independent creative thinking among students. The research employs an analytical review of scholarly sources, comparative analysis, and conceptual examination. The results identify key ethical risks related to ambiguity of authorship, reduced awareness of design decision-making, and the transformation of the designer's role. However, these issues underscore the necessity of developing a responsible and critically grounded approach to the use of AI technologies in design education.

Keywords: *artificial intelligence, design process, design education, ethics, independent creative thinking, generative technologies, authorship, professional responsibility*

Ալեքսանդրյան Գայանե Արտաշեսի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Դիզայնի տնօրեն, դասախոս,
(+374)44154747, gayaalexandryan@gmail.com
Александрян Гаяне Арташесовна (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Дизайна, преподаватель,
(+374)44154747, gayaalexandryan@gmail.com
Aleksandryan Gayane (RA, Yerevan) – NUACA, department of Design, lecturer, (+374)44154747,
gayaalexandryan@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 10.02.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 09.03.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

20-ՐԴ ԴԱՐԻ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏԱԿԱՆ ԺԱՌԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ

Արմենուհի Ալբերտի Ալեքսանյան՝ Լյուբա Վլադիմիրի Կիրակոսյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

*aleksanyan.armenuhi@yandex.com

Հոդվածում ներկայացվում է Հայաստանի 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության կառավարման և պահպանության ոլորտում առկա արդի խնդիրների համալիրը: Վերլուծվում են տվյալ ժամանակաշրջանի ճարտարապետական կառույցների արժևորման առանձնահատկությունները, իրավական և կառավարչական մեխանիզմների արդյունավետությունը, ինչպես նաև մասնագիտական և հասարակական ընկալման դերակատարումը ժառանգության պահպանման գործընթացում: Քննարկվում են արագընթաց քաղաքաշինական զարգացումների, տնտեսական գործոնների և նորմատիվ-իրավական դաշտի անկատարության հետևանքով առաջացող սպառնալիքները: Հոդվածում ընդգծվում է միջգիտակարգային մոտեցումների, միջազգային փորձի կիրառման և համալիր ռազմավարությունների մշակման անհրաժեշտությունը՝ 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կայուն կառավարման ապահովման նպատակով:

Բանալի բառեր. 20-րդ դարի ճարտարապետություն, մշակութային ժառանգություն, պահպանություն, կառավարման քաղաքականություն, քաղաքաշինություն

Ներածություն

20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգությունը Հայաստանի մշակութային միջավայրի կարևոր և միևնույն ժամանակ ամենախոցելի շերտերից է: Այս ժամանակաշրջանը բնութագրվում է սոցիալ-քաղաքական խորքային փոփոխություններով, արագացված քաղաքաշինական զարգացումներով և ճարտարապետական նոր գաղափարների ու ոճական որոնումների ձևավորմամբ՝ սկսած վաղ մոդեռնիզմից մինչև խորհրդային նեոկլասիցիզմ և ուշ մոդեռնիստական փորձարարություններ: Այդ ժառանգությունը ոչ միայն արտացոլում է դարաշրջանի գաղափարական, տեխնոլոգիական և գեղագիտական առանձնահատկությունները, այլև ձևավորել է Հայաստանի քաղաքների ներկայիս կերպարն ու տարածական ինքնությունը [1]:

20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության արժևորման և պահպանության խնդիրները պայմանավորված են ոչ միայն իրավական կամ տնտեսական գործոններով, այլև հասարակական ընկալման առանձնահատկություններով: Մասնագիտական գրականությունը ցույց է տալիս, որ ժամանակակից (մոդեռնիստական) ճարտարապետությունը հաճախ չի ընկալվում հասարակության կողմից որպես «իրական» կամ «արժեքավոր» ժառանգություն՝ ի տարբերություն ավելի հին, ավանդական հուշարձանների: Արդյունքում դրա արժեքը լիովին չի գնահատվում, և այն հաճախ դուրս է մնում հանրային ուշադրությունից ու պահպանության գործընթացներից:

Միևնույն ժամանակ 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգությունը հաճախ բավարար չափով ուսումնասիրված և գնահատված չէ՝ մասամբ հենց իր «նոր» լինելու պատճառով, ինչն էլ

բարդացնում է դրա պահպանությունն ու ինտեգրումը ժամանակակից քաղաքային զարգացման գործընթացներում [2]:

Հողվածի նպատակն է վերլուծել Հայաստանում 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության կառավարման և պահպանության արդի մարտահրավերները՝ դիտարկելով թե տեսական, թե գործնական խնդիրները: Հողվածում փորձ է արվում ընդգծել այդ ժառանգության մշակութային նշանակությունը, բացահայտել առկա վտանգները և քննարկել հնարավոր մոտեցումներ ու ռազմավարություններ, որոնք կարող են նպաստել դրա կայուն պահպանությանը և ինտեգրմանը ժամանակակից քաղաքային զարգացման գործընթացներում:

20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգությունը հանդիսանում է ժամանակակից մշակութային ինքնության ձևավորման կարևոր բաղադրիչ՝ արտացոլելով հասարակական, քաղաքական, տեխնոլոգիական և գեղարվեստական գործընթացների բարդ փոխազդեցությունը: Հայաստանի Հանրապետությունում այս ժառանգությունն առանձնանում է իր բազմաշերտ բնույթով՝ ընդգրկելով խորհրդային մոդեռնիզմի, նեոկլասիցիզմի, կոնստրուկտիվիզմի և տեղական ճարտարապետական ավանդույթների յուրահատուկ սինթեզը: Սակայն, ի տարբերություն ավելի վաղ պատմական ժամանակաշրջանների հուշարձանների, 20-րդ դարի ճարտարապետությունը երկար ժամանակ դուրս է մնացել ժառանգության պահպանության համակարգված քաղաքականության և հանրային ընկալման կենտրոնից [3]:

Վերջին տասնամյակներում Հայաստանի արագ քաղաքաշինական զարգացումները, սոցիալ-տնտեսական փոփոխությունները, ինչպես նաև իրավական և կառավարչական մեխանիզմների անկատարությունը լուրջ սպառնալիքներ են ստեղծում 20-րդ դարի ճարտարապետական արժեքների պահպանության համար: Շատ շենքեր ենթարկվում են ֆիզիկական քայքայման, գործառության փոփոխությունների կամ ամբողջական ոչնչացման՝ առանց մասնագիտական գնահատման և փաստագրման [4]:

Հողվածի նպատակն է բացահայտել Հայաստանի 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության հիմնական խնդիրները, գնահատել գործող իրավական և ինստիտուցիոնալ շրջանակները, ինչպես նաև առաջարկել հնարավոր մոտեցումներ և ռազմավարական ուղղություններ, ուղղված այս ժառանգության կայուն պահպանությանը և ժամանակակից զարգացման գործընթացներում դրա արդյունավետ ինտեգրմանը:

Հետազոտության գիտական նորույթը այն է, որ առաջին անգամ համակողմանիորեն ուսումնասիրվում և համակարգվում են 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության հիմնախնդիրները՝ հաշվի առնելով ժամանակակից քաղաքաշինական զարգացումները, սոցիալ-մշակութային փոխակերպումները և տեխնոլոգիական փոփոխությունները: Հետազոտության շրջանակում՝

- վերաիմաստավորվում է 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության արժեքային համակարգը՝ ընդգծելով ոչ միայն պատմամշակութային, այլև գաղափարական և նորարարական նշանակությունը,
- առաջարկվում են գնահատման նոր չափանիշներ՝ հատկապես մոդեռնիստական և հետմոդեռնիստական կառույցների համար,
- բացահայտվում են պահպանության գործընթացում առկա իրավական, կառավարչական և հանրային ընկալման խնդիրները,

- մշակվում են պահպանության և վերաօգտագործման արդիական մեխանիզմներ՝ համադրելով միջազգային փորձը տեղական առանձնահատկությունների հետ:

Հետազոտությունը նպաստում է 20-րդ դարի ճարտարապետության պահպանության տեսական և գործնական հիմքերի զարգացմանը՝ առաջարկելով նոր մոտեցումներ, որոնք կարող են կիրառվել ինչպես ազգային, այնպես էլ միջազգային մակարդակներում:

Նյութեր և մեթոդներ

Հետազոտությունը հիմնված է միջգիտակարգային մոտեցման վրա՝ համադրելով ճարտարապետության պատմության, մշակութային ժառանգության պահպանության և քաղաքաշինական կառավարման ոլորտների տեսական և կիրառական մեթոդները:

Սա հնարավորություն է տվել բացահայտել 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության համակարգային խնդիրները և առաջարկել դրանց լուծման ուղղությունները:

Ուսումնասիրության նյութերը ներառում են ինչպես առաջնային, այնպես էլ երկրորդային աղբյուրներ, որոնք հնարավորություն են տալիս համակողմանիորեն գնահատել 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության կառավարման և պահպանության խնդիրները Հայաստանի Հանրապետությունում: Ընտրված դեպքերին վերաբերող տվյալները ներառում են շենքերի կառուցման ժամանակագրությունը, հեղինակային պատկանելիությունը, գործառության փոփոխությունները և պահպանվածության ներկայիս մակարդակը: Հետազոտությունները թույլ են տվել բացահայտել ինչպես ֆիզիկական, այնպես էլ սոցիալ-քաղաքաշինական գործոնները, որոնք ազդում են տվյալ օբյեկտների պահպանության վրա:

Հետազոտության ընթացքում օգտագործվել են բազմազան աղբյուրներ՝ ապահովելու 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության խնդիրների բազմակողմանի ուսումնասիրությունը:

Հետազոտության հիմնական նյութական բազան կազմվել է հետևյալ աղբյուրներից.

- 20-րդ դարի ճարտարապետական օբյեկտների վերաբերյալ պատմական և արխիվային փաստաթղթեր (նախագծեր, շինարարական փաստաթղթեր, քաղաքաշինական պլաններ),
- գիտական հոդվածներ, մենագրություններ և մասնագիտական հրատարակություններ ճարտարապետության և ժառանգության պահպանության ոլորտներից:

Հետազոտության իրականացման համար կիրառվել են հետևյալ մեթոդները.

- **պատմավերլուծական մեթոդ**՝ 20-րդ դարի ճարտարապետական զարգացման փուլերի և պահպանության խնդիրների պատմական համատեքստի բացահայտման համար,
- **համեմատական վերլուծության մեթոդ**՝ տարբեր երկրներում և տարածաշրջաններում կիրառվող պահպանության մոտեցումների համեմատման նպատակով,
- **դաշտային դիտարկման մեթոդ**՝ առկա ճարտարապետական կառույցների ֆիզիկական վիճակի գնահատման համար,
- **փաստաթղթային վերլուծություն**՝ նորմատիվ ակտերի, վերականգնման նախագծերի և քաղաքաշինական փաստաթղթերի ուսումնասիրության միջոցով,

- **համակարգային մոտեցում՝** ճարտարապետական ժառանգության պահպանության խնդիրների դիտարկման՝ որպես սոցիալական, մշակութային և տեխնիկական գործոնների փոխկապակցված համակարգ:

Կիրառվել են որակական վերլուծության մեթոդներ, որոնք նպաստել են արդի մարտահրավերների ձևակերպմանը և հնարավոր լուծումների առաջարկմանը: Ստացված տվյալների սինթեզն իրականացվել է, նպատակ ունենալով ձևավորել գիտականորեն հիմնավորված եզրահանգումներ և առաջարկություններ՝ ուղղված 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության արդյունավետ կառավարմանը և պահպանությանը Հայաստանի պայմաններում:

Արդյունքներ և քննարկում

Երիտասարդական պալատի ստեղծումն ու քանդումը:

Երևանի ամենանշանավոր խորհրդային մոդեռնիստական կառույցներից մեկն էր Երիտասարդական պալատը, որը, կառուցված լինելով 1970-ականներին, ուներ յուրահատուկ ծավալատարածական լուծումներ և ծառայում էր որպես հասարակական և մշակութային կենտրոն: Շենքը հայտնի էր «Կուկուռուզնիկ» մականունով՝ իր յուրահատուկ ձևի պատճառով և նման էր եգիպտացորենի կոճին: Այն 1970-ականների խորհրդային մոդեռնիզմի ամենատպալուրիչ օրինակներից էր և աչքի էր ընկնում իր համարձակ, ֆուտուրիստական ճարտարապետությամբ: Այն գտնվում էր քաղաքի բարձրադիր հատվածում և երկար ժամանակ ծառայում էր որպես բազմաֆունկցիոնալ կենտրոն՝ ներառելով հյուրանոց, ռեստորան, համերգասրահներ և ժամանցային տարածքներ: Շենքի նախագծման հեղինակներն էին Արթուր Թարխանյանը, Սպարտակ Խաչիկյանը և Հրաչյա Պողոսյանը: Նրանք խորհրդային Հայաստանի նշանավոր ճարտարապետներից էին և համատեղ ստեղծել են մի շարք կարևոր կառույցներ Երևանում: Երիտասարդական պալատը նրանց ամենահայտնի մոդեռնիստական նախագծերից մեկն էր (նկ. 1): Երևանի Երիտասարդական պալատի պատմությունն իսկապես հաճախ ներկայացվում է որպես խորհրդանշական օրինակ, թե ինչպես կարող է քաղաքը կորցնել իր ինքնության մի կարևոր շերտ: Այն համարվում էր ոչ միայն ճարտարապետական, այլև մշակութային կարևոր կենտրոն: 2005–2007 թթ. այն ապամոնտաժվեց՝ պաշտոնապես հիմնավորվելով շենքի վթարային տեխնիկական վիճակով, վաճառվեց մասնավոր ներդրողի նոր կառուցապատման ծրագրերի համար, քանդվել է 2006թ.-ին (նկ.2), [5]: Այս դեպքը հաճախ դիտարկվում է որպես մշակութային ժառանգության կորստի օրինակ՝ պայմանավորված քաղաքաշինական և ներդրումային շահերով:

Սակայն շատ ճարտարապետներ, քաղաքագետներ և մշակութաբաններ այս որոշումը քննադատեցին՝ նշելով, որ.

- շենքը հնարավոր էր վերանորոգել և հարմարեցնել ժամանակակից պահանջներին,
- այն ուներ բարձր ճարտարապետական և պատմամշակութային արժեք:

Այս դեպքը հաճախ համեմատվում է համաշխարհային այնպիսի օրինակների հետ, երբ մոդեռնիստական ժառանգությունը թերագնահատվել է և ոչնչացվել՝ հետագայում գնահատվելով որպես կորուստ: Այսօր այդ տարածքը երկար ժամանակ մնացել է անորոշ կարգավիճակում, և խոստացված նոր կառուցապատումը տարիներ շարունակ չի իրականացվել:

Այս պատմությունը կարևոր հարցեր է բարձրացնում՝

- ինչպես հավասարակշռել զարգացումն ու ժառանգության պահպանումը,
- ինչ չափանիշներով պետք է գնահատել «վթարային» շենքերը,
- ով է որոշում քաղաքի ճարտարապետական ապագան:



**Նկ. 1. Երիտասարդական պալատը՝
կառուցված 1970-ականներին**

**Նկ. 2. Ամբողջությամբ քանդված
2004–2007 թթ. [5]**

Արդյունքում՝ չիրականացվեց համարժեք մասնագիտական գնահատում դրա պահպանման հնարավորության վերաբերյալ, չկատարվեց ամբողջական փաստագրում, չիրականացվեց դրա տեղում նախատեսված նախագիծը, տարածքը մնաց անօգտագործելի:

Այս դեպքը հաճախ ներկայացվում է որպես խորհրդանշական օրինակ այն բանի, թե ինչպես 20-րդ դարի արժեքավոր մոդեռնիստական շենքերը կարող են կորսվել տնտեսական շահերի գերակայության և կառավարման թերությունների հետևանքով:

Երիտասարդական պալատի օրինակը ցույց է տալիս մի շարք համակարգային խնդիրներ՝

- իրավական դաշտի անկատարություն (պաշտպանության մեխանիզմների բացակայություն կամ անարդյունավետություն),
- քաղաքաշինական որոշումների ոչ թափանցիկություն,
- մասնագիտական գնահատման և հանրային քննարկման բացակայություն:

20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգությունը Հայաստանում ոչ միայն չի պահպանվում, այլ հաճախ վերանում է առանց պատշաճ փաստագրման և գիտական գնահատման [4]:

Միաժամանակ, առկա է մասնագիտական դիսկուրսի և գիտական հետազոտությունների սահմանափակ ծավալ, ինչը խոչընդոտում է արդյունավետ կառավարման և պահպանության ռազմավարությունների մշակմանը:

Հանրապետության հրապարակ շրջակայքի վարչական շենքերի համալիրը – ներկայացնում է խորհրդային շրջանի քաղաքաշինական ամբողջական լուծում, որտեղ նկատվում են ինչպես պահպանության, այնպես էլ մասնակի վերափոխումների գործընթացներ: Հանրապետության հրապարակը Երևանի կենտրոնական հրապարակն է՝ Հայաստանի Հանրապետության մայրաքաղաքի քաղաքացիական և վարչական կյանքի սիրտը: Այն հայտնի է իր ճարտարապետական համադրությամբ, երգող շատրվաններով և պետական կարևոր կառույցների դասավորությամբ շուրջպտույտ ձևով: Հրապարակը նախագծել է Ալեքսանդր Թամանյանը՝ որպես Երևանի գլխավոր քաղաքաշինական առանցք: Այն բաղկացած է շրջանաձև կենտրոնից և հարթ եզրային

հատվածից, որի սալահատակը հիշեցնում է հայկական գորգի նախշ: Շենքերը կառուցված են վարդագույն և սպիտակ տուֆից, իսկ հիմքերը՝ մուգ բազալտից: Կենտրոնական հատվածում տեղակայված են երգող շատրվանները՝ գիշերային լուսային և երաժշտական շոուով: Հրապարակի շուրջը գտնվում են Հայաստանի կառավարության շենքը, Ազգային պատկերասրահը և Պատմության թանգարանը, ինչպես նաև Արմենիա Մարիոթ Հոթել Երևան: Այստեղ են անցկացվում պետական արարողություններ, հանրահավաքներ և ազգային տոնական միջոցառումներ:

Ներկայումս Հանրապետության հրապարակը ձևավորում են հինգ կարևոր ու տպավորիչ շենքեր՝ կառուցված 1920-1950-ականներին: Աջ կողմում Կապի և արհմիությունների շենքն է. այս շենքում է այսօր գործում ՀՀ Կապի և տրանսպորտի նախարարությունը: Անմիջապես վեր ՀՀ Կառավարության 1-ին շենքն է՝ մեծ աշտարակ-ժամացույցով. նախագծել է ճարտարապետ Գ. Թամանյանը: Այս հոյակերտ շինությունը այսօր էլ ՀՀ Կառավարության նստավայրն է: Ազգային ներդաշնակ համադրությունները չեն խանգարել ունենալ միանգամայն դասական մոնումենտալ ճարտարապետություն: Իսկ տուֆի գունային համադրությունների շնորհիվ այն բացարձակապես չի ճնշում իր մոնումենտալությամբ:

Հրապարակը կառուցապատող ճարտարապետներն իրենց առջև խնդիր էին դրել ստանալ մայրաքաղաքի գլխավոր հրապարակին հարիր մոնումենտալ ամբողջական տարածական հորինվածք: Այդ խնդիրը լուծվել էր հաջողությամբ և հրապարակն իրավամբ պատվավոր տեղ ուներ ոչ միայն խորհրդային հանրապետությունների, այլ նաև աշխարհի լավագույն հրապարակների կողքին: Մակայն, Հայաստանի Հանրապետության անկախացումից հետո (1991թ.) հրապարակի համայնապատկերում վեր խոյացած բարձրահարկ կառուցապատումը որոշ չափով խաթարել է այդ տարածական հորինվածքի միասնական կերպարը և այն որոշակիորեն կորցրել է իր ամբողջական ընկալումը:

Հանրապետության հրապարակը խորհրդանշել է Հայաստանի պետական ինքնության և անկախության: Խորհրդային շրջանում այն հայտնի էր որպես Լենինի հրապարակ, սակայն 1991-ին վերանվանվեց ի պատիվ անկախ Հայաստանի Հանրապետության (նկ. 3, 4), [6]: Այսօր այն համարվում է ոչ միայն զբոսաշրջային կենտրոն, այլև ազգային հավաքատեղի՝ միավորելով մշակութային և քաղաքական նշանակությունը:



Նկ. 3. Խորհրդային շրջանում այն հայտնի էր որպես Լենինի հրապարակ



Նկ. 4. Հանրապետության հրապարակ շրջակայքի վարչական շենքերի համալիր [6]

Հետագոտության ընթացքում իրականացված վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանությունը հանդիսանում է բազմաշերտ և բարդ գործընթաց, որը պայմանավորված է ինչպես օբյեկտիվ, այնպես էլ սուբյեկտիվ գործոններով:

20-րդ դարի պատմական հուշարձանների պահպանության մոտեցումները տարբեր երկրներում ձևավորվել են քաղաքական, մշակութային և տնտեսական պայմանների ազդեցությամբ: Իտալիայի և Հայաստանի օրինակները ցույց են տալիս ինչպես նմանություններ, այնպես էլ էական տարբերություններ:

Իտալիայի և Հայաստանի համեմատությունը ցույց է տալիս, որ 20-րդ դարի ժառանգության պահպանությունը կախված է ոչ միայն նյութական ռեսուրսներից, այլ նաև պատմական հիշողության ընկալումից, պետական քաղաքականությունից, հասարակության կրթվածությունից: Իտալիան ավելի հաջող է ինտեգրել իր 20-րդ դարի ժառանգությունը ժամանակակից կյանքում, մինչդեռ Հայաստանում այս գործընթացը դեռ զարգացման փուլում է: Սակայն աճող հետաքրքրությունը և միջազգային փորձի կիրառումը կարող են եսպես բարելավել իրավիճակը:

Իտալիայում հասարակությունը մեծապես գիտակցում է նույնիսկ 20-րդ դարի ժառանգության արժեքը: Հայաստանում նկատվում է փոփոխվող պատկեր՝ աճող հետաքրքրություն խորհրդային մոդեռնիզմի նկատմամբ, երիտասարդ սերնդի ներգրավվածություն: 20-րդ դարի առաջին կեսում, հատկապես Բենիտո Մուսոլինիի իշխանության տարիներին, Իտալիայում կառուցվեցին բազմաթիվ պետական շենքեր՝ մոնումենտալ և ռացիոնալիստական ոճով: Օրինակ՝ EUR թաղամասը (**Esposizione Universale Roma**) յուրահատուկ թաղամասերից է, որը խիստ տարբերվում է քաղաքի պատմական կենտրոնից: EUR թաղամասի սկզբնական կառուցվածքը եղել է՝ լայն ուղիղ պողոտաներով, խիստ սիմետրիկ պլանավորմամբ և մեծ կանաչ տարածքներով: 1940-ականներին այն դեռ մասամբ կառուցման փուլում էր, քանի որ նախատեսված էր 1942-ի համաշխարհային ցուցահանդեսի համար, որը չկայացավ Երկրորդ համաշխարհային պատերազմի պատճառով: 1950–60-ականներին արդեն ձևավորվում են բնակելի զանգվածներ՝ շրջապատված վարչական ու մոնումենտալ շենքերով (նկ. 5): EUR-ը նախագծվել էր որպես «իդեալական քաղաք»՝ համատեղելով դասական հռոմեական ոճը և 20-րդ դարի ռացիոնալիստական ճարտարապետությունը: Բնակելի թաղամասերը հաճախ տեղակայված էին խոշոր պետական ու ցուցադրական շենքերի շուրջ՝ ստեղծելով լայն, բաց և կարգավորված տարածքներ: Այն գտնվում է Հռոմի հարավային հատվածում և այսօր հանդիսանում է բիզնես և վարչական կենտրոն, բնակելի թաղամաս, ճարտարապետական կարևոր համալիր (նկ. 6) [7]:



Նկ. 5. EUR թաղամասի քաղաքային տեսարաններ (1940–1960-ականներ)



Նկ. 6. Հռոմի արևմտյան մասում գտնվող EUR թաղամասի բնակելի շրջաններ [7]

Հայտնի է իր յուրահատուկ ոճով՝ լայն պոդոտաներ և սիմետրիկ պլանավորում, մեծ, մոնումենտալ շենքեր, **ռացիոնալիզմ, հին հռոմեական դասական ոճի համադրություն:**

Ուսումնասիրության ընթացքում բացահայտվել են մի շարք հիմնարար խնդիրներ.

Իրավական և ինստիտուցիոնալ թերի համակարգեր.

Գործող օրենսդրությունը հիմնականում ձևավորվել է ավելի վաղ ժամանակաշրջաններում, երբ մշակութային ժառանգություն ասելով հիմնականում նկատի էին ունենում հնագույն և միջնադարյան հուշարձանները: Այդ պատճառով չափանիշները՝ հնության, բացառիկության կամ «պատմական արժեքի» վերաբերյալ, հաճախ չեն հարմարեցված 20-րդ դարի ժառանգությանը, որը կարող է չունենալ «հնության» գործոնը, բայց ունենալ բարձր ճարտարապետական, քաղաքաշինական կամ սոցիալ-մշակութային արժեք:

Բացակայում են հստակ մեթոդաբանական մոտեցումներ, որոնք թույլ կտան գնահատել նորագույն շրջանի կառույցները: Օրինակ, 20-րդ դարի շենքերի արժեքը հաճախ կապված է ոչ միայն դրանց գեղարվեստական հատկանիշների, այլև տեխնոլոգիական նորարարությունների, գաղափարական նշանակության կամ տվյալ ժամանակաշրջանի հասարակական կյանքի արտացոլման հետ [8]: Այս բազմաշերտությունը դժվարացնում է միասնական չափանիշների սահմանումը: Հասարակական ընկալումը ևս դեր ունի. 20-րդ դարի շատ կառույցներ դեռևս չեն ընկալվում որպես «ժառանգություն», այլ դիտարկվում են որպես հին, բայց փոխարինելի շենքեր: Սա նվազեցնում է դրանց պահպանության նկատմամբ քաղաքական կամքը և նպաստում է օրենսդրական բացերի պահպանմանը:

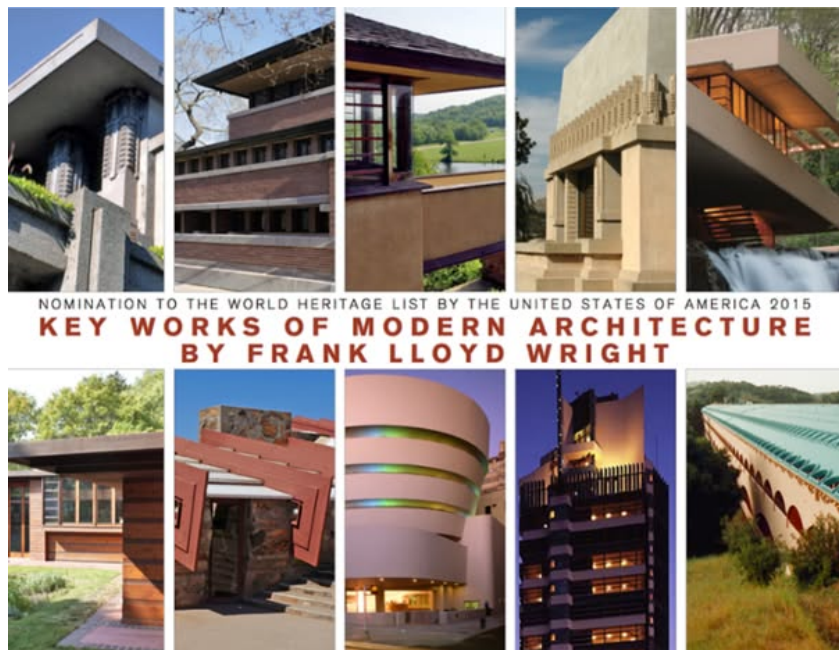
Արդյունքում՝ հստակ չափանիշների և արդյունավետ ինստիտուցիոնալ մեխանիզմների բացակայությունը բերում է նրան, որ 20-րդ դարի բազմաթիվ արժեքավոր կառույցներ չեն ընդգրկվում պահպանության պետական ցանկերում, ենթարկվում են փոփոխությունների կամ քանդման, և կորում է տվյալ ժամանակաշրջանի մշակութային շերտը [9]:

Միջազգային մակարդակում մշակութային ժառանգության չափանիշները սկզբնապես ձևակերպվել են լայն և ընդհանուր ձևով՝ առանց հատուկ տարբերակման ժամանակաշրջանների միջև: Օրինակ, ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի 1972 թ. կոնվենցիան սահմանում է, որ մշակութային ժառանգություն են «մոնումենտները, շինությունների խմբերը և տարածքները, որոնք ունեն բացառիկ համընդհանուր արժեք» պատմության, արվեստի կամ գիտության տեսանկյունից: Սակայն այստեղ **չկան կոնկրետ չափանիշներ 20-րդ դարի ժառանգության առանձնահատկությունների համար**, ինչպիսիք են տեխնոլոգիական նորարարությունը կամ արդիական շարժումների ազդեցությունը: Նույն միջազգային կառույցների փաստաթղթերում շեշտվում է, որ պետությունները պետք է **հարմարեցնեն կամ ստեղծեն օրենսդրություն**, որպեսզի ապահովեն ժառանգության պաշտպանությունը: ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի առաջարկություններից մեկում նշվում է, որ անհրաժեշտ է «հարմարեցնել գործող օրենքները կամ ընդունել նորերը»՝ պատմական տարածքների պահպանության համար:

20-րդ դարի ժառանգության գնահատման բարդությունն ընդունված է նաև պրակտիկայում: Օրինակ, 20-րդ դարի ճարտարապետությունն (Ֆրենկ Լլոյդ Ռայթի գործերը) ընդգրկվում է համաշխարհային ժառանգության ցանկում ոչ թե «**հնության**», այլ **նորարարության, տեխնոլոգիական լուծումների և համաշխարհային ազդեցության** հիման վրա:

ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի Համաշխարհային ժառանգության հանձնաժողովը կուսումնասիրի ականավոր ճարտարապետ Ֆրենկ Լլոյդ Ռայթի նախագծած 10 կառույցները, որոնք առաջադրվել են

«համաշխարհային ժառանգության» ճանաչվելու համար: Ամերիկյան այս գանձերը՝ տներ, թանգարաններ և պաշտամունքի վայրեր, դասվում են ժամանակակից ճարտարապետության ամենախորհրդանշական, համարձակ և ազդեցիկ նմուշների շարքին: ԱՄՆ-ի կողմից առաջադրված «Ֆրենկ Լոյդ Ռայթի 20-րդ դարի ճարտարապետության հիմնական գործեր» փաթեթում ներառված էին հետևյալ շինությունները. *Unity Temple (Բլինդյու, Օուք Պարկ)*, *Frederick C. Robie House (Չիկագո)*, *Taliesin (Վիսկոնսին)*, *Hollyhock House (Լոս Անջելես)*, *Fallingwater (Փենսիլվանիա)*, *Herbert and Katherine Jacobs House (Վիսկոնսին)*, *Taliesin West (Արիզոնա)*, *Solomon R. Guggenheim Museum (Նյու Յորք)*, *Pauganվեցին՝ Price Tower (Օկլահոմա)*, *Marin County Civic Center (Կալիֆոռնիա)*: Սկզբում առաջադրվել էր 10 կառույց (նկ. 7) [10]: Սակայն երկար քննարկումներից հետո վերջնական տարբերակում մնաց 8 կառույց, որոնք 2019թ. ընդգրկվեցին **ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի** Համաշխարհային ժառանգության ցանկում:



Նկ. 7. Ֆրենկ Լոյդ Ռայթի նախագծած 10 կառույցները
(ընդգրկված ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի Համաշխարհային ժառանգության ցանկում) [10]

Ժամանակակից (մոդեռնիստական) ժառանգության օրինակներում (օր. Բաուհաուսի շենքերը) ընդգծվում է, որ դրանց արժեքը կապված է **գաղափարական և մշակութային շարժումների ազդեցության հետ**, ինչը նույնպես պահանջում է հատուկ գնահատման չափանիշներ: Եթե նման չափանիշներ չկան, ապա այդ կառույցները կարող չեն չընկալվել որպես «պահպանության արժանի»: Բաուհաուսը Շինարարության գեղարվեստական ձևաստեղծման բարձրագույն դպրոց է, որը հիմնադրվել է 1919 թ. ապրիլի 12-ին՝ Սաքսոնա-Վայմարյան կերպարվեստի բարձրագույն դպրոցի և Անրի Վան դե Վելդեի հիմնած Սաքսոնա-Վայմարյան կիրառական արվեստի դպրոցի միավորման արդյունքում: Դպրոցը ղեկավարում էր գերմանացի ճարտարապետ Վալտեր Գրոպիուսը, նա ապագան դիտեց որպես «շենք, որը միավորում է բոլոր բնագավառներն ու արհեստները, որը երկինք կբարձրանա անմիջապես միլիոնավոր աշխատողների ձեռքից՝ որպես նոր հավատքի բյուրեղյա խորհրդանիշ» (նկ. 8), [11]: Հիմնական գաղափարը եղել է՝ «**արվեստի և տեխնոլոգիայի միասնություն**», գործել է 1919–1933 թթ.: Մեծ ազդեցություն է ունեցել ժամանակակից ճարտարապետության և դիզայնի վրա:



Նկ.8. Բաուհաուսը՝ Շինարարության գեղարվեստական ձևաստեղծման բարձրագույն դպրոց Տշենք, որը միավորում է բոլոր բնագավառներն ու արհեստները՝ [11]

Միջազգային փաստաթղթերը ցույց են տալիս, որ ժառանգության ընդհանուր սահմանումները չափազանց լայն են, պետություններին թողնված է որոշակի չափանիշների մշակում, իսկ 20-րդ դարի ժառանգությունը պահանջում է առանձնահատուկ մոտեցումներ:

Այս հանգամանքների համադրությունը հիմնավորում է այն պնդումը, որ գործող օրենսդրական դաշտերում հաճախ բացակայում են հստակ չափանիշներ, ինչի պատճառով 20-րդ դարի արժեքավոր օբյեկտները կարող են դուրս մնալ պետական պահպանությունից:

20-րդ դարի բազմաթիվ կառույցներ կառուցվել են այն ժամանակ նորարարական համարվող, սակայն ոչ միշտ դիմացկուն և երկարաժամկետ պահպանման համար հարմար նյութերով, ինչի հետևանքով դրանց վերականգնումն ու պահպանումը հաճախ բարդ և խնդիրներով լի գործընթաց է դարձել:

Լայն տարածում ստացավ **երկաթբետոնը**, պողպատե կոնստրուկցիաները և արդյունաբերական արտադրության նոր նյութերը: Այս նյութերը սկզբում համարվում էին հեղափոխական՝ իրենց ամրության և էժանության պատճառով, սակայն ժամանակի ընթացքում պարզ դարձավ, որ դրանք միշտ չէ, որ երկարատև են առանց խիստ պահպանման: Օրինակ, երկաթբետոնի դեպքում հաճախ տեղի է ունենում **կարբոնացում և քլորիդային քայքայում**, ինչի հետևանքով պողպատային ամրացումները ժանգոտում են և կորցնում կրողունակությունը: Մա հատկապես ընդգծված է ծովային կամ խոնավ միջավայրերում գտնվող շենքերում (օր.՝ արդյունաբերական և մոդեռնիստական կառույցներ):

Այդ ժամանակաշրջանի շատ նյութեր նախագծվել են ոչ թե դարերով պահպանվելու, այլ արագ արդյունաբերական կառուցման և տնտեսական արդյունավետության համար: Օրինակ, որոշ պանելային համակարգեր, բետոնե տարրեր կամ կոմպոզիտ նյութեր ժամանակի ընթացքում ենթարկվում են ճաքերի, ջերմային դեֆորմացիաների և կապերի թուլացման: Մա հատկապես բնորոշ է հետպատերազմյան մոդեռնիստական շինարարությանը:

20-րդ դարի կառույցների վերականգնումը բարդանում է նաև այն պատճառով, որ հաճախ բացակայում են նյութերի սկզբնական տեխնոլոգիական տվյալները կամ դրանք այլևս չեն արտադրվում նույն ձևով: Մա նշանակում է, որ վերականգնման ժամանակ անհրաժեշտ է կամ նոր նյութերի ադապտացում, կամ ամբողջական կոնստրուկտիվ լուծումների վերանայում, ինչը կարող է ազդել շենքի իսկության վրա:

Ամփոփելով՝ 20-րդ դարի նորարարական նյութերը մեծապես նպաստեցին ճարտարապետության զարգացմանը, սակայն դրանց ֆիզիկական քայքայման առանձնահատկությունները և տեխնիկական բարդություններն այսօր դարձնում են այդ կառույցների պահպանումը և վերականգնումը մասնագիտական բարձր մակարդակի և բարդ գործընթաց [12]:

Վերլուծության հիման վրա ստացված արդյունքները թույլ են տալիս ձևակերպել հետևյալ հիմնական եզրակացությունները.

Անհրաժեշտ է վերանայել 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության գնահատման չափանիշները՝ ներառելով դրա գեղարվեստական, տեխնոլոգիական և սոցիալական նշանակությունը: 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության գնահատման ավանդական մոտեցումները (հիմնականում՝ պատմական արժեք, հեղինակություն, և պահպանվածության աստիճան) այսօր համարվում են անբավարար, քանի որ դրանք չեն ընդգրկում ժամանակակից ժառանգության բարդ բնույթը՝ հատկապես արդյունաբերական, մոդեռնիստական և սոցիալապես ուղղված կառույցների դեպքում:

Նոր գնահատման մոդել - Գեղարվեստական-ճարտարապետական արժեք

Ձևաբանական նորարարություն, գեղագիտական որակներ (գեղագիտական համակարգ, հորինվածք), ռճային նշանակություն (մոդեռնիզմ, բրուտալիզմ և այլն), հեղինակի ներդրում, տեխնոլոգիական և նյութական արժեք, կառուցման նորարար տեխնոլոգիաներ:

Նյութերի փորձարարական կիրառություն (բետոն, պողպատ, նախալարված համակարգեր), ինժեներական լուծումների յուրահատկություն, կառուցվածքային արդյունավետություն և կայունություն

Սոցիալ-մշակութային արժեք - Սոցիալական գործառույթ (բնակարան, արդյունաբերություն, հանրային տարածք), հիշողության և ինքնության դեր, քաղաքային միջավայրի վրա ազդեցություն, օգտագործողների համայնքային նշանակություն:

Մոդելի հիմնական գաղափարի նորարարությունն այն է, որ ժառանգությունը չի դիտարկվում միայն որպես «պահպանման օբյեկտ», այլ՝ որպես **բազմաշերտ համակարգ**, որտեղ արժեքը ձևավորվում է ոչ միայն պատմական հեռավորությամբ, այլ նաև տեխնոլոգիական առաջընթացով և սոցիալական կենդանի գործառույթով:

Պետք է խթանել հարմարվող վերաօգտագործման մոտեցումները, որոնք հնարավորություն կտան համատեղել պահպանությունը և ժամանակակից գործառույթային պահանջները: Հասարակության իրազեկվածության բարձրացումը և մասնագիտական կրթության զարգացումը կարող են էապես նպաստել ժառանգության պահպանությանը: 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանությունը պահանջում է համակցված մոտեցում՝ ներառելով գիտական, իրավական, սոցիալական և տնտեսական գործոնների ներդաշնակեցում:

Ընդհանուր առմամբ, ստացված արդյունքները հաստատում են, որ 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության մարտահրավերները Հայաստանում չեն սահմանափակվում միայն նյութական խնդիրներով, այլ ներառում են արժեքային, ինստիտուցիոնալ և մշակութային մակարդակներ: Քննարկման արդյունքում ձևակերպված մոտեցումները կարող են հիմք հանդիսանալ նոր քաղաքականությունների և մեթոդաբանական ուղեցույցների մշակման համար՝ ուղղված այս ժառանգության ճանաչմանը, պաշտպանությանը և ժամանակակից հասարակական կյանքում դրա ակտիվ ներգրավմանը:

Իրավական և ինստիտուցիոնալ բարեփոխումներ՝ մշակել և ներդնել 20-րդ դարի ճարտարապետական օբյեկտների նույնականացման, արժևորման, դասակարգման և պահպանման կարգավիճակի տրամադրման հստակ, չափելի և թափանցիկ չափորոշիչներ: Սահմանել այդ չափորոշիչների կիրառման միասնական ընթացակարգեր՝ ներառելով մասնագիտական փորձաքննության, հանրային քննարկման և որոշումների կայացման մեխանիզմներ: Միաժամանակ ամրապնդել օբյեկտների իրավական պաշտպանությունը՝ հստակեցնելով դրանց պահպանման,

օգտագործման, վերականգնման և փոփոխման թույլատրելի սահմանները, ինչպես նաև վերահսկողության և պատասխանատվության գործիքակազմը:

Մասնագիտական կարողությունների և կրթության խթանում՝ զարգացնել մասնագիտական վերապատրաստման ծրագրեր ճարտարապետների, քաղաքաշինարարների և ժառանգության պահպանության մասնագետների համար, ինչպես նաև ընդգրկել թեման կրթական ծրագրերում:

Արդյունքները վկայում են, որ տվյալ ժամանակաշրջանի ճարտարապետությունը դեռևս ամբողջությամբ չի ընկալվում որպես լիարժեք մշակութային արժեք, ինչը զգալիորեն խոչընդոտում է դրա պահպանման արդյունավետ կազմակերպմանը, որն էլ ունի մի շարք հիմնավոր պատճառներ: Հասարակական գիտակցության մեջ մշակութային արժեք ասելով հաճախ պատկերացվում են ավելի հին՝ «դասական» կամ միջնադարյան հուշարձանները: Այդ շրջանի կառույցները հաճախ կապված են պատմական կամ քաղաքական բարդ փուլերի հետ, ինչը կարող է առաջացնել բացասական վերաբերմունք: Իրավական և ինստիտուցիոնալ դաշտում ևս առկա են բացեր՝ շատ շենքեր չունեն հուշարձանի կարգավիճակ, հետևաբար չեն գտնվում պետական պաշտպանության տակ [13]: Ներդրողների և սեփականատերերի համար հաճախ ավելի շահավետ է հին շենքի փոխարեն կառուցել նորը, քան պահպանել և վերականգնել գոյություն ունեցողը, հատկապես եթե վերջինս դեռևս չի գնահատվում որպես արժեք:

Այս բոլոր գործոնների համակցությունը հանգեցնում է նրան, որ տվյալ ժամանակաշրջանի ճարտարապետությունը չի ստանում բավարար ճանաչում և պաշտպանություն, ինչն էլ խոչընդոտում է դրա պահպանման արդյունավետ կազմակերպմանը:

Եզրակացություն

Հետազոտության արդյունքում պարզ դարձավ, որ Հայաստանի Հանրապետությունում 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության կառավարումն ու պահպանությունը գտնվում են անցումային փուլում և բխվում են բազմաբնույթ մարտահրավերների: Ուսումնասիրությունը ցույց է տվել, որ տվյալ ժամանակաշրջանի ճարտարապետական արժեքների զգալի մասը շարունակում է մնալ իրավական անորոշության դաշտում՝ չունենալով համապատասխան պահպանական կարգավիճակ, ինչի հետևանքով դրանք առավել խոցելի են քաղաքաշինական ճնշումների և շուկայական շահերի նկատմամբ: Մինևույն ժամանակ, արձանագրվել է մասնագիտական և հանրային ընկալման պակաս, որը խոչընդոտում է 20-րդ դարի ճարտարապետության արժևորմանը որպես մշակութային ժառանգության անբաժանելի մաս:

Եզրակացությունների հիման վրա կարելի է պնդել, որ գործող կառավարման և պահպանության մեխանիզմները հիմնականում արձագանքային բնույթ ունեն և չեն ապահովում կանխարգելիչ ու երկարաժամկետ պաշտպանություն: Այս հանգամանքն ընդգծում է համակարգային մոտեցման անհրաժեշտությունը, որը կներառի իրավական, ինստիտուցիոնալ, մասնագիտական և կրթական բաղադրիչների համադրումը: Հատկապես կարևոր է 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության դիտարկումը ոչ միայն որպես անցյալի վկայություն, այլև որպես ժամանակակից քաղաքային միջավայրի զարգացման և ինքնության ձևավորման ակտիվ ռեսուրս:

Ամփոփելով, կարելի է եզրակացնել, որ 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության արդյունավետ կառավարումը Հայաստանում պահանջում է համակողմանի և երկարաժամկետ ռազմավարություն, որը կխաբսխվի գիտական ուսումնասիրությունների, միջազգային փորձի և տեղական համատեքստի համադրման վրա: Նման մոտեցումը կարող է նպաստել ոչ միայն արժեքավոր ճարտարապետական օբյեկտների պահպանությանը, այլև կայուն քաղաքային զարգացման և մշակութային ինքնության հարստացմանը:

Գրականության ցանկ

- [1] **Ա. Աղասյան**, Հայաստանի խորհրդային շրջանի ճարտարապետությունը. ձևավորման և զարգացման հիմնախնդիրներ. ճարտարապետության և շինարարության ազգային համալսարան, Երևան, 2015:
- [2] **Doğan Huriye Armağan**, Perception of the Modern Movement in Architecture as Cultural Heritage, 2020, Vol. 16, no. 1, pp. 65 – 78, <https://doi.org/10.2478/mik-2020-0004>
- [3] **Neri, G.** The transformation of 20th-century heritage: a case study of the musealization of the Cité Frugés in Pessac. Archit. Struct. Constr. **5**, 41 (2025). <https://doi.org/10.1007/s44150-025-00160-4>
- [4] Կիրակոսյան Լ., Երևանի ճարտարապետական կերպարի պատմական զարգացումը, Աշխատություններ Հայաստանի պետական պատմական թանգարանի 8, ՀՀ անկախության 30-ամյակին նվիրված հանրապետական գիտաժողովի նյութեր, Երևան, Հայաստանի պատմության թանգարան, 2021, էջեր 247-253:
- [5] https://hy.wikipedia.org/wiki/%D4%B5%D6%80%D5%AB%D5%BF%D5%A1%D5%BD%D5%A1%D6%80%D5%A4%D5%A1%D5%AF%D5%A1%D5%B6_%D5%BA%D5%A1%D5%AC%D5%A1%D5%BF#
- [6] <https://visityerevan.am/browse/culture-historical-buildings/am/>
- [7] **Ն.Է. Մխիթարյան**, Երեվանի հանրապետության հրապարակի ծավալատարածական հորինվածքի վերլուծություն ՃՇՀԱՀ գիտ. աշխ.1 (85), (2023) էջ 112-124:
- [8] <https://www.lejournaldesarts.fr/patrimoine/rome-aura-bientot-son-musee-de-lanthropocene-163742>, https://en.wikipedia.org/wiki/EUR,_Rome#cite_note-storia2-6
- [9] **V. Paperny**, Architecture in the Age of Stalin: Culture Two. Cambridge University Press., Cambridge, 2002.
- [10] **M. Petzet**, Principles of preservation: An introduction to the International Charters for Conservation and Restoration. ICOMOS, Munich, 2009.
- [11] <https://www.doi.gov/news/photos/10-buildings-by-frank-lloyd-wright-nominated-to-the-world-heritage-list>
- [12] <https://fastnews.am/sport/post/bavouhavous-legendar-dprvocy>
- [13] <https://escs.am/am/static/monuments?s=culture>

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ АРМЕНИИ 20-ГО ВЕКА

Арменуи Альбертовна Алексанян*, Люба Владимировна Киракосян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

*aleksanyan.armenuhi@yandex.com

В статье рассматривается комплекс актуальных проблем в области управления и сохранения архитектурного наследия 20-го века в Армении. Анализируются особенности оценки архитектурных сооружений данного периода, эффективность правовых и управленческих механизмов, а также роль профессионального и общественного восприятия в процессе сохранения наследия. Обсуждаются угрозы, возникающие в результате стремительного городского развития, экономических факторов и недостаточности нормативно-правовой базы. В статье подчеркивается необходимость междисциплинарного подхода, применения международного опыта и разработки комплексных стратегий для обеспечения сохранения и устойчивого управления архитектурным наследием 20-го века.

Ключевые слова: архитектура 20-го века, культурное наследие, сохранение, управленческая политика, градостроительство

PROBLEMS OF PRESERVING THE ARCHITECTURAL HERITAGE OF 20TH-CENTURY ARMENIA

Armenuhi Aleksanyan*, Lyuba Kirakosyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

**aleksanyan.armenuhi@yandex.com*

The article presents a comprehensive set of current issues in the management and preservation of Armenia's 20th-century architectural heritage. It analyzes the specific features of valuing architectural structures from this period, the effectiveness of legal and administrative mechanisms, as well as the role of professional and public perception in the heritage preservation process. The threats arising from rapid urban development, economic factors, and the imperfections of the regulatory and legal framework are discussed. The article emphasizes the need for interdisciplinary approaches, the application of international experience, and the development of comprehensive strategies to ensure the preservation and sustainable management of 20th-century architectural heritage.

Keywords: 20th-century architecture, cultural heritage, preservation, management policy, urban planning

Ալեքսանյան Արմենուհի Ալբերտի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Դիզայն ամբիոն, դասախոս, հայցորդ, (+374)94477434, aleksanyan.armenuhi@yandex.com, **Կիրակոսյան Լյուբա Վլադիմիրի, ճ.դ., պրոֆեսոր** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Ճարտարապետության տեսության, պատմության և ժառանգության ամբիոն, (+374)91775869, kirakosyanlyuba@gmail.com

Александян Арменуи Альбертовна (РА, г. Ереван) – НУАКА, кафедра Дизайна, преподаватель, соискатель, (+374)94477434, aleksanyan.armenuhi@yandex.com, **Киравосян Люба Владимировна, доктор архит., профессор** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Теории, истории и наследия архитектуры, (+374)91775869, kirakosyanlyuba@gmail.com

Aleksanyan Armenuhi (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Design, lecturer, claimant, (+374)94477434, aleksanyan.armenuhi@yandex.com, **Kirakosyan Lyuba, Doctor of Science (Architecture), Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Theory, History and Heritage of Architecture, (+374)91775869, kirakosyanlyuba@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 04.04.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 25.04.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏԱԿԱՆ ԺԱՌԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՓՈԻԼԻ ՌԱԶՄԱՎԱՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Արմենուհի Ալբերտի Ալեքսանյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
aleksanyan.armenuhi@yandex.com

Հոդվածում վերլուծվում են ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կառավարման ժամանակակից ռազմավարությունները, պայմանավորված արագ քաղաքաշինական զարգացմամբ, գլոբալացմամբ և տեխնոլոգիական առաջընթացով: Քննարկվում են ոլորտի հիմնական մարտահրավերները՝ քաղաքաշինական ճնշում, իրավական մեխանիզմների անկատարություն, ֆինանսական սահմանափակումներ և հանրային իրազեկվածության պակաս: Հայաստանի Հանրապետությունում ճարտարապետական հարուստ ժառանգությունը բախվում է պահպանության և կառավարման լուրջ խնդիրների: Վերլուծվում են հայաստանյան որոշ օրինակներ և բացահայտվում ինստիտուցիոնալ ու կարգավորիչ համակարգերի առկա բացերը: Առաջարկվում է համալիր մոտեցում, հիմնված կայուն զարգացման սկզբունքների, թվային փաստագրման տեխնոլոգիաների, պատմական շենքերի հարմարվող վերօգտագործման և հանրային ակտիվ մասնակցության վրա: Ճարտարապետական ժառանգության արդյունավետ կառավարումը պահանջում է հավասարակշռված ռազմավարություն, որը միաժամանակ կապահովի մշակութային արժեքների պահպանությունը և դրանց ներդաշնակ ինտեգրումը ժամանակակից քաղաքային միջավայրում՝ նպաստելով երկարաժամկետ մշակութային և տնտեսական կայունությանը:

Բանալի բառեր. ճարտարապետական ժառանգություն, պահպանություն, կառավարում, կայուն զարգացում, թվայնացում

Ներածություն

Ճարտարապետական ժառանգությունը յուրաքանչյուր ժողովրդի մշակութային ինքնության առանցքային բաղադրիչներից է, որն արտացոլում է պատմական զարգացման փուլերը, գեղարվեստական մտածողությունը և կառուցողական ավանդույթները: Այն ոչ միայն անցյալի արժեքավոր վկայություն է, այլև ժամանակակից հասարակության սոցիալ-մշակութային և տնտեսական զարգացման կարևոր ներուժ [1]:

21-րդ դարում ճարտարապետական ժառանգության պահպանությունն ու կառավարումը բախվում են նոր և բազմաբնույթ մարտահրավերների, որոնք պայմանավորված են գլոբալացմամբ, արագ քաղաքաշինական զարգացմամբ, կլիմայական փոփոխություններով և տեխնոլոգիական առաջընթացով: Հատկապես զարգացող քաղաքներում նոր կառուցապատումների ինտենսիվությունը հաճախ հակասում է պատմական միջավայրի պահպանության պահանջներին՝ առաջացնելով արժեքների կորստի վտանգ:

Հայաստանի Հանրապետությունը, ունենալով հարուստ և բազմաշերտ ճարտարապետական ժառանգություն, սկսած հնագույն հուշարձաններից մինչև 19–20-րդ դարերի քաղաքաշինական շերտեր, կանգնած է պահպանության և կառավարման արդիականացման անհրաժեշտության առջև [2]: Վերջին տարիներին իրականացվել են որոշակի քայլեր, ուղղված օրենսդրական կարգավորման և պահպանական ծրագրերի իրականացմանը, սակայն դեռևս առկա են համակարգային խնդիրներ՝ կապված կառավարման արդյունավետության, ֆինանսավորման և հանրային ներգրավվածության հետ:

Այս համատեքստում հողվածի նպատակն է վերլուծել ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կառավարման ժամանակակից մոտեցումները, բացահայտել առկա հիմնախնդիրները և առաջարկել ռազմավարական ուղղություններ, որոնք կարող են նպաստել ոլորտի կայուն զարգացմանը:

Հետազոտության գիտական նորույթը պայմանավորված է ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կառավարման ժամանակակից փուլի ռազմավարությունների վերախմաստավորմամբ՝ դրանք դիտարկելով ոչ միայն որպես առանձին հուշարձանների պահպանության ուղղված միջոցառումների համակցություն, այլ որպես բազմաշերտ և փոխկապակցված գործընթաց, որը ներառում է սոցիալ-տնտեսական, մշակութային արժեքների և քաղաքաշինական զարգացման համատեքստերը [3]: Միաժամանակ, առաջարկվում է ինտեգրված մոտեցում, որի շրջանակներում իրավական կարգավորումները, տնտեսական մեխանիզմները, տեխնոլոգիական նորարարությունները և սոցիալական գործոնները դիտարկվում են ոչ թե առանձին, այլ փոխազդող և փոխլրացնող համակարգի մեջ՝ ձևավորելով միասնական և արդյունավետ կառավարման մոդել: Այս մոդելի էությունն այն է, որ տարբեր ոլորտներ՝ իրավական, տնտեսական, տեխնոլոգիական և սոցիալական, չեն դիտարկվում առանձին-առանձին, այլ որպես փոխկապակցված և փոխլրացնող բաղադրիչներ մեկ միասնական համակարգի շրջանակում:

Խնդիրներ և բացթողումներ - Անբավարար վերահսկողություն, մասնագիտական կադրերի պակաս, ծրագրերի անկայունություն:

Առաջարկվող ռազմավարություն - Ժամանակակից փուլում առաջարկվում է կիրառել հետևյալ հիմնական ուղղությունները. օրենսդրական բարեփոխումներ, թվային տվյալների միասնական բազայի ստեղծում, հանրային-մասնավոր գործընկերության զարգացում, կրթական ծրագրերի ընդլայնում և կայուն տուրիզմի խթանում:

Նյութեր և մեթոդներ

Հետազոտության իրականացման համար կիրառվել է համակցված մեթոդաբանական մոտեցում, որը ներառում է տեսական, համեմատական և վերլուծական մեթոդների ամբողջություն, ուղղված ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կառավարման ժամանակակից ռազմավարությունների բացահայտմանը:

Հետազոտության հիմքում ընկած են՝

- միջազգային գիտական գրականություն, նվիրված ճարտարապետական ժառանգության պահպանության տեսությանը և պրակտիկային,
- իրավական և նորմատիվ փաստաթղթեր (ՀՀ օրենքներ, միջազգային կոնվենցիաներ և ուղեցույցներ),
- Հայաստանի Հանրապետության տարածքում գտնվող ճարտարապետական հուշարձանների վերաբերյալ փաստագրական և վիճակագրական տվյալներ,
- նախորդ հետազոտությունների արդյունքներ և փորձագիտական հրապարակումներ:

Ուշադրություն է դարձվել հայկական ճարտարապետական ժառանգության առանձին օրինակներին, որոնք դիտարկվել են որպես դեպքային ուսումնասիրություններ ոլորտում առկա խնդիրների և հաջողված փորձի բացահայտման նպատակով [4]:

Հետազոտության ընթացքում կիրառվել են հետևյալ մեթոդները.

- **Վերլուծական մեթոդ**, հիմնված տեսական աղբյուրների և փաստաթղթերի համակողմանի ուսումնասիրության վրա, որի նպատակն է բացահայտել առկա հիմնական խնդիրները և բնորոշել զարգացման հիմնական միտումները,
- **Համեմատական մեթոդ**՝ միջազգային և տեղական փորձի համադրության և գնահատման նպատակով,
- **Դեպքային ուսումնասիրության մեթոդ**, որոշակի ճարտարապետական հուշարձանների պահպանության և կառավարման փորձի վերլուծության համար,
- **Համակարգային մոտեցում**՝ ժառանգության պահպանությունը դիտարկելով որպես բազմաշերտ և փոխկապակցված գործընթաց,
- **Դիտարկում և նկարագրական վերլուծություն**, առկա իրավիճակի գնահատման և հիմնախնդիրների ձևակերպման համար:

Այս մեթոդաբանական մոտեցումը հնարավորություն է տալիս ապահովել հետազոտության բազմակողմանիություն և ստանալ հիմնավորված եզրակացություններ, ուղղված ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կառավարման արդյունավետ ռազմավարությունների մշակմանը [5]:

Արդյունքներ և քննարկում

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կառավարման համակարգը ժամանակակից փուլում գտնվում է վերափոխման գործընթացում, պայմանավորված ինչպես գլոբալ, այնպես էլ տեղական գործոններով: Վերլուծությունը բացահայտում է, որ ոլորտում առկա խնդիրները կրում են համակարգային բնույթ և պահանջում են համալիր լուծումներ [6]:

Քաղաքաշինական ինտենսիվ զարգացումը, հատկապես Երևան քաղաքում, հանգեցնում է պատմական միջավայրի մասնատման և արժեքների կորստի: Ուսումնասիրությունները ցույց են

տալիս, որ առանց հստակ մշակված կառավարման ռազմավարության պատմական թաղամասերը կորցնում են իրենց ինքնությունը և դառնում մասնակիորեն ձևափոխված տարածքներ: Միննույն ժամանակ, առկա են նաև դրական օրինակներ, որտեղ իրականացվել են պահպանական և վերականգնողական ծրագրեր՝ համադրելով պատմական արժեքների պահպանումը և ժամանակակից օգտագործումը [7]:

Հաջորդ կարևոր արդյունքը վերաբերում է իրավական և ինստիտուցիոնալ համակարգերին: Թեև առկա են համապատասխան օրենքներ և կարգավորումներ, դրանց կիրառման արդյունավետությունը հաճախ սահմանափակ է: Հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ վերահսկողական մեխանիզմների թուլությունը և կառավարման մարմինների միջև համագործակցության պակասը խոչընդոտում են պահպանական ծրագրերի լիարժեք իրականացմանը [8]:

Ֆինանսական գործունեությունը շարունակում է մնալ որոշիչ, պետական ֆինանսավորումը բավարար չէ՝ ապահովելու հուշարձանների ամբողջական պահպանությունը: Այս համատեքստում առանձնահատուկ կարևորություն է ստանում պետական-մասնավոր գործընկերության զարգացումը, ինչպես նաև մշակութային տուրիզմի ներուժի արդյունավետ օգտագործումը [9]:

Հանրային մասնակցության դերը գնահատվում է որպես առանցքային:

Երբ տեղական համայնքները ներգրավված են պահպանության գործընթացում, ծրագրերը դառնում են ավելի կայուն և արդյունավետ, ինչի արդյունքում իրականացվում է.

- ծրագրերի ավելի երկարաժամկետ հաջողություն,
- համայնքի կողմից նախաձեռնությունների աջակցություն և պատասխանատվության աճ,
- բնական կամ մշակութային ներուժի ավելի արդյունավետ պահպանում,
- հակամարտությունների նվազում տեղացիների և ծրագրի իրականացնողների միջև,
- տեղական գիտելիքի օգտագործում, որը բարելավում է որոշումների որակը:

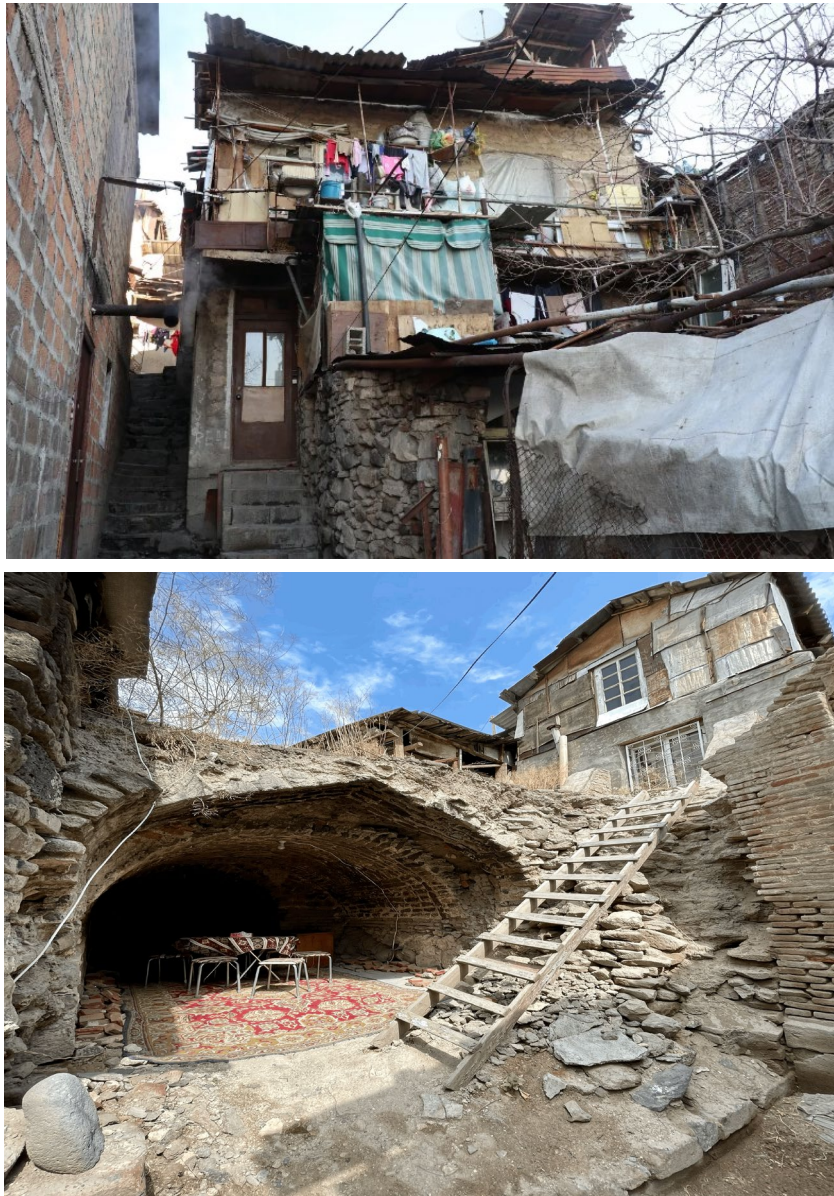
Քննարկման արդյունքում կարելի է փաստել, որ ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ժամանակակից ռազմավարությունը պետք է հիմնված լինի բազմակողմանի մոտեցման վրա՝ ներառելով իրավական բարեփոխումներ, կառավարման արդյունավետ համակարգեր, տեխնոլոգիական նորարարություններ և հասարակության ակտիվ մասնակցություն: Միայն այսպիսի ինտեգրված մոտեցումը կարող է ապահովել ժառանգության պահպանության և զարգացման հավասարակշռությունը [10]:

Ժամանակակից մարտահրավերներ - Քաղաքաշինական ճնշում

Երևանում և այլ քաղաքներում ակտիվ կառուցապատումը հաճախ հանգեցնում է պատմական միջավայրի խաթարմանը: Օրինակ, Կոնդ թաղամասը, լինելով պատմական արժեքավոր միջավայր, դեռևս չունի ամբողջական վերականգնման և կառավարման ռազմավարություն (նկ. 3): Այժմ հիմնականում հետնախորշերից բաղկացած Կոնդը քաղաքաշինական մեծ խնդիր է Երևանի համար: Վիճակն օրհասական է նաև կոնդեցի ընտանիքներում, որոնք 21-րդ դարում շարունակում են ապրել կենցաղային ոչ բավարար պայմաններում: Կառավարությունը 2024թ. հունիսի

27-ի նիստում այս տներն ու հողատարածքները ճանաչեց հանրային գերակա շահ. տարածքը ներառում է «ՀայՓոստ»-ի գլխավոր մասնաշենքը, Կոնդ թաղամասը՝ մինչև Պոռշյան փողոցի սկզբնամաս: Ծրագրից դուրս են մնում միայն Կոնդի Սուրբ Հովհաննես եկեղեցին ու եկեղեցապատկան շինությունները:

Կոնդի վերակառուցման ծրագիր ներկայացրած ընկերությունը պատրաստ է ներդրումների. վերակառուցել Երևանի Կոնդ թաղամասն իր ինքնատիպ ոճով:



*Նկ. 3. Կոնդ թաղամասի լուսանկարներ՝
հին տներ, ժանգոտած տանիքներ, փլվող պատեր*

World Trade Center Yerevan համալիրի նախագծող է ընտրվել բրիտանական **Foster + Partners** ճարտարապետական ստուդիան: Որոշումն ընդունվել է խիստ և մրցակցային ընտրության արդյունքներով, ասվում է ընկերության հայտարարության մեջ (նկ. 4), [11]:



Նկ. 4. Կոնդ թաղամասի վերակառուցման առաջարկ [11]

Միջազգային բյուրոյի ընտրությունը դարձել է նախագծի իրականացման կարևոր փուլ: Ստուդիան, որը հիմնադրել է լեգենդար Նորման Ֆոսթեր-ը, ձևավորել է աշխարհում բազմաթիվ նշանավոր կառույցների տեսքը՝ մշակութային կենտրոններից մինչև երկնաքերեր:

Հիմնական խնդիրները սովորաբար նշվում են հետևյալ ուղղություններով.

Անհամակարգված սեփականություն և կառուցապատում

Կոնդում խառն են պետական, համայնքային և մասնավոր տները, ինչն անհնար է դարձնում միասնական վերակառուցման ծրագրի արագ իրականացումը: Շատ դեպքերում վերանորոգումները կատարվում են մասնավոր նախաձեռնությամբ՝ առանց ընդհանուր ճարտարապետական հսկողության:

Քաղաքաշինական տեսանկյունից այստեղ մի քանի փոխկապակցված խնդիր կա.

Պետական, համայնքային և մասնավոր գույքերի համատեղ գոյությունը նշանակում է, որ ցանկացած նախագիծ պահանջում է բազմակի համաձայնեցումներ: Մեկ շենքի կամ բակի ներսում անգամ կարող են լինել տարբեր սեփականատերեր, ինչը գործնականում «կանգնեցնում» մեծածավալ ծրագրերը:

Իրավական և փոխհատուցման բարդություններ - Վերակառուցման համար անհրաժեշտ է կամ բնակիչների վերաբնակեցում, կամ փոխհատուցում (գնահատումները տարբեր են, մարդիկ հաճախ չեն համաձայնում վաճառել, գործընթացը ձգձգվում է տարիներով): Սա քաղաքաշինական վերակառուցման ամենաբարդ հատվածներից մեկն է՝ իրավական և փոխհատուցման խնդիրները: Այն սովորական երևույթ է շատ երկրներում, երբ խոսքը վերաբերում է բազմաբնակարան կամ խիտ կառուցապատված տարածքների վերափոխմանը: Խնդիրը ոչ միայն ֆինանսական է, այլ **կառավարման և իրավական համակարգման**: Քանի դեռ այդ երեքը միասին չեն աշխատում, Կոնդի նման տարածքներում փոփոխությունները շարունակելու են լինել մասնակի ու անհամաչափ:

Պատմամշակութային արժեքների պահպանություն - Թաղամասի պատմական շերտը՝ նեղ փողոցները, հին տները և ճարտարապետական առանձնահատկությունները, հաճախ վտանգված են կամ աստիճանաբար կորում են՝ նոր կառուցապատման ճնշման տակ:

Ենթակառուցվածքների մաշվածություն - Ջրամատակարարում, կոյուղի, ճանապարհներ և կոմունալ համակարգերը հիմնականում հնացած են և պահանջում են համալիր վերազինում, առկա են քանդված կամ քայքայված քարաշեն տներ (ժանգոտած տանիքներ, փլվող պատեր, անբարեկարգ բակեր ու նեղ փողոցներ, շինարարական տարածքներ, որտեղ հին տներն արդեն քանդվել են): Կոնդը համարվում է Երևանի ամենահին թաղամասերից մեկը, բայց այսօր դրա մեծ մասը գտնվում է վատ վիճակում՝ «քայքայված տներ, երբեմն առանց ջեռուցման կամ ջրամատակարարման» (նկ. 3):

Ռազմավարական մոտեցման բացակայություն - Չնայած վերականգնման գաղափարները պարբերաբար քննարկվում են, երկարաժամկետ և ամբողջական գլխավոր հատակագծի բացակայությունը խոչընդոտում է դրանց հետևողական իրականացմանը: Երկարաժամկետ և ամբողջական գլխավոր հատակագծի բացակայությունը խանգարում է, որովհետև բացակայում է հստակ տեսլականը և առաջնահերթությունների սահմանումը, տարբեր ծրագրեր և նախաձեռնություններ իրականացվում են հատվածաբար և չհամակարգված, չկա գործողությունների հաջորդականություն և ժամանակացույց, ռեսուրսների (ֆինանսական, մարդկային) բաշխումը դառնում է ոչ արդյունավետ, ներգրավված կողմերի (պետություն, համայնք, մասնավոր հատված) միջև համակարգումը թուլանում է:

Իրավական և ինստիտուցիոնալ խնդիրներ - Չնայած ՀՀ-ում գործում են ժառանգության պահպանությանը վերաբերող օրենքներ, դրանց կիրառման մեխանիզմները հաճախ թերի են: Վերահսկողության և պատասխանատվության համակարգերը լիարժեք չեն գործում:

Ֆինանսական սահմանափակումներ - Պահպանական աշխատանքները պահանջում են զգալի ներդրումներ, մինչդեռ պետական և մասնավոր ֆինանսավորման աղբյուրները սահմանափակ են:

Հանրային իրազեկվածության պակաս - Հասարակության լայն շերտերում հաճախ բացակայում է ժառանգության արժեքի գիտակցումը, ինչը բարդացնում է պահպանման գործընթացը:

Ժամանակակից ռազմավարական մոտեցումներ - Համակարգային կառավարում

Ժառանգության պահպանությունը պետք է իրականացվի ինտեգրված կառավարման համակարգի միջոցով, որը ներառում է՝ պետական մարմինների և մասնավոր հատվածի համագործակցություն, երկարաժամկետ ռազմավարությունների մշակում, մշտադիտարկման մեխանիզմների ներդրում:

Կայուն զարգացում և հարմարվող վերօգտագործում - Պատմական շենքերի նոր ֆունկցիաներով օգտագործումը (օրինակ՝ մշակութային կենտրոններ, հյուրատներ) կարող է ապահովել դրանց պահպանությունը և տնտեսական կենսունակությունը:

Հանրային մասնակցություն - Համայնքների ներգրավումը կարևոր գործոն է: Օրինակ՝ տեղական նախաձեռնությունները կարող են նպաստել հուշարձանների պահպանությանը և վերականգնմանը:

Եզրակացություն

Ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կառավարման ժամանակակից ռազմավարությունը պահանջում է համալիր և ինտեգրված մոտեցում, որը միավորում է գիտական, տեխնոլոգիական, իրավական և հասարակական գործիքակազմերը:

Արդյունքում պարզվեց, որ հիմնական մարտահրավերներն են՝ քաղաքաշինական ճնշումը, իրավական և ինստիտուցիոնալ բացերը, ֆինանսական սահմանափակումները և հանրային մասնակցության պակասը: Հայաստանի համար կարևոր է համադրել միջազգային փորձը և տեղական առանձնահատկությունները՝ ստեղծելով կայուն և արդյունավետ համակարգ, որը կապահովի ժառանգության պահպանումն ապագա սերունդների համար: Հայաստանում մշակութային ժառանգության արդյունավետ պահպանումը հիմնված է պետական ու մասնավոր հատվածների համագործակցության, թվայնացման, պատմական շենքերի ադապտիվ վերօգտագործման և համայնքային մասնակցության վրա, ինչը ստեղծում է կայուն համակարգ՝ ժառանգությունը դարձնելով սոցիալ-տնտեսական զարգացման ռեսուրս:

Վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ միայն համալիր և բազմաշերտ ռազմավարության կիրառմամբ է հնարավոր ապահովել պատմական միջավայրի պահպանումը՝ համադրված ժամանակակից օգտագործման և կայուն զարգացման սկզբունքների հետ:

Այսպիսով, ժամանակակից ռազմավարությունը պետք է միաժամանակ պահպանման և զարգացվածության ուղեցույց հանդիսանա, ինչը կնպաստի մշակութային արժեքների փոխանցմանն ապագա սերունդներին և Հայաստանի ճարտարապետական ժառանգության երկարաժամկետ կայունությանը:

Գրականության ցանկ

- [1] Թ. Թորամանյան, Նյութեր հայկական ճարտարապետության պատմության, գիրք 2, Երևան, 1948:
- [2] Վ.Մ. Հարությունյան, Հայկական ճարտարապետության պատմություն, Երևան, 1992:
- [3] Յու. Սաֆարյան, Ջ. Մուրադյան, Ս. Թովմասյան, Մ. Դավթյան, Հայաստանի Հանրապետության թույլ յուրացված տարածաշրջանների քաղաքաշինության կայուն զարգացման ուղիները, Երևան, 2011:

- [4] **F.G. Matero**, Ethics and policy in conservation. Journal of the American Institute for Conservation 46(3) (2007) 169–175.
- [5] **A.P. Roders, R. Van Oers**, Bridging cultural heritage and sustainable development. Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development 1(1) (2011) 5-14.
- [6] **F. Bandarin, R. Van Oers**, The Historic Urban Landscape: Managing Heritage in an Urban Century. Wiley-Blackwell, 2012, <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000228283>>.
- [7] **ՀՀ օրենքը** Պատմության և մշակույթի անշարժ հուշարձանների և պատմական միջավայրի պահպանության և օգտագործման մասին, 1998:
- [8] **J. Jokilehto**, International Charters on Urban Conservation: Some Thoughts on the Principles. Journal of Architectural Conservation 13(1) (2007) 7–17.
- [9] **UNESCO World Heritage Centre**. Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. UNESCO, 2021.
- [10] **ՀՀ կառավարություն**, Պատմամշակութային ժառանգության պահպանության պետական քաղաքականություն 2016, <<https://www.irtek.am/views/act.aspx?aid=87514andsc=%20>>:
- [11] <https://arlis.am/hy/acts/194630>; <https://factor.am/788905.html>; <https://www.wtca.org/world-trade-center-yerevan>; <https://www.instagram.com/p/DVYxKlriHrM/>

СТРАТЕГИЯ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА СОХРАНЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ АРХИТЕКТУРНЫМ НАСЛЕДИЕМ АРМЕНИИ

Арменуи Альбертовна Алексанян

*Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
aleksanyan.armenuhi@yandex.com*

В статье рассматриваются современные стратегии сохранения и управления архитектурным наследием в условиях стремительного градостроительного развития, глобализации и технологического прогресса. Выделяются основные вызовы, включая давление урбанизации, недостаточную эффективность правовых механизмов, ограниченные финансовые ресурсы и низкий уровень общественной осведомлённости. Особое внимание уделяется Республике Армения, обладающей богатым архитектурным наследием, которое сталкивается как с возможностями сохранения, так и с проблемами управления. В работе анализируются отдельные местные примеры и выявляются существующие пробелы в институциональной и нормативной системах. Предлагается комплексный подход, основанный на принципах устойчивого развития, применении цифровых технологий документирования, адаптивного использования исторических зданий и активного вовлечения общества. Сделан вывод о том, что эффективное управление архитектурным наследием требует сбалансированной стратегии, обеспечивающей сохранение культурных ценностей и их интеграцию в современную городскую среду, способствуя долгосрочной культурной и экономической устойчивости.

Ключевые слова: архитектурное наследие, сохранение, управление, устойчивое развитие, цифровизация

CONTEMPORARY STRATEGY FOR THE PRESERVATION AND MANAGEMENT OF ARMENIA'S ARCHITECTURAL HERITAGE

Armenuhi Aleksanyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA
aleksanyan.armenuhi@yandex.com

The article analyzes modern strategies for the preservation and management of architectural heritage in the context of rapid urban development, globalization, and technological advancement. It discusses the main challenges in the field, including urban pressure, imperfections in legal mechanisms, financial constraints, and a lack of public awareness. In the Republic of Armenia, the rich architectural heritage faces serious issues related to its preservation and management. Several Armenian case studies are examined, revealing existing gaps in institutional and regulatory systems. A comprehensive approach is proposed, based on the principles of sustainable development, digital documentation technologies, adaptive reuse of historic buildings, and active public participation. Effective management of architectural heritage requires a balanced strategy that ensures both the preservation of cultural values and their harmonious integration into the modern urban environment, contributing to long-term cultural and economic sustainability.

Keywords: architectural heritage, preservation, management, sustainable development, digitalization

Ալեքսանյան Արմենուհի Ալբերտի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Դիզայն ամբիոն, դասախոս, հայցորդ,
(+374)94477434, *aleksanyan.armenuhi@yandex.com*

Александян Арменуи Альбертовна (РА, г. Ереван) – НУАКА, кафедра Дизайна, преподаватель,
соискатель, (+374)94477434, *aleksanyan.armenuhi@yandex.com*

Aleksanyan Armenuhi (RA, Yerevan) - NUACA, chair of Design, lecturer, claimant, (+374)94477434,
aleksanyan.armenuhi@yandex.com

Ներկայացվել է՝ 23.02.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 31.03.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

ԲԱԶՄԱԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌԵԼԻՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲՆԱԿԵԼԻ ՇԵՆՔԵՐՈՒՄ**Մարիամ Արմենի Առաքելյան, Մերգել Աշոտի Մինասյան, Էդգար Գևորգի Ներսիսյան***Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ**mariamaragelyan@nuaca.am*

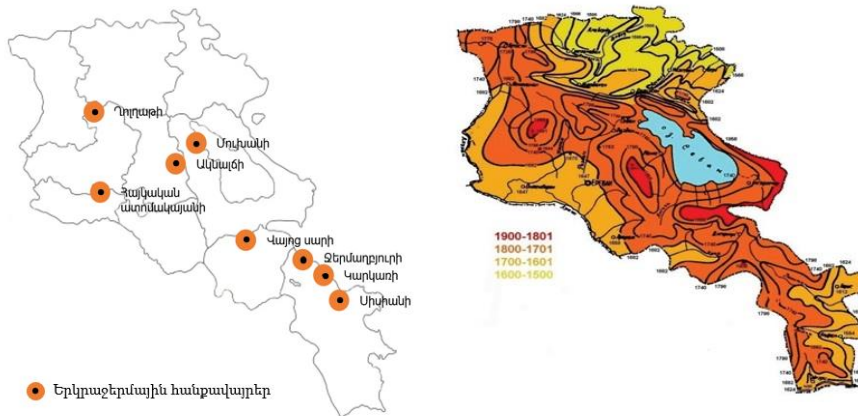
Հոդվածում քննարկվում է բնակելի շենքերի ջերմային նախագծման մեթոդաբանության մշակումը, որը ներառում է վերականգնվող տեխնոլոգիաների ինտեգրմամբ բազմաէներգետիկ համակարգերի օպտիմալ ընտրությունն ու շահագործումը: Առաջարկվում է ֆոտովոլտային, արևային ջերմային և գերթերմալ ջերմային պոմպերի տեխնոլոգիաների համակարգային կիրառելիության մոդելի մշակում և գնահատում: Ներկայացված մոդելը կարող է ծառայել որպես արդյունավետ տեխնոլոգիական լուծում էներգաարդյունավետ շենքային նախագծերի իրականացման, նախագծային և շինարարության փուլերում օպտիմալ տեխնոլոգիական որոշումների կայացման համար, հաշվի առնելով, որ ՀՀ-ն ունի վերականգնվող էներգետիկայի՝ հատկապես արևային և երկրաջերմային ռեսուրսների զգալի ներուժ: Նշված դրույթները կարող են նպաստել երկրի տնտեսական և էներգետիկ համակարգերի կայուն զարգացման ապահովմանը, շրջակա միջավայրի պահպանմանը:

Բանալի բառեր. բազմաէներգետիկ համակարգ, էներգաարդյունավետություն, էներգիայի պահի-հիմք, ինտեգրում, մոդել, գնահատում, կյանքի ցիկլ, օպտիմալացում

Ներածություն

Ապագծիաճանաչման գործընթացում շինարարական ոլորտն ունի առանցքային դեր՝ ուղղված էներգաարդյունավետ անցման տեմպերի բարձրացմանը, էներգետիկ աղբատության նվազեցմանը և կանաչ տեխնոլոգիաների խթանմանը:

Հայաստանի էներգետիկ կախվածությունը, հատկապես բնական գազի ներմուծումից, երկրի էներգետիկ անվտանգության և կայուն զարգացման հիմնական մարտահրավերներից մեկն է: Այն, ըստ էներգետիկ հաշվեկշռի տվյալների, կազմում է երկրի էներգիայի կիրառման մոտ 60% -ը, և մեծ մասն ուղղվում է տնային տնտեսություններին [1]: Սրանով պայմանավորված, վերականգնվող էներգետիկայի, մասնավորապես արևային և երկրաջերմային էներգիայի ներուժի արդյունավետ օգտագործումը կարևորագույն ռազմավարություն է Հայաստանի էներգետիկ համակարգի կայունության ապահովման համար: Կառուցվող և նախագծվող բնակելի շենքերում վերականգնվող էներգիայի համակարգերի ինտեգրումը միայն տեխնոլոգիական անհրաժեշտություն չէ, այլ նաև էական քայլ է դեպի էներգետիկ անկախությունը և կլիմայական փոփոխությունների դեմ պայքարը [2]:



Նկ. 1. Երկրաչեղմային և արևի էներգիայի ներուժը ՀՀ-ում

Անցումային շրջանը դեպի կայուն զարգացում և էներգախնայողության բարձրացման պահանջներ շինարարության ոլորտում դնում են նոր մարտահրավերներ, մասնավորապես, բազմաբնակարան շենքերի նախագծման և արդիականացման առումով, քանի որ այս շենքերը էներգիայի հիմնական սպառողներն են, ինչն ընդգծում է դրանց էներգաարդյունավետության և վերականգնվող էներգիայի տեխնոլոգիաների ինտեգրման անհրաժեշտությունը: Վերականգնվող էներգետիկ համակարգերի, օրինակ արևային ֆոտովոլտային, ջերմային պոմպերի, քամու տուրբինների և գեոթերմալ տեխնոլոգիաների կիրառումը բազմաբնակարան շենքերում կարող է զգալիորեն նվազեցնել էներգիայի ծախսը և ածխածնային արտանետումները [3]: Այս դեպքում մեծ կարևորություն է ստանում տեխնիկական և գործառնական համատեղելիության գնահատումը՝ հաշվի առնելով շենքի կառուցվածքային առանձնահատկությունները, էներգաբեռների պրոֆիլը և տեղային բնական ռեսուրսները (նկ. 1):

Ներկայացվող ուսումնասիրության նպատակն է մշակել համակողմանի մեթոդաբանություն, որը հնարավորություն կտա ՀՀ-ում կառուցվող բազմաբնակարան շենքերում տարբեր վերականգնվող էներգետիկ համակարգերի ինտեգրման արդյունավետությունը գնահատել տեխնիկատնտեսական և գործառնական տեսանկյունից: Արդյունքները հնարավորություն են տալիս առաջարկել օպտիմալ նախագծային որոշումներ, որոնք նպաստում են շենքերի էներգետիկ արդյունավետության բարձրացմանը, կայուն շինարարության զարգացմանը և վերականգնվող էներգիայի լուծումների արդյունավետ ներդրմանը:

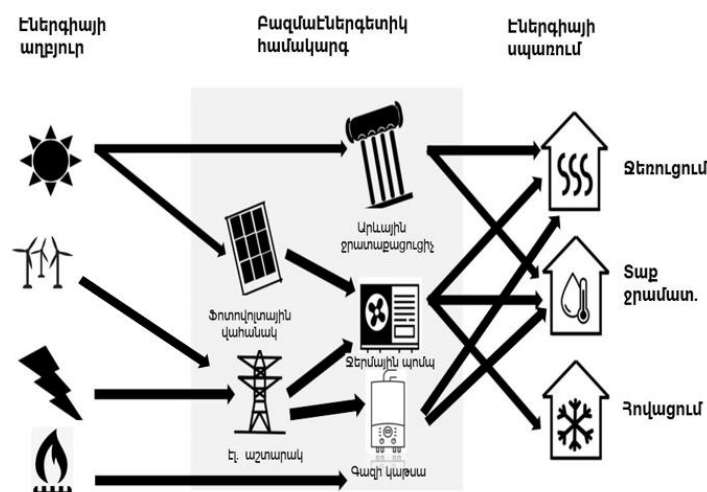
Նյութեր և մեթոդներ

Վերականգնվող էներգետիկ համակարգերի ինտեգրման տեխնիկական իրագործելիության, ինչպես նաև բազմաբնակարան շենքերի տարբեր տիպերի հետ դրանց համատեղելիության գնահատումը պահանջում է համապարփակ մաթեմատիկական մոդելավորում: Մոդելը պետք է ներառի շենքի էներգաբեռի ժամանակային և սեզոնային պահանջի գնահատումը, վերականգնվող էներգիայի արտադրող տեխնոլոգիաների (օր.՝ արևային ֆոտովոլտայիկ համակարգեր,

արևային ջրատաքացուցիչներ, փոքր հողմային տուրբիններ) կիրառելիության վերլուծությունը [4], ջերմային պոմպերի աշխատանքային բնութագրերի հաշվարկը, ինչպես նաև տեխնիկատնտեսական, էներգետիկ և էկոլոգիական ցուցանիշների համալիր գնահատումը: Տեխնիկատնտեսական վերլուծության համադրմամբ հնարավոր է նույնականացնել առավել արդյունավետ ինտեգրման գործիքակազմերը, ինչպես նաև որոշել դրանց տեխնիկական, տարածական և գործառական սահմանափակումները [5]:

Մոդելի կառուցման հիմքում բազմաէներգետիկ համակարգի (Multi-Energy Systems, MES)՝ այսուհետ ԲԷՀ, վերլուծությունն է, որի տեխնոլոգիական ընտրությունը պետք է հիմնված լինի շենքի էներգասպառման, բեռների դինամիկայի և տվյալ տարածքի էներգառեսուրսային ներուժի վրա: Այս մոտեցումը հնարավորություն է տալիս օպտիմալացնել էներգասպառումը, նվազեցնել ածխածնային արտանետումները և բարձրացնել շենքային ֆոնդի էներգաարդյունավետությունը:

ԲԷՀ-ը դիտարկվում է որպես փոխկապակցված ենթահամակարգերի դինամիկ ամբողջություն, որի նպատակն է ապահովել էներգիայի արդյունավետ, հուսալի և շրջակա միջավայրին նվազ վնաս հասցնող արտադրություն, փոխակերպում, կուտակում և սպառում [6]: Մոդելի ձևակերպումը հիմնված է էներգետիկ հոսքերի հավասարակշռության, տեխնոլոգիական փոխազդեցությունների, ինչպես նաև տնտեսական և էկոլոգիական ցուցանիշների օպտիմալացման վրա (նկ. 2):



Նկ. 2. Բազմաէներգետիկ համակարգի կառուցվածքը

Համակարգի աշխատանքը տեղի է ունենում հետևյալ սկզբունքով. ֆոտովոլտային կայանն արտադրում է էլեկտրական էներգիա, որն առաջնահերթ ուղղվում է շենքի սպառմանը, ավելցուկը լիցքավորում է մարտկոցները, իսկ մնացածը հնարավոր է վաճառել ցանցին: Գեոթերմալ ջերմային պոմպն ապահովում է ջեռուցում և հովացում, աջակցվում է արևային ջերմային կոլեկտորների արտադրած տաք ջրով, անհրաժեշտության դեպքում լրացվում է բնական գազի կաթսայով: Մարտկոցները թույլ են տալիս գազաթային բեռները կրճատել և ֆոտովոլտային կայանից կամ ցանցից էլեկտրաէներգիա պահել՝ խնայողություն և կայունություն ապահովելու համար:

Ավտոմատ համակարգը հսկում է բոլոր բաղադրիչների աշխատանքի ժամանակը, բեռի բաշխումը, էներգիայի արտահոսքը և մարտկոցների լիցքավորման մակարդակները:

ԲԷՀ-ի մոդելավորման և օպտիմալացման գործընթացում անհրաժեշտ է հաշվի առնել էներգետիկ հավասարակշռության և պահի պահպանողականության օրենքը, որն արտահայտում է հետևյալ տրամաբանական և ֆիզիկական պահանջը. մուտքային և արտադրած էներգիան պետք է հավասարվի տվյալ պահին շենքի ընդհանուր էներգետիկ պահանջարկին, ներառյալ ներքին ջերմանջատումները և օժանդակ տեխնոլոգիաների ներդրումները: Այսպիսով, շենքի էներգետիկ պահանջարկի բավարարման գործընթացը ներկայացվում է էներգիայի պահի-հիմք հավասարակշռության միջոցով, ըստ որի համակարգի տվյալ պահին պահանջվող ամբողջական էներգաբեռը պետք է հավասարվի բոլոր հասանելի էներգետիկ աղբյուրների համախառն ներդրմանը: Այս սկզբունքը մաթեմատիկորեն արտահայտվում է հետևյալ կերպ [7].

$$Q_{\text{բեռ}}(t) = Q_{\text{ֆվ}}(t) + Q_{\text{ջլ}}(t) + Q_{\text{լե}}(t), \quad (1)$$

որտեղ $Q_{\text{բեռ}}(t)$ – ը պահին պահանջվող ջերմային կամ էլեկտրական բեռն է, $Q_{\text{ֆվ}}(t)$ – ն՝ ֆոտովոլտային համակարգի կողմից տվյալ պահին մատչելի էներգիան (հաշվի առնելով փոխակերպման և կորուստների գործոնները), $Q_{\text{ջլ}}$ – ն՝ ջերմային պոմպի արտածած ջերմային էներգիան, որը կախված է ՕԳԳ-ից և արտաքին պայմաններից [5], $Q_{\text{լե}}(t)$ – ն՝ լրացուցիչ էներգիայի աղբյուրների (օր.՝ էլեկտրական ռեզիստիվ ջեռուցում, գազային կաթսա) ներդրումը:

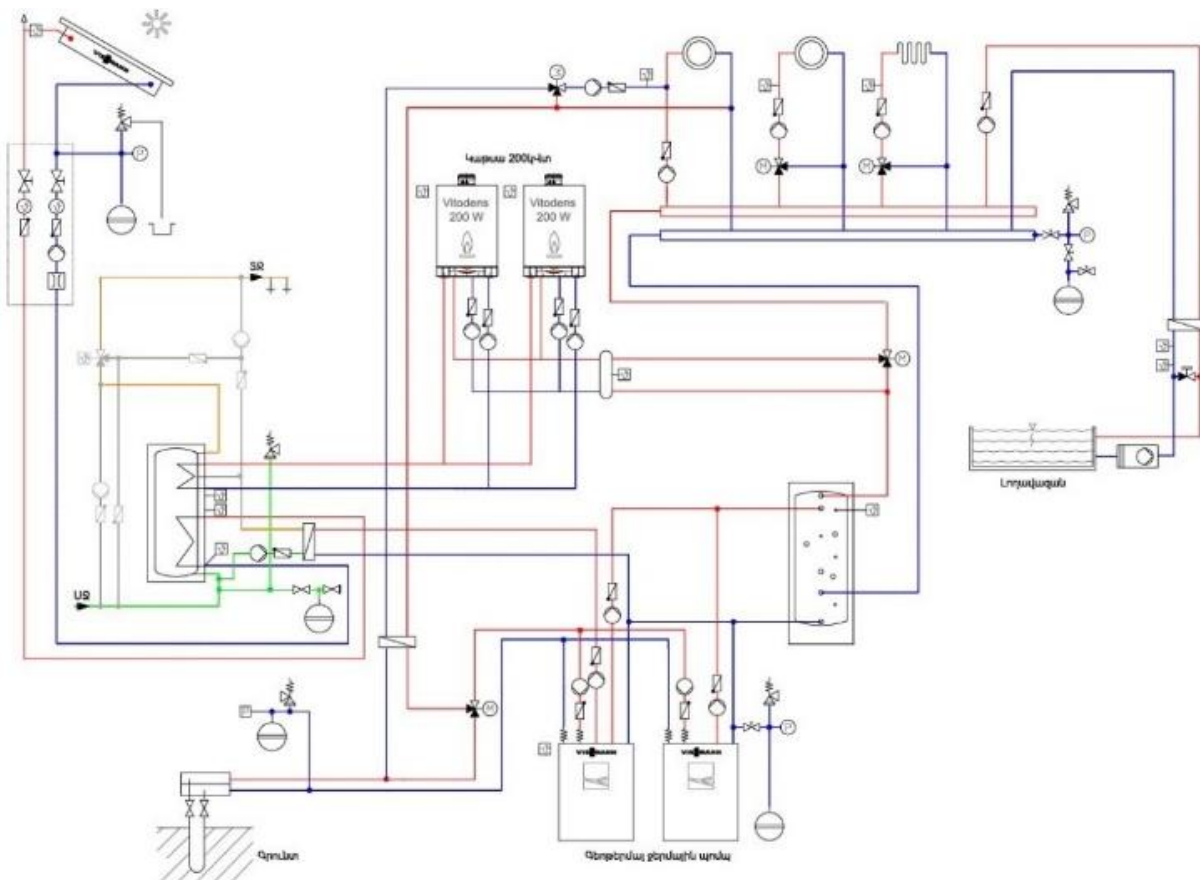
Հավասարումը ցույց է տալիս, որ բազմաէներգետիկ համակարգն ունի էներգիայի պահպանման բնույթ՝ տվյալ պահին շենքի պահանջարկը չի կարող գերազանցել առկա էներգետիկ աղբյուրների միակցված ներուժը [8]:

Բացի այդ, ֆոտովոլտային համակարգն ու ջերմային պոմպն ունեն ոչ հաստատուն և պայմաններից կախված արտադրողականություն՝ ֆոտովոլտային համակարգի արտադրողականությունը $Q_{\text{ֆվ}}(t)$ կախված է արևի ճառագայթման ինտենսիվությունից, ջերմաստիճանից և գործարկման այլ պարամետրերից, իսկ ջերմային պոմպի արտադրողականությունը՝ $Q_{\text{ջլ}}(t)$, ՕԳԳ-ից, որը կախված է արտաքին միջավայրի ջերմաստիճանից [9]: Այս հանգամանքից ելնելով գործում է համակարգերի փոխլրացման բնույթը՝ ամբողջ համակարգն ունի մուլտիմոդալ դինամիկ հնարավորություն, երբ աղբյուրներից որևէ մեկը ժամանակավորապես խափանվի կամ նվազի:

Այս դինամիկական պահանջում է էներգետիկ հավասարակշռություն ապահովող օժանդակ աղբյուրի առկայություն՝ $Q_{\text{լե}}(t)$, որն ապահովում է ֆոտովոլտային համակարգի (ՖՀ) և ջերմային պոմպի (ՋՊ) արտադրողականության կայունությունը: Եթե որևէ աղբյուր չի բավարարում այդ պահանջարկի իր բաժինը՝ համակարգը տեղափոխում է բեռն այլ աղբյուրների վրա (օրինակ՝ ՋՊ-ի փոխարեն օգտագործվում է գազային կաթսա) և ներմուծում էներգիա արտաքին աղբյուրից (հիմնականում՝ էլեկտրական ցանցից): Այսպիսով, լրացուցիչ էներգաբաժինը $Q_{\text{լե}}(t)$ հանդես է գալիս որպես փոխհատուցող հանգույց (*balancing node*), որն ապահովում է, որ համակարգում որևէ պահանջված էներգիա չմնա չմարված (նկ. 3):

ԲԷՀ-ի մոդելավորումն իրականացվում է հետևյալ փուլերով.

1. շենքի կամ համակարգի ամբողջական էներգասպառման գնահատում,
2. մոդելում ներառվող էներգակիրների ընտրություն (էլեկտրաէներգիա, ջերմային էներգիա, գազ, վերականգնվող աղբյուրներ և այլն),
3. ջերմային պոմպերի, կաթսաների, մարտկոցների, էլեկտրական փոխակերպիչների մոդելավորում,
4. համակարգի ամբողջական ինտեգրված էներգետիկ մոդելի կառուցում,
5. ներդրումային և շահագործման ծախսերի հաշվարկ,
6. հետզնման ժամկետի որոշում,
7. տարեկան շահույթ, էներգախնայողության մակարդակ,
8. ածխածնային արտանետումների հաշվարկ:



Նկ. 3. Բազմաէներգետիկ համակարգի աշխատանքի սկզբունքային գծապատկեր

Համակարգերի մաթեմատիկական մոդելի կազմումը հիմնված է էներգասպառման բեռի հաշվարկի և գնահատման վրա, ինչը կատարվում է ժամային քայլով՝ հնարավորություն տալով ավելի ճշգրիտ գնահատել համակարգի աշխատանքն ամբողջ տարվա ընթացքում: Կախված արտաքին օդի ջերմաստիճանի փոփոխություններից, ներքին ջերմանջատումներից, շենքի ջերմամեկուսացման և կորուստների հատկանիշներից որոշվում է շենքում էներգիայի պահանջի ճշգրիտ բաշխումը ջեռուցման, հովացման և տաք ջրամատակարարման համար, որպես տարվա էներգիայի ամբողջական բեռ [10]:

$$Q_{\text{տաք}} = \sum_{t=1}^N (Q_{\text{ջեռ}}(t) + Q_{\text{սառ}}(t)) , \quad (2)$$

որտեղ $Q_{տար}$ – ը շենքի տարեկան էներգետիկ բեռն է ($կՎտ\cdot\sigma$), $Q_{շեն}(t)$ – ն՝ ջեռուցման բեռը t -րդ ժամին, $Q_{սառն}(t)$ – ը՝ սառեցման բեռը t -րդ ժամին, N – ը՝ ժամերի կամ ենթաժամային քայլերի թիվն ամբողջ տարվա ընթացքում:

Ջեռուցման համակարգերի նախագծման համար հաշվարկվում է նաև տաք ջրամատակարարման բեռը [11]՝

$$Q_{տջ} = m \cdot cp \cdot (T_{ել} - T_{մտ}) , \quad (3)$$

որտեղ m – ը ջրի զանգվածային հոսքն է ($կգ/\sigma$ կամ $կգ/վ$), cp – ն՝ ջրի ջերմունակությունը ($կՋ/կգ^{\circ}C$ կամ $կՎտ/կգ^{\circ}C$), $T_{ել}$ – ն՝ ցանկալի ելքային ջերմաստիճանը, $T_{մտ}$ – ն՝ մուտքային ջրի ջերմաստիճանը:

Էներգիայի բեռի ճշգրիտ գնահատումը հնարավորություն է տալիս արդյունավետորեն ինտեգրել արևային ֆոտովոլտային և ջերմային պոմպերի համակարգերը:

Ֆոտովոլտային համակարգի արտադրողականությունը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ [5]՝

$$E_{ֆվ}(t) = A \cdot G(t) \cdot \eta_{ֆվ}(t) \cdot PR_{ֆվ} , \quad (4)$$

որտեղ A – ն ֆոտովոլտային մոդուլի մակերեսն է ($մ^2$), $G(t)$ – ն՝ տվյալ պահին ընկնող ճառագայթվածությունը ($Վտ/մ^2$), $\eta_{ֆվ}(t)$ – ն՝ ֆոտովոլտային մոդուլի արդյունավետությունը տվյալ պահին, $PR_{ֆվ}$ – համաշխարհային կորուստների գործակից:

Ջերմային պոմպի աշխատանքային ցուցանիշը (COP) ներկայացվում է որպես արտադրած ջերմության և սպառած էլեկտրաէներգիայի հարաբերակցություն [8]՝

$$COP(t) = \frac{Q_{արմ}(t)}{W_{ներ}(t)} : \quad (5)$$

Պարզեցված ջերմաստիճանային կախվածությունը՝

$$COP(t) = a - b \cdot (T_{արմ}(t) - T_{ներ}(t)) , \quad (6)$$

որտեղ a, b – ն սարքավորողի տրամադրած կամ փորձարարական տվյալներն են, $T_{արմ}, T_{ներ}$ – ը՝ ջերմային հեղուկի համապատասխանաբար ելքային և մուտքային ջերմաստիճանները ($^{\circ}C$):

Սեզոնային արդյունավետությունը (SCOP) հաշվարկվում է ամբողջ ժամանակահատվածի համար՝

$$SCOP = \frac{\sum t Q_{արմ}(t)}{\sum t W_{ներ}(t)} : \quad (7)$$

Բազմաբնակարան շենքի ԲԷՀ-ի օրինակային մոդելի կազմման համար դիտարկվում է բնակելի նշանակության շենք, որի ընդհանուր մակերեսը կազմում է 5000 $մ^2$ և ներառում է 60 բնակարան: Շենքի տարեկան էլեկտրաէներգիայի սպառումը կազմում է 420 000 $կՎտ\cdot\sigma$, ջեռուցման և հովացման տարեկան պահանջը՝ 650 000 $կՎտ\cdot\sigma$, իսկ տաք ջրի պահանջը՝ 220 000 $կՎտ\cdot\sigma$ (2):

Տարածաշրջանային էներգետիկ ներուժից կախված, որպես էներգակիրներ, մոդելավորման համար ընտրվել են արևային էներգիա, երկրաջերմային էներգիա և բնական գազ (նկ. 1):

Կիրառվող տեխնոլոգիական համակարգերը ներառում են արևային ֆոտովոլտային (PV) համակարգ՝ էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար, արևային ջերմային կոլեկտորներ՝ տաք

ջրի ապահովման համար, գեոթերմալ ջերմային պոմպ՝ ջեռուցման, հովացման և տաք ջրի աջակցման նպատակով, բնական գազի կաթսա՝ գազաթային բեռների ծածկման համար, և Li-ion (լիթիում-իոնային)՝ մարտկոցներով վերականգնվող էներգիայի պահեստավորում՝ համակարգի կայունությունն ապահովելու համար [12]: Կիրառվող համակարգերն ընտրվել են ըստ տեխնիկական տվյալների՝ արտադրողականության և կատարված հաշվարկների:

1. Արևային ֆոտովոլտային կայանը 600 մ^2 մակերեսով տեղադրված է տանիքին և ունի 90 *կՎտ/պիկ* հզորություն: Կայանն աշխատում է ավտոմատ կառավարման համակարգով (EMS), որը թույլ է տալիս արտադրած էներգիան ուղղել անմիջապես շենքի սպառմանը կամ մարտկոցային պահեստավորմանը: ՀՀ պայմաններում կայանի տարեկան արտադրությունը կազմում է մոտ 148000 *կՎտ-ժ*, ինչը հնարավորություն է տալիս զգալիորեն նվազեցնել արտաքին էլեկտրաէներգիայի պահանջը:

2. Արևային ջերմային կոլեկտորները զբաղեցնում են 175 մ^2 մակերես և նախատեսված են տաք ջրի արտադրության համար: Տարեկան էներգիա՝ 70000...80000 *կՎտ-ժ*, փոխանցվում է պահեստային ջրի բաքին, ինչն ապահովում է կայուն ջերմաստիճան և էներգիայի արդյունավետ օգտագործում ողջ տարվա ընթացքում:

3. Գեոթերմալ ջերմային պոմպը գործում է հող-ջուր սկզբունքով և տեղադրված է երկու միավոր՝ յուրաքանչյուրն 90 *կՎտ* հզորությամբ, ընդհանուր հզորություն՝ 180 *կՎտ*, $\text{COP} \approx 4,2$: Պոմպն աջակցում է ջեռուցմանը, հովացմանը և տաք ջրի արտադրությանը՝ պահպանելով կայուն արդյունավետություն տարբեր սեզոններում և ապահովելով նվազագույն տատանումներ [10]:

4. Բնական գազի կաթսան, 150 *կՎտ* հզորությամբ, օգտագործվում է արտաքին օդի ծայրահեղ ցածր ջերմաստիճանային պայմաններում՝ գազաթային բեռների ծածկման համար, աջակցելով էներգիայի ապահովմանը և բեռնման հավասարակշռմանը:

5. Մարտկոցային պահեստավորումն իրականացվում է 200 *կՎտ-ժ* տարողությամբ, ավտոմատ կառավարվող, Li-ion տեխնոլոգիայով, ինչն ապահովում է ֆոտովոլտային համակարգի արտադրած էներգիայի կլանումը և գազաթային բեռի նվազեցումը:

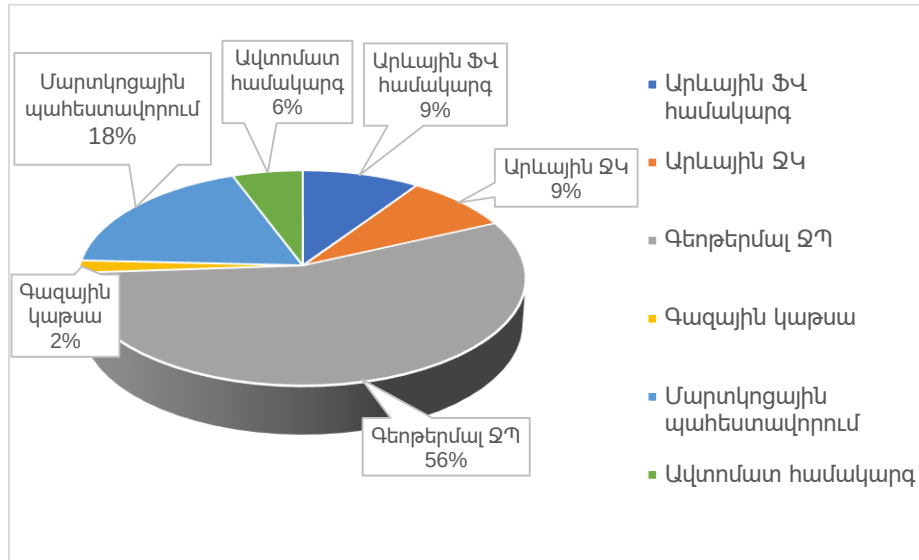
Համակարգերի այս ինտեգրումը նպաստում է շենքի էներգաարդյունավետության բարձրացմանը, էներգիայի ինքնավար օգտագործման մեծացմանը և արտաքին էներգակիրների պահանջի նվազեցմանը:

Արդյունքներ և քննարկում

Մշակված ԲԷՀ-ի մոդելավորման և տեխնիկատնտեսական գնահատման արդյունքները ցույց են տալիս, որ ՀՀ կլիմայական պայմաններում վերականգնվող էներգիայի տեխնոլոգիաների ինտեգրումը բազմաբնակարան շենքերում ապահովում է նշանակալի էներգետիկ, տնտեսական և էկոլոգիական արդյունավետություն:

Մոդելավորված բնակելի շենքի համար հաշվարկված ընդհանուր ներդրումային ծախսը կազմել է 161 438 000 ՀՀ դրամ: Ներդրումների կառուցվածքում առավել մեծ բաժինը կազմում է

գեոթերմալ ջերմային պոմպերի համակարգը (56 %), որին հաջորդում են մարտկոցային պահեստավորումը (18 %) և արևային ֆոտովոլտային կայանը (9 %): Այս բաշխվածությունը վկայում է, որ համակարգի հիմնական կապիտալ ծախսերը պայմանավորված են ջերմային էներգիայի արտադրության և բեռի կայունացման ենթահամակարգերով:



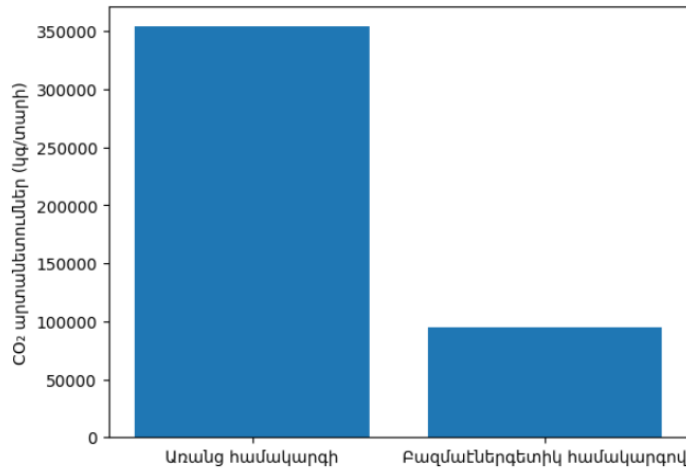
Նկ. 4. Ներդրումային ծախսերի բաշխվածություն

Շահագործման տարեկան ծախսը բազմաէներգետիկ համակարգի կիրառման դեպքում կազմել է 21 225 460 ՀՀ դրամ, մինչդեռ առանց այդ լուծումների նույն շենքի տարեկան էներգետիկ ծախսը գնահատվել է 28 508 800 ՀՀ դրամ: Տարեկան խնայողությունը կազմել է 7 697 200 ՀՀ դրամ, ինչը բերում է ընդհանուր տարեկան ծախսերի շուրջ 27% կրճատման:

Կատարված հաշվարկներով ներդրումների պարզ հետգնումը կազմում է մոտավորապես 21 տարի: Չնայած հարաբերականորեն երկար հետգնման ժամկետին, կյանքի 25...30 տարվա շահագործման ցիկլում համակարգն ապահովում է դրական զուտ տնտեսական արդյունք՝ նվազեցված շահագործման ծախսերի և էներգակիրների գնաճի պայմաններում բարձրացող խնայողությունների հաշվին: Էներգետիկ հավասարակշռության վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ շենքի ընդհանուր տարեկան էներգապահանջի զգալի մասն ապահովվում է տեղական վերականգնվող աղբյուրներով: Ֆոտովոլտային համակարգը տարեկան արտադրում է շուրջ 148 000 կՎտ·ժ էլեկտրաէներգիա, իսկ արևային ջերմային կոլեկտորները՝ 70 000...80 000 կՎտ·ժ ջերմային էներգիա: Ջերմային պոմպի բարձր COP≈4,2 ցուցանիշը թույլ է տալիս նվազագույնի հասցնել ցանցից սպառվող էլեկտրաէներգիան ջեռուցման և հովացման ռեժիմներում:

Բնապահպանական գնահատումը ցույց է տալիս արտանետումների էական կրճատում: Առանց համակարգի շենքի տարեկան CO₂ արտանետումները կազմում են մոտ 353900 կգ/տարի: Բազմաէներգետիկ համակարգի կիրառման դեպքում այդ ցուցանիշը նվազում է մինչև 95 183 կգ/տարի: Արտանետումների տարեկան կրճատումը կազմում է շուրջ 258 700 կգ CO₂, ինչը համարժեք է մոտ 73% նվազման (նկ. 5): Եթե դիտարկվի համակարգի 30 տարվա շահագործման

ցիկլը, ապա կրճատումը կգերազանցի 7 700 տ CO_2 , ինչը կարևոր ներդրում է ածխածնային հետքի նվազեցման և ապակարբոնիզացիայի գործընթացում:



Նկ. 5. CO_2 արտանետումների համեմատություն

Համակարգի դինամիկ աշխատանքը կնպաստի վերականգնվող աղբյուրների՝ որպես առաջնային էներգամատակարարներ հանդես գալուն, իսկ գազային կաթսան կգործի միայն որպես գազաթային բեռի հավասարակշռման աղբյուր (մոտ 10% բեռի ծածկում): Այս կառուցվածքը նվազեցնում է ներմուծվող բնական գազի օգտագործումը և բարձրացնում շենքի էներգետիկ ինքնաբավության մակարդակը:

Եզրակացություն

- Մշակվել է բազմաբնակարան շենքերի համար բազմաէներգետիկ համակարգերի ինտեգրման համալիր մեթոդաբանություն՝ հիմնված էներգետիկ հավասարակշռության մոդելավորման, տեխնիկատնտեսական գնահատման և CO_2 արտանետումների քանակական վերլուծության վրա: Վերականգնվող էներգիայի համակցված կիրառումը (PV, արևային ջերմային համակարգեր, գեոթերմալ ջերմային պոմպ, էներգիայի պահեստավորում) ապահովում է տարեկան CO_2 արտանետումների շուրջ 73% կրճատում: Համակարգը զգալիորեն նվազեցնում է բնական գազի սպառումը և բարձրացնում շենքի էներգետիկ ինքնաբավության մակարդակը:
- Տարեկան տնտեսական խնայողությունը կազմում է մոտ 7,7 մլն ՀՀ դրամ: Ներդրման պարզ հետգնումը գնահատվել է շուրջ 21 տարի՝ ապահովելով երկարաժամկետ տնտեսական կայունություն:
- Բազմաէներգետիկ ինտեգրված լուծումները կարող են դիտարկվել որպես արդյունավետ գործիք շենքային հատվածի ապակարբոնիզացիայի և էներգաարդյունավետ զարգացման ռազմավարությունների իրականացման համար:

Գրականության ցանկ

- [1] **Ս. Սարգսյան**, Վերականգնվող էներգիայի օգտագործումը աշխարհում – Հայաստանում: Նորարարությամբ դեպի մաքուր տեխնոլոգիաներ. Լուսաբաց, Երևան, 2009, 82 էջ:
- [2] **A. Karamyan, M. Arakelyan, S. Khachatryan**, Wood heating efficiency improvements in regions of Armenia: IEP conference Proceedings (2026) 3247, 050018, <<https://doi.org/10.1063/5.0306484>>.
- [3] **Ռ.Ս. Խարազյան**, Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ և տեխնոլոգիաներ. Արևիկ, Երևան, 2012, 279 էջ:
- [4] IEA, International Energy Agency. Solar Heating and Cooling Programme: Annual Report, 2022.
- [5] **C.A. Balaras, et al.**, Solar Air Conditioning in Europe—An Overview. Energy and Buildings 39(7) (2007) 823–832.
- [6] **Կ.Ա. Սովսիսյան**, Գերթերմալ ջերմապոմպային կայանքների կիրառման հնարավորությունները և համակցված համակարգերի նորարարական լուծումները. ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ 3(90) (2024) 84-93, <<https://doi.org/10.54338/18294200-202.3-10>>:
- [7] **M.A. Rosen, B.Rezaie**, District Heating and Cooling with Renewable Energy: Review, Opportunities, and Challenges. Energy 45(1) (2012) 138–149.
- [8] **C. Felsmann, et al.**, Modeling of Multi-Energy Systems in Residential Buildings. Energy Procedia 62 (2014) 445–452.
- [9] **Г.П. Васильев**, Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли: монография. Издательский дом “Граница”, Москва, 2006, 176с.
- [10] **Ս.Գ. Ավետիսյան**, Ջերմագազամատակարարման և օդափոխության համակարգերի էկոնոմիկա և էներգատնտեսական արդյունավետության բարձրացման մեթոդաբանություն, ուսումնամեթոդական ձեռնարկ. Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, Երևան, 2018, 64 էջ:
- [11] **ՀՀՇՆ 22-01-2024**. Շինարարական կլիմայաբանություն. ՀՀ շինարարական նորմեր, 259 էջ:
- [12] **П.А. Трубаев, Б.М. Гришко**, Тепловые насосы. Белгород, 2009, 142 с.

ПРИМЕНИМОСТЬ МУЛЬТИЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

Мариам Арменовна Аракелян*, Сергей Ашотович Минасян, Эдгар Геворгович Нерсисян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

**mariamaraqelyan@nuasa.am*

В статье рассматривается разработка методологии теплового проектирования жилых зданий, включающей оптимальный выбор и эксплуатацию мультиэнергетических систем с интеграцией возобновляемых технологий. Предлагается разработка и оценка модели системного применения фотоэлектрических, солнечных тепловых и геотермальных тепловых насосных технологий. Представленная модель может служить эффективным технологическим решением для реализации энергоэффективных строительных проектов и принятия оптимальных технологических решений на этапах проектирования и строительства, учитывая значительный потенциал возобновляемой энергии в Республике Армения, особенно солнечных и геотермальных ресурсов. Указанные положения способствуют обеспечению устойчивого развития экономической и энергетической систем страны, а также сохранению окружающей среды.

Ключевые слова: мультиэнергетическая система, интеграция, энергоэффективность, основа момента энергии, модель, оценка, жизненный цикл, оптимизация

APPLICABILITY OF MULTI-ENERGY SOLUTIONS IN RESIDENTIAL BUILDINGS

Mariam Arakelyan*, Sergey Minasyan, Edgar Nersisyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

**mariamaraqelyan@nuaca.am*

This article discusses the development of a methodology for thermal design of residential buildings, which includes the optimal selection and operation of multi-energy systems integrated with renewable technologies. A model is proposed and evaluated for the systematic application of photovoltaic, solar thermal, and geothermal heat pump technologies. The presented model can serve as an effective technological solution for implementing energy-efficient building projects and making optimal technological decisions during the design and construction phases, taking into account the significant potential of renewable energy resources in the Republic of Armenia, particularly solar and geothermal. These provisions can contribute to the sustainable development of the country's economic and energy systems, as well as environmental protection.

Keywords: multi-energy system, integration, energy efficiency, energy baseload, model, assessment, life cycle, optimization

Առաքելյան Մարիամ Արմենի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ՋԳՄՕ ամբիոն, հայցորդ, (+374)77890666, *mariamaraqelyan@nuaca.am*, **Մինասյան Սերգեյ Աշոտի, տ.գ.դ., պրոֆեսոր** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ՋԳՄՕ ամբիոն, (+374)91408689, *sergey.minasyan@yahoo.com* **Ներսիսյան Էդգար Գևորգի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ՋԳՄՕ ամբիոն, մագիստրոս, (+374)91451505, *nyan_edgar@mail.ru*

Արակелян Мариам Арменовна (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции, соискатель, (+374)77890666, *mariamaraqelyan@nuaca.am*, **Минасян Сергей Ашотович, д.т.н., профессор** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции, (+374)91408689, *sergey.minasyan@yahoo.com*, **Нерсисян Эдгар Геворгович** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции, магистр, (+374)91451505, *nyan_edgar@mail.ru*

Arakelyan Mariam (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of ventilation, gas and heat supply, postgraduate student, (+374)77890666, *mariamaraqelyan@nuaca.am*, **Minasyan Sergey, doctor of science (engineering), professor**, (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of ventilation, gas and heat supply, (+374)91408689, *sergey.minasyan@yahoo.com*, **Nersisyan Edgar** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of ventilation, gas and heat supply, master's degree, (+374)91451505, *nyan_edgar@mail.ru*

Ներկայացվել է՝ 10.03.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 02.04.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

ՀՀ ԲՆԱԿԱՎԱՅՐԵՐԻ ՀԱՄԱՐ ԱՍՖԱԼՏԲԵՏՈՆԻ ԿԱԶՄԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ԿԱՊԱԿՑԱՆՅՈՒԹԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ «ՍՈՒՊԵՐՓԵՅՎ» ՄԵԹՈԴՈՎ

Հակոբ Հարությունի Գյուլզադյան*, Վիգեն Հայկի Տեր-Սիմոնյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

*hakob_gyulzadyan@bk.ru

Ներկայացվում են ասֆալտբետոնի կազմի նախագծման ուղղությամբ համաշխարհային ճանապարհաշինությունում լայն տարածում ստացած «Սուպերֆեյվ» մեթոդին համապատասխան ՀՀ բնակավայրերի համար բիտումային կապակցանյութի $PG\ X\pm Y$ դասերի սահմանված արժեքները: Հիմնվելով ՀՀ բնակավայրերի համար նախապես որոշված ճանապարհաճաճկի առավելագույն և նվազագույն հաշվարկային ջերմաստիճանների վրա, ստացված են բիտումային կապակցանյութի դասերի բազային արժեքները: Բացի բազային արժեքներից ներկայացված են նաև PG բարձր դասի արժեքների ճշգրտումները, որոնք հաշվի են առնում ինչպես երթևեկության ինտենսիվությունը (ծառայության ժամկետի ընթացքում ստանդարտ առանցքների քանակը), այնպես էլ շարժման արագությունը:

Բանալի բառեր. ասֆալտբետոն, կապակցանյութ, շահագործական դաս, ճանապարհաճաճկի հաշվարկային ջերմաստիճաններ, հոգնածային ճաքեր, ջերմային ճաքեր, անվահետքեր, կապակցանյութի դաս

Ներածություն

Ինչպես նշվել է [1, 2], ճանապարհային ցանցի շահագործական բնութագրերի, երկարակեցության բարելավման և շարժման անվտանգության բարձրացման նպատակով 1988-1993 թթ. ԱՄՆ-ում ճանապարհային Հետազոտությունների Ռազմավարական Ծրագրի (Strategic Highway Research Program-SHRP) շրջանակում մշակվել է ասֆալտբետոնային խառնուրդների նախագծման «Սուպերֆեյվ» (Superior Performing Asphalt Pavement System - Superpave) մեթոդը [3-7]: Համակարգի մշակման հիմնական նպատակն է եղել կանխել կամ հետաձգել ասֆալտբետոնային ծածկերի հոգնածային, ջերմային ճաքերի և անվահետքերի առաջացումները [8]: «Սուպերֆեյվ» համակարգը ներառում է բիտումային կապակցանյութերի շահագործական բնութագրերի (PG - Performance Grading) որոշում, ասֆալտբետոնային խառնուրդի կազմի նախագծում և ասֆալտբետոնային խառնուրդի շահագործական ցուցանիշների գնահատում: «Սուպերֆեյվ» համակարգի այս երեք հիմնական բաղադրամասերը նախատեսված են երկարակյաց ասֆալտբետոնային ծածկեր ստանալու համար, որոնք պետք է բավարարեն երթևեկության ինտենսիվությամբ և կլիմայական պայմաններով ներկայացվող պահանջները:

Տարբեր երկրներում բիտումային կապակցանյութերի ավանդական դասակարգման հիմքում դրված են պենետրացիայի (ասեղի խորասուզման) և մածուցիկության սահմանափակումները: Բացի այն, որ պենետրացիայի փորձարկումը կրում է էմպիրիկ բնույթ և, հետևաբար, դրա արդյունքներն անմիջականորեն չեն հաղորդակցվում կապակցանյութի շահագործական բնութագրերի հետ, այն իրականացվում է որոշակի՝ $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճանում: Որևէ այլ ջերմաստիճանում պենետրացիայի փորձարկում բիտումային կապակցանյութի դասակարգման համար չի իրականացվում: Նույնը վերաբերում է նաև մածուցիկության փորձարկմանը, որը նախատեսվում է $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ և $135\text{ }^{\circ}\text{C}$ ջերմաստիճաններում՝ կանխատեսելու համար կապակցանյութի վարքը, համապատասխանաբար, բարձր շահագործական ջերմաստիճանի և ասֆալտբետոնային խառնուրդի փոման ժամանակ: Միջանկյալ ջերմաստիճաններում, երբ որպես կանոն տեղի է ունենում հոգնածային ճաքառաջացումը, մածուցիկության փորձարկում չի նախատեսվում [9, 10]: Ինչպես ըստ պենետրացիայի, այնպես էլ ըստ մածուցիկության կապակցանյութերի դասակարգումներում հաշվի չի առնվում կապակցանյութի երկարաժամկետ հնեցումը: Նույն պենետրացիան և մածուցիկությունն ունեցող տարբեր կապակցանյութեր դաշտային պայմաններում կարող են ցուցաբերել խիստ տարբեր շահագործական բնութագրեր: Ինչպես նշվել է [1]-ում, մի շարք երկրներ ներմուծել են «Սուպերփեյվ» համակարգը՝ ճանապարհային պատվածքների աշխատանքի երկարատևության և հուսալիության պահանջներից ելնելով [11-17]:

Նյութեր և մեթոդներ

Հետազոտության նպատակը

Աշխատանքի նպատակն է տեղայնացնել «Սուպերփեյվ» համակարգով կապակցանյութի ընտրության գործընթացը Հայաստանի Հանրապետության բնակավայրերի համար: [1]-ում, հիմնվելով LTPP (Long Term Pavement Performance) մոդելի վրա [18], ՀՀ բնակավայրերի համար սահմանվել են ճանապարհածածկի առավելագույն և նվազագույն հաշվարկային ջերմաստիճանները, որոնք բերված են աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

ՀՀ բնակավայրերի համար ճանապարհածածկի ամառային և ձմեռային հաշվարկային ջերմաստիճանները

N	Բնակավայրի անվանումը	Ծածկի հաշվարկային ջերմաստիճանը, $^{\circ}\text{C}$		N	Բնակավայրի անվանումը	Ծածկի հաշվարկային ջերմաստիճանը, $^{\circ}\text{C}$	
		ամառային, T_{MAX}	ձմեռային, T_{MIN}			ամառային, T_{MAX}	ձմեռային, T_{MIN}
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Ալավերդի	63,15	-14,09	17.	Հրազդան	60,96	-17,91
2.	Ապարան	60,91	-19,11	18.	Ղափան	65,41	-13,74
3.	Աշտարակ	65,39	-18,49	19.	Ճամբարակ	56,75	-16,38
4.	Արարատ	66,48	-23,68	20.	Մարտունի	56,85	-16,80
5.	Արթիկ	62,61	-24,55	21.	Մեղրի	66,12	-13,16

Աղ. 1-ի շարունակությունը

1	2	3	4	5	6	7	8
6.	Արմավիր	65,51	-20,61	22.	Ջերմուկ	59,41	-18,29
7.	Արտաշատ	67,60	-20,66	23.	Մևան	57,72	-16,57
8.	Բերդ	63,16	-8,96	24.	Միսիան	59,30	-13,56
9.	Գավառ	59,17	-18,19	25.	Սպիտակ	61,21	-18,03
10.	Գյումրի	62,89	-23,68	26.	Ստեփանավան	65,23	-15,30
11.	Գորիս	59,73	-13,41	27.	Վանաձոր	62,42	-19,00
12.	Դիլիջան	61,61	-17,15	28.	Վայք	64,03	-16,70
13.	Եղեգնաձոր	63,68	-17,34	29.	Վարդենիս	56,83	-24,30
14.	Երևան	67,28	-17,63	30.	Քաջարան	61,39	-13,25
15.	Թալին	61,98	-24,57	31.	Տաշիր	60,58	-16,00
16.	Իջևան	64,51	-12,13	32.	Նոյեմբերյան	63,61	-13,30

«Սուպերփեյվ» համակարգով բիտումային կապակցանյութերի PG շահագործական դասերի գնահատումը կատարվում է երկու հիմնական քայլերով: Նախ ճանապարհաձածկի հաշվարկային ջերմաստիճանները դառնում են կապակցանյութի PG դասի ընդունման հիմք, որը կարող է ճշգրտվել, հաշվի առնելով երթևեկության ծավալները, արագությունները և հուսալիությունը: Երկրորդ, կապակցանյութի նմուշներով կատարվում են լաբորատոր փորձարկումներ, համոզվելու համար նախագծի իրականացման տեղանքի կլիմայական պայմանների և երթևեկության ծավալների հետ կապակցանյութի համապատասխանության մեջ:

«Սուպերփեյվ» համակարգով բիտումային կապակցանյութի փորձարկման համար կիրառվում են հետևյալ չորս հիմնական սարքավորումները [2]՝

- Դինամիկական սահքի ռեոմետր (Dynamic Shear Rheometer - DSR), որը չափում է դինամիկական G^* մոդուլը և փուլային δ անկյունը ճանապարհաձածկի բարձր շահագործական ջերմաստիճանների դեպքում՝ գնահատելու համար ծածկի կայունությունն անվահետքերի առաջացման նկատմամբ, և շահագործման միջանկյալ ջերմաստիճաններում՝ գնահատելու համար ծածկի կայունությունը՝ հոգնածային ճաքերի առաջացման նկատմամբ:
- Ծովող հեծանով ռեոմետր (Bending Beam Rheometer -BBR), որը չափում է ջերմաստիճանային ճաքերի նկատմամբ ճանապարհաձածկի դիմադրողականությունը շահագործման ցածր ջերմաստիճաններում:
- Մաքուր ձգման փորձասարք (Direct Tension Tester -DTT), որը չափում է սահմանային ձգող լարումները՝ բնութագրելու համար կապակցանյութի կոշտությունը և ռելաքսացիոն հատկությունները ճանապարհաձածկի շահագործման ցածր ջերմաստիճաններում:
- Պտտական վիսկոզիմետր (Rotational Viscometer-RV), որը չափում կապակցանյութի մածուցիկությունը՝ ապահովելու համար խառնուրդի խառնման և խտացման ջերմաստիճանների դեպքում դրա անհրաժեշտ մակարդակը:

Կապակցանյութի չափված բնութագրերի համար որպես սահմանափակող ցուցանիշներ ընդունվել են այնպիսի արժեքներ, որոնք հաղորդակցվում են անվահետքերի առաջացման նկատմամբ կայունության, ինչպես նաև հոգնածային և ջերմային ճաքակայունության հետ: Համաձայն PG դասի կապակցանյութերի AASHTO M 320 ստանդարտ մասնագրի [19], անվահետքերի նկատմամբ կայունության բնութագիրը՝ $G^* / \sin \delta$, պետք է լինի նվազագույնը 1,0 *կՊա* չինացած կապակցանյութի համար և 2,2 *կՊա*՝ պտտվող բարակաթաղանթ ջեռոցում (Rolling Thin-Film Oven - RTFO) հնացած կապակցանյութի համար: Հոգնեցման բնութագիրը՝ $G^* \cdot \sin \delta$, պետք է լինի առավելագույնը 5000 *ՄՊա* RTFO փորձասարքում և ճնշմամբ հնացման անոթի փորձով (Pressurized Aging Vessel - PAV) հնացրած կապակցանյութի համար: Ջերմային ճաքակայունության ապահովման համար RTFO և PAV փորձասարքերում հնեցրած կապակցանյութի համար իրականացվում է BBR փորձը ճանապարհաձածկի ցածր (ձմեռային) ջերմաստիճանից 10 °C -ով բարձր ջերմաստիճանում: Արդյունաբար սողքի առավելագույն *s* կոշտությունը պետք է կազմի 300 *ՄՊա*, իսկ *m*-արժեքը՝ նվազագույնը 0,300: RTFO և PAV փորձասարքերում հնացրած կապակցանյութի համար DTT փորձասարքի կիրառման դեպքում ձգման սահմանային հարաբերական դեֆորմացիան պետք է լինի նվազագույնը 1 %, երբ փորձի ջերմաստիճանը հավասար է ճանապարհաձածկի ցածր (ձմեռային) ջերմաստիճանին: Վերը նշված բոլոր ցուցանիշները, անկախ շինարարության շրջանի տեղաբաշխումից, մնում են անփոփոխ: Փոփոխվում են միայն կախված շահագործման ընթացքում ճանապարհային պատվածքի ջերմաստիճանից և ճանապարհային երթևեկության ծավալներից:

Արդյունքներ և քննարկում

«Սուպերփեյվ» PG համակարգն ի սկզբանե ձևավորված և աստիճանավորված է շահագործման որոշակի միջին պայմանների համար, որոնք են՝ երթևեկության մոտ 100 *կմ/ժամ* միջին արագություն և 10 *մ/վ* համարժեք ստանդարտ առանցք [8]: Որպես ստանդարտ առանցք ընդունված է Պետական ճանապարհային-Տրանսպորտային Ծառայողների Ամերիկյան Ասոցիացիայի (AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials) ստանդարտ առանցքը, որը կազմում է 18000 *ֆունտ* կամ մոտ 8,16 *տ* (81,6 *կՆ*): Աղ. 2-ում բերված են տարբեր հաշվարկային բեռնվածքների դեպքում երթևեկության բնույթները սահմանափակող համարժեք ստանդարտ առանցքների քանակները: ՀՀ-ում գործող 115 *կՆ* (A-11,5) բեռնվածքի համար [20] սահմանափակող արժեքներն ընդունվել են ըստ [21]-ի:

Աղյուսակ 2

Առանցքային համարժեք բեռնվածքների համաձայնեցումները

Բեռնվածքի նորմը	Առանցքային բեռնվածքը, <i>կՆ</i>	Համարժեք ստանդարտ առանցքների քանակությունները կախված երթևեկության բնույթից, <i>մ/վ</i> առանցք		
		թեթև	միջին	ծանր
AASHTO	81,6	< 3,0	3,0...10,0	>10,0
ՀՀՇՆ 32-01-2022 – A 11,5	115,0	< 0,5	0,5...1,8	>1,8

Ճանապարհի այնպիսի տեղամասերում, ինչպիսիք են միևնույն մակարդակում փոխհատումները, խաչմերուկները, վերելքները, ավտոբուսային կանգառները, որոնք ենթարկվում են ավելի դանդաղ շարժվող կամ կանգնած երթևեկության ազդեցությանը, կապակցանյութի դասը պետք է ընդունել ավելի կոշտ՝ նվազեցնելու համար անվահետքերի առաջացումը: Այդպիսով, ավելի դժվար երթևեկության պայմանները պահանջում են կապակցանյութի PG բարձր դասի ճշգրտում կամ կարգաբերում դեպի վեր՝ այսինքն աճման կողմը: Այս պրոցեսը անգլերենում ստացել է “bumping” տերմինը: Կապակցանյութի PG ցածր դասի համար ճշգրտում չի պահանջվում:

Ճանապարհային Հետազոտությունների Ռազմավարական Ծրագրի (Strategic Highway Research Program-SHRP) հետազոտողներն առաջարկել են կապակցանյութի դասի ճշգրտման կանոններ, որոնք հիմնված են ինժեներական դատողությունների վրա [22]՝

- կապակցանյութի PG բարձր դասը պետք է բարձրացվի մեկ աստիճանով (6°C)՝ երթևեկության ցածր արագության դեպքում և երկու աստիճանով կանգնած կամ ստատիկ բեռների դեպքում,
- դիտարկել կապակցանյութի PG բարձր դասի բարձրացում մեկ աստիճանով, երբ երթևեկության հաշվարկային առանցքների քանակը գերազանցում է 10 *մլն* ESAL-ը (A 11,5 բեռնվածքի համար 1,8 *մլն* առանցք):

Կապակցանյութի դասի ճշտման համար վնասի վրա հիմնված կապակցանյութի PG դասակարգման ընթացակարգը (The damage-based PG binder grading procedure) մշակվել է որպես հիմք ընդունելով միջանկյալ արագություն և 3 *մլն* ESAL [23]: PG դասի ճշգրտումը կատարվում է ըստ աղ. 3-ի: Ինչպես երևում է աղ. 3-ից, բացակայում են ճշգրտումներ շատ դանդաղ երթևեկության և կանգնած բեռնվածքների համար: Ազգային կոոպերատիվ ճանապարհային հետազոտական ծրագրի (National Cooperative Highway Research Program - NCHRP) մասնագետները դանդաղ և արագ երթևեկության համար առաջարկել են ընդունել համապատասխանաբար 35 և 70 *կմ/ժամ* արագություններ [24]:

Վերջնականապես, հաշվի առնելով վերը նշված նկատառումները, կախված երթևեկության պայմաններից, ՀՀ բնակավայրերի համար սահմանվել են բիտումային կապակցանյութի PG դասեր, որոնք ներկայացված են աղ. 4-ում: Երթևեկության դասակարգումն ըստ ծանրության աստիճանի ընդունվել է ըստ աղ. 2-ի:

Աղյուսակ 3

Կապակցանյութի PG ճշտումներն ըստ վնասի վրա հիմնված դասակարգման

Երթևեկության արագությունը	Կապակցանյութի բազային PG դասը	Հաշվարկային առանցքների թիվը, <i>մլն</i> ESAL		
		<3	3...10	10...30
		Կապակցանյութի PG դասի ճշտումը		
Դանդաղ	52	-	10,3	16,8
	58	-	8,7	14,5
	64	-	7,4	12,7
	70	-	6,1	10,8
Արագ	52	3,1	13,0	19,2
	58	2,9	11,2	16,8
	64	2,7	9,8	14,9
	70	2,5	8,4	12,9

ՀՀ բնակավայրերի համար բիտումային կապակցանյութի PG դասերը

Բնակավայրի անվանումը	Կապակցա- կյութի բազային PG դասը	Կապակցանյութի ճշտված PG դասը							
		ցածր արագություն, <35 կմ/ժամ		միջին արագություն, 35...70 կմ/ժամ			բարձր արագություն, >70 կմ/ժամ		
		Երթևեկությունը							
		թեթև	միջին	թեթև	միջին	ծանր	թեթև	միջին	ծանր
Ալավերդի, Գորիս, Սիսիան, Քաջարան, Տաշիր, Նոյեմբերյան	PG 64–16	PG 76–16	PG 82–16	PG 76–16	PG 76–16	PG 82–16	PG 70–16	PG 76–16	PG 76–16
Ապարան, Գավառ, Դիլիջան, Եղեգնաձոր, Հրազդան, Ջերմուկ, Սպիտակ, Վանաձոր	PG 64–22	PG 76–22	PG 82–22	PG 76–22	PG 76–22	PG 82–22	PG 70–22	PG 76–22	PG 76–22
Աշտարակ, Արմավիր, Արտաշատ, Երևան, Վայք	PG 70–22	PG 82–22	PG 88–22	PG 82–22	PG 82–22	PG 88–22	PG 76–22	PG 82–22	PG 82–22
Արարատ	PG 70–28	PG 82–28	PG 88–28	PG 82–28	PG 82–28	PG 88–28	PG 76–28	PG 82–28	PG 82–28
Արթիկ, Գյումրի, Թալին	PG 64–28	PG 76–28	PG 82–28	PG 76–28	PG 76–28	PG 82–28	PG 70–28	PG 76–28	PG 76–28
Բերդ	PG 64–10	PG 76–10	PG 82–10	PG 76–10	PG 76–10	PG 82–10	PG 70–10	PG 76–10	PG 76–10
Իջևան, Ղափան, Մեղրի, Ստեփանավան	PG 70–16	PG 82–16	PG 88–16	PG 82–16	PG 82–16	PG 88–16	PG 76–16	PG 82–16	PG 82–16
Ճամբարակ, Մարտունի, Սևան	PG 58–22	PG 70–22	PG 76–22	PG 70–22	PG 70–22	PG 76–22	PG 64–22	PG 70–22	PG 70–22
Վարդենիս	PG 58–28	PG 70–28	PG 76–28	PG 70–28	PG 70–28	PG 76–28	PG 64–28	PG 70–28	PG 70–28

Եզրակացություն

Հիմնվելով ՀՀ բնակավայրերի համար ճանապարհածածկի՝ նախապես սահմանված առավելագույն և նվազագույն ջերմաստիճանների վրա, որոնք հաշվի են առնում ինչպես նախագծի իրականացման տեղանքի դիրքը (աշխարհագրական լայնությունը), այնպես էլ հուսալիության գործոնները, կատարվել է «Սուպերփեյվ» համակարգով ՀՀ բնակավայրերի համար բիտումային կապակցանյութի PG դասերի սահմանում: Կապակցանյութի PG դասի բազային արժեքներից բացի ներկայացված են նաև PG բարձր դասի արժեքների ճշգրտումները, որոնք հաշվի են առնում ինչպես երթևեկության ինտենսիվությունը (ծառայության ժամկետի ընթացքում ստանդարտ առանցքների քանակը), այնպես էլ շարժման արագությունը:

Գրականության ցանկ

- [1] Հ. Հ. Գյուլզադյան, Վ. Հ. Տեր-Միսոնյան, ՀՀ բնակավայրերի համար ասֆալտբետոնային խառնուրդների կազմի նախագծման «Սուպերփեյվ» մեթոդի ջերմաստիճանային բնութագրերը. ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ 3 (84) (2024) 3-11:
- [2] Հ. Հ. Գյուլզադյան, Վ. Հ. Տեր-Միսոնյան, Ասֆալտբետոնային խառնուրդների կազմի նախագծման «Սուպերփեյվ» մեթոդը. ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ 3 (84) (2022) 3-11:
- [3] R.J. Cominsky, SHRP-A-407. The Superpave Mix Design Manual for New Construction and Overlays, 1994, 184 p.

- [4] **R.J. Cominsky, B.M. Killingsworth, R.M. Anderson, D.A. Anderson, W.W. Crockford**, NCHRP Report 409: Quality Control and Acceptance of Superpave-Designed Hot Mix Asphalt. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 1998, 215 p.
- [5] **Superpave. Final Report of the TRB Superpave Committee**. TRB, 2005, pp.1 – 56.
- [6] Superpave Mix Design, Asphalt Institute, Superpave, Series No. 2, 3rd Edition, Lexington, KY, Asphalt Institute Research Center. 2001, 102 p.
- [7] **Superpave performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing**. Superpave Series N1 (SP-1), Asphalt Institute, 1997, 70 p.
- [8] **T.W. Kennedy, G.A. Huber, E.T. Harrigan, R.J. Cominsky, C.S. Hughes, H.V. Quintus, J.S. Moulthrop**, Superior Performing Asphalt Pavements (Superpave): The Product of the SHRP Asphalt Research Project. Strategic Highway Research Program, National Research Council, Washington, D.C (1994). Report No. SHRP-A-410.
- [9] **Asphalt Institute** (2011). The asphalt binder handbook, Manual Series 26, Lexington, Kentucky, 834 p.
- [10] **E.R. Brown, P.S. Kandhal, F.L. Roberts, Y.R. Kim, D.Y. Lee, T.W. Kennedy**, Hot Mix Asphalt Materials, Mixture Design, and Construction, 3rd ed., NAPA Research and Education Foundation, Lanham, Maryland, 2009 .
- [11] **K.A.Tutu, S. Ntramah, Y.A. Tuffour**, Superpave performance graded asphalt binder selection for asphalt mixture design in Ghana
- [12] **A.S. Abbas**, Temperature zoning of iraq for asphalt mix design. J. Eng. Sustain. Dev. 21 (5) (2017).
- [13] **I.M. Asi, Y. Khalayleh**, Adaptation of superpave asphalt concrete mix design procedure to jordan climatic and traffic conditions. Int. J. Pavement Res. Technol. 3(4) (2010) 154-161.
- [14] **N. Charoentham, K. Kanitpong**, Development of a performance grading system for asphalt binders used in Thailand. Asian Transp. Stud. 2(2) (2012) 121-138.
- [15] **M.W. Mirza, Z. Abbas, M.A. Rizvi**, Temperature zoning of pakistan for asphalt mix design. Pak. J. Eng. Appl. Sci. 8 (2011) 49-60.
- [16] **M. Ronald, G. Chehab, M.N. Fakhreddine**, Determination of temperature zoning for the great lakes region of africa based on superpave system. In: Proceedings of the International Conference on Civil Infrastructure and Construction, Doha, Qata, 2020, 10.29117/cic.2020.0062.
- [17] **H.A. Salem, D. Uzelac, B. Matic**, Temperature zoning of libya desert for asphalt mix design. Appl. Mech. Mater. 638–640 (2014) 1414-1426.
- [18] **A. Mohseni**. LTPP Seasonal Asphalt Concrete (AC) Pavement Temperature Models. Federal Highway Administration, McLean, VA (1998). Report No. FHWA-RD-97-103.
- [19] **AASHTO M 320** - Standard Specification for Performance-Graded Asphalt Binder, 2021, 9 p.
- [20] **ՀՀՇՆ 32-01-2022**. Ավտոմոբիլային ճանապարհներ, 206 էջ:
- [21] **ГОСТ Р 71404-2024**. Нежесткие дорожные одежды. Правила проектирования. Москва, 101с.
- [22] **R.B. McGennis, R.M. Anderson, T.W. Kennedy, M. Solaimanian**, Background of SUPERPAVE asphalt mixture design and analysis. Report No. FHWA-SA-95-003, Prepared for the Federal Highway Administration, Asphalt Institute, Lexington, Kentucky, 1995.

- [23] **A. Mohseni, S. Carpenter, J.D' Angelo**, Development of SUPERPAVE high-temperature performance grade (PG) based on rutting damage, J. Assoc. Asph. Paving Technol. 74 (2005) 197–254.
- [24] **National Highway Cooperative Research Program**. A Manual for Design of Hot Mix Asphalt with Commentary, Transportation Research Board, Washington, D.C, 2011, NCHRP Report 673.

ВЫБОР ВЯЖУЩЕГО ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСТАВА АСФАЛЬТОБЕТОНА ПО МЕТОДУ "СУПЕРПЕЙВ" ДЛЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РА

Акоп Арутюнович Гюлзадян*, Виген Грантович Тер-Симонян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

**hakob_gyulzadyan@bk.ru*

Представлены значения классов PG $X \pm Y$ битумного вяжущего для населенных пунктов Республики Армения в соответствии с получившим широкое распространение в мировом дорожном строительстве в области проектирования состава асфальтобетона методом "Суперпейв". На основе расчетных максимальных и минимальных температур дорожного покрытия, заранее определенных для населенных пунктов РА, получены базовые значения классов битумного вяжущего. Помимо базовых значений, представлены также скорректированные значения высокотемпературного класса PG, которые учитывают как интенсивность движения (количество стандартных осей в течение срока службы), так и скорость движения.

Ключевые слова: асфальтобетон, вяжущее, эксплуатационный класс, расчетные температуры покрытия, усталостные трещины, температурные трещины, колеиность, класс вяжущего

SELECTION OF "SUPERPAVE" MIX DESIGN BINDER FOR REGIONS OF RA

Hakob Gyulzadyan*, Vigen Ter-Simonyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

**hakob_gyulzadyan@bk.ru*

This paper presents values of classes PG $X \pm Y$ of bitumen binder for regions of the Republic of Armenia in accordance with the "Superpave" method, which is widely used in global road construction in the field of asphalt concrete mix design. Based on the high and low pavement design temperature, predetermined for the regions of the Republic of Armenia, the basic values of the bitumen binder grades were obtained. In addition to the basic values, adjusted values of the high-temperature PG grade are also presented, which take into account both the traffic value (the number of standard axes during the service life) and the traffic speed.

Keywords: asphalt concrete, binder, Performance Grade, Design Pavement Temperatures, fatigue cracks, temperature cracks, rutting

Գյուլզադյան Հակոբ Հարությունի, տ.գ.թ., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Տեր-Սիմոնյան Վիգեն Հրանտի, տ.գ.թ. դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն, (+374)91214705, vtersimonyan@gmail.com

Гюлзадян Акон Арутюнович, канд.техн.наук, доцент (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Дорог и мостов, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Тер-Симонян Виген Грантович, канд.техн.наук, доцент** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Дорог и мостов, (+374)91214705, vtersimonyan@gmail.com

Gyulzadyan Hakob, doctor of philosophy (PhD) in Engineering, Associate Professor (RA, Yerevan) – NUACA, Chair “Highways and Bridges”, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Ter-Simonyan Vigen, doctor of philosophy (PhD) in Engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) – Chair “Highways and Bridges”, (+374)91214705, vtersimonyan@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 02.04.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 29.04.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

**FDR ԽԱՌՆՈՒՐԴԻ ՁԳՄԱՆ ԱՄՐՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐԵԼԱՎՈՒՄԸ ԲԱԶԱԼՏԵ
ԹԵԼԻԿՆԵՐՈՎ ԵՎ ՑԵՄԵՆՏՈՎ**

Հակոբ Հարությունի Գյուլզադյան*, Խաչիկ Սիմոնի Զքոյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

**hakob_gyulzadyan@bk.ru*

Ներկայացվում է ասֆալտբետոնային ծածկերով պատվածքների ամբողջ խորությամբ վերականգնման ժամանակ ստացվող FDR խառնուրդի մեջ բազալտե թելիկների և ցեմենտի ներմուծման ազդեցության գնահատման համար լաբորատոր փորձարկումների արդյունքները: Արձանագրվել է, որ FDR խառնուրդի ձգման ամրության բարելավման տեսակետից օպտիմալ են բազալտե թելիկների պարունակության 0,4 % և երկարության 20 մմ արժեքները: Արձանագրվել են ինչպես FDR խառնուրդում միայն ցեմենտի ներմուծման արդյունքում նախնական խառնուրդի հետ համեմատած ձգման ամրության սահմանի աճի, այնպես էլ ցեմենտի և բազալտե թելիկների համալիր ներմուծման արդյունքում միայն ցեմենտով ամրացված փորձանմուշների հետ համեմատած ձգման ամրության սահմանի աճի ցուցանիշները: Փորձանմուշների սեղմման ամրության սահմանի վրա համանման ազդեցությունների հետ համեմատությամբ արձանագրվել է, որ ինչպես միայն ցեմենտի ներմուծումը, այնպես էլ ցեմենտի և բազալտե թելիկների համալիր ներմուծումն ավելի արդյունավետ է ազդում FDR խառնուրդի ձգման, քան սեղմման ամրության բնութագրերի բարելավման վրա:

Բանալի բառեր. ասֆալտբետոն, ամբողջ խորությամբ վերաօգտագործում, հավելանյութեր, բազալտե թելիկներ, ցեմենտ, ճաքակայունություն, սեղմման ամրության սահման, խզման ժամանակ ձգման ամրության սահման

Ներածություն

Հայաստանի ճանապարհային ցանցի վերականգնման գործընթացներում վերջին տարիներին զգալի տարածում է ստացել ամբողջ խորությամբ վերաօգտագործման (հետագայում FDR – Full Depth Reclamation) տեխնոլոգիան [1, 2]: Համեմատած ոչ կոշտ ճանապարհային պատվածքների վերականգնման այլ տեխնոլոգիաների հետ, ամբողջ խորությամբ վերաօգտագործման տեխնոլոգիայի կիրառման ժամանակ զգալիորեն նվազում են նոր հավելանյութերի ներմուծումները, էներգիայի ծախսը և դեպի մթնոլորտ վնասակար արտանետումները: Կառուցվածքային տեսակետից ոչ կոշտ պատվածքների վերականգնման ամբողջ խորությամբ վերաօգտագործման տեխնոլոգիան հնարավորություն է տալիս լիովին վերացնել ճանապարհածածկի վրա անվա-
հետքերի (rutting) և արտացոլվող ճաքառաջացման (reflective cracking) հետ կապված բոլոր հիմ-
նախնդիրները: Գոյություն ունեցող ասֆալտբետոնի և ստորև տեղադրված շերտերի մանրացու-
մը թույլ է տալիս ստանալ պատվածքի հատիկային շերտ, որը կարող է օգտագործվել ինչպես

առանց հավելանյութերի կիրառման, այնպես էլ կայունացնող հավելանյութերով: Խառնուրդի մեջ կայունացնող հավելանյութերի ավելացման կարիք սովորաբար լինում է այն դեպքերում, երբ մանրացված նյութը չի ունենում անհրաժեշտ մեխանիկական բնութագրեր և կառուցվածքային ամրություն՝ դիմագրավելու համար սպասվող արտաքին բեռնվածքներին: FDR խառնուրդներում առավել տարածված հավելանյութերից է պորտլանդցեմենտը [3]: Որպես հավելանյութ FDR խառնուրդներում պորտլանդցեմենտը կիրառություն է ստացել նաև ՀՀ-ում: [4]-ում ներկայացված է FDR խառնուրդներում պորտլանդցեմենտի և փրփրաբիտումի համալիր կիրառման վերլուծություն:

Ասֆալտբետոնային խառնուրդների վերաօգտագործման պրակտիկայում որպես հավելանյութ կիրառություն են ստացել բազալտե թելիկները [5-8]: Բազալտե թելիկը առանձնանում է իր բարձր մեխանիկական ամրությամբ, որը թույլ է տալիս դիմակայել մեծ ծանրաբեռնվածություններին, ցածր ջրակլանմամբ, ինչը նվազեցնում է խոնավության հետևանքով առաջացող վնասները և կայուն քիմիական հատկություններով, որոնք ապահովում են երկարաժամկետ դիմացկունություն: [9]-ում ներկայացված է FDR խառնուրդի սեղմման ամրության փոփոխության վրա բազալտե թելիկների երկարության և պարունակության ազդեցությունը: Որպես օպտիմալ պարամետրեր սահմանվել են 0,4 % պարունակությունը և 20 մմ երկարությունը, որը մեր կողմից ընդունվել է հետագա լաբորատոր և դաշտային փորձարկումների համար: [10]-ում կատարվել է FDR խառնուրդի սեղմման ամրության փոփոխության վրա բազալտե թելիկների և ցեմենտի համալիր ազդեցության վերլուծություն: Արձանագրվել է, որ FDR խառնուրդում 4,0 % ցեմենտի և 0,4 % բազալտե թելիկների համալիր ներմուծումը միայն ցեմենտով ամրացված փորձանմուշների հետ համեմատած բերել է սեղմման ամրության սահմանի 16,2 % աճի:

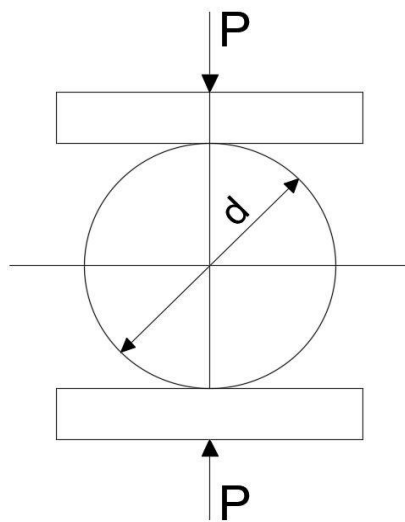
Ինչպես ցույց է տալիս FDR տեխնոլոգիայի կիրառման փորձը, ստացվող կառուցվածքային շերտի աշխատունակությունը մեծ մասամբ պայմանավորվում է դրա սահքաղիմացկանությամբ և ճաքակայունությամբ: Կառուցվածքային շերտի նյութի սեղմման ամրության սահմանը ոչ լիովին է գնահատում այդ շերտի սահքաղիմացկանության և ճաքակայունության ցուցանիշները, քանի որ ոչ լրիվ է համապատասխանում ձևավորվող հաշվարկային սխեմային: Նշված հատկությունների բնորոշման համար կիրառվում են այլ ցուցանիշներ, որոնցից են անուղղակի ձգման ամրությունը (indirect tensile strength) և առաձգականության մոդուլը (resilient modulus) [11]: Մեր կողմից հետագա ուսումնասիրության համար ընդունվել է ԳՕՍՏ 12801-98 ստանդարտով կանոնակարգվող խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանը (предел прочности на растяжение при расколе): Խառնուրդի այդ բնութագիրը գրեթե լիովին համապատասխանում է անուղղակի ձգման ամրությանը և կարող է ընդունվել որպես կառուցվածքային շերտի սահքաղիմացկանության և ճաքակայունության ցուցանիշ:

Նյութեր և մեթոդներ

Լաբորատոր փորձարկումների նկարագրությունը

FDR խառնուրդի խզման ժամանակ ձգման ամրության փոփոխության վրա բազալտե թելիկների ներմուծման ազդեցության գնահատման նպատակով պատրաստվել են փորձարարական նմուշների չորս խմբաքանակներ: Առաջին խմբաքանակը կազմել է նախնական աղացած խառնուրդը՝ առանց որևէ հավելանյութի: Երկրորդից չորրորդ խմբաքանակներում նախնական խառնուրդին ավելացվել է համապատասխանաբար 0,3, 0,4 և 0,5 % բազալտե թելիկներ: Երկրորդից չորրորդ խմբաքանակներում փոփոխության է ենթարկվել նաև ներմուծվող բազալտե թելիկների երկարությունները: Ընդունվել են երեք երկարություններ՝ 5, 10 և 20 մմ, ստանալով ենթախմբեր: Յուրաքանչյուր ենթախմբում ընդգրկվել են երեքական նմուշներ, որոնց ընդհանուր զանգվածը կազմել է 5400 գրամ: Ընդհանուր առմամբ խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի փորձարկման համար լրացուցիչ պատրաստվել է 30 զլանաձև փորձանմուշ, որոնց չափերը համապատասխանում են սեղմման ամրության ստուգման համար պատրաստված փորձանմուշների չափերին:

Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի որոշման փորձարկումն իրականացվել է ըստ ԳՕՍՏ 12801-98 ստանդարտի սխեմայի (նկ. 1): Փորձարկումն իրականացվել է լաբորատոր մամլիչով՝ փոփոխելով ազդող ուղղաձիգ ուժը՝ մինչև փորձանմուշի խզումը:

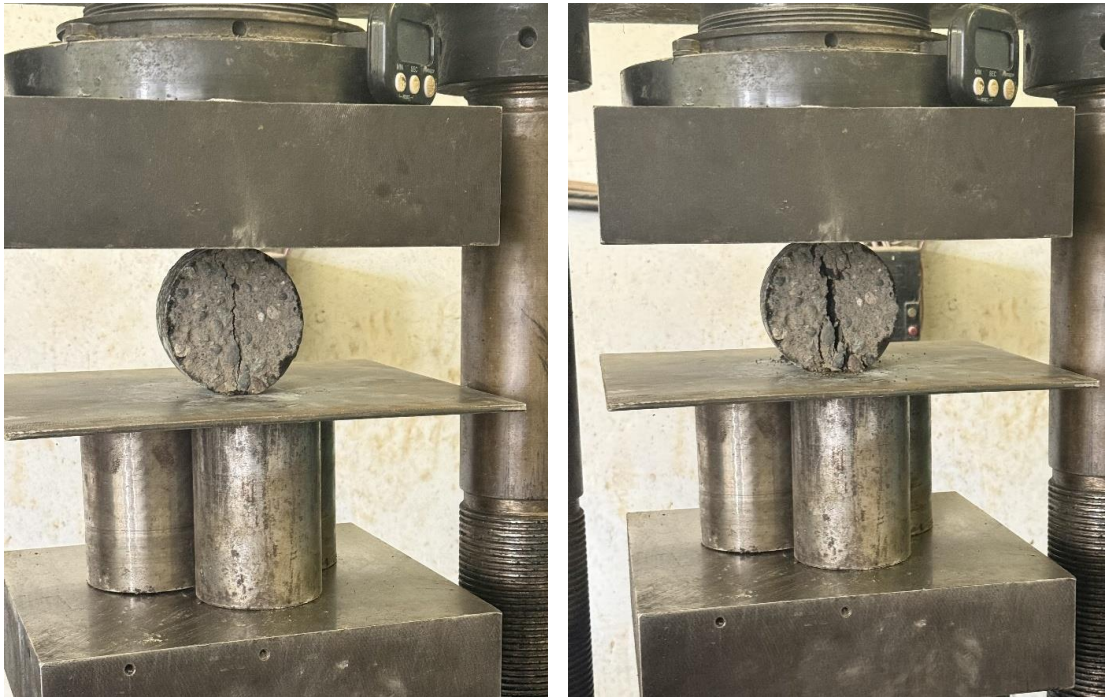


Նկ. 1. Ձգման ամրության սահմանի որոշման փորձարկման սխեմա

Նկ. 2-ում ցույց է տրված փորձարարական զլանաձև նմուշների խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի որոշումը մամլիչային փորձասարքի վրա:

Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանների փորձնական արժեքները որոշվել են ըստ ԳՕՍՏ 12801-98-ի հետևյալ բանաձևի՝

$$R_p = \frac{P}{h \cdot d} \cdot 10^{-2},$$



Նկ. 2. Գլանաձև նմուշների ճաքատաքացման գործընթացը՝ մինչև դրանց խզումը

որտեղ R_p -ն խզման ժամանակ ձգման ամրությունն է, $U\eta a$, P -ն՝ քայքայող ուժը, λ , h -ը՝ նմուշի բարձրությունը, $u\lambda$, d -ն՝ նմուշի տրամագիծը, $u\lambda$:

Արդյունքներ և քննարկում

Աղ. 1-4-ում բերված են ըստ առանձին խմբաքանակների խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանների փորձնական արժեքները, ինչը թույլ է տվել կատարել հետևյալ եզրակացությունը՝ բազալտե թելիկների ներմուծումը FDR խառնուրդի մեջ բերել է փորձանմուշների խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանների աճին: Համեմատած առանց բազալտե թելիկների փորձանմուշների, 0,3 % բազալտե թելիկների հավելումով փորձանմուշներում սեղմման ամրության աճը՝ կախված թելիկների երկարությունից կազմել է 10,0...27,9 %: 0,4 և 0,5 % բազալտե թելիկների հավելումով փորձանմուշներում համապատասխան աճերը կազմել են 12,8...30,0 և 13,6...30,7%: Հիմնվելով բազալտե թելիկների ներմուծման արդյունքում խզման ժամանակ ձգման ամրության աճերի արձանագրված արժեքների վրա, կարող ենք եզրակացնել, որ բազալտե թելիկների ներմուծման համար առավել օպտիմալ պարունակությունները կազմում են 0,4...0,5 %: Սակայն հաշվի առնելով, որ բազալտե թելիկների 0,5% պարունակության դեպքում ձգման ամրության աճը 0,4% պարունակության համեմատ աննշան է, մեր կողմից հետագա հետազոտությունների համար որպես օպտիմալ ընդունվել է բազալտե թելիկների ներմուծման 0,4% արժեքը:

Աղյուսակ 1

Առանց բազալտե թելիկների խմբաքանակի փորձանմուշների խզման ժամանակ ձգման ամրության որոշման արդյունքները

Փորձանմուշի №№	Փորձանմուշի լայնական հատվածքի մակերեսը, սմ^2	Քայքայող ուժը, Ն	Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանը, ՄՊա
1	78,40	2600	0,26
2	78,50	2900	0,29
3	78,40	2900	0,29
Միջին արժեք	78,43	2800	0,28

Աղյուսակ 2

0,3 % բազալտե թելիկների հավելումով խմբաքանակի փորձանմուշների խզման ժամանակ ձգման ամրության որոշման արդյունքները

Փորձանմուշի №№	Փորձանմուշի լայնական հատվածքի մակերեսը, սմ^2	Քայքայող ուժը, Ն	Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանը, ՄՊա	Չզման ամրության աճը, %
Բազալտե թելիկների երկարությունը 5 մմ				
1	78,46	3060	0,306	
2	78,43	3100	0,310	
3	78,39	3080	0,308	
Միջին արժեք	78,43	3080	0,308	10,0
Բազալտե թելիկների երկարությունը 10 մմ				
1	78,42	3310	0,331	
2	78,50	3340	0,334	
3	78,44	3340	0,334	
Միջին արժեք	78,45	3330	0,333	18,9
Բազալտե թելիկների երկարությունը 20 մմ				
1	78,47	3590	0,359	
2	78,50	3600	0,360	
3	78,46	3550	0,355	
Միջին արժեք	78,48	3580	0,358	27,9

Աղյուսակ 3

0,4 % բազալտե թելիկների հավելումով խմբաքանակի փորձանմուշների խզման ժամանակ ձգման

ամրության որոշման արդյունքները

Փորձանմուշի №№	Փորձանմուշի լայնական հատվածքի մակերեսը, $սմ^2$	Քայքայող ուժը, Ն	Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանը, ՄՊա	Ձգման ամրության աճը, %
Բազալտե թելիկների երկարությունը 5 մմ				
1	78,44	3120	0,312	
2	78,46	3170	0,317	
3	78,46	3190	0,319	
Միջին արժեք	78,45	3160	0,316	12,8
Բազալտե թելիկների երկարությունը 10 մմ				
1	78,45	3470	0,347	
2	78,49	3480	0,348	
3	78,48	3460	0,346	
Միջին արժեք	78,47	3470	0,347	23,9
Բազալտե թելիկների երկարությունը 20 մմ				
1	78,47	3660	0,366	
2	78,50	3650	0,365	
3	78,50	3610	0,361	
Միջին արժեք	78,49	3640	0,364	30,0

Ներմուծվող բազալտե թելիկների երկարության մեծացումը դրական ձևով է արտահայտվել խզման ժամանակ ձգման ամրության արժեքների աճի վրա: Կախված խառնուրդում թելիկների պարունակությունից, խզման ժամանակ ձգման ամրության աճը 5 մմ երկարությամբ ներմուծվող թելիկների դեպքում կազմել է 10,0...13,6%: 10 և 20 մմ երկարությամբ ներմուծվող թելիկների դեպքում խզման ժամանակ ձգման ամրության աճերը համապատասխանաբար կազմել են 18,9...24,3 և 27,9...30,7 %: Խզման ժամանակ ձգման ամրության աճի արձանագրված արժեքները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ խզման ժամանակ ձգման ամրության աճի տեսակետից ներմուծվող բազալտե թելիկների օպտիմալ երկարությունը կազմում է 10...20 մմ: Մեր կողմից հետազա հետազոտությունների համար որպես օպտիմալ ընդունվել է բազալտե թելիկների երկարության 20 մմ արժեքը:

Աղյուսակ 4

0,5 % բազալտե թելիկների հավելումով խմբաքանակի փորձանմուշների խզման ժամանակ

ձգման ամրության որոշման արդյունքները

Փորձանմուշի №№	Փորձանմուշի լայնական հատվածքի մակերեսը, սմ ²	Քայքայող ուժը, Ն	Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանը, ՄՊա	Ձգման ամրության աճը, %
Բազալտե թելիկների երկարությունը 5 մմ				
1	78,45	3180	0,318	
2	78,45	3170	0,317	
3	78,40	3190	0,319	
Միջին արժեք	78,43	3180	0,318	13,6
Բազալտե թելիկների երկարությունը 10 մմ				
1	78,42	3490	0,349	
2	78,50	3490	0,349	
3	78,44	3460	0,346	
Միջին արժեք	78,45	3480	0,348	24,3
Բազալտե թելիկների երկարությունը 20 մմ				
1	78,47	3660	0,366	
2	78,49	3690	0,369	
3	78,50	3630	0,363	
Միջին արժեք	78,48	3660	0,366	30,7

Մեր կողմից փորձնականորեն գնահատվել է նաև FDR խառնուրդի ձգման ամրության բարելավման վրա ցեմենտի և բազալտե թելիկների համալիր ազդեցությունը:

Խառնուրդում պորտլանդցեմենտի պարունակությունն ընդունվել է անփոփոխ՝ 4% ըստ զանգվածի, իսկ բազալտե թելիկների ներմուծման պարունակությունը և երկարություններն ընդունվել են համապատասխանաբար 0,4 % և 20 մմ: Փորձանմուշների ընդհանուր քանակը կազմել է 6:

Աղ. 5-ում բերված են ցեմենտի և բազալտե թելիկների համալիր ներմուծմամբ փորձանմուշների խզման ժամանակ ձգման ամրության որոշման արդյունքները: Խզման ժամանակ ձգման ամրության փորձնական արժեքները որոշվել են ըստ բանաձևի:

Աղ. 6-ում բերված են որպես հիմնական ընդունված 0,4 % և 20 մմ երկարությամբ բազալտե թելիկների ներմուծմամբ տարբերակի համար խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանների համեմատությունն առանց ցեմենտի և ցեմենտի 4 % հավելումով դեպքերի համար:

Աղյուսակ 5

Ցեմենտի և բազալտե թելիկների համալիր ներմուծմամբ փորձանմուշների խզման ժամանակ ձգման ամրության որոշման արդյունքները

Փորձանմուշի №№	Փորձանմուշի լայնական հատվածքի մակերեսը, սս ²	Քայքայող ուժը, Ն	Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանը, ՄՊա
Միայն ցեմենտի ներմուծմամբ փորձանմուշներ			
1	78,50	8130	0,813
2	78,40	8120	0,812
3	78,50	8050	0,805
Միջին արժեք	78,46	8100	0,810
Ցեմենտի և բազալտե թելիկների համալիր ներմուծմամբ փորձանմուշներ			
1	78,48	10000	1,000
2	78,50	9900	0,990
3	78,50	10400	1,040
Միջին արժեք	78,49	10100	1,010

Աղյուսակ 6

Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի վրա հավելանյութերի ներմուծման արդյունավետության համեմատական բնութագիր

Խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի միջին արժեքը, ՄՊա				$\frac{R_{p3} - R_{p1}}{R_{p1}} \cdot 100\%$	$\frac{R_{p4} - R_{p3}}{R_{p4}} \cdot 100\%$
առանց հավելա նյութերի, R_{p1}	բազալտե թելիկների ներմուծմամբ, R_{p2}	ցեմենտի ներմուծմամբ, R_{p3}	բազալտե թելիկների և ցեմենտի ներմուծմամբ, R_{p4}		
0,280	0,364	0,810	1,010	189,3	24,7

Աղ. 5 և 6- ը թույլ են տվել կատարել հետևյալ եզրակացությունները՝

- ◆ FDR խառնուրդում 4 % ցեմենտի ներմուծումը նախնական խառնուրդի հետ համեմատած բերել է խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի 189,3 % աճի,
- ◆ խառնուրդում 4,0% ցեմենտի և 0,4% բազալտե թելիկների համալիր ներմուծումը միայն ցեմենտով ամրացված փորձանմուշների հետ համեմատած բերել է խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի 24,7 աճի:

Համեմատելով փորձանմուշների սեղմման ամրության փոփոխության վրա ցեմենտի և բազալտե թելիկների ներմուծման ազդեցության հետ [10], կարող ենք կատարել հետևյալ եզրակացությունները՝

- ◆ ցեմենտի ներմուծման ազդեցությունը FDR խառնուրդի խզման ժամանակ ձգման ամրության արժեքի բարելավման վրա ավելի զգալի է, քան նույնի ազդեցությունը սեղմման ամրության սահմանի բարելավման վրա: Եթե 4 % ցեմենտի ներմուծումը բերել է FDR խառնուրդի սեղմման ամրության սահմանի 115,5 % աճի, ապա նույն քանակությամբ ցեմենտի ներմուծմամբ խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի արժեքի աճը կազմել է 189,3 %,
- ◆ համեմատած FDR խառնուրդում միայն ցեմենտի ներմուծման հետ, ցեմենտի և բազալտե թելիկների համալիր ներմուծման դեպքում խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի արժեքի աճն ավելի զգալի է սեղմման ամրության սահմանի աճի համեմատությամբ: Եթե ցեմենտով փորձանմուշներում բազալտե թելիկների ներմուծումը բերել է սեղմման ամրության սահմանի 16,2 % աճի, ապա խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի արժեքի աճը կազմել է 24,7 %:

Եզրակացություն

Բազալտե թելիկների ներմուծումը FDR խառնուրդի մեջ բերել է փորձանմուշների խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանների աճին: Համեմատելով տարբեր պարունակություններով և երկարություններով բազալտե թելիկների ազդեցությունը փորձանմուշների ձգման ամրության փոփոխության վրա, որպես օպտիմալ ընդունվել են բազալտե թելիկների պարունակության 0,4 % և երկարության 20 մմ արժեքները:

FDR խառնուրդում 4 % ցեմենտի ներմուծումը նախնական խառնուրդի հետ համեմատած բերել է խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի 189,3 % աճի: Խառնուրդում 4 % ցեմենտի և 0,4% բազալտե թելիկների համալիր ներմուծումը միայն ցեմենտով ամրացված փորձանմուշների հետ համեմատած բերել է խզման ժամանակ ձգման ամրության սահմանի 24,7 % աճի:

Ցեմենտի ներմուծման ազդեցությունը FDR խառնուրդի ձգման ամրության արժեքի բարելավման վրա ավելի զգալի է, քան նույնի ազդեցությունը սեղմման ամրության սահմանի բարելավման վրա: Եթե 4,0 % ցեմենտի ներմուծումը բերել է FDR խառնուրդի սեղմման ամրության սահմանի 115,5 % աճի, ապա նույն քանակությամբ ցեմենտի ներմուծմամբ ձգման ամրության սահմանի արժեքի աճը կազմել է 189,3 %: Համեմատած FDR խառնուրդում միայն ցեմենտի ներմուծման հետ, ցեմենտի և բազալտե թելիկների համալիր ներմուծման դեպքում ձգման ամրության սահմանի արժեքի աճն ավելի զգալի է սեղմման ամրության սահմանի աճից: Եթե ցեմենտով փորձանմուշներում բազալտե թելիկների ներմուծումը բերել է սեղմման ամրության սահմանի 16,2 % աճի, ապա ձգման ամրության սահմանի արժեքի աճը կազմել է 24,7 %:

Գրականության ցանկ

- [1] **Հ. Հ. Գյուլզադյան, Ա.Ս. Ղազարյան**, Ասֆալտբետոնային ծածկերի վերաօգտագործման տեխնոլոգիայի կիրառության միջազգային փորձի վերլուծություն, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ III (66) (2017) 32-39:
- [2] **Հ. Հ. Գյուլզադյան, Խ. Ս. Չքոյան**, Ճանապարհային պատվածքների ամբողջ խորությամբ վերաօգտագործելու փորձի վերլուծություն, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ I (82) (2022) 31-40:
- [3] **D.R. Luhr, W.S. Adaska, G.E. Halsted**, Guide to Full-Depth Reclamation (FDR) with Cement, Portland Cement Association, 2007.
- [4] **Խ.Ս. Չքոյան**, Ճանապարհային պատվածքի ամբողջ խորությամբ վերաօգտագործման տեխնոլոգիայում փրփրաբիտումի և ցեմենտի օգտագործման վերլուծություն, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ II (92) (2025) 89-96:
- [5] **I. Asi, F.I. Shalabi, J. Naji**, Use of basalt in asphalt concrete mixes, Construction and Building Materials 23(1) (2009) 498-506.
- [6] **N. Morova**, Investigation of usability of basalt fibers in hot mix asphalt concrete, Construction and Building Materials 47 (2013) 175-180.
- [7] **Y. Zheng, Y. Cai, G. Zhang, H. Fang**, Fatigue property of basalt fiber-modified asphalt mixture under complicated environment, Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed. 29(5) (2014) 996-1004.
- [8] **Խ.Ս. Չքոյան**, Բազալտե թելիկների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները և դրանց կիրառությունը ճանապարհաշինարարության մեջ Հայաստանի Հանրապետությունում, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ II (92) (2025) 97-102:
- [9] **Խ.Ս. Չքոյան**, Լաբորատոր պայմաններում բազալտե թելիկների չափերի օպտիմալ որոշումն ասֆալտբետոնե խառնուրդներում, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ III (93) (2025) 16-26:
- [10] **Խ.Ս. Չքոյան**, Ասֆալտբետոնե խառնուրդների բարելավում բազալտե թելիկների և ցեմենտի հավելումով, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ III (93) (2025) 27-35:
- [11] **W. Fedrigo**, Full-depth reclamation of pavements with Portland cement: Setting the basis for a mix design method. MSc thesis, Federal University of Rio Grande do Sul, 2015.

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ FDR СМЕСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН И ЦЕМЕНТА**

Акоп Арутюнович Гюлзадян*, Хачик Симонович Чколян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, Ереван, Армения

*hakob_gyulzadyan@bk.ru

Представлены результаты лабораторных испытаний для оценки эффекта введения базальтовых волокон и цемента в смесь FDR, получаемую при восстановлении на всю глубину дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями. Было установлено, что с точки зрения улучшения прочности на растяжение при разрыве смеси FDR, значения содержания базальтовых волокон 0,4% и их длины 20 мм являются оптимальными. Были зафиксированы, как показатели улучшения прочности на растяжение при разрыве в результате введения только цемента в смесь FDR по сравнению с исходной смесью, так и показатели аналогичных улучшений комплексного введения цемента

и базальтовых волокон по сравнению с образцами с введением в качестве добавок только цемента. По сравнению с аналогичным воздействием на предел прочности испытательных образцов на сжатие, было зарегистрировано, что как введение в качестве добавок только цемента, так и комплексное введение цемента и базальтовых волокон более эффективно влияют на улучшение характеристик прочности смеси FDR на растяжение, чем на сжатие.

Ключевые слова: асфальтобетон, повторное использование на всю глубину, добавки, базальтовые волокна, цемент, устойчивость к растрескиванию, предел прочности на сжатие, предел прочности на разрыв

IMPROVEMENT OF THE TENSILE STRENGTH OF FDR MIXTURE USING BASALT FIBERS AND CEMENT

Hakob Gyulzadyan*, Khachik Chkolyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

*hakob_gyulzadyan@bk.ru

This paper presents the results of laboratory investigations conducted to evaluate the effect of incorporating basalt fibers and cement into Full Depth Reclamation (FDR) mixtures obtained during the rehabilitation of asphalt concrete pavements. It was established that, from the standpoint of improving the tensile strength characteristics of the FDR mixture, the optimal parameters are a basalt fiber content of 0.4% and a fiber length of 20 mm. The study recorded an increase in the tensile strength limit of the mixture compared with the initial mixture as a result of introducing cement alone, as well as a further increase in tensile strength compared with specimens stabilized only with cement when cement and basalt fibers were incorporated jointly. In comparison with the corresponding effects on the compressive strength limit of the specimens, it was determined that both the incorporation of cement alone and the combined incorporation of cement and basalt fibers exert a more significant influence on the improvement of the tensile strength characteristics of the FDR mixture than on its compressive strength characteristics.

Keywords: Asphalt concrete, full depth reclamation, additives, basalt fibers, cement, crack resistance, compressive strength limit, indirect tensile strength limit at failure

Գյուլզադյան Հակոբ Հարությունի, տ.գ.թ., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Չքոլյան Խաչիկ Միսնի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիայի և կազմակերպման» ամբիոն, (+374)77028155, xachik.chqolyan@mail.ru

Гюлзадян Акон Арутюнович, к.т.н. доцент (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра “Дорог и мостов”, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Чколян Хачик Симонович, к.т.н.** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра “Технологии и организации строительного производства”, ассистент, (+374)77028155, xachik.chqolyan@mail.ru

Gyulzadyan Hakob, doctor of philosophy (PhD) in Engineering, Associate Professor (RA, Yerevan) – NUACA, Chair “Highways and Bridges”, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Chkolyan Khachik, doctor of philosophy (PhD) in Engineering** (RA, Yerevan) – NUACA, Chair “Technology and Organisation of Construction Production”, (+374)77028155, xachik.chqolyan@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 10.04.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 29.04.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

ՄԵՔԵՆԱՑԱԿԱՆ ԵՎ ԽՈՐ ՈՒՍՈՒՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՍԲ ՕԴԱՏԻԶԵՐԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐՈՒՄ ՕԲՑԵԿՏՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՈՒՄ

Լուսինե Ներսեսի Եղիյան

«Երկրատարածական տեխնոլոգիաների կենտրոն» ՄՊԸ, ք. Երևան, ՀՀ

lusineyeghyan@gmail.com

Օդատիեզերական պատկերները լայնորեն կիրառվում են տարբեր ոլորտներում (շրջակա միջավայրի մշտադիտարկում, քաղաքաշինություն, աղետների կառավարում և այլն), սակայն պատկերից օբյեկտների ավտոմատ հայտնաբերումը մնում է բարդ խնդիր: Հոդվածում ուսումնասիրվում են մեքենայական և խոր ուսուցման մեթոդների կիրառումը՝ հենք ընդունելով դրանց կիրառական բաղադրիչն ու արդյունավետությունը: Դիտարկվում են ժամանակակից մոտեցումներ, մասնավորապես, CNN, Mask R-CNN և Segment Anything Model (SAM) մոդելները: Իրականացվում է փորձնական վերլուծություն՝ գնահատելով մոդելների ճշգրտությունը, կիրառելիությունը և վերջիններիս հնարավորությունները ՀՀ-ի համար: Արդյունքները ցույց են տալիս, որ խոր ուսուցման մեթոդներն ապահովում են բարձր ճշգրտություն և ավտոմատացման մակարդակ, միաժամանակ ունենալով որոշ սահմանափակումներ՝ կապված աղմուկի և ընդհանրացման խնդիրների հետ:

Բանալի բառեր. օդատիեզերական պատկերներ, խոր ուսուցում, մեքենայական ուսուցում, օբյեկտների հայտնաբերում, սեզմենտացիա, CNN, Mask R-CNN, Segment Anything Model

Ներածություն

Բարձր լուծաչափով օդատիեզերական պատկերները բարձացնում են տվյալների մշակման ավտոմատացման հնարավորությունները և ճշգրտությունը: Հատկապես կարևոր է տարբեր տիպի օբյեկտների՝ շենքերի, ճանապարհների, բնական կառույցների և այլ տարրերի հայտնաբերումն ու սեզմենտացիան, որոնք առանցքային նշանակություն ունեն տարածական վերլուծության համար:

Ավանդական մեթոդները (թվայնացում, սպեկտրալ դասակարգում և այլն) բարդ ֆոնային և կառուցվածքային օբյեկտների դեպքում (շինություն, ճանապարհ և այլն) ունեն ցածր կիրառելիություն: Խոր ուսուցման մեթոդների զարգացումը, մասնավորապես, կոնվոլյուցիոն նեյրոնային ցանցերի (CNN) կիրառումը, զգալիորեն բարձրացրել է տարբեր օբյեկտների հայտնաբերման և մեկնաբանման ճշգրտությունը [1]: Ժամանակակից semantic segmentation մոտեցումները ներառում են նաև Fully Convolutional Networks (FCN) ճարտարապետությունը [2]: Օդատիեզերական պատկերների մշակման համար լայնորեն կիրառվում են նաև Pyramid Scene Parsing Network (PSPNet) մոդելները [3], որոնք արագորեն զարգանում են, սակայն ներկայումս ամենատարածված մոդելներն են DeepLab-երը, որոնք լայնորեն կիրառվում են իմաստային սեզմենտացիայի

(semantic segmentation) խնդիրներում [4], բայցևայնպես պատկերի ճանաչման կամ հայտնաբերման համար կիրառվում են նաև YOLO ընտանիքի մոդելները [5]:

Տարբեր մոդելներ, օրինակ Mask R-CNN, ապահովում է օբյեկտների պիքսելային մակարդակով սեգմենտացիա, իսկ մշակված Segment Anything Model (SAM) առաջարկում է առավել համապիտանի մոտեցում՝ տարբեր բնույթի օբյեկտների ճկուն առանձնացման համար:

Միևնույն ժամանակ առկա են խնդիրներ, կապված տարբեր օբյեկտների բազմազանության, մոդելների ադապտացիայի և ադմուկի նկատմամբ կայունության հետ, ինչը պայմանավորում է թեմայի արդիականությունը:

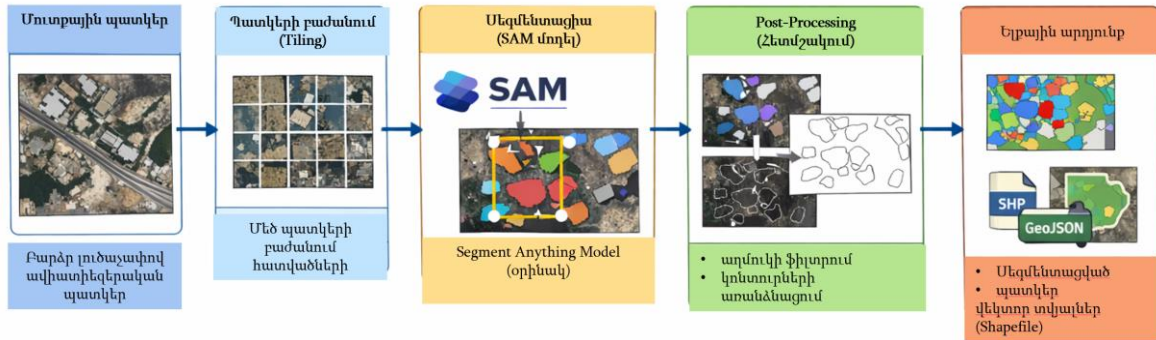
Հոդվածում ուսումնասիրվում են մեքենայական և խոր ուսուցման մեթոդների կիրառման հնարավորություններն օդատիեզերական պատկերներում տարբեր օբյեկտների հայտնաբերման և սեգմենտացիայի միջոցով: Դիտարկվում են ժամանակակից մոտեցումներ, մասնավորապես, CNN-հիմքով մոդելներ, Mask R-CNN և Segment Anything Model (SAM): Կատարված վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ խոր ուսուցման մեթոդներն ապահովում են բարձր ճշգրտություն և ավտոմատացման մակարդակ՝ միաժամանակ պահպանելով որոշ սահմանափակումներ՝ կապված ընդհանրացման և բարդ տեսարանների հետ:

Սույն հետազոտության նպատակն է գնահատել մեքենայական և խոր ուսուցման մոդելների կիրառելիությունը բարձր լուծաչափով օդատիեզերական պատկերների ավտոմատ սեգմենտացիայի համար: Ուսումնասիրվել և համեմատվել են U-Net, Mask R-CNN և SAM մոդելները՝ գնահատելով դրանց ճշգրտությունն ու կիրառելիությունը ՀՀ-ում:

Մոդելների կիրառման համար բարդ ռելիեֆը, քարքարոտ մակերեսները և խիտ կառուցապատված տարածքները, ուղղակիորեն ազդում են ճշգրտության վրա: Առաջարկված մոտեցումը փորձարկվել է Արալեզ բնակավայրում՝ շեշտադրելով ոչ թե տարածքը, այլ իրականացված մեթոդը:

Նյութեր և մեթոդներ

Իրականացվել է բարձր լուծաչափով օդատիեզերական պատկերներում օբյեկտների ավտոմատ առանձնացում՝ հիմնված Meta AI-ի Segment Anything Model (SAM) սեգմենտացիոն մոդելի վրա: SAM-ը նախագծված է որպես promptable և class-agnostic մոդել՝ ապահովելով zero-shot փոխանցելիություն նոր պատկերային բաշխումների և խնդիրների նկատմամբ [6] (նկ. 1): Ինչպես նաև իրականացվել է բարձր լուծաչափով օդատիեզերական պատկերից օբյեկտների հայտնաբերմանը միտված տարաբանյութ մեթոդների համադրում՝ ներառելով պատկերների հատվածավորում (tiling), սեգմենտացիոն դիմակների (mask)-երի համադրում և արդյունքների հետմշակում:



Նկ. 1. Աշխատանքի իրականացման պարզ սխեմա

Սեգմենտացիայից հետո իրականացվել է դիմակների (mask) հետմշակում՝ աղմուկից մաքրելու նպատակով: Հետմշակման փուլը հնարավորություն է տվել նվազեցնել false positive արդյունքները և բարելավել վերջնական արդյունքի ճշգրտությունը:

Մուտքային պատկեր

Հետազոտության ընթացքում կիրառվել է ՀՀ տարածքի բարձր լուծաչափով օդատիեզերական պատկեր՝ ստացված UAV/օդալուսանկարահանման միջոցով: Պատկերի տարածական լուծաչափը կազմել է մինչև 5 սմ/պիքսել: Մուտքային տվյալները ներկայացված են GeoTIFF ձևաչափով և ներառում են RGB ալիքներ: Հետազոտվող տարածքը ներառում է շենք-շինություններ և բարդ կառուցվածքային տարրեր, որոնք օգտագործվել են սեգմենտացիոն մոդելների համեմատական գնահատման համար՝ հետագա փուլերում վեկտորացումը և տարածական վերլուծությունը ճշգրիտ իրականացնելու նպատակով: Սեգմենտացիայի համար կիրառվել է RGB ներկայացում՝ որպես մուտքային տվյալ (նկ. 2):



Նկ. 2. Բարձր լուծաչափով պատկեր (հատված հետազոտվող տարածքից)

Կիրառվել է կետային ամպ, որպեսզի ուսուցման տվյալները և վալիդացիոն տվյալների համեմատությունը լինի առավել ճշգրիտ (տվյալ դեպքում շենք - շինությունների համար): Հատկապես, որ կիրառված օրինակի դեպքում ուսուցման փուլը բացակայում է (նկ. 3):

Կետային ամպի տվյալները կիրառվել են որպես լրացուցիչ ստուգաչափական աղբյուր՝ շենքերի եզրագծերի և բարձրությունների համեմատական գնահատման նպատակով: Կետային ամպի կիրառությունը հնարավորություն է տվել նվազեցնել false positive արդյունքները և բարձրացնել շենքերի ավելի բարձր տեսանելիություն [7]:



Նկ. 3. Օդալուսանկարը և լիդար տվյալների համակցություն

GPU հիշողության սահմանափակումներից խուսափելու համար կիրառվել է պատկերի բաժանում հատվածների (tiling) սահող պատուհանի (sliding window) սկզբունքով՝ սահմանված tile չափով և նվազեցնելով overlay/overlap-ը՝ եզրային անհամապատասխանությունները [2]:

Նախնական մշակում

Մուտքային պատկերը (GeoTIFF) փոխարկվում է հաշվարկների համար հարմար պատկերային ներկայացման ձևով ($H \times W \times C$): Պատկերի համար կիրառվում է ինտենսիվության մասշտաբավորում, մասնավորապես, ուսումնասիրված տարածքի համար (16-bit/float ռաստերներ) կիրառվել է $[0, 255]$ միջակայքը: Հետագայում իրականացվել է պատկերի բաժանում հատվածների (tiling), որի նպատակը մեծ ծավալների հաշվարկային բարդությունն ու GPU հիշողության սահմանափակումները նվազեցնելն է: Tile -ի չափերն ըստ պատկերի ընտրվել են $512 \dots 512$ px, իսկ համադրումը (overlap)՝ 10...25 %, որն օգնում է նվազեցնել եզրային կտրտվածության (edge effects) ազդեցությունը (նկ. 4) [6]:



Նկ. 4. Նախնական սեգմենտացիայի արդյունք

Ինչպես նշվեց վերևում, օդատիեզերական պատկերների սեգմենտացիայի համար լայնորեն կիրառվում են ինչպես դասական խոր ուսուցման մոդելներ, այնպես էլ նոր սերնդի foundation մոդելներ: Հետազոտության ընթացքում կիրառվել են հետևյալ մոդելները՝ U-Net, Mask R-CNN և Segment Anything Model (SAM): Մոդելներն ունեն ճարտարապետական, մաթեմատիկական և գործառնական տարբերություններ, որոնց միջոցով կարելի է տարբերակել արդյունքների ճշգրտությունը (աղ. 1, 2, 3):

Աղյուսակ 1

Ալգորիթմի ճարտարապետական տարբերություններ

Մոդել	Տիպ	Հիմնական գաղափար
U-Net*	Սեմանտիկ սեգմենտացիա	Encoder-decoder + skip connection
Mask R-CNN**	Instance սեգմենտացիա	Օբյեկտների հայտնաբերում + mask
SAM***	Foundation model	Prompt-based սեգմենտացիա

* - **U-Net** — դասական encoder-decoder կառուցվածք է, որը լավ է աշխատում փոքր dataset-ներով [8],

** - **Mask R-CNN** — օբյեկտների հայտնաբերում + mask, լավ է instance-level խնդիրների համար [9],

*** - **SAM** — prompt-driven, zero-shot, չի պահանջում վերապատրաստում կոնկրետ տվյալների վրա [6]:

Աղյուսակ 2

Ալգորիթմի գործնական համեմատություն

Չափանիշ	U-Net	Mask R-CNN	Segment Anything Model (SAM)
Տվյալների պահանջ	Բարձր՝ պահանջում է մեծ ծավալի նշագրված (annotated) տվյալներ	Բարձր՝ պահանջում է ճշգրիտ instance-level annotation	Ցածր՝ չի պահանջում նախնական ուսուցում (zero-shot)
Ճշգրտություն	Բարձր՝ համապատասխան ուսուցման դեպքում	Բարձր՝ instance-level սեգմենտացիայի համար	Բարձր՝ ընդհանուր կիրառման դեպքում
Fine-tuning անհրաժեշտություն	Պարտադիր	Պարտադիր	Չի պահանջվում
Հաշվարկային արագություն	Միջին	Ցածր (հաշվարկային բարդության պատճառով)	Բարձր
Ընդհանրացման կարողություն (Generalization)	Սահմանափակ, կախված ուսուցման տվյալներից	Միջին	Բարձր
Կիրառելիություն օդատիեզերական պատկերներում	Արդյունավետ	Արդյունավետ	Բարձր արդյունավետություն

Աղյուսակ 3

Սեգմենտացիոն մոդելների համեմատական գնահատում

Մոդել	IoU	Precision	Recall	F1-score
U-Net	0,72	0,76	0,70	0,73
Mask R-CNN	0,78	0,81	0,75	0,78
SAM	0,82	0,84	0,80	0,82

Սեգմենտացիոն մոդելների գնահատման համար ընտրվել հատվածներ, որտեղ առկա են շենք-շինություններ, ճանապարհներ, ծառեր և այլն: Գնահատումն իրականացվել է reference segmentation տվյալների և մոդելների արդյունքների համեմատության միջոցով:

Համեմատական վերլուծության ընթացքում հաշվարկվել են IoU, Precision, Recall և F1-score ցուցանիշները: Գնահատման համար կիրառվել են հատվածավորված (tile-based) բարձր լուծաչափով օդատիեզերական պատկերներ, իսկ ստացված արդյունքները ներկայացնում են մոդելների հարաբերական արդյունավետությունը հետազոտվող տարածքի պայմաններում:

Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս, որ SAM մոդելն ապահովում է համեմատաբար բարձր ճշգրտություն և ավելի լավ ընդհանրացման կարողություն՝ հատկապես բարդ կառուցվածք ունեցող օբյեկտների դեպքում: U-Net և Mask R-CNN մոդելները ևս ցուցաբերել են բավարար արդյունքներ, սակայն դրանց արդյունավետությունը մեծապես կախված է նախնական նշագրված տվյալների որակից և ծավալից:

Արդյունքներ և քննարկում

Տարբեր սեգմենտացիոն մոդելների կիրառումը ցույց է տալիս, որ դրանց արդյունավետությունը կախված է ինչպես տվյալների բնույթից, այնպես էլ առաջադրված խնդրի տեսակից:

U-Net մոդելը կարող է ապահովել բարձր ճշգրտություն, հատկապես լավ նշագրված տվյալների առկայության դեպքում, սակայն դրա կիրառումը սահմանափակվում է մեծ ծավալի annotation-ի անհրաժեշտությամբ [10]:

Mask R-CNN մոդելը հնարավորություն է տալիս իրականացնել օբյեկտների instance-level հայտնաբերում և սեգմենտացիա, ինչը կարևոր է առանձին օբյեկտների տարանջատման համար, սակայն այն պահանջում է զգալի հաշվարկային ռեսուրսներ և բարդ ուսուցման գործընթաց:

Segment Anything Model-ը (SAM) առանձնանում է իր ճկունությամբ և zero-shot կիրառելիությամբ՝ հնարավորություն տալով իրականացնել սեգմենտացիա առանց նախնական վերապատրաստման տվյալների [11]: Այն հատկապես արդյունավետ է բարդ ճարտարապետական տեսք ունեցող օբյեկտների և մեծ չափերով պատկերների համար, ինչպես նաև հարմար է մեծ չափերի պատկերների մշակման համար: Միննույն ժամանակ որոշ դեպքերում հնարավոր է ստանալ ավելորդ կամ աղմուկային mask-եր, որը հետագա փուլերում պահանջում է հետմշակում [12]:

Ընդհանուր առմամբ, կատարված հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ առավել արդյունավետ է SAM մոդելի կիրառումը, որը, պահպանելով բարձր ճշգրտություն, ապահովում է նաև բարձր ընդհանրացման կարողություն և չի պահանջում նախնական ուսուցում:

Եզրակացություն

Սույն հետազոտության շրջանակում ուսումնասիրվել են օդատիեզերական պատկերների սեգմենտացիայի մեթոդները՝ կիրառելով U-Net, Mask R-CNN և Segment Anything Model (SAM) մոդելները: Մեթոդաբանությունը ներառել է տվյալների նախնական մշակում, սեգմենտացիա և հետմշակում:

Արդյունքները ցույց են տալիս, որ դասական մոդելներն ապահովում են բարձր ճշգրտություն՝ համապատասխան ուսուցման տվյալների առկայության դեպքում, մինչդեռ SAM մոդելը ցուցաբերում է բարձր արդյունավետություն առանց նախնական ուսուցման՝ ապահովելով լավ ընդհանրացում տարբեր պատկերային պայմաններում:

Խոր ուսուցման և foundation model-ների կիրառությունը հեռազննման պատկերների մշակման ոլորտում շարունակաբար ընդլայնվում է՝ ապահովելով ավելի բարձր ճշգրտություն, ավտոմատացման մակարդակ և տարբեր տարածական պայմաններում ընդհանրացման հնարավորություն [11]:

Այսպիսով, հետազոտության արդյունքները հաստատում են, որ SAM մոդելի կիրառումը հանդիսանում է արդյունավետ մոտեցում օդատիեզերական պատկերների ավտոմատ սեգմենտացիայի համար:

Ստացված համեմատական արդյունքները ցույց են տալիս, որ SAM մոդելը ապահովում է ավելի բարձր ընդհանրացման հնարավորություն և արդյունավետություն մեծածավալ օդատիեզերական պատկերների մշակման ընթացքում, ինչը հաստատում է foundation model-ների կիրառելիության բարձր ներուժը հեռագնման տվյալների ավտոմատ սեզմենտացիայի խնդիրներում [12]:

Գրականության ցանկ

- [1] **Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton**, Deep Learning. Nature 521(7553) (2015) 436–444.
- [2] **J. Long, E. Shelhamer, T. Darrell**, Fully Convolutional Networks for Semantic Segmentation. CVPR, 2015.
- [3] **H. Zhao et al.**, Pyramid Scene Parsing Network. CVPR, 2017.
- [4] **L.-C. Chen et al.**, DeepLab: Semantic Image Segmentation with Deep Convolutional Nets. IEEE TPAMI, 2018.
- [5] **J. Redmon et al.**, YOLO9000: Better, Faster, Stronger. CVPR, 2017.
- [6] **A. Kirillov et al.**, Segment Anything. arXiv preprint arXiv:2304.02643, 2023.
- [7] **Y. Guo et al.**, Deep Learning for 3D Point Clouds: A Survey. IEEE TPAMI, 2020.
- [8] **O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox**, U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. MICCAI, 2015.
- [9] **K. He, G. Gkioxari, P. Dollár, R. Girshick**, Mask R-CNN. ICCV, 2017.
- [10] **Y. Li et al.**, Deep Learning in Remote Sensing Image Interpretation: A Review. IEEE GRSM, 2019.
- [11] **S. Minaee et al.**, Image Segmentation Using Deep Learning: A Survey. IEEE TPAMI, 2021.
- [12] **L. Ma et al.**, Deep Learning in Remote Sensing Applications: A Meta-Analysis and Review. ISPRS Journal, 2019.

ОБНАРУЖЕНИЕ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Лусине Нерсесовна Егиян

ООО “Центр геопространственных технологий”, г. Ереван, РА

lusineyeghyan@gmail.com

Аэрокосмические изображения широко используются в различных областях (экологический мониторинг, градостроительство, управление чрезвычайными ситуациями и др.), однако автоматическое обнаружение объектов на изображениях остаётся сложной задачей. В данной статье рассматривается применение методов машинного и глубокого обучения с акцентом на их практическое использование и эффективность. Рассматриваются современные подходы, в частности модели CNN, Mask R-CNN и Segment Anything Model (SAM). Проводится экспериментальный анализ с оценкой точности, применимости и потенциала данных моделей для Республики Армения. Результаты показывают, что методы глубокого обучения обеспечивают высокую точность и уровень автоматизации, одновременно имея определённые ограничения, связанные с шумами и проблемами обобщения.

Ключевые слова: аэрокосмическое изображение, глубокое обучение, машинное обучение, обнаружение объектов, сегментация, CNN, Mask R-CNN, Segment Anything Model

OBJECT DETECTION AND INTERPRETATION IN AEROSPACE IMAGES USING DEEP LEARNING METHODS

Lusine Yeghiyan

“Center of Geospatial Technologies” LLC, Yerevan, RA

lusineyeghyan@gmail.com

Aerospace imagery is widely used in various fields (environmental monitoring, urban planning, disaster management, etc.); however, automatic object detection from images remains a challenging task. This article explores the application of machine learning and deep learning methods, focusing on their practical implementation and effectiveness. Modern approaches are considered, particularly CNN, Mask R-CNN, and Segment Anything Model (SAM). An experimental analysis is conducted to evaluate the accuracy, applicability, and potential of these models for the Republic of Armenia. The results show that deep learning methods provide high accuracy and a significant level of automation, while also having certain limitations related to noise and generalization issues.

Keywords: aerospace imagery, deep learning, machine learning, object detection, segmentation, CNN, Mask R-CNN, Segment Anything Model

Եղիյան Լուսինե Ներսեսի, (ՀՀ, ք. Երևան) – «Երկրատարածական տեխնոլոգիաների կենտրոն» ՍՊԸ, ԱՏՀ մասնագետ, (+374) 77221835, *lusineyeghyan@gmail.com*

Егиян Лусине Нерсесовна, (РА, г. Ереван) – ООО «Центр геопространственных технологий», ГИС специалист, (+374)77221835, *lusineyeghyan@gmail.com*

Yeghiyan Lusine (RA, Yerevan) - “Centre of Geospatial Technologies” LLC, GIS specialist, (+374)77221835, *lusineyeghyan@gmail.com*

Ներկայացվել է՝ 03.04.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 29.04.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

ԼԵՌՆԱՅԻՆ ԱՎՏՈՃԱՆԱՊԱՐՀՆԵՐԻՆ ԵՐԹԵՎԵԿՈՒԹՅԱՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄՆ ԸՍՏ ԱՎՏՈՄՈԲԻԼԻ ԱՐԳԵԼԱԿՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ

Աննա Հայրապետի Հայրապետյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

hayrapetyananna0609@gmail.com

Դիտարկված է ավտոմոբիլի հակաարգելափակող համակարգի (ՀԱՀ) ազդեցությունը լեռնային պայմաններում արգելակման ուղու և երթևեկության կայունության վրա: Տեսական վերլուծությունների, մաթեմատիկական մոդելավորման և փորձնական հետազոտությունների հիման վրա ցույց է տրվել, որ ՀԱՀ-ի աշխատանքի արդյունավետությունը հիմնականում պայմանավորված է ճանապարհի երկայնական թեքությամբ և ծածկույթի տեսակով: Կատարված հաշվարկները վերաբերում և բնութագրական են ՀՀ լեռնային պայմանների համար: Ներկայացված են ճանապարհի և ավտոդռոշի կցման գործակցի, հարաբերական սահքի և արգելակման ուղու կապի դիագրամները: Ցույց է տրված, որ կցման գործակցի արժեքի փոփոխության պայմաններում վերելք-վայրէջք ճանապարհին ՀԱՀ օգտագործումն ապահովում է երթևեկության անվտանգության և կայունության էական բարելավում:

Բանալի բառեր. արգելափակող համակարգ, արգելակման ուղի, կցման գործակցից, լեռնային ճանապարհ, երթևեկության անվտանգություն

Ներածություն

Լեռնային պայմաններում շահագործվող ավտոմոբիլների երթևեկության անվտանգությանը ներկայացվող հիմնական պահանջները դիտարկվում են արգելակային համակարգի արդյունավետությամբ և երթևեկության կայունության ապահովմամբ: Մեծ թեքությունները, կտրուկ շրջադարձերը, արագ փոփոխվող ռելիեֆը և կցման պայմանների հաճախակի փոփոխությունները մեծացնում են կողասահքի և կառավարման կորստի ռիսկերը:

Հակաարգելափակող համակարգն ապահովում է արգելափակված անիվի գլորումը և նվազեցնում է անիվի սահքով շարժման տևողությունը (անցած ճանապարհը), քանի որ անիվի գլորման ժամանակ կցման գործակցից (φ) էականորեն մեծ է սահքի գործակցից ($\varphi_{սահք}$): Ժամանակակից ավտոմոբիլները (մարդատար, բեռնատար, ավտոգնացքներ) կահավորված են ՀԱՀ-ով: Հատկանշական է, որ ՀԱՀ-ն ակտիվանում է բացառապես վթարային արգելակման ժամանակ, երբ գլորվող անիվները բլոկավորվում են և սկսվում է անիվի սահքի գործընթաց: ՀԱՀ-ը նվազեցնում է ճնշումն արգելակման խցում, ինչի արդյունքում անիվը սկսում է կրկին գլորվել, և այդպես պարբերաբար մինչև ավտոմոբիլի լրիվ կանգառը: Երբ ավտոմոբիլի արագությունը նվազում է մինչև 0,8...1,2 կմ/ժ, ՀԱՀ-ն ավտոմատ դանդաղեցնում է իր աշխատանքը [1]:

Ավտոմոբիլի ՀԱՀ-ն համարվում է ակտիվ անվտանգության կարևորագույն բաղադրիչ: Սակայն ՀԱՀ-ի ազդեցությունն արգելակման ուղու չափի վրա ներկայացվում է ոչ միանշանակ, որոշ հեղինակներ [2] նշում են, որ ՀԱՀ-ն մեծացնում է արգելակման ուղին, մյուսները՝ ընդհակառակը, նվազեցնում է [1,9,10]:

Սույն հոդվածը նվիրված է ՀԱՀ-ի աշխատանքի արդյունավետության գնահատմանը լեռնային պայմաններում, որտեղ գլխավոր գործոնը ոչ միայն արգելակման ուղին է, այլ նաև ավտոմոբիլի կառավարելիության պահպանումը:

Նյութեր և մեթոդներ

ՀԱՀ-ն կանխարգելում է ավտոմոբիլի անիվների լրիվ արգելափակումը, պահպանելով սահքն օպտիմալ ռեժիմում՝ 10...20 %, որտեղ կցման գործակիցը դողի և ճանապարհածածկույթի միջև առավելագույնն է [1-4,11].

$$\varphi = f(S), \quad 0 < S < 1, \quad (1)$$

որտեղ φ -ն կցման գործակիցն է, S -ը՝ անիվի հարաբերական սահքը:

Ճանապարհածածկույթի մեծ մասի համար առավելագույն φ -ն ձևավորվում է, երբ $S \approx 0,1 \dots 0,2$: Եթե անիվի սահքն առավելագույն է ($S=1$), կցման գործակիցը նվազում է 20...60 %-ով:

Հաշվենք արգելակման ուղու երկարությունը՝ S_{uwhp} , առանց ՀԱՀ-ի.

$$S_{uwhp} = \frac{V_0^2}{2 \cdot \varphi_u \cdot g} (u), \quad (2)$$

որտեղ V_0 -ն ավտոմոբիլի արագությունն է արգելակման սկզբում (u/u^P), φ_u -ն՝ կցման գործակիցը լրիվ սահքի ժամանակ, իսկ g -ն՝ ազատ անկման արագացումը (u/u^P):

ՀԱՀ-ի առկայության դեպքում, երբ անիվը գտնվում է կցման առավելագույն արժեքի պայմաններում (φ_{max}).

$$S_{ՀԱՀ} = \frac{V_0^2}{2 \cdot \varphi_{max} \cdot g} (u): \quad (3)$$

Համեմատությունը պայմանավորված է հետևյալ հարաբերակցությամբ.

$$\varphi_{max} \leq \varphi_u: \quad (4)$$

Փորձնական հետազոտություններով ապացուցված է [2, 5], որ φ_{max} և φ_u արժեքները տարբեր են, կախված ճանապարհի ծածկույթի վիճակից:

Չոր ասֆալտապատ ճանապարհի վրա. $\varphi_{max} = 0,85$, $\varphi_u = 0,6$,

թաց ասֆալտապատ ճանապարհի վրա. $\varphi_{max} = 0,6$, $\varphi_u = 0,45$,

խճաքարի, կոպիճի և փխրուն ձյան վրա. $\varphi_{max} = 0,3$, $\varphi_u = 0,4$:

Պատճառն արգելակման ժամանակ անիվի դիմաց սեպաձև գոյացության առաջացումն է:

Լեռնային ուղիներում ավտոմոբիլի արգելակման պայմանների առանձնահատկությունները հետևյալն են.

- երկայնական թեքություններ,
- փոքր շառավղով հաճախակի շրջադարձեր,

- ճանապարհների տարբեր վիճակներ՝ չոր ասֆալտ, թաց ասֆալտ, ձյուն, խիճ և այլն,
- սահմանափակ տեսանելիություն:

Դիտարկենք թեքության ազդեցությունն արգելակման դանդաղեցման վրա՝ $j(u/v^2)$: Արդյունավետ դանդաղեցումը կունենա հետևյալ տեսքը [6].

$$j = \varphi \cdot g \cdot \cos \alpha - g \cdot \sin \alpha, \quad (5)$$

որտեղ α -ն ճանապարհի երկայնական թեքության անկյունն է: Ինչքան մեծ է ճանապարհի երկայնական թեքության α անկյունը, այդքան փոքր է արգելակման արագացումը:

Դիցուկ՝ $\alpha = 10^\circ$ դանդաղեցումը կկազմի.

$$j = g \cdot \sin \alpha = 9,8 \cdot \sin 10^\circ \cdot 1,7 \text{ մ/վ}^2,$$

60 կմ/ժ (16,7 մ/վ) արագությամբ շարժվող ավտոմոբիլն արգելակում է $\alpha = 10^\circ$ թեք ճանապարհի վրա:

Չոր ասֆալտապատ ճանապարհի վրա ՀԱՀ-ի առկայության դեպքում $\varphi_{\max} = 0,8$ դանդաղեցումը կազմում է.

$$j_{\text{ՀԱՀ}} = 0,8 \cdot g \cdot \cos 10^\circ - g \cdot \sin 10^\circ = 6,02 \text{ մ/վ}^2 :$$

Անցած ճանապարհը կազմում է.

$$S_{\text{ՀԱՀ}} = \frac{16,7^2}{2 \cdot 6,02} = 23,24 \text{ մ} :$$

Առանց ՀԱՀ-ի սահքի պայմաններում, երբ

$$\varphi_u = 0,6,$$

արագացումը կազմում է.

$$j_u = 0,6 \cdot g \cdot \cos 10^\circ - g \cdot \sin 10^\circ = 4,09 \text{ մ/վ}^2,$$

անցած ճանապարհը կազմում է.

$$S_u = \frac{16,7^2}{2 \cdot 4,09} = 34,09 \text{ մ} :$$

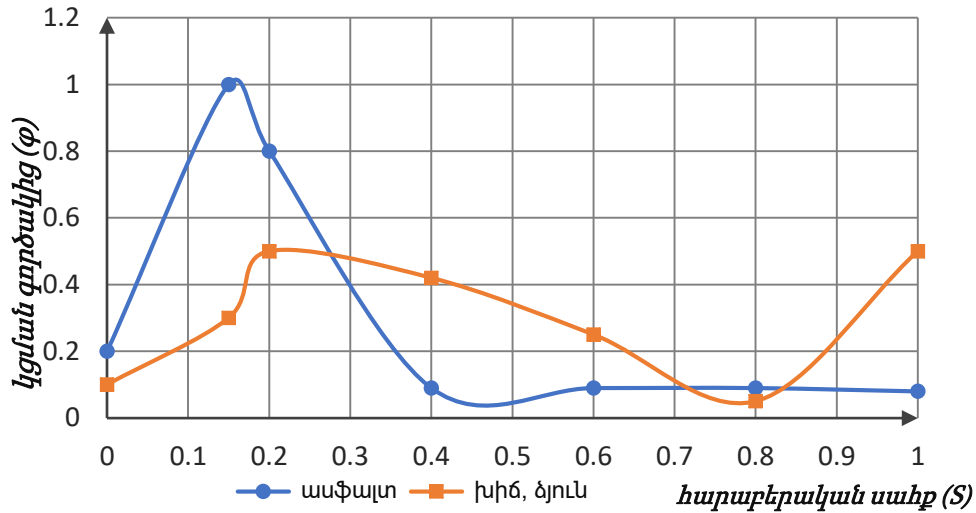
Փաստորեն, ՀԱՀ-ի առկայությունն արգելակման ժամանակ անցած ճանապարհը կրճատում է մոտ 33 %-ով:

Նկ. 1- ում բերված է հարաբերական սահքի և կցման գործակցի կապի դիագրամները չոր ասֆալտի և խճապատ ճանապարհների վրա՝ ըստ աղ.1-ի բերված տվյալների:

Աղյուսակ 1

Կցման և սահքի գործակցիցների փոփոխությունն ըստ ճանապարհի տեսակի

$S(u)$	0,0	0,15	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
φ (ասֆալտ)	0,2	1,0	0,8	0,09	0,09	0,09	0,08
φ (խիճ, ձյուն)	0,1	0,3	0,5	0,42	0,25	0,05	0,5



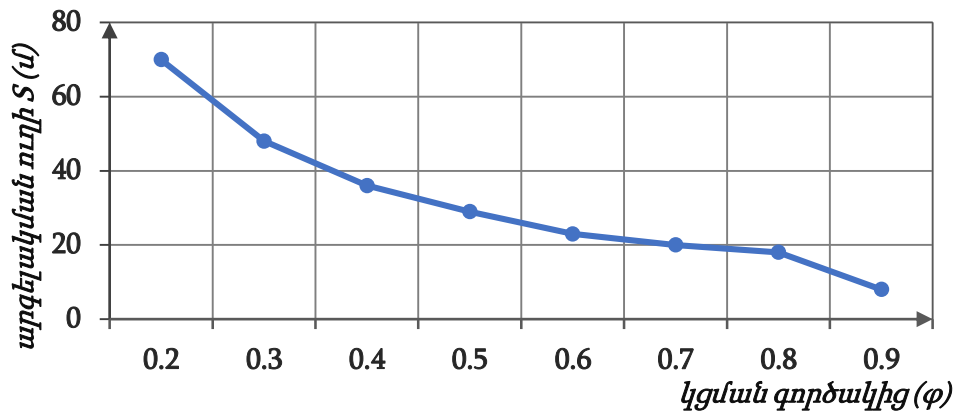
Նկ. 1. Հարաբերական սահքի և կցման գործակցի կապի դիագրամները չոր ասֆալտի և խճապատ ճանապարհների վրա

Աղ. 2-ում ներկայացված են կցման գործակցի և արգելական ուղու միջև կապի հաշվարկային տվյալները, իսկ նկ. 2-ում բերված է այդ կապի դիագրամը:

Աղյուսակ 2

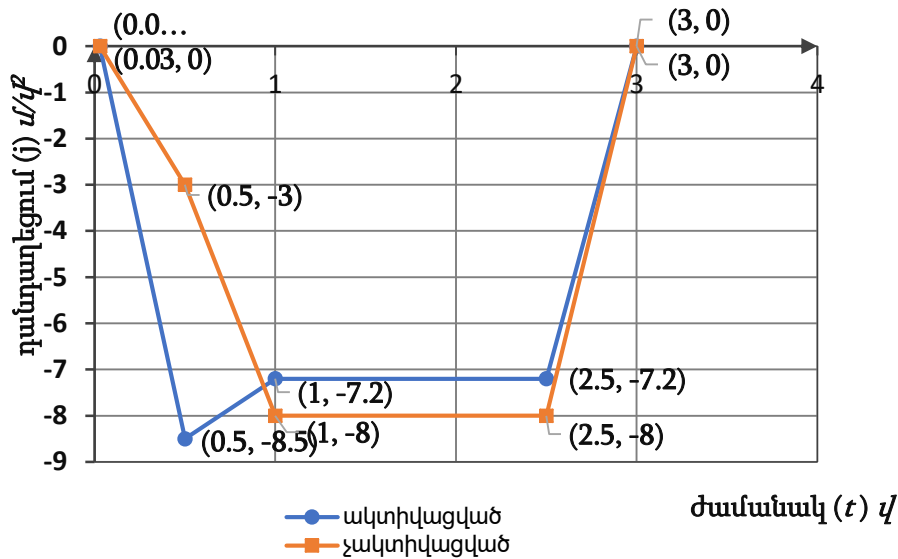
Կցման գործակցի և արգելական ուղու կապի հաշվարկային տվյալները

φ	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$S(\text{մ})$	70	48	36	29	23	20	18	8



Նկ. 2. Կցման գործակցի և արգելական ուղու կապի դիագրամը

Այժմ դիտարկենք ավտոմոբիլի արգելական գործընթացի փուլերը և շարժման դինամիկան՝ ՀԱՀ-ի ակտիվացված և չակտիվացված աշխատանքային ռեժիմների դեպքում (նկ. 3).



Նկ. 3. 10° վերելքի պայմաններում ավտոմոբիլի արգելակման դանդաղեցման դիագրամները՝ ՀԱՀ-ի ակտիվացված և առանց ՀԱՀ-ի ([1])

ա) արգելակում առանց ՀԱՀ-ի (անիվների արգելափակման ռեժիմ)։

- առաջին փուլ - տևողությունը՝ 0...0,3 վ: Դանդաղեցումն արագ աճում է՝ հասնելով առավելագույն արժեքի՝ մոտ 8,6 մ/վ²,
- երկրորդ փուլ - անիվներն արգելափակված են՝ կցման գործակիցը նվազում է մինչև սահմանի գործակիցը $\varphi_v \approx 0,7 \dots 0,8$, արդյունքում դանդաղեցումը կտրուկ նվազում է: Փուլի տևողությունը կազմում է մոտ 0,3 վ,
- երրորդ փուլ - ավտոմոբիլը շարժվում է գրեթե հաստատուն դանդաղեցմամբ, սակայն դեկավարման հնարավորությունը և կուրսային կայունությունը կորցված են, ինչի հետևանքով կանգառի ուղին մեծանում է, իսկ ավտոմոբիլի շարժման ուղղությունը պատահական կամայական է,

բ) արգելակում ՀԱՀ-ի ակտիվացված վիճակում.

- առաջին փուլ - տևողությունը՝ 0...0,3 վ: Դանդաղեցումն արագ աճում է,
- երկրորդ փուլ - 0,3 վ-ից հետո համակարգը կանխարգելում է անիվների արգելափակումը, պարբերաբար մեծացնելով և նվազեցնելով ճնշումն արգելակման համակարգում: Արդյունքում դանդաղեցումը պահպանվում է գրեթե նույն մակարդակի վրա՝ 8,0...8,5 մ/վ², որը համապատասխանում է առավելագույն կցման գործակցին,
- երրորդ փուլ - դանդաղեցումը պահպանվում է առավելագույն բարձր մակարդակի վրա՝ մինչև ավտոմոբիլի լրիվ կանգառը: Ավտոմոբիլը պահպանում է կառավարելիությունը:

Արդյունքներ և քննարկում

Ճանապարհի երկայնական թեքության վրա արգելակման ժամանակ տեղի է ունենում բեռնվածության վերաբաշխում՝ վայրէջքի ժամանակ ուղղորդ անիվների վրա բեռնվածությունը

մեծանում է, իսկ հետևի առանցքի վրա՝ նվազում: Այդ երևույթն անվանվում է բեռնվածքի երկայնական վերաբաշխում [12]:

Հայտնի է, որ անիվ-ճանապարհ գույգի [1, 7, 8] շփման առավելագույն ուժն ուղիղ համեմատական է անիվի վրա ընկնող նորմալ բեռնվածությանը, այսինքն՝

$$F_{շփ} = \varphi \cdot F_{բեռ}, \quad (6)$$

որտեղ φ -ն անվադողի կցման գործակիցն է: Միաժամանակ հայտնի է, որ կցման գործակցի և անիվի վրա ընկնող բեռնվածության միջև կախվածությունը գծային չէ և ունի որոշակի փոփոխություն: Ավտոմոբիլի առանցքների վրա բեռնվածության փոփոխության ΔF պարզեցված մոդելը կարելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով.

$$\Delta F = \frac{m \cdot j \cdot h}{L}, \quad (7)$$

որտեղ m -ը ավտոմոբիլի զանգվածն է ($կգ$), j -ն՝ դանդաղեցումը ($ւ/ւ^2$), h -ը՝ զանգվածի ծանրության կենտրոնի բարձրությունը ($ւ$), L -ը՝ անիվային բազան ($ւ$):

Ճանապարհի 10° թեքության վրա 8000 $կգ$ զանգվածով ավտոմոբիլի երկայնական բեռնվածության վերաբաշխման պայմաններում հաշվենք արգելակման ժամանակ արագացումը և արգելակման ուղին 60 $կւ/ժ$ (16,67 $ւ/ւ^2$) արագությամբ շարժվող ավտոմոբիլի համար:

Ծանրության ուժը կազմում է

$$G = m \cdot g = 8000 \cdot 9,81 = 78480 \text{ Ն},$$

նորմալ բաղադրիչը կլինի

$$N = G \cdot \cos\theta = 78480 \cdot \cos 10^\circ = 78480 \cdot 0,9848 = 77290 \text{ Ն},$$

իսկ դեպի ներքև ձգող ուժը՝

$$F_{\Delta q} = G \cdot \sin\theta = 78480 \cdot \sin 10^\circ = 78480 \cdot 0,1736 = 13630 \text{ Ն}:$$

Դեպի ներքև ձգող ուժը՝ $F_{\Delta q}$, արգելակմանը խոչընդոտող ուժն է վայրէջքի ժամանակ:

Ավտոմոբիլի արգելակման ժամանակ արգելակող ուժը նախ պետք է հաղթահարի տվյալ դիմադրող ուժը, իսկ դրա մնացած մասն ապահովում է արգելակման արդյունավետությունը:

Դիտարկենք արգելակման արագացումը և ավտոմոբիլի կանգառի ուղին ՀԱՀ-ի և առանց դրա արգելակման ժամանակ (աղ. 3):

Աղյուսակ 3

Արգելակման ուղին և արագացումը ՀԱՀ-ով և առանց դրա

Պարամետրեր	ՀԱՀ-ի միջոցով, $\varphi = 0,9$	Առանց ՀԱՀ-ի, $\varphi = 0,7$
Կցման առավելագույն ուժը, $F_{կց}$, Ն	$0,9 \cdot 77290 = 69560$	$0,7 \cdot 77290 = 54100$
Արագացմանը նպաստող ուժը, $F_{նւ} = F_{կց} - F_u$, Ն	$69560 - 13630 = 55930$	$54100 - 13630 = 40470$
Առավելագույն արագացում, j_w , $ւ/ւ^2$	$55930/8000 = 6,99$	$40470/8000 = 5,06$
Արգելակման ուղին, $S = V^2/2a$, $ւ$	$16,67^2 / 2 \cdot 6,99 = 19,9$	$16,67^2 / 2 \cdot 5,06 = 27,5$

Փաստորեն, ՀԱՀ-ի կիրառումը 10° թեք ճանապարհի վրա արգելակելու ժամանակ կանգառի ուղին կրճատում է $27,5-19,9=7,6$ մ կամ $27,6 \%$:

Առավել բարդ դինամիկա գոյություն ունի ավտոգնացքի վերելք-վայրէջքներում արգելակելու դեպքում, սակայն դա կդիտարկենք այլ հետազոտության մեջ:

Եզրակացություն

1. Արգելակման ընթացքում, երբ անիվն արգելափակված է, կցման սահքի գործակիցը մեծանում է, ինչի արդյունքում խաթարվում է ավտոմոբիլի կուրսային կայունությունը, որը կարող է սպառնալ երթևեկության անվտանգությանը:

2. Արգելափակող համակարգի աշխատանքի արդյունավետությունը պայմանավորված է կցման գործակցի արժեքով, որի նվազման դեպքում կցման սահքի գործակիցը մեծանում է՝ առաջացնելով արգելակման ուղու երկարացում, որն իր հերթին կարող է հանգեցնել ճանապարհատրանսպորտային պատահարի հավանականության աճի:

Գրականության ցանկ

- [1] **Я.Н. Нефедьев**, Адаптивная АБС. Журнал автомобильных инженеров 2 (103) (2017) 22-27.
- [2] **Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд**, Тормозное управление автомобиля. Транспорт, Москва 1978, 152 с.
- [3] **А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин**, Автомобиль. Машиностроение, Москва, 1989, 240 с.
- [4] **А.И. Гришкевич**, Автомобили, Теория, учебник для вузов. Высшая школа, Минск, 1986, 208 с.
- [5] **Б. Игнашин**, Колеса. Режим доступа: <<https://www.kolesa.ru/article/svobodu-kolesam-istorija-abs-ot-30h-godov-do-nashih-dnej-2015-11-03>> (Дата обращения 18.11 2022)
- [6] **Н.А. Бухарин**, Тормозные системы автомобилей. Теория, конструкция, расчет и испытание. Машгиз. [Ленингр. отд-ние], Ленинград, Москва, 1950, 292 с.
- [7] **Т.М. Ткачева, К.А. Цибалов, Д.О. Шишкин**, Погрешности видеокамеры, спидометра и навигатора. Ажтомобиль. Дорога. Инфраструктура: электронный научный журнал 1(19) (2019) 17.
- [8] Автомобильный справочник Bosch, 3-е изд., Москва, За рулём, 2012, 1280 с.
- [9] **Е.А. Чудаков**, Теория автомобиля, Машгиз, Москва, 1950, 343 с.
- [10] **В.А. Иларионов**, Эксплуатационные свойства автомобиля, Машиностроение, Москва, 1966, 280 с.
- [11] **Ю.Л. Ревин**, Тормозные системы автомобилей, Транспорт, Москва, 1981, 216 с.
- [12] **Н. Heisler**, Advanced Vehicle Technology, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002, 654 p.

ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ГОРНЫХ ДОРОГАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Анна Айрапетовна Айрапетян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
hayrapetyananna0609@gmail.com

Исследовано влияние антиблокировочной тормозной системы автомобиля (АБС) на тормозной путь и устойчивость движения в горных условиях. На основе теоретического анализа, математического моделирования и экспериментальных исследований показано, что эффективность работы АБС в основном определяется продольным уклоном дороги и типом дорожного покрытия. Проведённые расчёты относятся к горным условиям Республики Армения и являются для них характерными. Представлены диаграммы зависимости коэффициента сцепления дороги и шины, относительного скольжения и тормозного пути. Показано, что применение АБС на участках дороги с подъёмами и спусками при изменении значения коэффициента сцепления обеспечивает существенное повышение безопасности и устойчивости движения.

Ключевые слова: антиблокировочная тормозная система, тормозной путь, коэффициент сцепления, горная дорога, безопасность движения

ASSESSMENT OF TRAFFIC SAFETY ON MOUNTAIN ROADS BASED ON THE VEHICLE BRAKING SYSTEM

Anna Hayrapetyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA
hayrapetyananna0609@gmail.com

The effect of the anti-lock braking system (ABS) on braking distance and traffic stability under mountainous conditions is investigated. Based on theoretical analysis, mathematical modeling, and experimental studies, it is shown that the efficiency of ABS operation is mainly determined by the longitudinal road gradient and the type of road surface. The performed calculations are representative of and characterize the mountainous conditions of the Republic of Armenia. Diagrams illustrating the relationship between the tire-road adhesion coefficient, relative slip, and braking distance are presented. It is demonstrated that, under varying adhesion conditions on uphill and downhill road sections, the use of ABS provides a significant improvement in traffic safety and vehicle stability.

Keywords: anti-lock braking system, braking distance, adhesion coefficient, mountain road, traffic safety

Հայրապետյան Աննա Հայրապետի (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, դասախոս, (+374)91806019, hayrapetyananna0609@gmail.com
Айрапетян Анна Айрапетовна (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, преподаватель, (+374)91806019, hayrapetyananna0609@gmail.com
Hayrapetyan Anna (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Transport Logistics Systems and Construction Machinery, lecturer, (+374)91806019, hayrapetyananna0609@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 30.01.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 10.02.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

DOI: <https://doi.org/10.54338/18294200-2026.1-10>

ՏՐԱՆՍԴՈՐՏ

**ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔՈՒՄ ԵՐԹԵՎԵԿՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԳԱՎՈՐՄԱՆ ԵՎ ԽՑԱՆՈՒՄՆԵՐԻ
ՀԱՂԹԱՀԱՐՄԱՆ ՈՒՂԻՆԵՐԸ**

Հասմիկ Գառնիկի Հարությունյան

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
harutyunyanhasmik865@gmail.com*

Դիտարկվում է Երևան քաղաքի ճանապարհափողոցային ցանցում ավտոտրանսպորտային հոսքերի խճողումների և խցանումների առաջացման պատճառները, կատարվել է վերլուծություն և մշակվել են դրանց հաղթահարման ուղիները: Այն տվյալահեն և թվային մոդելավորման վրա հիմնված մոտեցում է՝ երթևեկության կարգավորման արդյունավետությունը բարձրացնելու համար: Առաջարկվում են կարճաժամկետ, միջնաժամկետ և երկարաժամկետ միջոցառումներ, ինչպես նաև կայանման և խելացի շարժունակության համալիր ռազմավարություն՝ քաղաքի տրանսպորտային համակարգի կայուն զարգացման նպատակով:

Բանալի բառեր. *ճանապարհափողոցային ցանց, ավտոմոբիլ, խճողում, խցանում, թողունակություն, մոդելավորում, կայանատեղ*

Ներածություն

Երևան քաղաքի ճանապարհափողոցային ցանցի (ՃՓՑ) վրա նկատվող ավտոտրանսպորտային խճողումները և խցանումները վերջին տարիներին են համակարգային բնույթ ձեռք բերել՝ բացասաբար ազդելով քաղաքի տնտեսական ակտիվության, շրջակա միջավայրի որակի, հասարակական տրանսպորտի արդյունավետության և բնակիչների կենցաղային շարժունակության վրա [1]: Քաղաքի փոքր կենտրոնում քաղաքաշինական աշխատանքների խտացումն առանց տրանսպորտային հիմնախնդիրների լուծման, ինչպես նաև ավտոտրանսպորտային միջոցների քանակի ավելացումը (ՀՀ-ում գրանցված է 950000-ից ավել միավոր տրանսպորտային միջոց) հանգեցրել է այդ հիմնախնդիրների սրացմանը: Առավել ևս այն, որ քաղաքի կենտրոնական հատվածում իրականացվող շինհրապարակներում բեռնատար ավտոմոբիլների մուտքն ու ելքն ավելի են բարդացնում երթևեկությունը և մեծացնում մայրուղային փողոցների երթևեկության ծանրաբեռնվածությունը:

Ներկայումս կիրառվող միջոցները (ակնադիտական դիտարկումներ, սահմանափակ քանակով թվային տեղեկատվական տվիչներ) չեն ապահովում տվյալահեն կառավարման համար պահանջվող մանրամասնությունները: Հետևաբար, քաղաքին անհրաժեշտ է իրական ժամանակի և հետազոտական մակարդակի ճշգրիտ տվյալների համակարգ, որը թույլ կտա պլանավորել և գնահատել քաղաքականությունները՝ նախքան դրանց լայնածավալ իրականացումը [1, 2]:

Նյութեր և մեթոդներ

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ Երևան քաղաքի ՃՓՑ-ի վրա առկա խճողումները և խցանումները ոչ միայն երթևեկության խնդիր են, այլև տնտեսական, էկոլոգիական և քաղաքաշինական զարգացման արգելք: Արդյունավետ որոշումների կայացման համար անհրաժեշտ է ունենալ համակարգված, հիմնավորված և երկարաժամկետ ռազմավարություն՝ հիմնված թվային մոդելավորման, տրանսպորտային հոսքերի մեծածավալ տվյալների վերլուծության և միջազգային լավագույն փորձի կիրառման վրա (նկ. 1):



ա)



բ)

**Նկ. 1. Երևան քաղաքի մայրուղային փողոցներում տրանսպորտային հոսքի իրավիճակները.
ա - խցանված, բ - խճողումային**

Արդյունքում անհրաժեշտ է անցում կատարել տվյալահեն, գիտականորեն հիմնավորված նորարար կառավարման մոտեցումների: Առաջարկվում է կազմակերպել Երևան քաղաքի ՃՓՑ-ի համալիր թվային մոդելավորման գործընթացը, որի նպատակն է ստեղծել ինտեգրված տրանսպորտային մոդել, հնարավորություն տալով իրական ժամանակում գնահատել խցանումների բնույթն ու ծավալները, նախագծել և վերլուծել տարբեր միջոցառումների ազդեցությունը, հաշվարկել յուրաքանչյուր միջամտության կանխատեսելի արդյունքը՝ նախքան իրականացումը:

Նշված միջոցառումների իրականացման առաջարկվող փուլերն են [3-5]՝

1-ին փուլ. նախապատրաստում և տվյալների հավաքագրում, որը ներառում է՝

- ՃՓՑ-ի և երթևեկության պարամետրերի ինտեգրման նախնական գնահատում,
- ՃՓՑ-ի թվայնացում,
- 1-2 խաչմերուկի պիլոտային մոդելավորում:

2-րդ փուլ. քաղաքի մայրուղային փողոցների մոդելավորում՝

- խճողումների և խցանումների դինամիկայի վերլուծություն,
- փորձարարական հետազոտություններ մի քանի մայրուղային փողոցների վրա,
- կարգավորիչ միջամտությունների գնահատում:

3-րդ փուլ. Երևան քաղաքի ՃՓՑ-ի համար առաջարկությունների ներկայացում՝

- խցանումների նվազեցման թիրախային փաթեթի պատրաստում,
- ազդանշանային կամ տեղային օպտիմալացման առաջարկներ,
- հետագա "Smart Mobility Centr"-ի ստեղծման ճանապարհային քարտեզ:

Արդյունքներ և քննարկում

Երևան քաղաքի ՃՓՑ-ի վրա երթևեկության կարգավորման, խճողումների և խցանումների հաղթահարման նպատակով կարճաժամկետ, միջնաժամկետ և երկարաժամկետ միջոցառումների վերաբերյալ առաջարկվում են.

Կարճաժամկետ միջոցառումներ: Այս միջոցառումները կարող են տևել մինչև 6 ամիս [6, 7].

- տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության ինտենսիվության և խաչմերուկների թողունակության հաշվարկների իրականացում,
- բոլոր խաչմերուկների մոտեցումներում, բոլոր կողմերից 30 մ՝ երկարությամբ արգելել տրանսպորտային միջոցների կանգառը և կայանումը,
- երթևեկության կազմակերպման տեսանկյունից՝ փողոցային ցանցը կահավորել լուսավորող ճանապարհային նշաններով, տարին 3...4 անգամ թարմացնել ճանապարհային գծանշումը (գծանշում չլինելու պատճառով իրականացվում է անկազմակերպ երթևեկություն, արդյունքում նվազում է թողունակությունը և աճում են ճանապարհատրանսպորտային պատահարները),
- երթևեկելի գոտիների վերադասավորումը հստակ և ճիշտ իրականացնելու համար խաչմերուկների մոտեցումներում տեղադրել կրկնակի 5.15.2 «Երթևեկության ուղղությունները գոտիով» ճանապարհային նշանները,
- փողոցային ցանցի երթևեկելի մասի ասֆալտբետոնե ծածկի քանդման, կտրման, ինչպես նաև ծածկի տեղադրման աշխատանքներն իրականացնել գիշերային ժամերին (ժ. 01⁰⁰-07³⁰),
- փողոցային ցանցի վրա գտնվող գովազդային վահանակների սպասարկումն իրականացնել գիշերային ժամերին (ժ. 01⁰⁰-07³⁰),
- ընդհանուր տրանսպորտային հոսքին համընթաց կանոնավոր երթևեկությունն ապահովելու համար և երթևեկելի գոտիների ոչ ճիշտ վերադասավորման երևույթները կանխելու նպատակով ուղղորդ կղզյակներում և դրանց մոտեցումներում տեղադրել ուղղորդ նշաններ,
- բոլոր աղբամանները հանել երթևեկելի մասից (թեկուզ մայթերից համապատասխան հատվածներ հատկացնելով) և աղբահանությունն իրականացնել միայն գիշերը՝ մինչև առավոտյան ժ. 07³⁰-ը,
- լիկվիդացնել երթևեկելի մասի վրա գործող շարժական սննդի կետերը (նկ. 2):



Նկ. 2. Մայրուղային փողոցների վրա գործող շարժական սննդի կետեր

Միջնաժամկետ միջոցառումներ (տևողությունը 1-3 տարի) [4, 8, 9]:

- խաչմերուկների կոշտ լուսացուցային կարգավորման ռեժիմները փոխարինել.
- բազմաձրագրային լուսացուցային կառավարմամբ,
- տեղային ճկուն կառավարմամբ (խելացի) խաչմերուկներով,
- մայրուղային փողոցներում ներդնել լուսացուցային կոորդինացված կառավարում,
- քաղաքի մուտքերի մոտ, ինչպես նաև բոլոր մայրուղային փողոցների մոտ ստեղծել ստորգետնյա, վերգետնյա, բազմահարկ մոդուլային հիբրիդային ուղղահայաց ավտոկայանատեղեր,
- մայրուղային փողոցների վրա ամբողջությամբ արգելել կանգառը և կայանումը,
- երթուղային ուղևորատար տրանսպորտին (ԵՌԻՏ) բոլոր փողոցներում տալ առավելություններ՝ տրամադրել ազատված եզրային գոտիներ, ապահովել կանոնակարգված երթևեկություն,
- երթուղային ուղևորատար տրանսպորտի կանգառները հստակեցնել, բոլոր կանգառներում տեղադրել ԵՌԻՏ-ի կանգառ ժամանելու մասին տեղեկացնող էլեկտրոնային ցուցատախտակներ:

Երկարաժամկետ միջոցառումներ (տևողությունը 3...10 տարի) [10-12]:

- մայրուղային փողոցների վրա տարբեր մակարդակի տրանսպորտային հանգույցների կառուցում,
- մետրոյի զարգացում, նոր կայարանների կառուցում,
- Երևան քաղաքը շրջանցող ճանապարհների կառուցում (Հրազդան գետի վրայով «Կորեայի ձոր» հատվածում կամրջի կառուցում),
- երթևեկության կառավարման ավտոմատացված համակարգի ներդրում (կառավարման կետով),
- արագացնել «Ակադեմիական քաղաքի» կառուցումը:

Առաջարկվող ռազմավարությունը:

Երևանի բազմահարկ ավտոկայանատեղերի տեղակայման միացյալ ռազմավարություն, որը հիմնավորվելու է մակրոմոդելավորման, միկրոմոդելավորման և բաց գիտահետազոտական շերտի ներգրավմամբ: Այս համակարգերը հատկապես արդյունավետ են քաղաքի կենտրոնն ավտոմեքենաների մեծ հոսքերից ազատելու համար:

Քաղաքի մուտքի ճանապարհների վրա (Երևան-Աշտարակ՝ Մ1, Երևան-Երասխ՝ Մ2, Երևան-Սևան՝ Մ4, Երևան-Էջմիածին՝ Մ5) կայանատեղերի ստեղծումը թույլ կտա՝

- մարզերից Երևան մուտք գործող ավտոմեքենաները թողնել կայանավայրում և շարունակել երթևեկությունը երթուղային ուղևորատար տրանսպորտով, որը բավականին կնվազեցնի դեպի քաղաք մեքենաների հոսքի զգալի մասը,

- նվազեցնել վնասակար արտանետումները և ճանապարհատրանսպորտային պատահարները:

Համակարգային մոդելավորումը կարող է ցույց տալ ներքաղաքային բազմահարկ ավտոկայանատեղերի այն տարածքները, որտեղ դրանց ստեղծումը

- թեթևացնում է հոսքերը,
- բացառում է նոր խցանումների առաջացումը,
- ապահովում է կայանման կենտրոնացված լուծում,
- ազատում է մայրուղային փողոցները երկարատև կայանումից:

Բազմահարկ ավտոկայանատեղերի ներդրումը պետք է ուղեկցվի.

- փողոցային երկարատև կայանման սահմանափակմամբ,
- վճարովի գոտիների արդիականացմամբ,
- մշտական խստացված վերահսկողությամբ և սմարթ կայանման համակարգերի ներդրմամբ:

Այս աշխատանքների իրականացման համար առաջարկվող հիմնական քայլերն են՝ տվյալների հավաքագրում և մոդելավորում, ճարտարապետատեխնիկական առաջադրանքների ձևավորում՝ տեխնիկատնտեսական հիմնավորումով, քաղաքային կայանման ամբողջական քաղաքականության ներկայացում, ԵՌԻՏ-ի հետ փոխկապակցված շարժունակության նոր համակարգի մշակում [11, 13, 14]:

Եզրակացություն

Առաջին անգամ Երևան քաղաքի ՃՓՑ-ի համար առաջարկվում է տվյալահեն և բազմամակարդակ թվային մոդելավորման վրա հիմնված համալիր մոտեցում, որը թույլ է տալիս միաժամանակ գնահատել խցանումների ձևավորման պատճառները, մոդելավորել երթևեկության հոսքերի վարքագիծը և կանխատեսել կարճաժամկետ, միջնաժամկետ և երկարաժամկետ կարգավորիչ միջամտությունների արդյունավետությունը: Մշակվել է ինտեգրված «Smart Mobility Center» ձևավորման գաղափար, առաջարկվել է Երևան քաղաքի մուտքային մայրուղիներում բազմամակարդակ կայանատեղերի տեղաբաշխման ռազմավարություն, ձևավորվել է քայլային ներդրման (փուլային) մոդել:

Գրականության ցանկ

- [1] **Ա.Տ. Սարգսյան, Խ.Գ. Խաչատրյան**, Երևան քաղաքի տրանսպորտային հիմնախնդիրների լուծումը ժամանակակից տեխնոլոգիաների ներդրմամբ. Ագրոգիտություն և տեխնոլոգիա 3/38 (2023) 224-230, DOI: 10.52276/25792822-2023.3-224
- [2] Modern Challenges of a Capital City (05.06.2025).
- [3] **D. Shoup**, Pricing curb parking. Transportation Research Part A: Policy and Practice. 154. (2021), DOI: 10.1016/j.tra.2021.04.012.
- [4] **С.Г. Гнездилов, и др.**, Развитие классификации и терминологии в области механизированных стоянок. Подъемно-транспортное дело 5–6 (2009) 12–14.

- [5] **П.В. Попов, А.Г. Кравец**, Алгоритм оценки уровня эффективности логистической инфраструктуры региона. Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии 3 (2021) 54–61.
- [6] **А.Г. Кравец, А.А. Астанков, Г.А. Мокрушин**, Виртуальный ассистент водителя для поиска места на открытой парковке. Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии 2(58) (2022) 35-44.
- [7] Առանձնիկ էրթնեկելի գոտիներ ավտոբուսների համար, URL: <<https://hy.armradio.am/archives/497004>> (20.06.2025թ.):
- [8] Gulf Rotary Smart Rotary Parking System Parking Solution, URL: <https://hydropark.en.made-in-china.com/product/vmJpDUgluRrX/China-Gulf-Rotary-Smart-Rotary-Parking-System-Parking-Solution.html?pv_id=1j160e2lo33e&faw_id=1j160e5itb4b&bv_id=1j160kk7j669&pbv_id=1j160dih4623l> (20.06.2025)
- [9] Pragmatic Frequently Asked Questions (02.07.2025)
- [10] **M. Kaci, S. Merabti, Z. Layate, H. Ait Said, S. Amrane, L. Terki**, Effective smart rotary parking management in urban areas. The Journal of Engineering and Exact Sciences 10(9):20027 (2024), DOI: 10.18540/jcecvl10iss9pp20027.
- [11] Transport Notes, Transport Economics, Policy and Poverty Thematic Group (17.08.2025).
- [12] **A.D. Zhukov**, Parking lots and parkings, <<https://www.stroyka.ru/Materials/>>.
- [13] **S.H. Bayih, S.L. Tilahun**. Dynamic vehicle parking pricing. A review. Operations Research and Decisions 34(1) (2024) 35-59, DOI: 10.37190/ord240103.
- [14] **Л.Н. Орлова, Е.А. Кочеткова**, Модульные быстровозводимые роторные парковки: современный подход к проектированию стоянок автомобилей. Приволжский научный журнал 4(48) (2018) 146-151.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И ПРЕОДОЛЕНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАТОРОВ В ГОРОДЕ ЕРЕВАНЕ

Асмик Гарниковна Арутюнян

*Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
harutyunyanhasmik865@gmail.com*

Рассматриваются причины возникновения пробок и заторов на дорожной сети Еревана, проводится их анализ и разрабатываются пути их преодоления. Предлагается подход, основанный на данных и цифровом моделировании, для повышения эффективности регулирования дорожного движения. Предлагаются краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные меры, а также комплексная стратегия парковки и интеллектуальной мобильности для устойчивого развития транспортной системы города.

Ключевые слова: *улично-дорожная сеть, автомобиль, перегруженность, затор, пропускная способность, моделирование, парковка*

PROPOSALS ON MEASURES FOR REGULATING TRAFFIC AND OVERCOMING TRAFFIC CONGESTION IN THE CITY OF YEREVAN

Hasmik Harutyunyan

*National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA
harutyunyanhasmik865@gmail.com*

This article examines the causes of traffic jams and congestion on Yerevan's road network, analyzes them, and develops solutions. A data-driven and digital modeling approach is proposed to improve traffic management efficiency. Short-, medium-, and long-term measures are proposed, along with a comprehensive parking and smart mobility strategy for the sustainable development of the city's transportation system.

Keywords: *road and street network, automobile, congestion, traffic jam, capacity, modeling, parking*

Հարությունյան Հասմիկ Գառնիկի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Տրասպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, հայցորդ, (+374)98492050, harutyunyanhasmik865@gmail.com
Арутюнян Асмик Гарниковна (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, соискатель, (+374)98492050, harutyunyanhasmik865@gmail.com
Harutyunyan Hasmik (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, Ph. D. student, (+374)98492050, harutyunyanhasmik865@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 27.01.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 05.03.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

**ԵՐԵՎԱՆԻ ՔԱՂԱՔԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ՆՈՐ ՀԻՐԻԴԱՅԻՆ ՈՒՂԱՀԱՅԱՑ
ԱՎՏՈԿԱՅԱՆՄԱՆ ՄՈԴՈՒԼՆԵՐԻ ՆԵՐԴՐՄԱՆ ԱՌԱՋԱՐԿ**

Վալերիկ Մամիկոնի Հարությունյան¹, Արման Տիգրանի Սարգսյան²,

Խաչատուր Գազիկի Խաչատրյան², Հասմիկ Գառնիկի Հարությունյան¹

¹Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

²Երևանի քաղաքապետարանի աշխատակազմի շինարարության և բարեկարգման վարչություն, ք. Երևան, ՀՀ
*vmh-1961@mail.ru

Հոդվածում ուսումնասիրվել է Երևանի քաղաքում ավտոկայանման ենթակառուցվածքների զգալի պակասի խնդիրը և առաջարկվել է նորարարական լուծում՝ հիբրիդային ուղղահայաց ավտոկայանման մոդուլների ներդրում: Առաջարկվող մոդուլը հիմնված է երեք նորարարական բաղադրիչների վրա՝ չափազործվող տրանսպորտային միջոցների վերամշակված մասերի օգտագործում, արհեստական բանականության վրա հիմնված ամրագրում (AI-PRS) և սոցիալապես հավասարակշռված վճարային համակարգ: Քաղաքաշինական վերլուծության հիման վրա առաջարկվել են ք. Երևանի տարբեր վարչական շրջաններում տեղակայման հնարավոր վայրեր: Արդյունքները վկայում են, որ առաջարկվող մոդելը ոչ միայն տեխնիկապես իրագործելի և տնտեսապես շահավետ է, այլև ապահովում է սոցիալական արդարություն և տարածքային արդյունավետություն՝ դառնալով ժամանակակից քաղաքային կայանման կառավարման կենսունակ և լայն կիրառելի լուծում:

***Բանալի բառեր.** հիբրիդային ուղղահայաց կայանում, արհեստական բանականություն, կայանման ամրագրում, ինտելեկտուալ տրանսպորտային համակարգեր, զուտ ներկա արժեք, ներքին եկամտաբերության նորմ*

Ներածություն

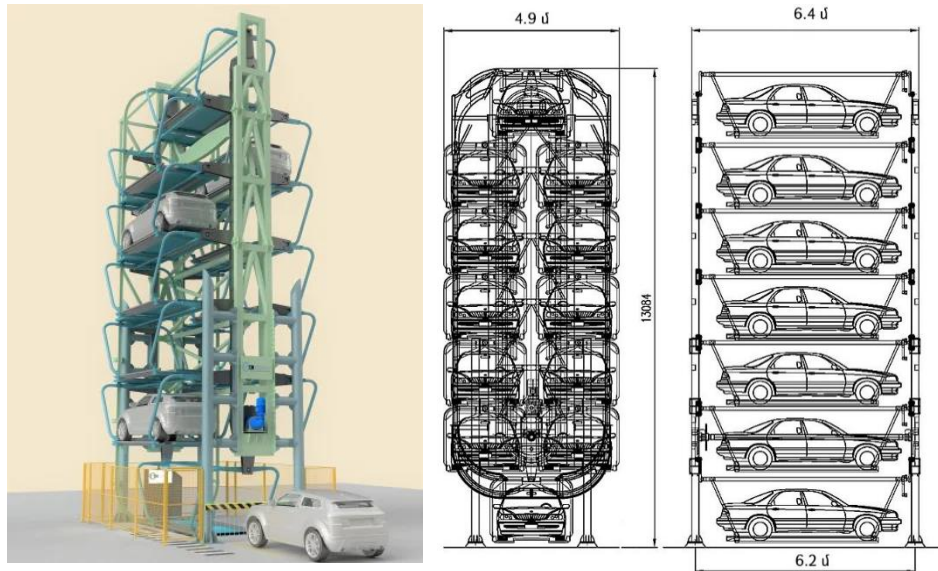
Ավտոկայանման հիմնախնդիրն այսօր դարձել է խոշոր քաղաքների ամենախնդրահարույց հարցերից մեկը՝ ոչ միայն տրանսպորտային, այլև սոցիալ-քաղաքաշինական: Երևան քաղաքի հագեցած կառուցապատման, ավտոմեքենաների թվի կայուն աճի և հասարակական տրանսպորտի բարեկարգմամբ պայմանավորված սահմանափակումների պայմաններում, խնդիրը ստացել է համակարգային բնույթ [1]: Ըստ ՀՀ Ներքին գործերի նախարարության (ՆԳՆ) կողմից տրամադրված տեղեկատվության, Հայաստանում հաշվառված ավտոմեքենաների թիվը մոտենում է 1 մլն: 2024 թ. սեպտեմբեր ամսվա դրությամբ ՀՀ ավտոմոբիլային պարկը կազմում էր 911 264: Ընդհանուր առմամբ, Երևան քաղաքում չափազործվում է ամբողջ ՀՀ ավտոմոբիլային պարկի շուրջ 50...60 % -ը: Երևան քաղաքում տրանսպորտային միջոցների կայանման ենթակառուցվածքները գտնվում են խիստ անբավարար վիճակում [2]: Չնայած վերջին տարիներին իրականացված առանձին ծրագրերին, հանրային և մասնավոր կայանատեղիների ընդհանուր հզորությունը՝

(ներառյալ ստորգետնյա, վերգետնյա, կարմիր գծերով վճարովի, անվճար և թույլատրելի կայանման գոտիները), ընդհանուր առմամբ չի գերազանցում 10 000...12 000 տեղը: Օրինակ, Ազատության հրապարակի ստորգետնյա կայանատեղին ունի մոտ 500 տեղ, իսկ ք. Երևանի խոշոր առևտրային կենտրոնները (օր.՝ Megamall, Dalma, Yerevan Mall) միասին ապահովում են շուրջ 3000...4000 տեղ: Այսպիսով, մոտավոր հաշվարկներով մայրաքաղաքում առկա է մեկ կայանատեղի յուրաքանչյուր 45...55 մեքենայի համար՝ հատկապես խիտ բնակեցված և բարձր տնտեսական ակտիվության հատվածներում: Կայանման խիստ պակասը հանգեցնում է երթևեկելի գոտիների ապօրինի զբաղեցման, խցանումների, հանրային տրանսպորտի շարժունակության խաթարման և այլն: Այս իրավիճակում անհրաժեշտ է ոչ միայն նոր կայանատեղիներ կառուցել, այլև նորարարական մոդելների ներդրում կատարել, որը միաժամանակ կլինի տեղայնացված (համապատասխան նեղ և բարդ տեղանքներին), տեխնոլոգիապես հարմարեցված (ավտոմատ և պարզ կառավարելի) և սոցիալապես հավասարեցված (նպաստավոր՝ բոլոր խավերի համար): Ժամանակակից քաղաքաշինական փորձը ցույց է տալիս, որ առավել նպատակահարմար է կիրառել մեքենայացված և կիսամեքենայացված կայանման համակարգեր, որոնք ապահովում են բարձր հուսալիություն, անվտանգություն և շահագործման հարմարավետություն [3, 4]: Այս համակարգերից առանձնանում են մոդուլային արագ մոնտաժվող կառույցները, այդ թվում՝ ռոտորային տիպի կայանատեղիները, որոնք հնարավորություն են տալիս առավելագույն արդյունավետությամբ կազմակերպել ավտոմեքենաների տեղաբաշխումը սահմանափակ տարածքներում [2, 5, 6]: Վերոգրյալով պայմանավորված, սույն հոդվածի շրջանակներում քննարկվում են ավտոմատ ուղղահայաց կայանման համակարգերը, որոնք այսօր կիրառվում են բազմաթիվ խոշոր քաղաքներում՝ Չինաստանում, Ճապոնիայում, Կորեայում, Գերմանիայում և այլուր: Այս համակարգերը սովորաբար զբաղեցնում են միայն 2 ավտոմեքենայի տարածք (մոտ 30 մ²), սակայն կարող են ապահովել շուրջ 12...18 ավտոմեքենայի կայանումը՝ օգտագործելով մեխանիկական ռոտացիա: Չնայած ճարտարագիտական պարզությանը՝ համակարգերն ունեն մի շարք թերություններ, մասնավորապես, բարձր ինքնարժեք (մոտ 80 000...100 000\$), տեղադրման համար բարդ ենթակառուցվածքների և հաղորդակցուղիների անհրաժեշտություն, սոցիալապես մեկուսացված վճարային համակարգ (մեկ սակագին՝ բոլորի համար) և այլն [7-9]: Ներկայացնենք Հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլի սխեմատիկ տեսքը (նկ. 1) [10]:

Նյութեր և մեթոդներ

Այս հետազոտությունը նպատակ ունի մշակել և տեսականորեն հիմնավորել նորարարական հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլը՝ որպես ք. Երևանի (ոչ միայն) կայանատեղիների պակասի թեթևացման միջոց: Ներկայացված մոդելն առաջինն է ք. Երևանի պայմաններում, որը համադրում է ավտոմոբիլի վերամշակված մասերի կիրառումը, (աղ. 1), AI-PRS ինտելեկտուալ ամրագրման համակարգը և սոցիալական սակագնային քաղաքականությունը մեկ միասնական տեխնոլոգիական հարթակում՝ ապահովելով ինչպես տարածքային, այնպես էլ տնտեսական

արդյունավետություն: Հիբրիդային ուղղահայաց կայանման համակարգի նախնական տեխնիկատնտեսական գնահատման համար ստեղծվել է կառուցվածքային մոդել, որը հաշվի է առնում տեղադրման մակերեսը, ավտոմեքենաների քանակը, կառուցման արժեքը, շահագործման ծախսերը և սոցիալական գործոնները:



Նկ. 1. Հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլի սխեմատիկ տեսքը

Չշահագործվող ավտոմեքենաների վերամշակման դեպքում մոդուլի կառուցման արժեքը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով [10, 11]՝

$$C_{hիբ} = C_{ստ.} \cdot (1 - \alpha) , \quad (1)$$

որտեղ $C_{hիբ}$ -ը հիբրիդային մոդուլի վերջնական արժեքն է, (\$), $C_{ստ.}$ -ն՝ ստանդարտ մոդուլի արժեքը (80 000...100 000 \$), α -ն՝ վերամշակման ծավալի գործակիցը:

Արժեքային գնահատականները հիմնված են շուկայական իրացվելիք գներով, ինչն ամրագրված է աղ. 1-ում:

Աղյուսակ 1

Մոդուլի արժեքային կառուցվածքն ըստ բաղադրիչների և խնայողության գործակիցների

№	Բաղադրիչներ	Փաստ./Վերամշ. արժեքը, \$	Հիմնավորում
1	2	3	4
1	Մետաղական կրող կոնստրուկցիա	28000 / 9800	Մետաղը ստացվում է չշահագործվող, ապամոնտաժված տրանսպորտային միջոցներից (օր.՝ լիսեռներ, կամրջակներ, կախոցներ): Շուկայական հումքային արժեքը՝ ~ 0,6 \$/կգ (նորինը՝ 1,2 \$/կգ): Տիպիկ կրող կառուցվածքը պահանջում է ~ 6 տ մետաղ՝ (50 % խնայողություն)
2	Հիդրավլիկ և մեխանիկական շարժակազմ	20000 / 20000	Զի կարող փոխարինվել

Աղ. 1-ի շարունակություն

1	2	3	4
3	Էլեկտրականություն և կառավարում	12000 / 12000	Չի կարող փոխարինվել
4	Տեղադրում և հիմք	8000 / 7200	Պտուտակների և խողովակային տարրերի որոշ մասեր հնարավոր է ստանալ ապամոնտաժված շինարարական մետաղական կոնստրուկցիաներից (խնայողություն ~10%)
5	Ծրագրային ապահովում	6000 / 5500	Ծրագրային ապահովում տեղական ծրագրավորողների կողմից (~ 8 % խնայողություն)
ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ		74000*/ 54500**	(~ 26 % խնայողություն) $\alpha=0,27$

*-համարժեք է 28 638 000 ՀՀԴ., **- համարժեք է 21 091 500 ՀՀԴ. (փոխարժեքն ըստ 29.07.25թ.)

Մեկ տրանսպորտային միջոցի մեկ ժամվա վճարման սակագինը՝ առանց սոցիալական խմբերի տարանջատման, հաշվարկվում է հետևյալ կերպ՝

$$P_0 = \frac{C_{hhp} + M.Y}{V.Y.T} \text{ ՀՀԴ./ժ}, \quad (2)$$

որտեղ M -ը միջին տարեկան սպասարկման ծախսն է (\$), N -ը՝ կայանման տեղերի քանակը, Y -ը՝ շահագործման տարիների քանակը, V -ն՝ օրական կայանվող ավտոմեքենաների քանակը, T -ն սարքավորման աշխատանքային ժամերն են տարվա ընթացքում:

Ընդհանուր առմամբ, միջազգային փորձում կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում հստակեցվել է, որ միջինում մեկ տեղի սպասարկման համար տարեկան ծախսվում է մոտ 300 \$ գումար (հաշվի առնելով, որ առկա են վերամշակված տարրեր +30 % անվտանգությունից ելնելով): Սարքավորման շահագործական երկարակեցությունը կազմում է շուրջ 15 տարի [12]: Ժամը 22:00-ից մինչև 09:00-ն և կիրակի օրերին առաջարկվում է նախատեսել անվճար կայանում:

$$P_0 = \frac{54020+4680.15}{12.15.(252.13)} = \frac{124700}{589680} = 0,211 \text{ \$}/\text{ժ} \approx 100 \text{ ՀՀԴ./ժ} :$$

Սակագնային համակարգում առաջարկվում է փոփոխական մոդել՝ ըստ վարորդի սոցիալական կարգավիճակի.

$$P_i = P_0 \cdot (1 - \beta_i), \quad (3)$$

որտեղ P_i -ն i -րդ սոցիալական խմբի սակագինն է, P_0 -ն՝ հիմնական սակագինը, β_i -ն i -րդ սոցիալական խմբի գեղչի գործակիցն է:

Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ վերջինիս կանոնակարգման համար առկա չեն իրավական հիմքեր, առաջարկվում է օգտագործել Երևանի քաղաքապետարանի կողմից սահմանված արտոնությունները՝ հասարակական ուղևորատար տրանսպորտի օգտագործման համար [13]:

Տեխնոլոգիական նորարարական համակարգերը, ինչպիսին է AI-PRS-ն, պահանջում են ոչ միայն կապիտալ ներդրումներ, այլև շարունակական տեխնիկական սպասարկում, անսարքությունների ապահովագրում, ծրագրային թարմացումներ և համակարգի արդիականացում: Բացի այդ, անհրաժեշտ է վերականգնել ներդրումը ողջ ցիկլի ընթացքում: Նմանատիպ կայանման մո-

դուլների համար միջազգային գործունեությունում շահութաբերությունը սովորաբար տատանվում է 15...30 % սահմաններում, կախված համակարգի բարդությունից, սպասարկման ծախսերից և ներդրման ծավալից: Նախագծի բնույթը հնարավորություն է տալիս տեղայնացնել որոշ տարրեր (օրինակ՝ ծրագրային ապահովում), ինչի շնորհիվ հնարավոր է նվազեցնել ինքնարժեքը և որոշակիորեն մեղմել սակագինը՝ պահպանելով նպատակային շահույթը: Հաշվի առնելով շահութաբերության նպատակային գործակիցը՝ առաջարկվում է մեկ ժամվա համար հետևյալ սակագինը՝

$$P = P_0(1+0,3) = 100,1,3 = 130 \text{ դր./ժամ} :$$

Վերոնշյալով պայմանավորված, սահմանվում է ժամային վճար 130 *դրամ*, 8 ժամյա վճար՝ 900 *դրամ*, օրական՝ 1500 *դրամ*: Միաժամանակ տրանսպորտային միջոցների կայանման վճարը հաշվարկվելու է համարժեք (օր.՝ կայանման սկիզբ 10:00, կայանման ավարտ 13:40, վճարը՝ 480 դր.):

Արդյունքներ և քննարկում

Երևանի վարչական շրջաններում տարածքների օգտագործման կառուցվածքի և ավտոճանապարհային ցանցի խտության գնահատման հիման վրա անհրաժեշտ է իրականացնել մոդուլի տեղադրման տարածքների նախնական քարտեզագրում, հիմնվելով հետևյալ պարամետրերի վրա՝

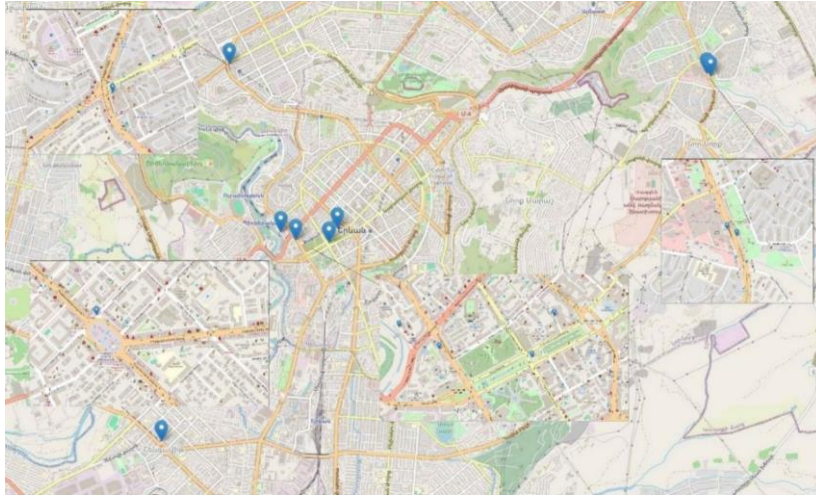
- տեղադրման նվազագույն մակերես $\approx 30...35 \text{ մ}^2$ (2 ավտոմեքենայի չափ),
- հասանելիություն հանրային տրանսպորտի կանգառներին ($\leq 150 \text{ մ}$),
- ստորգետնյա և վերգետնյա խոչընդոտների վերաբերյալ տեղեկատվության հավաքագրում:

Որպես առաջարկ աղյուսակի տեսքով ներկայացվել են որոշ վարչական շրջանների այն կոորդինատները, որտեղ հնարավոր է տեղակայել հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլներ և ապահովել շուրջ 4 անգամ ավել ավտոմեքենաների կայանում (նկ. 2), (աղ. 2):

Աղյուսակ 2

Հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլների տեղակայման առաջարկվող վայրերը

№	Վարչական շրջան	Կոորդինատներ	Մոդուլի քանակը	Համեմատություն ըստ կայանված ավտոմեքենաների, առաջ/հետո
1	Կենտրոն	40.177366, 44.501468	6	13+5 (մոդուլների դիմաց)/72
2	Նոր Նորք	40.196620, 44.568121 և 40.196326, 44.568682	22	62/264
3	Կենտրոն	40.176392, 44.503773	2	8/24
4	Կենտրոն	40.176024, 44.509085	20	0+5 (գրոսաշրջային ավտոբուսներ) /240
5	Շենգավիթ	40.151952, 44.482848	6	18/72
6	Կենտրոն	40.177853, 44.510348	15	30+40 (մոդուլների դիմաց)/180
7	Արաբկիր	40.197756, 44.493463	10	35/120



Նկ. 2. Հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլների քաղաքաշինական տեղակայման գծապատկերի օրինակ

AI-PRS համակարգի նորարարական բաղադրիչներից մեկը կարճաժամկետ ամրագրման կառավարման համակարգն է: Հաշվի առնելով տեղանքի սահմանափակ հնարավորությունները և օգտվողների փոփոխական վարքագիծը՝ համակարգը նախատեսում է ամրագրում և ավտոմատ չեղարկում, երբ սահմանված ժամանակահատվածում օգտատերը չի մոտենում կայանատեղիին: Համակարգը մոդուլի ազատ տեղերի մատչելիությունն ըստ ժամանակի դիտարկում է հետևյալ ֆունկցիայի տեսքով [7, 9, 14]՝

$$A(t) = A_0 - \sum_{i=1}^n R_i(t), \quad (4)$$

որտեղ $A(t)$ -ն ժամանակի t պահին մոդուլում հասանելի տեղերն են, A_0 -ն՝ մոդուլի ընդհանուր տեղերի քանակը, $R_i(t)$ -ն՝ օգտատեր i -ի կողմից ամրագրված տեղերի քանակը:

Այս նպատակով կիրառվում է հետևյալ պարզեցված ժամանակային ֆունկցիան՝

$$R_i(t) = \begin{cases} 1, & \text{եթե } t \leq t_{\text{ժամանում}}^i \leq t + \Delta t + \sigma \\ 0, & \text{հակառակ դեպքում} \end{cases}, \quad (5)$$

որտեղ $R_i(t)$ -ն տվյալ t պահին i -րդ օգտատիրոջ ամրագրման ակտիվ վիճակն է (1՝ ակտիվ, 0՝ չեղարկված), t -ն ամրագրման պահն է, $t_{\text{ժամանում}}^i$ -ը i -րդ վարորդի փաստացի ժամանման պահն է, Δt -ն՝ նախնական ամրագրման ժամանակահատվածը (ընդունվում է 5 ր), σ -ն՝ թույլատրելի ուշացման միջակայքը (ընդունվում է 1 ր):

Դիցուկ կայանման մոդուլում կա $A_0 = 12$ տեղ: Ներկա պահին ունենք 4 օգտատեր, որոնք միաժամանակ ամրագրել են կայանատեղեր և առաջիկա 5 ր (+ 1 ր թույլատրելի) ընթացքում պետք է ժամանեն: Ամրագրման պահը 10:00, մոտենալու առավելագույն ժամանակահատվածը 10:06: Արդյունքները ներկայացվել են աղ. 3-ում:

Աղյուսակ 3

Ամրագրված օգտատերերի ժամանման պահերի գնահատականն ու ակտիվության կարգավիճակը

Օգտատեր (i)	1	2	3	4
Ամրագրում	10:00	10:00	10:00	10:00
Ժամանում	10:07	10:06	10:03	10:10
$R_i(t)$	0	1	1	0

Արդյունքում ստացվում է, որ $10:06$ -ին՝ $A(t)=12 - (0+1+1+0) = 10$:

Այս ֆունկցիայի հիման վրա, AI համակարգը կիրառում է սպասարկման առաջնահերթությունների ալգորիթը՝ հիմնված ավտոմեքենայի գտնվելու վայրի, ժամանման կանխատեսման և օգտատիրոջ ակտիվության վրա:

Ընդհանուր առմամբ հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլը տնտեսապես արդյունավետ է հետևյալ պատճառներով [11, 15]՝

- **տարածքի արդյունավետ օգտագործում** – $30...35$ u^2 տարածքում ապահովում է 12 -ից 16 ավտոմեքենայի կայանում,
- **ինքնարժեքի նվազեցում** – վերամշակված մասերի կիրառմամբ սարքավորման արժեքը նվազում է շուրջ $26...30$ %-ով,
- **կարճ վերադարձի ժամկետ** – համաձայն միջազգային փորձի, ուղղահայաց ավտոկայանման մոդուլների ներդրումները վերադառնում են $4...6$ տարում,
- **սոցիալական սակագնային քաղաքականություն** – տարբեր խմբերի համար գների ճկունությունը բարձրացնում է սարքավորման կիրառելիությունը և եկամուտների կայունությունը:

Դիցուք ընդունենք 12 ավտոմեքենայի կայանում ապահովող $54,500$ \$ արժեքով նորարարական սարքավորում, որի ժամային սակագինը 130 ηp . է, օրական աշխատում է 13 ժ տարեկան 252 $օր$ (տոնական և հիշատակի, շաբաթ ու կիրակի օրերին անվճար կայանում): Ընդունենք, որ սարքավորումն օրական ապահովում է նվազագույնը 12 ավտոմեքենայի կայանում (հազեցվածությունը՝ 100 %): Տարեկան եկամտաբերությունը կլինի.

$$\mathcal{D}_n = P \cdot V \cdot T, \quad (6)$$

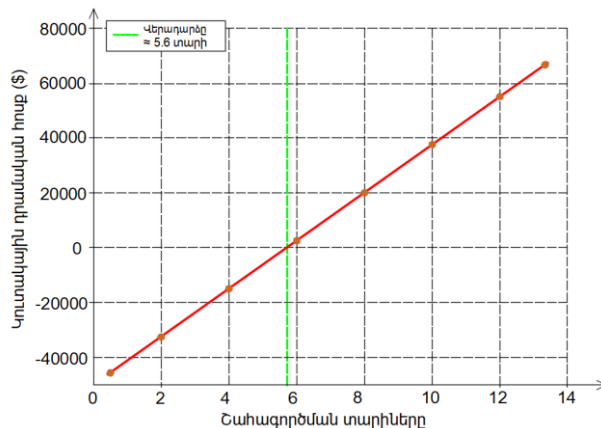
$$\mathcal{D}_n = 130 \cdot 12 \cdot 13 \cdot 252 = 5\,110\,560 \text{ } \eta p. (\sim 13\,205,6 \$):$$

Տարեկան սպասարկման ծախսը՝ $C_{սպ.} = 300 \times 12 = 3\,600$ \$, հետևաբար տարեկան մաքուր դրամական հոսքը (մաքուր շահույթը) կլինի.

$$C_{շահ.} = \mathcal{D}_n - C_{սպ.} = 13\,205 - (300 \times 12) = 9\,605,6 \$ (\sim 3\,745\,950 \text{ } \eta p.) \quad (7)$$

իսկ ներդրման վերադարձի ժամկետ կլինի (նկ. 3).

$$T_{վեր.} = 54,500 / 9,605 \approx 5,6 \text{ տարի} : \quad (8)$$



Նկ. 3. Կուտակային դրամական հոսքերի դինամիկան և ներդրման վերադարձի կետը

Այժմ հաշվարկենք նաև այն նվազագույն հագեցվածության տոկոսային հարաբերակցությունը, որի ժամանակ կատարված ծախսերը ծածկվում են (շահույթը բացակայում է): Սարքավորման տարեկան սպասարկման համար անհրաժեշտ է 3 600 \$ (12 տեղ մոդուլ) գումար, իսկ սարքավորման տարեկան մասնաբաժինը կազմում է $\approx 3,633$ \$: Տարեկան ընդհանուր ծախսը կազմում է $\approx 7\,233$ \$: Լիարժեք լցվածության դեպքում տարեկան եկամուտը 13 205 \$ է: Լցվածության տոկոսը, որ ծածկում է և գործառնական ծախսերը և սարքի արժեքի ամբողջ վերադարձը՝ 15 տարում կազմում է $\approx 55\%$: Ներդրման տնտեսական արժեքը գնահատելու համար հաշվի ենք առնում գումարի ժամանակային արժեքը: Ընդունելով զեղչի տոկոսադրույք $r=10\%$ (բանկային ավանդ կամ պարտատոմսեր) և շահագործման ժամկետը $T=15$ տարի՝ գուտ ներկա արժեքը (NPV) կկազմի՝

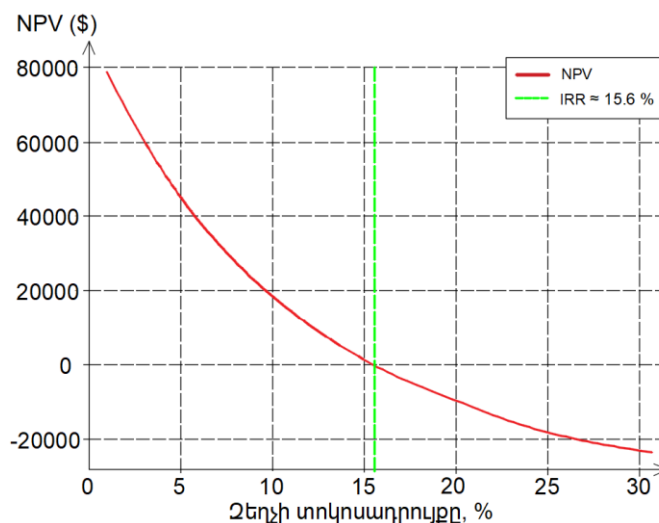
$$NPV = \sum_{t=1}^{15} \frac{C_{շահ}}{(1+r)^t} - C_{հիք} = \sum_{t=1}^{15} \frac{9,605}{(1+0,10)^t} - 54\,500 \approx +18\,561 \text{ USD} : \quad (9)$$

Քանի որ $NPV > 0$ -ից, նշանակում է, որ նախագիծն ավելացնում է սահմանված գումարային արժեքը, այսինքն առաջարկվող մոդելի կիրառելիությունը տնտեսապես հիմնավորված է: Տնտեսական արդյունավետության գնահատման միջազգային գործիքներից ամենակարևորներից մեկը ներքին եկամտաբերության նորմ է՝ IRR-ն է (Internal Rate of Return), որը սահմանվում է որպես այն զեղչի տոկոսադրույքը (r^*), որի դեպքում նախագծի գուտ ներկա արժեքը (NPV) հավասար է զրոյի [15]:

$$NPV(r^*) = \sum_{t=1}^T \frac{C_{շահ}}{(1+r^*)^t} - C_{հիք} = 0 ,$$

$$0 = \sum_{t=1}^{15} \frac{9,605.6}{(1+r^*)^t} - 54\,500, \quad r^* \approx 15,6\% :$$

Այս ցուցանիշը ցույց է տալիս, որ եթե զեղչի տոկոսադրույքը (r) շուկայում աճի մինչև $\approx 15\%$ (նկ. 4), նախագիծը դեռ կմնա «շահավետ» ($NPV=0$): Ընդհանուր առմամբ, միջազգային գուծունեությունում ենթակառուցվածքային ծրագրերի համար IRR-ը $\geq 12\%$ դիտվում է որպես բավարար, այսինքն առաջարկվող նախագիծը գերազանցում է այդ շեմը [11, 12, 14]:



Նկ. 4. Զուտ ներկա արժեքի փոփոխությունը զեղչի տոկոսադրույքի նկատմամբ

Ռոտորային հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլի համար առաջարկվում է տանիքային հատվածում տեղադրել նաև արևային վահանակներ, որոնք ապահովում են էներգիայի հասանելիությունն արտակարգ իրավիճակների ժամանակ, օրինակ՝ հոսանքի բացակայության դեպքում, որպեսզի տրանսպորտային միջոցներն անվտանգ դուրս բերվեն կայանատեղիից: Արտակարգ ռեժիմի համար անհրաժեշտ է գնահատել ռոտորի պտտման էներգիայի պահանջը՝ հաշվի առնելով միաժամանակ առավելագույն 12 ավտոմեքենայի դուրս բերումը, իսկ իրական օգտագործման պարագայում՝ 2...3 պտույտ, քանի որ ոչ բոլոր վարորդները միաժամանակ կլինեն տեղում:

Գործնական փորձերի և իրական արտադրողների տվյալների հիման վրա հայտնի է, որ 12 ավտոմեքենայի համար նախատեսված ռոտորային ավտոմատացված կայանման համակարգերում օգտագործվում է 15 կՎտ հզորությամբ շարժիչ: Այս արժեքն ընտրվել է՝ հաշվի առնելով ռոտորի շառավիղը ($r \approx 2,5$ մ), միջին ավտոմեքենայի զանգվածը ($m \approx 1500$ կգ) և մեխանիկական կորուստների, փոխանցման արդյունավետության ($\eta \approx 0,75$) ազդեցությունը: Այս գործնական մոտեցումը թույլ է տալիս ռոտորը պտտել միաժամանակ ամբողջ հարթակով՝ ապահովելով անվտանգ մուտք և ելք բոլոր ավտոմեքենաների համար [14, 15]:

Արտակարգ ռեժիմի համար անհրաժեշտ է գնահատել, թե քանի պտույտ կարող է իրականացնել համակարգը միայն արևային վահանակների տրամադրած էներգիայի հաշվին: Առաջարկվող համակարգում նախատեսվում է տեղադրել 4 արևային վահանակ, յուրաքանչյուրը 0,3 կՎտ հզորությամբ, ընդհանուր հզորություն՝ $P_{արև} = 1,2$ կՎտ: Օրվա միջին արևային լույսի 5 ժամով ստացվում է $P_{արև}^5 = 6$ կՎտ էներգիա:

Հաշվարկված մեկ պտույտի էներգիայի սպառումը, երբ առկա են բոլոր 12 ավտոմեքենաները, կազմում է մոտ 0,77 կՎտժ, հետևաբար, երկու պտույտի դեպքում՝ 1,54 կՎտժ, երեք պտույտի դեպքում՝ 2,31 կՎտժ: Այսպիսով, վերջինս համեմատելով արևային վահանակների արտադրած 6 կՎտժ էներգիայի հետ ստացվում է, որ արտակարգ ռեժիմում՝ հոսանքի բացակայության դեպքում, հնարավոր է կատարել առնվազն 2...3 պտույտ, ապահովելով ավտոմեքենաների անվտանգ դուրս բերումը:

Եզրակացություն

- Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ առաջարկվող հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլը տեխնիկապես իրագործելի է, ֆինանսապես հիմնավորված և սոցիալապես՝ արդար: Տեխնիկական տեսանկյունից համակարգը հիմնված է մոդուլային կառուցվածքի վրա, ներառում է վերամշակված տրանսպորտային միջոցների տարրեր և ապահովում է արդյունավետ տարածական օգտագործում՝ նվազեցնելով քաղաքային միջավայրի ծանրաբեռնվածությունը:
- Տեխնիկատնտեսական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ մոդուլի արժեքը նվազում է շուրջ 26...30 %, ներդրման վերադարձի ժամկետը կազմում է 5...6 տարի, իսկ ներքին

եկամտաբերության նորմը (IRR) գերազանցում է միջազգային շեմը ($\approx 15,6\%$): Տնտեսական գնահատման հիման վրա ստացվել է դրական զուտ ներկա արժեք ($NPV \approx +18,561$ USD) և բավարար ներքին եկամտաբերության նորմ ($IRR \approx 15,6\%$), ինչը գերազանցում է ընդունված միջազգային շեմը: Վերադարձի ժամանակահատվածն ընդունելի է ենթակառուցվածքային նախագծերի համար, որտեղ շահագործման տևողությունը գերազանցում է 15 տարին: Քաղաքաշինական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ք. Երևանի կենտրոնական և բարձր պահանջարկ ունեցող հատվածներում նման կայանման մոդուլների ներդրումը թույլ է տալիս էականորեն նվազեցնել ավտոկայանման ճգնաժամը:

- Կարևոր է ընդգծել, որ մոդուլը չի սահմանափակվում միայն Երևան քաղաքում կիրառմամբ, այն ունի կիրառելիության լայն ներուժ նաև այլ խիտ բնակեցված քաղաքներում, որտեղ տարածքային ռեսուրսները սահմանափակ են, իսկ կայանման ճգնաժամը՝ նույնքան սուր:

Գրականության ցանկ

- [1] **Ա.Տ. Սարգսյան, Խ.Գ. Խաչատրյան**, Երևան քաղաքի տրանսպորտային հիմնախնդիրների լուծումը ժամանակակից տեխնոլոգիաների ներդրմամբ, Ագրոգիտություն և տեխնոլոգիա 3/38 (2023) 224-230, DOI: 10.52276/25792822-2023.3-224.
- [2] **D. Shoup**, Pricing curb parking. Transportation Research Part A: Policy and Practice 154 (2021), DOI: 10.1016/j.tra.2021.04.012.
- [3] **А.Г. Кравец, А.А. Астанков, Г.А. Мокрушин**, Виртуальный ассистент водителя для поиска места на открытой парковке, Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии 2(58) (2022) 35-44.
- [4] Modern Challenges of a Capital City, < <https://evnreport.com/raw-unfiltered/modern-challenges-of-a-capital-city-part-2-transportation/> > (05.06.2025).
- [5] **П.В. Попов, А.Г. Кравец**, Алгоритм оценки уровня эффективности логистической инфраструктуры региона, Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии 3 (2021) 54–61.
- [6] Առանձին երթևեկելի գոտիներ ավտոբուսների համար, URL: <<https://hy.armradio.am/archives/497004>> (20.06.2025).
- [7] **С.Г. Гнездилов и др.**, Развитие классификации и терминологии в области механизированных автомобильных парковок. Подъемно-транспортное дело 5-6 (2009) 12–14.
- [8] **A.D. Zhukov**, Parking lots and parkings, <<https://www.stroyka.ru/Materials/>>.
- [9] Gulf Rotary Smart Rotary Parking System Parking Solution, URL: <https://hydropark.en.made-in-china.com/product/vmJpDUgluRrX/China-Gulf-Rotary-Smart-Rotary-Parking-System-Parking-Solution.html?pv_id=1j160e2lo33e&faw_id=1j160e5itb4b&bv_id=1j160kk7j669&pbv_id=1j160dih4623l> (20.06.2025).
- [10] Parkmatic Frequently Asked Questions (02.07.2025).
- [11] **S.H. Bayih, S.L. Tilahun**, Dynamic vehicle parking pricing. A review. Operations Research and Decisions 34(1) (2024) 35-59. DOI 10.37190/ord240103.
- [12] **M. Kaci, S. Merabti, Z. Layate, H. Ait Said, S. Amrane, L. Terki**, Effective smart rotary parking management in urban areas. The Journal of Engineering and Exact Sciences 10(9):20027 (2024). DOI: 10.18540/jcecvl10iss9pp20027.

- [13] Երևանի հանրային տրանսպորտի միասնական տոմսային համակարգ,
<<https://transport.yerevan.am/privilege>> (23.06.2025).
- [14] Transport Notes, Transport Economics, Policy and Poverty Thematic Group,
<<https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08c6ee5274a31e00011fa/C21-trn-14-EENote2.pdf>> (17.08.2025).
- [15] **Л.Н. Орлова, Е.А. Кочеткова**, Модульные быстро возводимые роторные парковки: современный подход к проектированию стоянок автомобилей, Приволжский научный журнал 4(48) (2018) 146-151.

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ВНЕДРЕНИЮ НОВЫХ ГИБРИДНЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПАРКОВОЧНЫХ МОДУЛЕЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ ЕРЕВАНА

**Валерик Мамиконевич Арутюнян^{1*}, Арман Тигранович Саркисян², Хачатур Гагикович
Хачатрян², Асмик Гарниковна Арутюнян¹**

¹Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

²Управление по строительству и благоустройству мэрии Еревана, г. Ереван, РА

*vmh-1961@mail.ru

В данной статье рассматривается проблема существенного дефицита парковочной инфраструктуры в г.Ереване и предлагается инновационное решение – внедрение гибридных вертикальных парковочных модулей. Предлагаемый модуль основан на трёх инновационных компонентах: использовании переработанных деталей неиспользуемых транспортных средств, резервировании парковочных мест на основе искусственного интеллекта (AI-PRS) и социально сбалансированной системе оплаты. На основе анализа городского развития были предложены возможные места для размещения в различных административных районах г. Еревана. Результаты показывают, что предлагаемая модель не только технически осуществима и экономически выгодна, но и обеспечивает социальную справедливость и территориальную эффективность, становясь жизнеспособным и широко применимым решением для современного управления городскими парковками.

Ключевые слова: гибридная вертикальная парковка, искусственный интеллект, резервирование парковочных мест, интеллектуальные транспортные системы, чистая приведенная стоимость, внутренняя норма доходности

PROPOSAL TO IMPLEMENT NEW HYBRID VERTICAL PARKING MODULES IN YEREVAN'S URBAN ENVIRONMENT

Valerik Harutyunyan^{1*}, Arman Sargsyan², Khachatur Khachatryan², Hasmik Harutyunyan¹

¹National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

²Construction and Improvement Department of the Yerevan Municipality, Yerevan, RA

*vmh-1961@mail.ru

This article examines the problem of a significant lack of parking infrastructure in the city of Yerevan and proposes an innovative solution - the introduction of hybrid vertical parking modules. The proposed module is based on three innovative components: the use of recycled parts of unused vehicles, artificial intelligence-based reservation (AI-PRS), and a socially balanced payment system. Based on an urban

development analysis, possible locations for deployment in different administrative districts of Yerevan were proposed. The results indicate that the proposed model is not only technically feasible and economically beneficial, but also ensures social justice and territorial efficiency, becoming a viable and widely applicable solution for modern urban parking management.

Keywords: Hybrid vertical parking, Artificial intelligence, Parking reservation, Intelligent transportation systems, Net present value, Internal rate of return.

Հարությունյան Վալերիկ Մամիկոնի, տ.գ.թ., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, (+374)10567572, (+374)93100825, vmh-1961@mail.ru, **Սարգսյան Արման Տիգրանի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) - Երևանի քաղաքապետարանի աշխատակազմի շինարարության և բարեկարգման վարչության ճանապարհների միջին նորոգման և հիմնանորոգման ծրագրի պատասխանատու ինժեներ, (+374)98692637, arman-sargsyan-97@mail.ru, **Խաչատրյան Խաչատուր Գագիկի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) - Երևանի քաղաքապետարանի աշխատակազմի շինարարության և բարեկարգման վարչության ճանապարհների միջին նորոգման և հիմնանորոգման ծրագրի պատասխանատու ինժեներ, (+374)41693060, xachatryanx.1998@gmail.com, **Հարությունյան Հասմիկ Գառնիկի** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, հայցորդ, (+374)098492050, harutyunyanhasmik865@gmail.com

Арутюнян Валерик Мамиконович, к.т.н., доцент (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, (+374)10567572, (+374)93100825, vmh-1961@mail.ru, **Саркисян Арман Тигранович, к.т.н.** (РА, г. Ереван) - Управление по строительству и благоустройству мэрии Еревана, Программа среднего ремонта и капитального ремонта дорог, ответственный инженер, (+374)98692637, arman-sargsyan-97@mail.ru, **Хачатрян Хачатур Гагикович, к.т.н.** (РА, г. Ереван) - Управление по строительству и благоустройству мэрии Еревана, Программа среднего ремонта и капитального ремонта дорог, ответственный инженер, (+374)41693060, xachatryanx.1998@gmail.com **Арутюнян Асмик Гарниковна**, (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, соискатель (+374)098492050 harutyunyanhasmik865@gmail.com

Harutyunyan Valerik, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, (+374)10567572, (+374)93100825, vmh-1961@mail.ru, **Sargsyan Arman, doctor of philosophy (PhD) in Engineering** (RA, Yerevan) - Engineer in charge of the program for medium repairs and major repairs of roads of the Construction and Improvement Department of the Yerevan Municipality, (+374)98692637, arman-sargsyan-97@mail.ru, **Khachatryan Khachatur, doctor of philosophy (PhD) in Engineering** (RA, Yerevan) - Engineer in charge of the program for medium repairs and major repairs of roads of the Construction and Improvement Department of the Yerevan Municipality, (+374)41693060, xachatryanx.1998@gmail.com, **Harutyunyan Hasmik** (RA, Yerevan) –NUACA, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, Ph. D. student (+374)098492050, harutyunyanhasmik865@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 26.01.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 16.02.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

**ԲՆԱԿԼԻՄՅԱԿԱՆ ԳՈՐԾՈՆՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՃԱՆԱՊԱՐՀԻ
ԹՈՂՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ**

**Վալերիկ Մամիկոնի Հարությունյան*, Արմեն Վալերիկի Հարությունյան, Անահիտ Վարդգեսի
Հարությունյան, Զինար Վահանի Ներսեյան, Կարապետ Հակոբի Մոսիկյան**

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

**vmh-1961@mail.ru*

Հոդվածում քննարկվում է բնակլիմայական գործոնների ազդեցությունն ավտոճանապարհների թողունակության վրա: Որոշվել է երկգոտի ճանապարհի գոտու թողունակությունը՝ հաշվի առնելով բնակլիմայական պայմանները, ճանապարհի վիճակը և ավտոմոբիլի ազատ երթևեկության միջին արագությունը: Նոր ճանապարհների նախագծման դեպքում թեթև մարդատար ավտոմոբիլների փաստացի առավելագույն թույլատրելի արագությունն առաջարկվում է որոշել վերլուծական եղանակով, ելնելով հաշվարկի սխեմայից, երկրաչափական պարամետրերի պահանջներից և տրանսպորտաշահագործական բնութագրերից, հաշվի առնելով օդերևութաբանական գործոնների ազդեցությունը, ճանապարհի հետ ավտոմոբիլի փոխազդեցությունը և վարորդի կողմից երթևեկության պայմանների ընկալումը:

Բանալի բառեր. *ավտոճանապարհ, ավտոմոբիլ, արագություն, թողունակություն, բնակլիմայական գործոն, թաց ծածկ, միջին քառակուսային շեղում*

Ներածություն

Հաղորդակցուղիների գործունեությունը բնութագրող կարևոր չափանիշներից է դրանց թողունակությունը: Թողունակությունը դա ավտոմոբիլների առավելագույն քանակն է, որը կարող է բաց թողնել ճանապարհահատվածը միավոր ժամանակահատվածում՝ դիտարկվող ճանապարհի մեկ կամ երկու ուղղություններով տվյալ բնակլիմայական պայմաններում:

Ավտոճանապարհների համար դասակարգվում է թողունակության երեք հասկացություն՝ հաշվարկային, փաստացի և նորմատիվային:

Հաշվարկային թողունակությունը որոշվում է տեսական եղանակով՝ տարբեր հաշվարկային բանաձևերով: Այդ նպատակով կարող են կիրառվել տրանսպորտային հոսքի տարբեր մաթեմատիկական մոդելներ և էմպիրիկ բանաձևեր, որոնք հիմնված են հետազոտական տվյալների ամփոփման վրա:

Փաստացի թողունակությունը հնարավոր է որոշել միայն գործող ճանապարհներին՝ ձևավորված ճանապարհային երթևեկության պայմաններում: Այդ տվյալներն ունեն հատկապես մեծ գործնական նշանակություն, քանի որ որոշակի արագության մակարդակի և երթևեկության անվտանգության ապահովման դեպքում այն հնարավորություն է տալիս գնահատել իրական թողունակությունը:

Առավել հասարակ է նորմատիվային թողունակության կիրառումը, որը տրվում է պաշտոնական նորմատիվային փաստաթղթերում (Շինարարական նորմերում) [1, 2]:

Նյութեր և մեթոդներ

Ավտոճանապարհների թողունակությունն առավել նկատելի նվազում է բնակլիմայական գործոնների՝ անձրևի, ձյան տեղումների, մերկասառույցի, մառախուղի և այլնի ներգործության ժամանակաընթացքում [1, 3]: Այն բացատրվում է նրանով, որ այդպիսի գործոնները նկատելիորեն ներագործում են ճանապարհի, ավտոմոբիլի և վարորդի վիճակի վրա (ավտոմոբիլի փոխազդեցությունը ճանապարհի հետ, վարորդի կողմից ճանապարհի և շրջակա իրադրության ընկալումը): Արդյունքում նվազում է արագությունը, տրանսպորտային հոսքում մեծանում են միջակայքերը և որպես հետևանք՝ նվազում է թողունակությունը, առաջանում են խճողումներ և կանգառներ: Այդ իսկ պատճառով թողունակությունը պարտադիր ստուգում են ճանապարհի վիճակի և եղանակային պայմանների համար՝ տարվա առավել վատ եղանակային ժամանակահատվածներում (ձմեռային և աշնանային): Բնական հետազոտումները ցույց են տվել, որ ոչ միայն Երևան քաղաքի ճանապարհափողոցային ցանցի (ՃՓՑ), այլ նաև արտաքաղաքային ճանապարհների ուղեմասերում և խաչմերուկներում բնակլիմայական պայմանների վատթարացման դեպքում նվազում է թողունակությունը: Կախված ճանապարհի նշանակությունից, կարգից, պահպանումից և եղանակային պայմաններից թողունակության գնահատման ժամանակ կարող են ընդունվել ճանապարհի մակերևույթի հետևյալ հաշվարկային վիճակները՝

- **ձմեռային ժամանակահատված.**

- ձյունաթափի և ձյունաբքի ժամանակ, մինչ ձյունամաքիչ մեքենաների անցումը, ձյան շերտն առկա է երթևեկելի մասի և կողնակների վրա,
- երթևեկելի մասը մաքրված է, սառույցը և ձյունն առկա են երթևեկելի մասի եզրին և կողնակների վրա,
- ճանապարհաձածկը պատված է մերկասառույցով,
- ճանապարհաձածկը մշակվել է քիմիական և իներտ նյութերով, խոնավ է:

- **գարնանային-աշնանային ժամանակահատված.**

- ճանապարհաձածկը թաց է և մաքուր,
- ճանապարհաձածկը թաց է, մաքուր գոտու եզրամասերը ցեխոտ են:

Արդյունքներ և քննարկում

Երկգոտի ճանապարհի գոտու թողունակությունը, հաշվի առնելով բնակլիմայական պայմանները, որոշվում է հետևյալ բանաձևով [4, 5].

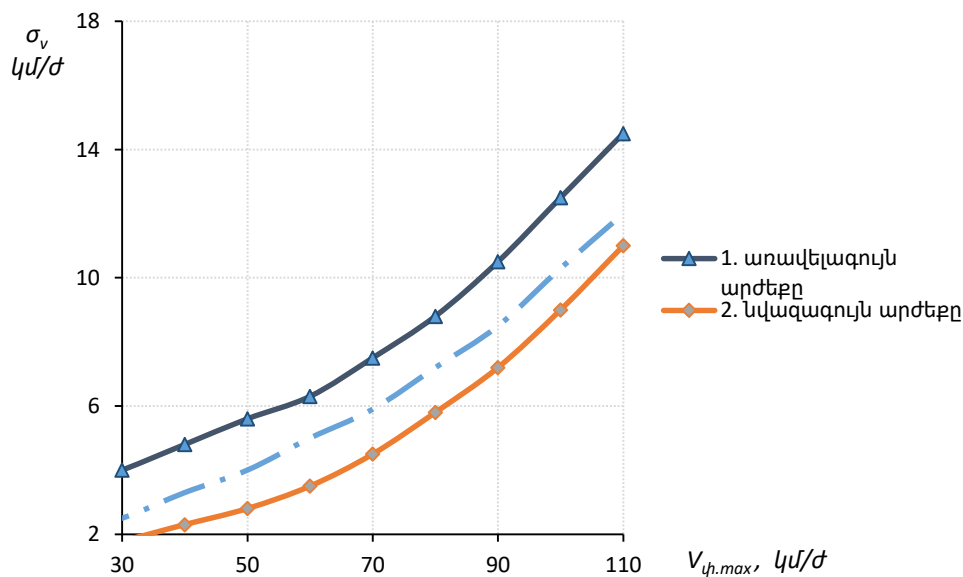
$$P = \omega \alpha V_0 q_{max} , \quad (1)$$

որտեղ ω -ն գործակից է, կախված հանդիպակաց երթևեկելի գոտու բեռնվածությունից, α -ն գործակից է, կախված ճանապարհային պայմաններից և ճանապարհի տեսակից, V_0 -ն երթևեկության արագությունն է ազատ պայմաններում, q/σ , q_{max} -ն՝ դիտարկվող տեղամասում երթևեկության առավելագույն խտությունը, u_{ph}/σ :

Ճանապարհի թողունակության հաշվարկի համար ավտոմոբիլի ազատ երթևեկության միջին արագությունը, հաշվի առնելով ճանապարհի վիճակը և եղանակային պայմանները, հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\bar{V}_0 = V_{ph. max} - 3\sigma_v \quad \text{կամ} \quad V_0 = K_{h. u.} V_{tun. max} - 3\sigma_v, \quad (2)$$

որտեղ $V_{ph. max}$ -ն ավտոմոբիլի փաստացի հնարավոր առավելագույն արագությունն է ըստ դինամիկական բանութագրերի կամ անվտանգության պայմանների՝ եղանակային տվյալ պայմաններում, $V_{tun. max}$ -ն ավտոմոբիլի առավելագույն արագությունն է չափանմուշային պայմաններում, σ_v -ն տրանսպորտային հոսքում ավտոմոբիլի ազատ երթևեկության արագության միջին քառակուսային շեղումն է: Որպես չափանմուշային ընդունվում է ճանապարհի ուղղագիծ հորիզոնական հատվածը՝ չոր, կցման բավարար գործակցով ծածկը, ամրացված կողնակներով, օդի ջերմաստիճանը՝ 20°C , երբ բացակայում է անձրևը, քամին և մառախուղը, $K_{h. u.}$ -ն հաշվարկային արագության ապահովման գործակիցն է [4, 7]:



Նկ. 1. Միջին քառակուսային շեղման կախվածությունն առավելագույն արագությունից

Տրանսպորտային հոսքի ազատ երթևեկության արագության միջին քառակուսային շեղումն ընդունում են նկ.1-ի տվյալներով հետևյալ արագությունների համար.

$$V_{ph. max} = K_{h. u.} V_{tun. max}, \quad (3)$$

$$K_{h. u.} = \frac{V_{ph. max}}{V_{tun. max}}: \quad (4)$$

Ճանապարհային պայմանները և հնարավոր առավելագույն կամ առավելագույն թույլատրելի արագությունները հաշվի առնող α գործակիցը հանդիպակաց երթևեկությամբ երկգոտի ճանապարհի համար որոշվում է հետևյալ բանաձևով [5, 6]՝

$$\alpha=0,65-0,00425 V_{\text{ph. max}}: \quad (5)$$

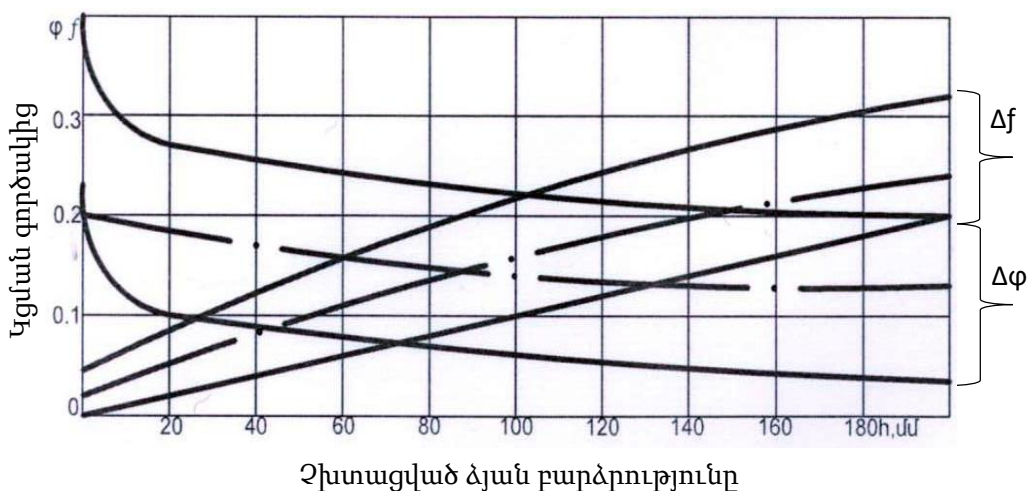
Համընթաց երթևեկությամբ բազմագոտի ճանապարհների համար՝ մինչև 110 կմ/ժ առավելագույն արագության դեպքում՝

$$\alpha=0,65-0,005 V_{\text{ph. max}}: \quad (6)$$

Թեթև մարդատար ավտոմոբիլի փաստացի առավելագույն հնարավոր կամ առավելագույն թույլատրելի արագությունը նոր նախագծվող ճանապարհների համար կարելի է որոշել վերլուծական եղանակով, հաշվի առնելով հաշվարկի սխեման, երկրաչափական պարամետրերի նկատմամբ պահանջները և տրանսպորտաշահագործական բնութագրերը: Այդ դեպքում հիմնական խնդիրն է ճանապարհի վրա օդերևութաբանական գործոնների ազդեցության պարտադիր հաշվի առնելը, որոնցից են՝ ճանապարհի հետ ավտոմոբիլի փոխազդեցությունը և երթևեկության պայմանների ընկալումը վարորդի կողմից [2, 6, 7]:

Ճանապարհի թողունակության որոշման համար $V_{\text{ph. max}}$, V_0 -ն կարելի է որոշել հաշվարկով կամ թեթև մարդատար ավտոմոբիլի ազատ երթևեկության արագության նկատմամբ դիտարկման տվյալներով՝ եղանակային անբարենպաստ պայմաններում ճանապարհի բոլոր բնորոշ տեղամասերում՝ հաշվարկային արագությունների դեպքերում: Ձյան տեղումների կամ ձյան առկայության դեպքում առավելագույն հնարավոր արագությունը որոշվում է երթևեկության հիմնական հավասարումից, նրա մեջ տեղադրելով ձոճման դիմադրության և կցման գործակցի համապատասխան արժեքները (նկ. 2) [1, 5, 8]:

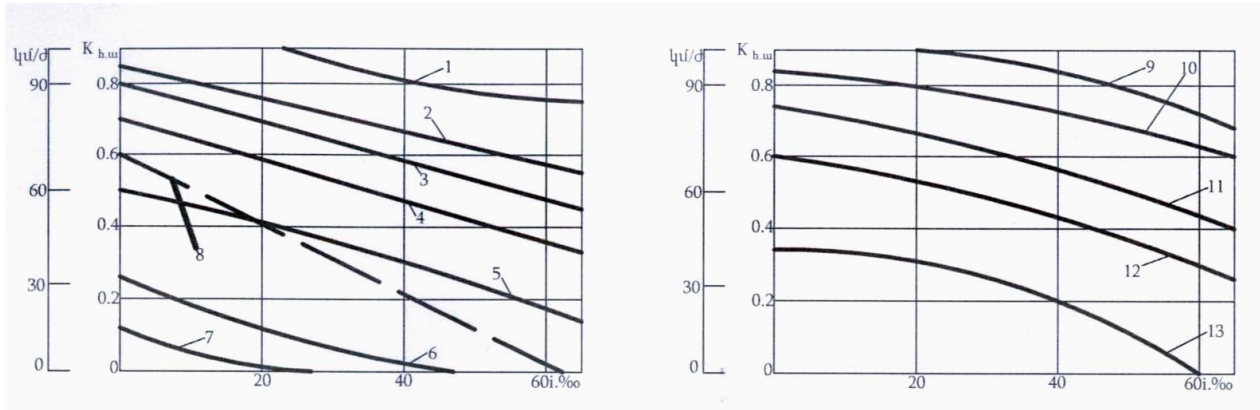
Վայրէջքների վրա առավելագույն թույլատրելի արագությունը որոշվում է ճանապարհի վրա հանկարծակի խոչընդոտ առաջանալուց առաջ արգելակման պայմանից, իսկ հաշվարկային արագության ապահովման գործակիցը որոշվում է արգելակման ուղղու հավասարումից՝ չափանմուշային պայմանների դեպքում:



Նկ. 2. Կցման (ϕ) և ձոճման դիմադրության (f) գործակիցների կախվածությունը ճանապարհաճաճակի վրա չխտացված ձյան հ բարձրության դեպքում

Վայրէջքի վրա թույլատրելի առավելագույն արագությունը որոշվում է ճանապարհաձածկի վրա հանկարծակի խոչընդոտ առաջանալու պայմանից, իսկ հաշվարկային արագության ապահովվածության գործակիցը գտնում են արգելակման ուղու հավասարումից [9-12]:

Հաշվարկային արագության ապահովման գործակիցը ճանապարհաձածկի տարբեր վիճակներում և երկայնական թեքությամբ հատվածներում ներկայացված է նկ. 3-ում:



ա) վերելքի վրա

բ) վայրէջքի վրա

Նկ. 3. Երկայնական թեքության և ճանապարհաձածկի վիճակի ազդեցությունը երթևեկության արագության վրա. 1-չոր մաքուր ծածկ, $f=0,015$, 2 - ձյան փխրուն շերտ, $h=25$ մմ, $f=0,02$, 3 - ձյան խտացված շերտ, $f=0,04$, 4 - ձյան փխրուն շերտ, $h=20$ մմ, $f=0,09$, 5 - ձյան փխրուն շերտ, $h=40$ մմ, $f=0,10$, 6 - ձյան փխրուն շերտ, $h=80$ մմ, $f=0,15$, 7 - ձյան փխրուն շերտ, $h=10$ մմ, $f=0,17$, 8 - ծածկի վրա մերկասառույց, $f=0,09$, 9 - չոր մաքուր, $\varphi=0,5...0,6$, 10 - թաք մաքուր, $\varphi=0,4$, 11 - թաք, $\varphi=0,3$, 12 - տոփանված ձյուն, $\varphi=0,2$, 13 - մերկասառույց, $\varphi=0,1$

Եզրակացություն

- Բնակլիմայական գործոնները նվազեցնում են ճանապարհի թողունակությունը: Ավտոճանապարհների վրա բնակլիմայական գործոնների (անձրև, ձյուն, մերկասառույց, մառախուղ և այլն) ազդեցության պայմաններում նվազում է տրանսպորտային հոսքի արագությունը, մեծանում են տարածական և ժամանակային միջակայքերը և արդյունքում նվազում է թողունակությունը:
- Նոր ճանապարհների նախագծման ժամանակ հաշվարկային արագությունը անհրաժեշտ է որոշել վերլուծական եղանակով, հաշվի առնելով հաշվարկի սխեման, երկրաչափական պարամետրերը և տրանսպորտաշահագործական բնութագրերը: Այդ դեպքում հիմնական խնդիրն է ճանապարհի հետ ավտոմոբիլի փոխազդեցության և վարորդի կողմից երթևեկության պայմանների ընկալման պարտադիր հաշվի առնելը:

Գրականության ցանկ

- [1] Г.И. Клиновштейн, М.Б. Афанасьев, Организация дорожного движения: Учеб. для вузов, 5-е изд., перераб. и доп., Транспорт, Москва, 2001, 247 с.
- [2] ՀՀՇՆ 32-01-2022. Ավտոմոբիլային ճանապարհներ, ՀՀ Շինարարական նորմեր, Երևան, 2022, 203 էջ:
- [3] В.Ф. Бабков, Дорожные условия и безопасность движения, Транспорт, Москва, 2003, 290 с.

- [4] **В.И. Коноплянко**, Информация в дорожном движении, МАДИ, Москва, 2007, 65 с.
- [5] **В.В. Сильянов, Е.М. Лобанов**, Пропускная способность автомобильных дорог, Транспорт, Москва, 2009, 152 с.
- [6] **B.S. Kerner**, Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control: The Long Road to Three-Phase Traffic Theory, Springer, 2009, 278 p.
- [7] **Л.В. Булавина**, Расчет пропускной способности магистралей и узлов, УГТУ, 2019, 43 с.
- [8] Highway Capacity Manual, TRB, Washington, DC, 2020, 1134 p.
- [9] **В.И. Коноплянко**, Организация и безопасность дорожного движения, Транспорт, Москва, 2001, 183 с.
- [10] **Д.С. Самойлов**, Организация и безопасность городского движения: учеб. для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. Москва, 1981, 256 с.
- [11] **Е.М. Лобанов**, Пропускная способность автомобильных дорог, Транспорт, Москва, 1970, 152 с.
- [12] **Я.В. Хомяк**, Организация дорожного движения, Высшая школа, Киев, 2006, 276 с.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ ДОРОГ

Валерик Мамиконович Арутюнян*, **Армен Валерикович Арутюнян**,
Анаит Вардгесовна Арутюнян, **Чинар Ваановна Нерсесян**, **Карпет Акопович Мосикян**

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

*vmh-1961@mail.ru

В статье обсуждается влияние климатических факторов на пропускную способность автомобильных дорог. Определена пропускная способность полосы двухполосной дороги с учетом климатических условий, состояния дороги и средней скорости свободного движения автомобиля. В случае проектирования новых дорог предлагается фактическую максимальную допустимую скорость легковых автомобилей определять аналитическим методом, исходя из схемы расчета, требований к геометрическим параметрам и транспортно-эксплуатационных характеристик, с учетом влияния метеорологических факторов, взаимодействия автомобиля с дорогой и восприятия условий движения водителем.

Ключевые слова: *автомобильная дорога, автомобиль, скорость, пропускная способность, климатический фактор, мокрое покрытие, среднеквадратическое отклонение*

THE IMPACT OF CLIMATIC FACTORS ON ROAD CAPACITY

Valerik Harutyunyan*, **Armen Harutyunyan**, **Anahit Harutyunyan**, **Chinar Nersesyan**,
Karapet Mosikyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

*vmh-1961@mail.ru

The article discusses the impact of bioclimatic factors on the capacity of highways. The capacity of a two-lane road has been determined by taking into account bioclimatic conditions, road conditions, and the average free-flow speed of vehicles. For the design of new roads, it is recommended to determine the actual

maximum permissible speed of light passenger cars analytically, based on the calculation scheme, geometric parameter requirements, and transport-operational characteristics. This approach considers the influence of meteorological factors, the interaction between the road and the vehicle, and the driver's perception of traffic conditions.

Keywords: highway, vehicle, speed, capacity, climatic factor, wet pavement, root mean square deviation

Հարությունյան Վալերիկ Մամիկոնի, տ.գ.թ., դոց. (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, (+374)10567572, (+374)93100825, vmh-1961@mail.ru, **Հարությունյան Արմեն Վալերիկի, տ.գ.թ., դոց.** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, (+374)43116611, armharutyunyan77@mail.ru, **Հարությունյան Անահիտ Վարդգեսի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, դասախոս, (+374)95683341, ann.harutyunyan1970@gmail.com, **Ներսեսյան Չինար Վահանի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, ասիստենտ, (+374)77490858, chinar.nersesyan@mail.ru, **Մոսիկյան Կարապետ Հակոբի, տ.գ.թ., դոց.** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային, լոգիստիկ համակարգերի և շինարարական մեքենաների ամբիոն, (+374)94854540, karomosikyan@mail.ru

Арутюнян Валерик Мамиконевич, к.т.н., доцент (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, (+37410) 567572, (+37493) 100825, vmh-1961@mail.ru, **Арутюнян Армен Валерикович, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, (+374)43116611 armharutyunyan77@mail.ru, **Арутюнян Анаит Вардгесовна** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, преподаватель, (+374)95683341, ann.harutyunyan1970@gmail.com, **Нерсисян Чинар Вагановна** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, ассистент, (+374)77490858, chinar.nersesyan@mail.ru, **Мосикян Карапет Акопович, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Транспортных, логистических систем и строительных машин, (+374)94854540 karomosikyan@mail.ru

Harutyunyan Valerik, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, (+374)10567572, (+374)93100825, vmh-1961@mail.ru, **Harutyunyan Armen, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, (+374)43116611, armharutyunyan77@mail.ru, **Harutyunyan Anahit** (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, lecture, (+374)95683341, ann.harutyunyan1970@gmail.com, **Nersesyan Chinar** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, assistant, (+374)77490858, chinar.nersesyan@mail.ru, **Mosikyan Karapet, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Construction Machinery and Organization of Traffic, (+374)94854540, karomosikyan@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 30.01.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 15.02.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՊԱՍՏԱՌԻ ԴԻԶԱՅՆ. ԿՈՆՍՏԴՈՒԿՏԻՎԻԶՄԻՑ ՍՈՑԻԱԼԻԶՄ (1920–1960)

Նարե Թաթուլի Նադարյան

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ**nadaryan.nare@nuaca.am*

Հոդվածում ուսումնասիրվում է հայկական պաստառային արվեստի գեղագիտական համակարգի ձևավորումը 1920–1960 թթ.: Ձևավորման ընթացքը պայմանավորված է երեք հիմնական փուլերով՝ 1920–1930-ականների կոնստրուկտիվիստական ավանգարդին բնորոշ ձևաբանական նորարարություններով, 1930–1950-ականների սոցիալիստական ռեալիզմի գաղափարական և գեղագիտական ինստիտուցիոնալացմամբ, ինչպես նաև 1950–1960-ականների հետպատերազմյան շրջանում ձևավորված գեղարվեստատեխնիկական համախմբմամբ: Վերլուծությունը հիմնված է ձևաբանական, կոմպոզիցիոն, սեմիոտիկ, գունային և տառաձևային ուսումնասիրությունների վրա: Հայկական պաստառային արվեստը դիտարկվում է համաշխարհային արվեստագիտական մոտեցումների համատեքստում՝ օգտագործելով Առնհեյմի, Բերգերի, Գոմբրիխի, Բարտի, Բենյամինի և Մեզսի տեսական նախադրյալները: Ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ հայկական պաստառը ձևավորվել է որպես բազմաշերտ տեսողական հաղորդակցման համակարգ, որը միավորում է ազգային գունապատկերային ավանդույթները, խորհրդային գաղափարախոսական մոդելները և 1920–1930-ականների եվրոպական ավանգարդին բնորոշ ձևաբանական ազդեցությունները: Արդյունքում բացահայտվում է, որ 1920–1960 թթ. պաստառային արվեստի զարգացման ընթացքում ձևավորվել է ազգային-խորհրդային համադրված գեղագիտական լեզու, որն իր հիմքում կրում է ինչպես խորհրդային պատկերագրության գաղափարական կառուցվածքները, այնպես էլ հայկական գունային և կոմպոզիցիոն մտածողության առանձնահատկությունները:

Բանալի բառեր. *հայկական պաստառ, դիզայն, կոնստրուկտիվիզմ, սոցիալիստական ռեալիզմ, գունային համակարգ, ձևաբանական վերլուծություն*

Ներածություն

20-րդ դարի առաջին կեսը հայ գրաֆիկական արվեստի և տեսողական հաղորդակցության զարգացման առանցքային փուլերից էր: Այս ժամանակահատվածում պաստառը ոչ միայն դարձավ սոցիալ-քաղաքական ուղերձների փոխանցման հիմնական միջոց, այլ նաև գործեց որպես նոր գեղարվեստական մոտեցումների, ձևաբանական կառուցվածքների և գունապատկերային մտածողության ձևավորման հարթակ: Հայկական պաստառի և գրաֆիկական արվեստի ուսում-

նասիրող Հակոբ Բաբայանը նկատում է, որ խորհրդային շրջանի հայկական պաստառը ձևավորվում էր պետական գաղափարախոսության ազդեցության ներքո, սակայն միաժամանակ պահպանվում էին ազգային գեղագիտական առանձնահատկությունները [1]:

Հայկական պաստառային արվեստի ձևավորումը պայմանավորված էր երկու հիմնական ուղղություններով: Մի կողմից այն զարգանում էր սոցիալիստական ռեալիզմի ինստիտուցիոնալացված գեղագիտական համակարգում, իսկ մյուս կողմից՝ ռուսական և եվրոպական (հատկապես՝ Կենտրոնական Եվրոպայի) ավանգարդի, մասնավորապես, կոնստրուկտիվիզմի ձևաբանական ներգործության ազդեցությամբ:

Հայաստանի արվեստաբանական և գրաֆիկական դիզայնի պատմության կարևոր հետազոտող Մարկոս Երզնկյանը փաստում է, որ հայ գրաֆիկական արվեստը՝ ներառյալ պաստառային դիզայնը, ձևավորվել է ինքնատիպ ձևով՝ միավորելով տեղական պատկերագրական ավանդույթները և միջազգային ձևաբանական հոսանքները [2]:

Ռուդոլֆ Առնհեյմի ձևակերպմամբ՝ «պաստառը պետք է կառուցված լինի այնպես, որ դիտողի ուշադրությունն աստիճանաբար ուղղվի դեպի հաղորդվող գաղափարի կորիզը» [3]: Այս սկզբունքն առանցքային է ինչպես կոնստրուկտիվիստական կոմպոզիցիոն լուծումների, այնպես էլ սոցիալիստական ռեալիզմի կերպարային կառուցվածքների վերլուծության համար, և կարևոր դեր է խաղում հայկական գրաֆիկական դպրոցի ձևավորման գործընթացում:

Սույն հոդվածում հայկական պաստառը դիտարկվում է որպես բազմաշերտ տեսողական հաղորդակցության համակարգ, որը ներառում է յուրահատուկ կառուցվածք, նշանաբանական շերտեր, գունապատկերային կազմակերպություն և գաղափարական խորհրդաբանություն: Վերլուծության տեսական շրջանակը կառուցված է Ռ. Առնհեյմի [3], Ջ. Բերգերի [4], Է. Գոմբրիխի [5], Ռ. Բարտի [6], Վ. Բենյամինի [7] և Ֆ. Մեզսի [8] մոտեցումների հիման վրա, որոնք հնարավորություն են տալիս բացահայտել հայկական պաստառի ձևաբանական, գաղափարական և հաղորդակցման առանձնահատկությունների խորքային շերտերը:

Հոդվածի գիտական նորույթը պայմանավորված է հայկական պաստառային արվեստի (1920–1960 թթ.) ամբողջական տեսողական հաղորդակցման համակարգի տեսանկյունից ուսումնասիրությամբ և դրա զարգացման փուլային կառուցվածքի հիմնավորմամբ:

Նյութեր և մեթոդներ

Ուսումնասիրության համար օգտագործվել են 1920–1960 թթ. հայկական պաստառների բնօրինակ տպագրությունները, որոնք պահպանվում են Հայաստանի ազգային արխիվում, Գրականության և արվեստի թանգարանում և Հայաստանի պատմության թանգարանում: Ավելացվել են նաև թվայնացված նյութեր (UCLA Library Digital Collections «Soviet Armenian Posters» և Armenia Ephemera Digital Project հարթակներում):

Հետազոտության շրջանակում ուսումնասիրվել են 1920–1960 թթ. ստեղծված շուրջ 20 հայկական պաստառներ, որոնք ընտրվել են ժամանակագրական ընդգրկվածության, գեղարվեստական առանձնահատկությունների և պահպանվածության աստիճանի հիման վրա:

Հոդվածի մեթոդաբանությունը կառուցված է բազմաշերտ վերլուծական մոտեցումների համադրության վրա, ինչը հնարավորություն է տալիս ամբողջական կերպով բացահայտել հայկական պաստառի գեղագիտական, ձևաբանական և գաղափարական առանձնահատկությունների համակարգը: Գործնական վերլուծությունն իրականացվել է հետևյալ փոխկապակցված ուղղություններով.

1. Կոմպոզիցիոն-ձևաբանական վերլուծություն

20-րդ դարի տեսողական ընկալման հոգեբանության և գեղագիտության խոշոր տեսաբան Ռուդոլֆ Առնհեյմի մոտեցումների հիման վրա ուսումնասիրվել են պաստառների կոմպոզիցիոն կառուցվածքները՝ ձևերի հարաբերակցությունը, գծային կազմակերպումը և պատկերի ընդհանուր հավասարակշռությունը: Այս մեթոդը հնարավորություն է տալիս բացահայտել պաստառի կառուցման խորքային օրինաչափությունները [3]:

2. Գունային համակարգի վերլուծություն

Գունային համակարգի ուսումնասիրությունը հիմնված է Բաուհաուսի ներկայացուցիչ Իռինգեն Իտենի [9] և արվեստաբան Էռնստ Գոմբրիխի [5] կողմից ներկայացված գունային հակադրությունների ու ներդաշնակության տեսական մոդելների վրա: Թոմփսոնի տեխնոլոգիական դիտարկումները ցույց են տալիս, որ գունային ընտրությունները պայմանավորված էին ոչ միայն գեղագիտական, այլև տպագրական տեխնոլոգիաների սահմանափակումներով [10]: Վերլուծվել է գունային համակարգի տրամաբանությունն ինչպես կոնստրուկտիվիստական, այնպես էլ սոցիալիստական ռեալիզմի փուլերում՝ բացահայտելով գույների գաղափարական և նշանաբանական դերակատարությունը:

3. Սեմիոտիկական վերլուծություն

Ռոլան Բարտի «պատկերի հոետորաբանություն» մոդելի հիման վրա բացահայտվել են պաստառներում առկա երկրորդային իմաստային շերտերը, խորհրդային գաղափարախոսական կոդերը և մշակութային սիմվոլիկան: Այս մոտեցումը հնարավորություն է տալիս վերլուծել, թե ինչպես է պատկերը ձևավորում դիտողի ընկալումը և հաղորդակցական ազդեցությունը [6]:

4. Պատմամշակութային և գաղափարական վերլուծություն

Պաստառային արվեստը դիտարկվել է իր սոցիալական, մշակութային և քաղաքական միջավայրի մեջ՝ հիմնվելով Վալտեր Բենյամինի զանգվածային հաղորդակցության վերաբերյալ տեսական դիտարկումների վրա: Այս մեթոդը հնարավորություն է տալիս հասկանալ պաստառի գաղափարական գործառույթները և դրա ազդեցությունը հասարակական գիտակցության վրա [7]:

5. Համեմատական վերլուծություն

Հայկական պաստառային արվեստը համադրվել է ռուսական, վրացական, ուկրաինական և լեհական խորհրդային պաստառային դպրոցների հետ՝ բացահայտելու ընդհանուր գեղագիտական օրինաչափությունները և ազգային առանձնահատկությունների ձևավորման մեխանիզմները: Համեմատական դիտարկումներն ապահովում են հետազոտության մեթոդաբանական ամբողջականությունն ու դրա տեղայնացումը միջազգային արվեստագիտական համատեքստում:

Վերլուծության ընթացքում պաստառների կոմպոզիցիոն և գունային կառուցվածքները դիտարկվել են նաև սխեմատիկ մոդելավորման սկզբունքով՝ առանձնացնելով հիմնական առանցքները, տեսողական կենտրոնները, գունային հակադրությունների դաշտերը և տիպոգրաֆիկ շեշտադրումները, ինչը թույլ է տալիս տեսական եզրահանգումները հիմնավորել կառուցվածքային մակարդակում:

Արդյունքներ և քննարկում

Արդյունքների վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս առանձնացնել հայկական պաստառային արվեստի երեք ձևաբանական և գաղափարական փուլերը, որոնք տարբեր ճյուղերում արտացոլում են խորհրդային մշակութային քաղաքականության և միջազգային արվեստագիտական միտումների փոխազդեցությունը:

1. Վաղ խորհրդային կոնստրուկտիվիստական փուլ (1920–1930 թթ.)

1920–1930-ականների հայկական պաստառները ձևավորվում էին ռուսական և եվրոպական կոնստրուկտիվիզմի ուղղակի ներգործության պայմաններում: Այս շրջանը բնորոշվում է դինամիկ կոմպոզիցիաներով, հստակ ուղղաձիգ և անկյունային գծային կառուցվածքներով, ինչպես նաև կտրուկ գունային հակադրություններով (կարմիր–սև–սպիտակ): Այս ձևաբանական մոդելները ստեղծում էին արագ ընկալվող տեսողական ազդակներ, որոնք ուժեղացնում էին քաղաքական կոչերի անմիջականությունն ու գործողություն հրահանգող բնույթը:

Առնհեյմի ընկալման հոգեբանության համաձայն՝ թեք ու անկյունային կոմպոզիցիաները ստեղծում են լարվածության կենտրոններ, որոնք դիտողի ուշադրությունը կենտրոնացնում են հիմնական ուղերձին: Այդ պատճառով կոնստրուկտիվիստական հայկական պաստառները կարևորում էին ոչ թե պատկերի դեկորատիվությունը, այլ դրա ֆունկցիոնալ բնույթը:

Այս շրջանի պաստառներում կիրառվող տառաձևերը ևս կրում էին կոնստրուկտիվիզմին բնորոշ երկրաչափական և հստակ կառուցվածք: Տեքստային հատվածները հաճախ ընդգրկվում էին կոմպոզիցիայի ընդհանուր ռիթմի մեջ՝ հանդես գալով ոչ միայն տեղեկատվական, այլև արտահայտչական տարրերի դերում:

Նկ. 1-ում ներկայացված պաստառը (1932 թ., Հայաստանի ազգային արխիվ) բնորոշ օրինակ է. թեք ուղղությունները, նկարչական մակերեսի ձգումը դեպի վեր, խիստ ռիթմիկ կառուցվածքը և կարմիր–սև–կանաչ գունաշարը ձևավորում են ուժեղ գաղափարական լարվածություն՝ ընդգծելով գաղափարական մոտեցումը և հասարակական փոխակերպումների ինտենսիվությունը:



Նկ. 1. Վաղ խորհրդային հայկական պաստառ, 1932 թ. (Հայաստանի ազգային արխիվ)

2. Սոցիալիստական ռեալիզմի ինստիտուցիոնալացված փուլ (1930–1950 թթ.)

1930-ականների վերջից խորհրդային մշակութային քաղաքականության համակարգումը բերում է գեղագիտական նախադրյալների արմատական փոփոխության: Սոցիալիստական ռեալիզմը գործում էր ոչ միայն որպես գեղարվեստական մեթոդ, այլև որպես գաղափարախոսության հստակ կառուցվածք, որը կարգավորում էր կերպարային համակարգը, կոմպոզիցիոն շեշտադրումները և գույների հոգեբանական ազդեցությունը [11]: Այս համատեքստում հայկական պաստառներում ձևավորվում է «հերոսացված աշխատավորի» պատկերագրական մոդելը, որը, ինչպես ընդգծում է Ա. Սիմոնյանը [12], միավորում էր խորհրդային գաղափարախոսությունն ու ազգային գեղագիտական ավանդույթները՝ ներկայացվելով որպես ազգ-պետության կառուցման գլխավոր խորհրդանիշ: Այս շրջանի հիմնական հատկանիշներն են.

- իրականությանը մոտ, բայց իդեալականացված կերպարներ,
- աշխատավորի և գյուղացու մարմնավորման սիմվոլիկ չափազանցում,
- դասական համաչափությամբ կառուցված կոմպոզիցիաներ,
- պայծառ և ներդաշնակ գունավորման կիրառում՝ գաղափարական «կարգավորվածություն» փոխանցելու նպատակով:

Տիպոգրաֆիկ լուծումներում գերակշռում էին առավել խոշոր, ընթեռնելի և մոնումենտալ տառաձևերը, որոնք նպաստում էին գաղափարական ուղերձների հստակ փոխանցմանը և ուժեղացնում կերպարային համակարգի ազդեցությունը:

Նկ. 2-ում ներկայացված 1940-ականների պաստառն (Գրականության և արվեստի թանգարան) արտացոլում է տվյալ ժամանակաշրջանի սոցիալիստական գեղագիտական շերտերը: Կերպարի մասշտաբային ընդգծումը կիրառվում է աշխատավորի կենտրոնական դերի և նրա ազգային-քաղաքական նշանակության ցուցադրման նպատակով: Գունային հարթությունների հավասարակշռված դասավորությունը, կոմպոզիցիայի կենտրոնացված կառուցվածքը և սիմվոլիկ տարրերի նպատակային օգտագործումը ձևավորում են արտադրողականության, հավաքական աշխատանքի և սոցիալական զարգացմամբ պայմանավորված առաջընթացի գաղափարները:



Նկ. 2. Սոցիալիստական ռեալիզմի հայկական պատատառ, 1940-ականներ (Գրականության և արվեստի թանգարան)

3. Գեղարվեստատեխնիկական համախմբման փուլ (1950–1960 թթ.)

1950–1960-ականներին հայկական պատատառային արվեստը հասնում է ձևաբանական և տեխնոլոգիական համախմբման: Այս շրջանը բնութագրվում է՝

- տպագրական տեխնոլոգիաների զարգացմամբ,
- գունային ավելի լայն և հարստացված կիրառությամբ,
- կոմպոզիցիոն կառուցվածքի բարդացմամբ,
- հրատարակչության ոճական մեղմացմամբ և «կլորացմամբ»,
- արևելյան և արևմտաեվրոպական ձևաբանական տարրերի համադրմամբ:

1950–1960-ականներին տառաձևային համակարգերը դառնում են ավելի բազմազան և ճկուն: Տեքստն ու պատկերը ձևավորում են ավելի հավասարակշռված հարաբերություն, ինչը վկայում է պատատռի ոչ միայն գաղափարական, այլև դիզայնի և գործառնության ուժեղացման մասին:

Այս շրջանի պատատառները դառնում են ոչ միայն գաղափարախոսական հաղորդակցության գործիք, այլև գեղարվեստադիզայնային մշակույթի ձևավորման կենտրոն: Պատկերագրական շերտերը պարզեցվում են, գունային տարածությունները դառնում են ավելի հավասարակշռված, իսկ կոմպոզիցիոն կառուցվածքներն՝ ավելի ռիթմիկ և ներդաշնակ:

Նկ. 3-ում (1950–1960 թթ., Armenia Ephemera Digital Project) ներկայացված պատատառը վերաբերում է խորհրդային շրջանում մշակութային լուսավորության և կրթական արժեքների տարածմանն ուղղված տեսողական արտադրությանը: Այն բացահայտում է այս փուլին բնորոշ «մեղմացված մոդեռնիզմի» միտումները՝ պարզեցված պատկերագրություն, հավասարակշռված գունային մոտեցում և կոմպոզիցիոն կառուցվածքի ներդաշնակություն: Այս նոր մոդելը նախադրյալ է դառնում հայկական գեղարվեստական դիզայնի ինքնուրույն լեզվի ձևավորման համար:

Երեք փուլերի համադրական դիտարկումը ցույց է տալիս, որ հայկական պատատառային արվեստում աստիճանաբար ձևավորվում է ազգային–խորհրդային տեսողական լեզու, որի հիմքում միահյուսվում են եվրոպական ավանգարդի ձևաբանական սկզբունքները, խորհրդային պատկերագրական համակարգը և հայկական գունապատկերային ավանդույթները:



Նկ. 3. Կրթական-մշակութային բնույթի հայկական պաստառ, 1950–1960 թթ.
(Armenia Ephemera Digital Project)

Եզրակացություն

Հայկական պաստառային արվեստի 1920–1960 թթ. զարգացումը ներկայացվում է որպես ազգային տեսողական մշակույթի ինստիտուցիոնալ ձևավորման առանցքային փուլ, որի ընթացքում բյուրեղացել են երեք հիմնարար գեղարվեստական ու գաղափարական շերտեր՝ կոնստրուկտիվիստական ավանգարդը, սոցիալիստական ռեալիզմի ինստիտուցիոնալ համակարգը և հետպատերազմյան գեղարվեստատեխնիկական համախմբումը: Այս փուլային զարգացումները որոշիչ դեր են ունեցել ազգային պաստառի տեսողական լեզվի, գեղագիտական արժեքների և գաղափարախոսական ուղղվածության ձևավորման մեջ:

Չնայած պաստառը խորհրդային մշակութային քաղաքականության շրջանակում գործել է որպես գաղափարական հաղորդակցության առաջնային միջոց, այն միաժամանակ պահպանել և վերաիմաստավորել է ազգային գունապատկերային ավանդույթները, կերպարային կառուցվածքները և կոմպոզիցիոն մտածողության ներքին տրամաբանությունը: Այս համադրական գործընթացի արդյունքում ձևավորվեց ազգային-խորհրդային միավորող մոդել, որտեղ միահյուսվում էին եվրոպական ավանգարդից եկող ձևաբանական նորարարությունները և սոցիալիստական ռեալիզմի պատկերազրական չափորոշիչները:

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ հայկական պաստառը չի սահմանափակվում քարոզչական գործառնությամբ: Այն հանդես է գալիս որպես ինքնուրույն գեղարվեստատեսողական համակարգ, որը միավորում է արտահայտչականության բազմաշերտ մակարդակները՝ կոմպոզիցիոն կառուցվածքից մինչև նշանաբանական և գունային կազմակերպություն: Պաստառը դառնում է ոչ միայն գաղափարական հաղորդակցության, այլև գեղագիտական մտածողության և մշակութային ինքնության ձևավորման միջավայր, որտեղ արտացոլվում են ժամանակի գեղագիտական, տեխնոլոգիական և հասարակական միտումները:

Հետազոտության արդյունքում հիմնավորվեց հայկական պաստառային արվեստի զարգացման եռափուլ կառուցվածքային մոդելը, որը հնարավորություն է տալիս 1920–1960 թթ. գեղարվեստ-

տական գործընթացները դիտարկել որպես մեկ ամբողջական տեսողական համակարգի փոխկապակցված փուլեր: Միաժամանակ հիմնավորվեց ազգային-խորհրդային տեսողական լեզվի ձևավորման գործընթացը, որն առաջացել է եվրոպական ավանգարդի, խորհրդային պատկերագրության և հայկական գեղարվեստական ավանդույթների փոխազդեցության արդյունքում:

Վերջնական հաշվով, 1920–1960 թվականները կարելի է դիտարկել որպես հայկական պատանային արվեստի ինքնուրույն և ամբողջական տեսողական համակարգի կայացման փուլ: Կոնստրուկտիվիստական ձևաբանական փորձարարությունը, սոցիալիստական ռեալիզմի գաղափարական պատկերագրությունը և հետպատերազմյան տեխնոլոգիական վերափոխումները համատեղ ձևավորեցին տեսողական հաղորդակցության մոդել, որը դարձել է հայկական գեղարվեստական դիզայնի ինքնատիպության հիմնասյուներից մեկը:

Գրականության ցանկ

- [1] Հ. Բաբայան, Խորհրդային պատանային Հայաստանում, Երևան, 1987:
- [2] Մ. Երզնկյան, Հայկական գրաֆիկայի խնդիրներ, Երևան, 2016:
- [3] R. Arnheim, Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye, Berkeley–Los Angeles–London, 1974.
- [4] J. Berger, Ways of Seeing, London, 1972.
- [5] E.H. Gombrich, Art and Illusion: A Study in the Psychology of Pictorial Representation, Princeton University Press, 1960.
- [6] R. Barthes, Image—Music—Text, London, 1977.
- [7] W. Benjamin, The Work of Art in the Age of Mechanical Reproduction, 1936.
- [8] P. Meggs, History of Graphic Design, New York, 1998.
- [9] J. Itten, The Art of Color, New York, 1961.
- [10] D. Thompson, The Materials and Techniques of Medieval Painting, Mineola, NY, 2012.
- [11] K. Clark, The Soviet Poster: Art and Ideology, London, 2011.
- [12] Ս. Միննյան, Խորհրդային արվեստի պատկերագրություն, Երևան, 2009:

ДИЗАЙН АРМЯНСКОГО ПЛАКАТА: ОТ КОНСТРУКТИВИЗМА К СОЦИАЛИСТИЧЕСКОМУ РЕАЛИЗМУ (1920–1960)

Наре Татуловна Надарян

*Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
nare.nadaryan11@gmail.com*

В статье исследуется формирование эстетической и визуально-коммуникативной системы армянского плаката 1920–1960 гг. Развитие представлено как трехэтапный процесс: конструктивистский морфологический этап (1920–1930), институционализированный период социалистического реализма (1930–1950) и этап художественно-технической консолидации (1950–1960). Анализ опирается на морфологическое, композиционное, семиотическое, цветовое и типографическое исследова-

ние. Показано, что армянский плакат сформировался как многослойная визуальная система, объединяющая национальные цветообразные традиции, советские идеологические модели и формальные влияния европейского авангарда 1920–1930-х гг. Впервые предлагается трехэтапная структурная модель развития армянского плакатного искусства рассматриваемого периода. Исследование демонстрирует, что армянский плакат выступает не только как инструмент идеологической коммуникации, но и как самостоятельная художественно-визуальная система, значимая для истории графического дизайна.

Ключевые слова: армянский плакат, графический дизайн, конструктивизм, социалистический реализм, цветовая система, семиотический анализ

THE DESIGN OF THE ARMENIAN POSTER: FROM CONSTRUCTIVISM TO SOCIALIST REALISM (1920–1960)

Nare Nadaryan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA
nare.nadaryan11@gmail.com

This article examines the development of the aesthetic and visual-communicative system of Armenian poster art from 1920 to 1960. The evolution is conceptualized as a three-stage process: the morphological Constructivist phase (1920–1930), the institutionalized Socialist Realism period (1930–1950), and the stage of artistic and technical consolidation (1950–1960). The analysis is based on morphological, compositional, semiotic, chromatic, and typographic examination. The study demonstrates that Armenian poster art emerged as a multilayered visual system that integrates national color-imagery traditions, Soviet ideological models, and formal influences of the European avant-garde of the 1920s–1930s. The study proposes for the first time a three-stage structural model of the development of Armenian poster art during the period under consideration. The research shows that Armenian posters function not only as instruments of ideological communication but also as an autonomous visual-artistic system that constitutes an essential component in the history of graphic design.

Keywords: Armenian poster, graphic design, Constructivism, Socialist Realism, color system, semiotic analysis

Նադարյան Նարե Թաթևիչ, արվ. թ. (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Դիզայնի ամբիոն, դասախոս,
(+374)98880339, nadaryan.nare@nuaca.am

Надарян Наре Татуловна, канд. иск. (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Дизайна, преподаватель,
(+374)98880339, nadaryan.nare@nuaca.am

Nadaryan Nare, PhD in Art history (RA, Yerevan) – NUACA, department of Design, lecturer, (+374)98880339,
nadaryan.nare@nuaca.am

Ներկայացվել է՝ 20.01.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 11.02.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

**«ԱԳԱՐԱԿ» ՊԱՏՄԱՄՇԱԿՈՒԹԱՅԻՆ ԱՐԳԵԼՈՑԻ ԵՌԱԶԱՓ ՄՈՂԵԼԻ ՍՏԵՂԾՈՒՄԸ
ԼԱԶԵՐԱՅԻՆ ՄԿԱՆԱՎՈՐՄԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐՈՎ**

**Հովսեփ Սերգեյի Պետրոսյան¹, Մանուկ Ռազմիկի Վարդանյան, Արամ Միերի Ստեփանյան²,
Վալերի Ալեքսանյանի Ալեքսանյան³**

¹Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

²«Երկրատարածական տեխնոլոգիաների կենտրոն» ՍՊԸ, ք. Երևան, ՀՀ

³ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգոնոսֆերային հետազոտությունների կենտրոն, ք. Երևան, ՀՀ

^{*}*Hovsep-petrosyan@mail.ru*

Ներկայացված են անօդաչու թռչող սարքով նկարահանված բարձր լուծաչափի աերոնկարների և լազերային սկանավորման տվյալներով «Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցի եռաչափ մոդելի ստեղծման աշխատանքները: Աերոնկարահանման աշխատանքներն իրականացվել են պրոֆեսիոնալ անօդաչու թռչող սարքով: Աերոնկարահանման և լազերային սկանավորման աշխատանքների իրականացման համար մշակվել են տարածքի նկարահանման երթուղիները: Լազերային սկանավորման աշխատանքներն իրականացվել են ժամանակակից սարքերով, որոնք ապահովել են 5 մմ ներամպային և 2...5 սմ գլոբալ դիրքորոշման ճշտություն: Ֆոտոգրամետրիական մշակման աշխատանքներն իրականացվել են բարձր ճշտությամբ ծրագրային ապահովման միջավայրում, որի արդյունքում ստեղծվել է 5 սմ լուծաչափով օրթոֆոտոհատակագիծ: Լազերային սկանավորման և աերոնկարահանման տվյալների ինտեգրման միջոցով Agisoft Metashape ծրագրային ապահովման միջավայրում ստեղծվել է տեղանքի եռաչափ մոդելը: Լազերային սկանավորման և աերոնկարահանման տվյալների հիման վրա ստեղծվել է 1:1000 մասշտաբով տեղագրական և կադաստրային հատակագծեր: Մշակված համալիր մեթոդով հնարավորություն է ստեղծվել բարձր ճշտության գործիք-սարքավորումներով դիտարկված տվյալներով (աերոնկարահանման, լազերային սկանավորման, ֆոտոեռանկյունավորման, ռելիեֆի մշակման և դրանց ինտեգրման եղանակներով) և ժամանակակից ծրագրային ապահովմամբ այդ տվյալների մշակման միջոցով ստանալ «Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցի տարածքի եռաչափ մոդելը՝ 1:1000 մասշտաբով տեղագրական և կադաստրային հատակագծեր, որոնք իրենց ճշտությամբ գտնվում են 95 % վստահության միջակայքում:

Բանալի բառեր. անօդաչու թռչող սարք, աերոնկար, լազերային սկանավորում, պլանաբարձունքային ճանաչման կետ, GPS ռովեր, եռաչափ մոդել

Ներածություն

Վերջին ժամանակներում մեծ պահանջարկ է առաջացել ժամանակակից բարձր ճշտության գործիք-սարքավորումներով և համապատասխան ծրագրային ապահովման միջոցներով ստեղծել խոշոր մասշտաբի տեղանքի եռաչափ մոդել՝ հատկապես պատմամշակութային հու-

շարժանների և արգելոցների տարածքների մանրամասն հետազննությունների համար: Ներկայացնենք որոշ տեղեկություններ սույն աշխատանքում հետազոտվող օբյեկտի մասին:

«Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցը գտնվում է ՀՀ Արագածոտնի մարզի Ագարակ և Ոսկեհատ գյուղական համայնքների վարչական տարածքներում, Երևան-Աշտարակ-Գյումրի մայրուղու երկու կողմերում, Ամբերդ գետի աջ ափին, հրաբխային տուֆե ելուստներից կազմված ժայռոտ հրվանդանի վրա: Հուշարձանի հիմնական առանձնահատկություններից է համարվում այն, որ ողջ բնակատեղին և դրա շրջակայքն ամբողջությամբ պատված են ժայռափոր ու քարակոփ կառույցների հսկայածավալ համալիրներով, որոնց զգալի մասը շաղկապվում է Ագարակի վաղ բրոնզեդարյան բնակատեղին: Տարածքում առկա են ժայռափոր խորշեր, դեպի այդ խորշերը տանող աստիճանահարթակներ և այլ նշանակության կերտվածքներ: Այս կերտվածքների թվում կան նաև շրջանաձև, պայտաձև, մեանդրաձև փորվածքներ: Այդ փորվածքները միմյանց կապող առվակների կամ եռագագաթ, սեղանաձև զոհարանների շնորհիվ բնական լանդշաֆտը վերածվել է հսկա կոթողի:

118 հա տարածք զբաղեցնող ծիսական լանդշաֆտի նմանատիպ օրինակ, մինչև Ագարակի պեղումները, հայկական լեռնաշխարհում փաստագրված չէր: Հուշարձանները հետազոտող հնագետների միաձայն դիրքորոշմամբ՝ նմանօրինակ կերտվածքներով հագեցած ժայռահարթակները հանդիսանում են ծիսապաշտամունքային կառույցներ: Ընդ որում, դրանց մի մասը համարվում է խեթական, մի զգալի մասն էլ՝ փյոյուզական՝ շաղկապվելով հատկապես աստվածների մեծ մայր, լեռների, անտառների և կենդանիների կառավարիչ և պողաբերությունը հովանավորող Կիբելա աստվածուհու պաշտամունքի հետ:

Պեղումներից հայտնաբերված մեծաքանակ խեցեղենը, թրծակավե արձանիկները, կլոր և պայտաձև օջախների, հենակ-պատվանդանների մնացորդները թույլ են տալիս հնավայրի բնակեցման այս շրջանը վերագրել շենգավիթյան կամ քուռ-արաքսյան հնագիտական մշակույթի միջին փուլին, որը ժամանակագրվում է Ք.ա. 29-27-րդ դդ. սահմաններում: Վանի թագավորության կազմալուծումից հետո Ագարակը քաղաքային տիպի խոշոր բնակավայր էր: Պեղված հրապարակներում բացված գինու մեծաքանակ ժայռափոր հնձանները վկայում են, որ խաղողագործությունն ու գինեգործությունն ագարակցիների կյանքում առանձնահատուկ տեղ են զբաղեցրել: Հանդիսանալով Այրարատից դեպի Շիրակ և Անի տանող առևտրական մայրուղու կարևորագույն հանգույցներից մեկը, այս բնակավայրի տնտեսական և առևտրական կյանքը ծաղկում է ապրել հատկապես Ք.ա. 4-3-րդ դդ. մինչև Ք.հ. 2-4-րդ դդ.: Այդ են վկայում հելլենիստական և ուշ անտիկ շրջանի քաղաքային մշակույթին բնորոշ գունազարդ խեցեղեն պարունակող շերտերից հայտնաբերված Ալեքսանդր Մակեդոնացու արծաթե դրախման և Օգոստոս Օկտավիանոսի արծաթե դենարը, ուշ հելլենիստական շրջանի ժայռափոր թաղումներից հայտնաբերված մի քանի կնքադրոշմ մատանիները: Ագարակի հնավայրի բնակեցման վերջին փուլը ներկայացված է 17-18-րդ դդ. բնորոշ նյութերով (խեցեղեն, օջախների հիմքեր, Երևանի խանության կողմից թողարկված պղնձե դրամներ) [1]:

Նկատի ունենալով «Ագարակ» բնակատեղի-հնավայրի հուշարձանի բացառիկ դերն ու նշանակությունը Հայաստանի վաղագույն շրջանի սոցիալ-մշակութային խնդիրների ուսումնասիրության գործում, ՀՀ Կառավարության 2001 թ. դեկտեմբերի 29-ի N 1305 որոշմամբ «Ագարակ» հնավայրին տրվել է արգելոց-թանգարանի կարգավիճակ [2]: 2016 թ. նոյեմբերի 24-ի № 1204-Ն որոշմամբ «Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցի տարածքը սահմանվել է 118,2 հա, փոխադրվել հատուկ պահպանվող հողերի կատեգորիա և անհատույց, անժամկետ օգտագործման իրավունքով հանձնվել ՀՀ մշակույթի նախարարության «Պատմամշակութային արգելոց-թանգարանների և պատմական միջավայրի պահպանության ծառայություն» ՊՈԱԿ-ին [3]:

Աշխատանքի նպատակն է պատվիրատուի տեխնիկական պահանջներով իրականացնել «Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցի տարածքի փաստացի վիճակի գույքագրում, հաշվառում և տվյալների բազայի ստեղծում:

Նյութեր և մեթոդներ

Մշակված բարձր ճշտության եռաչափ մոդելն ու տարածքի հատակագիծը ներկայացնում են հուշարձանի ֆիզիկական հատկանիշներն ու կառուցվածքային տարրերը՝ ապահովելով դրա պահպանման, վերականգնման և հետագա հետազոտությունների հիմքը: Աշխատանքների կատարման համար հիմք են հանդիսացել [4-11] գրականության ցանկում տրված գեոդեզիական և քարտեզագրական մեթոդները և եղանակները:

Աշխատանքում ներկայացված աերոնկարահանման, այդ նյութերի մշակման, տեղանքի եռաչափ մոդելի, պլանաբարձունքային հիմքի, տեղագրական և կադաստրային քարտեզների ստեղծումն իրականացվել են [4-7] հրահանգների, իսկ պայմանական նշանները՝ [8]-ի պահանջներով:

Արդյունքներ և քննարկում

Համաձայն տեխնիկական պայմանների, աշխատանքներն իրականացվել են 3 փուլով՝ նախապատրաստական, դաշտային և գրասենյակային:

Նախապատրաստական փուլում [4, 5]-ի պահանջների համաձայն իրականացվել է աշխատանքային անձնակազմի ձևավորում, գործիքների և ծրագրային ապահովման նախապատրաստում, ինչպես նաև տարածքի նախնական ուսումնասիրություն և հետազոտության համար առկա քարտեզագրագեոդեզիական տվյալների և կադաստրային հատակագծի ձեռքբերում:

Դաշտային աշխատանքների փուլում DJI Mavic 3 Enterprise սարքով իրականացվել է տարածքի աերոհանույթ, CHCNAV AlphaUni 20 սարքով իրականացվել է լազերային սկանավորում, ամրացված ճանաչման կետերի դիտարկումներն իրականացվել են Leica GS18 T GNSS բազմահաճախական արբանյակային ընդունիչով (ռովեր):

DJI Mavic 3 Enterprise-ը (Mavic 3E) կոմպակտ պրոֆեսիոնալ անօդաչու թռչող սարքերը նախատեսված են հանութագրման, որոնողական և փրկարարական աշխատանքների համար:

Դրանք ունեն հզոր օպտիկական խոշորացում, մեխանիկական փակիչ և մինչև 45 *րոպե* երկար թռիչքի ժամանակ:

Հիմնական առանձնահատկությունները (Mavic 3E).



Նկ. 1. Աերոնկարահանման երթուղու սխեմա

- տեսախցիկներ՝ 20MP լայնանկյուն (4/3 CMOS) մեխանիկական փակիչով և 12MP խոշորացում (zoom) տեսախցիկով (56x հիբրիդային խոշորացում),
- լուսանկար՝ մինչև 20MP (լայնանկյուն), RAW աջակցություն,
- տեսանյութ՝ 4K/30fps,
- թռիչքի տևողությունը՝ մինչև 45 *րոպե*, մինչև 15 *մ/վ* արագություն, խոչընդոտների խուսափում,
- ճշտություն՝ RTK մոդուլ՝ սանտիմետրային ճշտության համար,
- տեսախցիկներ՝ 48MP լայնանկյուն, 12MP հեռաֆոտո, 640x512 px ջերմային պատկերիչ,
- արագ ժամանակի լապս նկարահանում (0,7*վրկ*-ից)՝ շնորհիվ մեխանիկական փակադակի,
- փոխանցման համակարգ, մինչև 15 *կմ* հեռավորության վրա (FCC),
- նկարահանման խելացի (Smart) ռեժիմ:

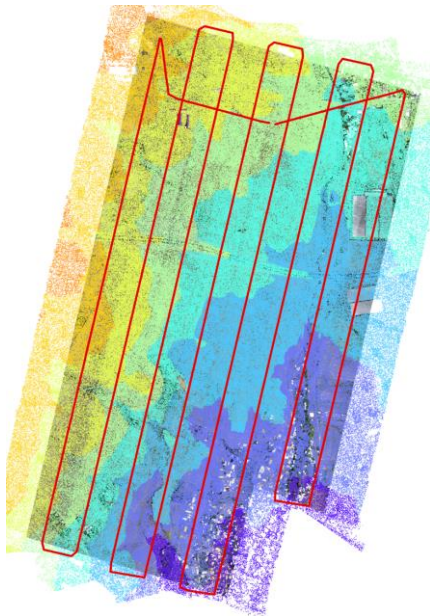
Աերոնկարահանման աշխատանքների կատարման համար մշակվել է տարածքի նկարահանման երթուղիները (նկ. 1):

Այն իրենից ներկայացնում է հանութագրվող տարածքի երկայնքով միմյանց զուգահեռ առանցքներ: Աերոնկարահանման աշխատանքներն իրականացվել է 120 *մ* հարաբերական բարձրությունից, անօդաչու սարքն օգտագործելով իրական ժամանակում կինեմատիկա (RTK) տեխնոլոգիան բարձր ճշտությամբ հետևել է նախապես մշակված և սարքի մեջ ներֆեռնված ռեյնիֆի թվային մոդելի նկատմամբ նախատեսված բարձրության պահպանմանը՝ ինչն ապահովում է ֆոտոգրամետրիական մշակման արդյունքում ստացված տվյալների բարձր ճշտությունն առանց ճանաչման կետերի օգտագործման: Աերոնկարահանումն իրականացվել է 80 % երկայնական և լայնական վերածածկով և խելացի (Smart) ռեժիմով, որը հնարավորություն է տալիս մեկ երթուղով նկարահանմամբ ստանալ 3 տարբեր անկյուններից աերոնկարներ՝ ֆոտոգրամետրիական մշակմամբ եռաչափ մոդելավորման համար:

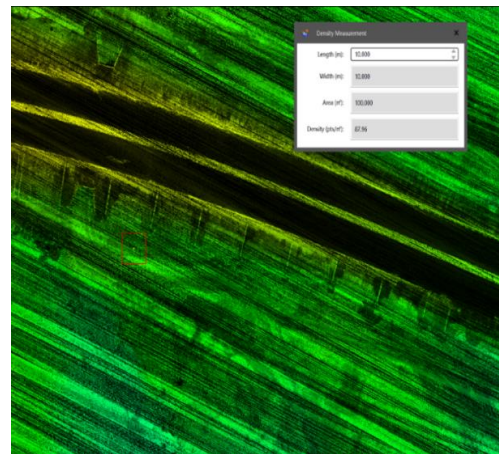
Լազերային սկանավորում - «Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցի փաստացի վիճակի գույքագրման և հաշվառման նպատակով իրականացվել է բարձր ճշտության եռաչափ լազերային սկանավորում, որի նպատակն է ստեղծել հուշարձանի եռաչափ մոդելավորումը և հանութագրումը, որոնցով հնարավորություն կստեղծվի ապահովել դրանց պահպանման, վերա-

կանգնման ու հետագա հետազոտությունների գործառնությունները: Լազերային սկանավորումը թույլ է տալիս ստանալ բարձր ճշտության տվյալներ հուշարձանի կառուցվածքային տարրերի և շրջակա տարածքի մասին: Տարածքի լազերային սկանավորման աշխատանքներն իրականացվել են հետևյալ սարքերով՝ Leica MS60 R2000, CHCNAV RS10 և CHCNAV AlphaUni 20 սարքերով, որոնք ապահովում են ռեփեֆի արտահայտման բարձր ճշտություն: CHCNAV AlphaUni 20 լազերային սկաների բնութագրերը.

- բարձր ճշտություն՝ 5 մմ ներամպային, 2...5 մմ գլոբալ դիրքորոշման,
- հեռահար չափման ունակություն մինչև 1450 մ,
- մեծ արտադրողականություն՝ 2 000 000 կետ/վրկ,
- բուսածածկույթում թափանցելու կարողություն:



Նկ. 2. Սկանավորման երթուղու սխեմա



Նկ. 3. Կետերի ամպի խտությունը

Սկանավորման աշխատանքների կատարման համար մշակվել է տարածքի սկանավորման երթուղին (նկ. 2): Սկանավորման աշխատանքներն իրականացվել է 220 մ հարաբերական բարձրությունից, հիմք ընդունելով նախապես մշակված և սարքի մեջ ներբեռնված ռեփեֆի թվային մոդելը: Սկանավորման տվյալների տեղակապակցումն իրականացվում է արբանյակային տվյալների գրանցման և համապատասխան ծրագրային ապահովմամբ այդ տվյալների հետմշակման (PPK) տեխնոլոգիայի կիրառմամբ՝ որպես բազային կայան օգտագործվել է Leica GS18T GNSS ընդունիչը: Սկանավորման արդյունքում ստացված կետերի ամպի միջին խտությունը կազմել է 84 կետ/մ³ (նկ. 3):

Կատարվել են աերոնկարների մշակման համար ճանաչման կետերի (նկ. 4) պլանաբարձունքային հիմքի դիտարկումներ Leica GS18 T մակնիշի GNSS ռովերով ստատիկ ռեժիմով, համաձայն պահանջների [6, 7], որոնց տվյալները ներկայացված է աղ. 1-ում:



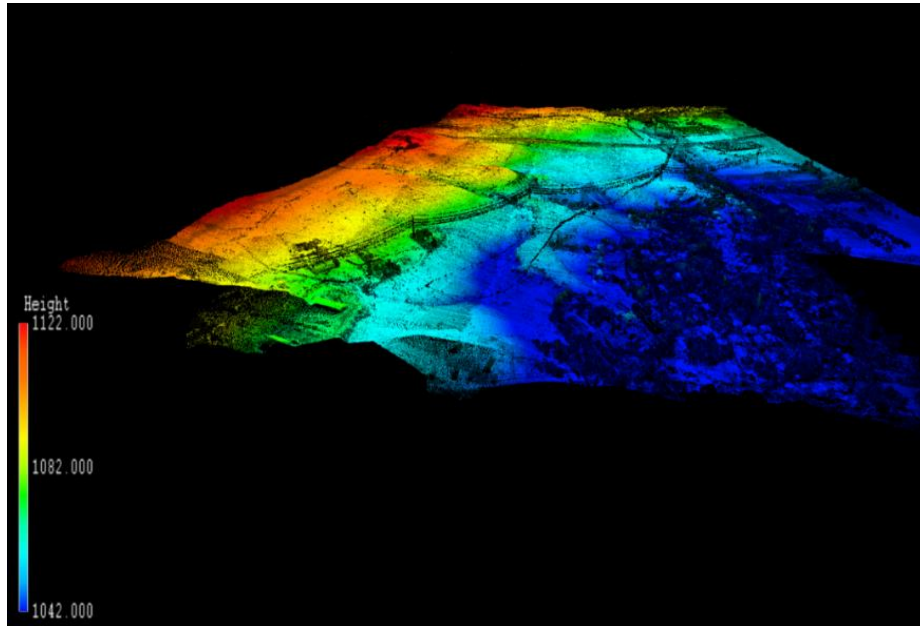
Նկ. 4. Ճանաչման կետերի սխեմա

Աղյուսակ 1

Ճանաչման կետերի պլանաբարձունքային հիմքի տվյալներ

Ճանաչման կետի համարը	Կոորդինատներ, մ			3D ճշտություն, մ
	X	Y	H	
1	8438018,361	4462843,418	1108,6423	0,0225
2	8438582,288	4462794,049	1085,7483	0,0235
3	8438588,908	4462389,167	1071,1868	0,0135
4	8438207,719	4462545,143	1091,4110	0,022
5	8437849,605	4462203,561	1090,6733	0,0261
6	8438327,942	4462248,622	1072,6587	0,0217
7	8438272,909	4461899,563	1066,4222	0,0234
8	8437868,006	4461627,957	1078,5574	0,0203
9	8438471,352	4461454,570	1046,8690	0,0179
10	8438103,593	4461194,285	1049,2908	0,0189
11	8437670,646	4460947,639	1068,7500	0,0173
12	8438143,380	4460605,756	1030,8718	0,0257

Լազերային սկանավորման տվյալների մշակման գրասենյակային աշխատանքներ. Դաշտային աշխատանքներից հետո լազերային սկանավորման տվյալների հետմշակման համար օգտագործվել է հետևյալ ծրագրային ապահովումները՝ *CHCNAV CoPre*, *CHCNAV CoProcess*: Մշակման ավարտուն տեսքը տրված է նկ. 5-ում:



Նկ. 5. Հանութագրվող տարածքի կետերի ամպ

Օրթոֆոտոհատակագծի ստեղծում. Աերոնկարահանման դաշտային աշխատանքների փուլին հաջորդել է՝ գրասենյակային պայմաններում հանութագրվող տարածքի օրթոֆոտոհատակագծի ստացման աշխատանքները: Աերոնկարահանման աշխատանքներն իրականացվել են համաձայն հաստատված աշխատանքային ծրագրի, որը ներառում է թռիչքների իրականացման պլանները և ժամանակացույցը:

Աերոնկարահանման աշխատանքներն իրականացվել են *Mavic 3 Enterprise + RTK* անօդաչու թռչող սարքի միջոցով, արդյունքում յուրաքանչյուր աերոնկարին կցվել է կենտրոնակետի կոորդինատներ, որը հիմք է հանդիսացել տեղակապակցված օրթոֆոտոհատակագծի ստեղծման համար: Աերոնկարահանման տվյալների մշակման արդյունքում ստեղծվել է 5 սմ լուծաչափով օրթոֆոտոհատակագիծ: Տվյալների ֆոտոգրամետրիական մշակման աշխատանքներն իրականացվել են *Agisoft Metashape Professional* ծրագրային ապահովման միջավայրում (նկ. 6): Ֆոտոգրամետրիական մշակումն իրականացվել է 3 փուլով.

- Աերոնկարներում օբյեկտների ճանաչում և հավասարեցում (align) միմյանց հետ. հավասարեցման արդյունքների միջինացված շեղումները ներկայացված է աղ. 2-ում:
- Տեղանքի մակերևույթի թվային մոդելի ստեղծում:
- Օրթոֆոտոհատակագծի ստեղծում՝ հիմնվելով մակերևույթի թվային մոդելի վրա:

Աղյուսակ 2

Աերոնկարների հավասարեցման արդյունքների միջինացված շեղումներ

X շեղում, սմ	Y շեղում, սմ	Z շեղում, սմ	XY շեղում, սմ	3D շեղում, սմ
1,4	3,4	4,2	3,7	5,6



Նկ. 6. Տարածքի օրթոֆոտոհաստակագիծ

Եռաչափ մոդելի ստացում. Հետազոտվող տարածքի եռաչափ մոդելի ստեղծման համար կիրառվել է լազերային սկանավորման և աերոնկարահանման տվյալների ինտեգրում՝ լազերային սկանավորման տվյալներից՝ ապահովելով արգելոցի տարածքի եռաչափ տեսքի ֆիզիկական առանձնահատկությունների մանրամասնությունները, իսկ աերոնկարահանման նկարներն ապահովել են եռաչափ մոդելի տեքստուրան: Տվյալների մշակումն իրականացվել է Agisoft Metashape ծրագրային ապահովման միջավայրում (նկ. 7): Եռաչափ մոդելի ստեղծումն իրականացվել է հետևյալ հաջորդականությամբ.

- Լազերային սկանավորման արդյունքում ստացված կետային ամպի մաքրում:
- Կետային ամպի և աերոնկարների կենտրոնակետերի կոորդինատների կապակցումը

Ազգային գեոդեզիական ցանցի կոորդինատային համակարգին [9, 12-14]:

- Ներմուծում Agisoft Metashape ծրագրային ապահովման միջավայր:
- Կետային ամպի և աերոնկարների կապակցում ճանաչման կետերի կիրառմամբ:
- Կետային ամպի հիմքով մոդելի ստեղծում:
- Ստացված մոդելի տեքստուրավորում:
- Արդյունքների դուրսբերում այլ միջավայրերում օգտագործման համար:



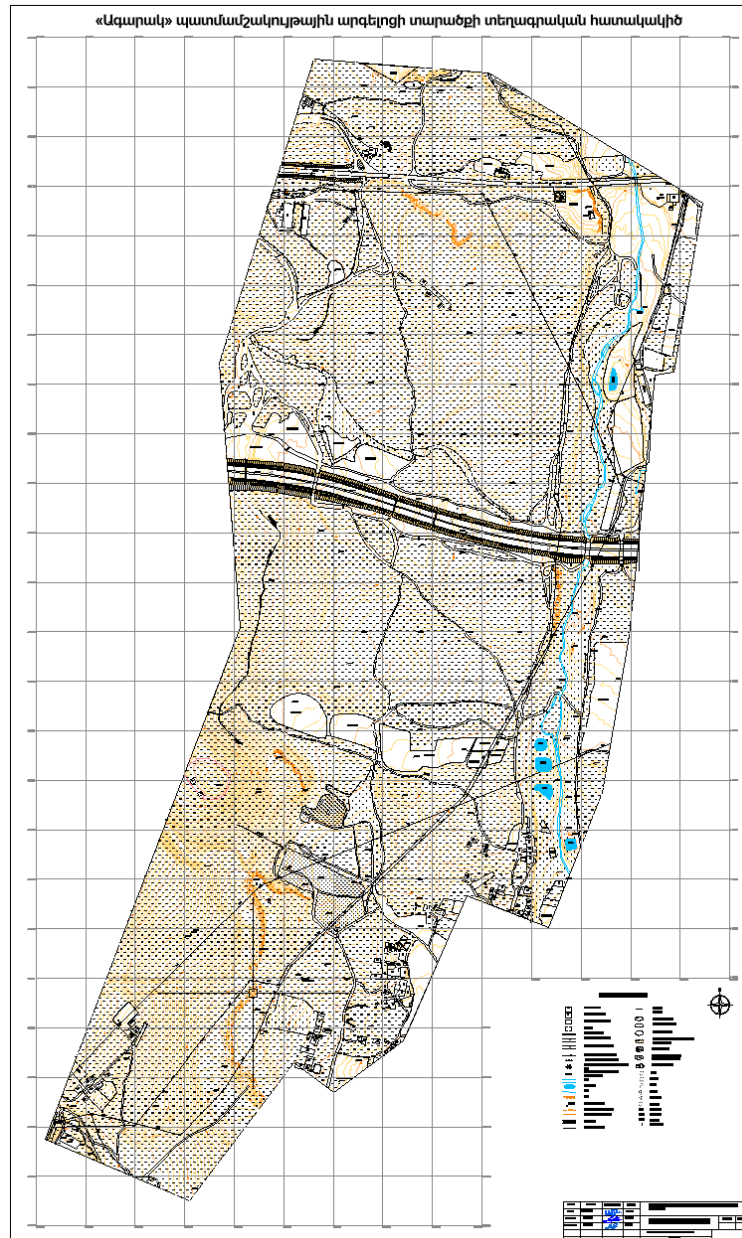
**Նկ. 7. Արգելոցի եռաչափ մոդելը
ստեղծված Agisoft Metashape
ծրագրային միջավայրում**

Տարածքի տեղագրական հատակագծի ստեղծում 1:1000 մասշտաբով. AutoCAD Civil 3D ծրագրային միջավայրում, լազերային սկանավորման և աերոնկարահանման տվյալների հիման վրա ստեղծվել է 1:1000 մասշտաբով տեղագրական հատակագիծ (նկ. 6): Հետագոտված յուրաքանչյուր տարրի համար ծրագրում ձևավորվել է AutoCad Civil 3D ծրագրային հավելվածում, ստեղծվելով համապատասխան շերտեր (աղ. 3): Հանութագրված տարածքի մակերեսը կազմում է 118,2 հա: Տեղագրական հատակագիծը կազմվել է համաձայն տեխնիկական առաջադրանքի [4, 8] (նկ. 8): Տեղագրական հանությունը ընդգրկվել են աղ. 3-ում տրված շերտերը:

Աղյուսակ 3

Տեղագրական հատակագծի շերտերը

Հ/Հ	Անվանում	Հ/Հ	Անվանում
1	1 մ-ից բարձր մետաղե ցանկապատ	28	հենապատ
2	առու	29	ճանապարհ
3	ասֆալտապատ ճանապարհ	30	մարգագետին ծառերով
4	ասֆալտապատ տարածք	31	մետաղյա ցանկապատ
5	ավերակ	32	շենք-շինություն
6	բարձր լարման էՀԳ մետաղյա ֆերմաների վրա	33	տափաստանային խոտային բուսականություն
7	բարձրունքային նիշ	34	ուղեփակոց
8	բարձրունքային նիշի կետ	35	պտղատու այգի
9	բաք	36	պտղատու տնկարկներ
10	բետոն	37	ջերմոց
11	բուսականություն	38	ջրանցք
12	գետ	39	ջրանցք չգործող
13	գերեզմանատուն	40	ջրավազան
14	գրագրություն	41	սալիկապատ տարածք
15	գրունտային ճանապարհ	42	ստորգետնյա անցում
16	դարալանջ	43	տաղավարներ
17	դարպաս	44	ցածր լարման էՀԳ
18	դիտահոր	45	ցածր լարման էՀԳ մետաղյա սյուների վրա
19	ժայռ	46	փական
20	լճակ	47	փայտե սյուն
21	խցիկներ խողովակաշարերի վրա	48	քարակույտ
22	ծածկարան սյուների վրա	49	քարաշար
23	ծառաշար	50	քարե պատ
24	ծառեր	51	օրթոֆոտոհատակագիծ
25	հակակարկտային կայան	52	հաստացված հորիզոնական
26	կետային ուրվագիծ	53	հիմնական հորիզոնական
27	կիսակառույց շինություն		



Նկ. 8. Արգելոցի տարածքի տեղագրական հանույթ

Գրասենյակային աշխատանքների ավարտական փուլում կազմվել է նաև հետազոտվող տարածքի հողամասերի հատակագիծը համաձայն Կադաստրի կոմիտեի ղեկավարի 2021 թ. ապրիլի 8 N 75-Ն հրամանի [10, 11] հրահանգի պահանջներին համապատասխան: Ստուգման համար կատարվել են ճանաչման կետերի և օբյեկտոհատակագծի համեմատություն (աղ. 4) և ճանաչման կետերի և կետային ամպի համեմատություն (աղ. 5): Աղ. 4 և 5 -ի տվյալներից պարզ երևում է, որ աշխատանքը կատարված է բարձր ճշտությամբ, քան պահանջվում է գործող [4, 5] հրահանգներով:

Աղյուսակ 4

Ճանաչման կետերի և օրթոֆոտո-
հատակագծի համեմատություն

Ճանաչման կետի համարը	Δxy , մ
1	0,0220
2	0,0110
3	-0,0163
4	-0,0014
5	-0,0036
6	0,0250
7	0,0320
8	-0,0361
9	0,0200
10	0,0310
11	-0,0069

Աղյուսակ 5

Ճանաչման կետերի և կետային ամպի
համեմատություն

Ճանաչման կետի համարը	Δx , մ	Δy , մ	Δz , մ	Δxy , մ
1	-0,063	-0,071	-0,048	0,094
2	0,019	-0,084	0,003	0,086
3	-0,021	-0,008	0,006	0,022
4	0,011	-0,009	-0,045	0,014
5	0,004	-0,031	0,018	0,031
6	-0,019	0,089	-0,052	0,091
7	-0,042	-0,055	-0,011	0,069
8	0,002	0,007	-0,028	0,007
9	0,039	-0,054	-0,073	0,066
10	-0,006	0,004	-0,031	0,007
11	-0,036	-0,067	-0,033	0,076

Եզրակացություն

Անօդաչու թռչող սարքով նկարահանված բարձր լուծաչափի ատրոնկարների և լազերային սկանավորման տվյալներով և ժամանակակից ծրագրային ապահովման միջոցներով ստեղծված 5 սմ լուծաչափով օրթոֆոտոհատակագիծը, տեղանքի եռաչափ մոդելը, 1:1000 մասշտաբով տեղագրական և կադաստրային հատակագծերը համալիր քարտեզագրագեոդեզիական աշխատանք են ոչ միայն «Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցի եռաչափ մոդելի ստեղծման աշխատանքների համար, այլ այդ նյութերով հնարավոր է կատարել ցանկացած ինժեներական կառույցների նախագծման և հետազոտական աշխատանքներ: Նոր թվային տեխնոլոգիաներով ստեղծված տեղագրական հանույթի հատակագծի ճշտության աստիճանը համաձայն աղ. 2-ում տրված տվյալների՝ պլանում 3,7 սմ, բարձունքայինում՝ 4,2 սմ, համեմատելով ավանդական վերգետնյա եղանակով սահմանված հատակագծի մասշտաբում 0,2 մ/՝ x M, բարձունքայինում՝ ռելիեֆի անկման կտրվածքի $1/3 \times h$ (0,5 մ) հետ, 1:1000 մասշտաբի դեպքում, ստացված ճշտության աստիճանը գերազանցում է՝ պլանում (20/3,7) մոտ 2,7 և բարձունքայինում՝ (50/3=16,67/4,2) մոտ 4 անգամ: Ստացված ճշտության աստիճանը համապատասխանում է 1:200 մասշտաբի հատակագծի ճշտության աստիճանին: Մշակված մեթոդով ստեղծված նյութերը կարող են հիմք հանդիսանալ օգտագործելու նաև ուսումնական և գործնական աշխատանքներում:

Գրականության ցանկ

- [1] <https://hushardzan.am/preservations/agarak-historical-and-cultural-reserve>
- [2] ՀՀ կառավարության 2001թ. դեկտեմբերի 29-ի N 1305 որոշմամբ «Ագարակ» հնավայրին տրվել է արգելոց-թանգարանի կարգավիճակ:
- [3] ՀՀ կառավարության 2016 թ. նոյեմբերի 24-ի № 1204-Ն որոշմամբ «Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցի տարածքը սահմանվել է 118,2 հեկտար, փոխադրվել հատուկ պահպանվող հողերի կատեգորիա և անհատույց, անժամկետ օգտագործման իրավունքով հանձնվել ՀՀ մշակույթի նախարարության «Պատմամշակութային արգելոց-թանգարանների և պատմական միջավայրի պահպանության ծառայություն» ՊՈԱԿ-ին:
- [4] 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 մասշտաբի տեղագրական հանույթների հրահանգ:
- [5] I, II, III և IV դասերի նիվելիրացման հրահանգ. Երևան, 2007, 76 էջ:
- [6] Գեոդեզիական կետերի կենտրոնների և արտաքին մետաղական նշանների ՀՍՀ 226-2002:
- [7] Պետական արբանյակային (Դաբլյու-Ջի-Էս-84 (WGS-84) կոորդինատային համակարգում) գեոդեզիական ցանցի կառուցման հրահանգ:
- [8] 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզների պայմանական նշաններ:
- [9] ՀՀ տարածքում WGS-84 համաշխարհային գեոդեզիական կոորդինատային համակարգը ներդնելու մասին. ՀՀ Կառավարության 11.04.2002թ. N 225 որոշում:
- [10] Կադաստրի կոմիտեի ղեկավարի 2021թ. ապրիլի 8-ի N 75-Ն հրաման:
- [11] Կադաստրային քարտեզագրման աշխատանքների իրականացման հրահանգ:
- [12] Zero-order network of Armenia, AM2-4-2. SWEDESURVEY, 2003, 52 p.
- [13] 1st Order Network of Armenia: Ref. No. 2002-004115. SWEDESURVEY, 2003, 161 p.
- [14] Armenia Continuousluy Operating Reference Stations Coordinates Computation Report. Yerevan, 2013, 21 p.

СОЗДАНИЕ 3D-МОДЕЛИ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО ЗАПОВЕДНИКА “АГАРАК” С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Овсеп Сергеевич Петросян^{1*}, Манук Размикевич Варданян, Арам Мгеревич Степанян²,
Валерий Александрович Алексанян³

¹Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

²ООО “Центр геопространственных технологий”, г. Ереван, РА

³НАН РА Центр экологоноосферных исследований, г. Ереван, РА

*hovsep-petrosyan@mail.ru

Представлена работа по созданию трехмерной модели историко-культурного заповедника “Агарак” с использованием аэрофотоснимков высокого разрешения и данных лазерного сканирования, полученных с помощью беспилотного летательного аппарата. Аэрофотосъемка проводилась с использованием профессионального беспилотного летательного аппарата. Для реализации аэрофотосъемки и лазерного сканирования были разработаны маршруты съемки местности. Лазерное сканирование проводилось с использованием приборов, обеспечивающих внутриоблачную точность 5 мм и глобальную точность позиционирования 2...5 см. Для обработки данных лазерного сканиро-

вания использовалось программное обеспечение. Фотограмметрическая обработка проводилась в программной среде Agisoft Metashape Professional, в результате чего был создан ортофотоплан местности с разрешением 5 см. Трехмерная модель местности была создана в программной среде Agisoft Metashape путем интеграции данных лазерного сканирования и аэрофотосъемки. В программных средах на основе данных лазерного сканирования и аэрофотосъемки были созданы топографические и кадастровые планы в масштабе 1:1000. Разработанный комплексный метод позволил получить трехмерную модель территории историко-культурного заповедника “Агарак”, топографические и кадастровые планы в масштабе 1:1000, точность которых находится в пределах 95% доверительного интервала, с использованием данных, полученных с помощью высокоточных приборов и оборудования (аэрофотосъемка, лазерное сканирование, фототриангуляция, обработка рельефа и их интеграция), а также современного программного обеспечения для обработки этих данных.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, аэрофотосъемка, лазерное сканирование, опознавательная точка, GPS-ровер приемник, трехмерная модель

CREATION OF A 3D MODEL OF “AGARAK” HISTORICAL CULTURAL PARK USING LASER SCANNING DATA

Hovsep Petrosyan^{1*}, Manuk Vardanyan, Aram Stepanyan², Valery Aleksanyan³

¹National University of the Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

²LLC “Center for Geospatial Technologies”, Yerevan, RA

³Center for Ecological-Noosphere Studies of the NAS RA, Yerevan, RA

*hovsep-petrosyan@mail.ru

This article presents a three-dimensional model of the “Agarak” Historical and Cultural Reserve using high-resolution aerial photographs and laser scanning data obtained by an unmanned aerial vehicle (UAV). Aerial photography was conducted using a professional. Survey routes were developed for the aerial photography and laser scanning. Laser scanning was performed using instruments, which provide an intra-cloud accuracy of 5 mm and a global positioning accuracy of 2-5 cm. The following software was used to process the laser scanning data. Photogrammetric processing was performed in Agisoft Metashape Professional, resulting in an orthophotomap of the terrain with a resolution of 5 cm. A 3D terrain model was created in Agisoft Metashape by integrating laser scanning and aerial photography data. Topographic and cadastral plans at a scale of 1:1000 were created in AutoCAD and Civil 3D using the laser scanning and aerial photography data. The developed complex method made it possible to obtain a three-dimensional model of the territory of the historical and cultural reserve “Agarak”, topographic and cadastral plans at a scale of 1:1000, the accuracy of which is within the 95% confidence interval, using data obtained with the help of high-precision instruments and equipment (aerial photography, laser scanning, phototriangulation, terrain processing and their integration), as well as modern software for processing this data.

Keywords: unmanned aerial vehicle, aerial photography, laser scanning, identification point, GPS rover receiver, 3D model

Պետրոսյան Հովսեփ Սերգեյի, տ.գ.դ. (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, ավագ գիտաշխատող, (+374)93999060, hovsep-petrosyan@mail.ru, **Վարդանյան Մանուկ Ռազմիկի, տ.գ.դ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – (+374)93337777, m.vard1@yahoo.com, **Ստեփանյան Արամ Միկի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) – «Երկրաշտաբական տեխնոլոգիաների կենտրոն» ՍՊԸ, տնօրեն, (+374)93999068, steparam@gmail.com, **Ալեքսանյան Վալերի Ալեքսանդրի, գյուղ. գիտ. դոկտոր, դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՀՀ գիտությունների ազգային ակադեմիայի Էկոլոգոնոսֆերային հետազոտությունների կենտրոն, գիտաշխատող, (374)97231111, valerialeksanyan49@mail.ru

Петросян Овсен Сергеевич, д.т.н. (РА, г. Ереван) – НУАСА, старший научный сотрудник, (+374)93999060, hovsep-petrosyan@mail.ru, **Варданян Манук Размирович, д.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) – (+374)93337777, m.vard1@yahoo.com, **Степанян Арам Мгеревич, к.т.н.** (РА, Ереван) – ООО “Центр геопространственных технологий”, директор, (+374)93999068, steparam@gmail.com, **Алексанян Валерий Александрович, д.с.-х.н., доцент** (РА, г. Ереван) – Центр экологоноосферных исследований НАН РА, научный сотрудник, (374)97231111, valerialexanyan49@mail.ru

Petrosyan Hovsep, Doctor of Science (engineering) (RA, Yerevan) – NUACA, senior scientific researcher, (+374)93999060, hovsep-petrosyan@mail.ru, **Vardanyan Manuk, Doctor of Science (engineering), Associate Professor** (RA, Yerevan) – (+374)93337777, m.vard1@yahoo.com, **Stepanyan Aram, doctor of philosophy (PhD) in Engineering** (RA, Yerevan) – LLC “Center for Geospatial Technologies”, Director, (+374)93999068, steparam@gmail.com, **Aleksanyan Valery, Doctor of Science in Agricultural Sciences, Associate Professor** (RA, Yerevan) – Center for Ecological-Noosphere Studies of the National Academy of Sciences Republic of Armenia, Researcher, (+374)97231111, valerialexanyan49@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 02.02.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 27.02.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

**ԳԱԶԱՏՐԱՆՍՊՈՐՏԱՅԻՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ՀՈԳՆԱԾԱՅԻՆ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ
ԲԱՐՁՐԱՑՈՒՄՆ ԱՄՐԱՑՆՈՂ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ**

Միհրան Գրիգորի Ստակյան*, Նարինե Վիլիկի Փիրումյան, Անգին Վիկտորի Մարտիրոսյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

**stakyan.mihran@yandex.ru*

Դիտարկված են զագատրանսպորտային համակարգում էլեմենտների (եռակցված կարերի) լարվածադեֆորմացիոն վիճակը և պլաստիկ դեֆորմացմամբ ամրացնող տեխնոլոգիայով էլեմենտներում հոգնածային երևույթների ազդագրեման եղանակները: Նշված են տվյալ երևույթներում գործոնների (երկրաչափական, լարումների կուտակման, պլաստիկ ամրացման) համատեղ ազդեցության ընթացակարգերը և դրանց գնահատումները համապատասխան գործակիցներով, որոնք էլքային և գործոնային դիմացկունության սահմանների հարաբերություններն են: Ըստ կատարված հոգնածային փորձարկումների որոշված են դիմացկունության պարամետրերը և ձևակերպված են ռեգրեսիոն հավասարումներ, որոնք գնահատում են յուրաքանչյուր գործակիցի փոփոխականությունը: Ներկայացված է համատեղ ազդող գործոնների բազմապարամետրական ֆունկցիոնալ կապը, որի միջոցով ձևակերպված են պարամետրական հավասարումների համակարգեր (I, II, III) ըստ յուրաքանչյուր գործոնի ազդման առաջնայնության: Դիտարկված են I համակարգի գրաֆիկական փոփոխման առանձնահատկությունները, որն ամրացման տեխնոլոգիան գնահատող համակարգն է և այդ տեխնոլոգիայի մաթեմատիկական մոդելը:

Բանալի բառեր. *զագատրանսպորտային համակարգի էլեմենտ, ազդող գործոններ, բազմապարամետրական ֆունկցիոնալ կապ, պարամետրական հավասարումների համակարգ*

Ներածություն

Գագատրանսպորտային համակարգը (ԳՏՀ) հանրապետության արդյունաբերական և գյուղատնտեսական կազմակերպությունների, լոգիստիկայի, կառավարման և սոցիալ-հասարակական կառույցների բնականոն գործունեությունն ապահովող կազմակերպություն է, որը կարևոր նշանակություն ունի: ԳՏՀ-ն հիմնականում տեղակայված է վերգետնյա՝ բարդ և կտրտված աշխարհագրական տեղանքով վայրերում, գործում է բաց մթնոլորտային պայմաններում, որի հետևանքով այն պետք է ապահովի անխափան աշխատանքի հուսալիության բարձր մակարդակ: ԳՏՀ-ով բնականոն զագամատակարարումն իրականացվում է խոշոր տրամագծի մայրուղային և տեղական խողովակաշարերով, որոնք միացված են եռակցված կարերով և տեղակայված հենարանային կառույցներում:

Գագամատակարարման փոփոխականությունն օրական և եղանակային տարբեր ժամանակահատվածներում, միջավայրի կոռոզիոն ներգործումը, ինչպես նաև ակտիվ երկրաշարժական

գոտում սեյսմիկ տատանումները ԳՏՀ-ում ազդող արտաքին գործոններ են: Ներքին ազդող գործոններից են. խողովակաշարերի կոնստրուկցիոն պողպատների ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը (կյութագիտական), երկրաչափական պարամետրերը, լարումների կուտակման երևույթը, եռակցված կարերի մակերևութային միկրոանհարթությունները և պլաստիկ ամրացման գործընթացը: Նշված գործոնները տարբեր թվաքանակներով և համակցումներով խողովակաշարերում նախաձեռնում են փոփոխական բարդ բեռնվածության ռեժիմ, հետևաբար և հոգնածային վնասվածքների զարգացում ԳՏՀ-ի էլեմենտների՝ եռակցված կարերի, վտանգավոր կտրվածքներում, որը որոշակի ներգործման պայմաններում կարող է խողովակաշարերի քայքայման պատճառ դառնալ: Բնականոն գազամատակարարման գործընթացն ապահովելու նպատակով անհրաժեշտ է հետազոտել ազդող գործոնները, դրանց տարատեսակներն ու ներգործման պայմանները (եզակի կամ համատեղ), որի համար իրականացնել հաշվանախագծային, տեխնոլոգիական, շահագործական, տեխնիկական սպասարկման և արատաորոշման գործընթացներ, որոնց արդյունքով կատարել ԳՏՀ-ի վնասված էլեմենտների վերանորոգման կամ փոխարինման աշխատանքներ:

Նյութեր և մեթոդներ

Կոնստրուկցիաների հոգնածային դիմադրությանը նվիրված հետազոտություններում հիմնականում դիտարկված են ներքին գործոնների ազդեցության առանձնահատկությունները և մեծամասամբ ուսումնասիրված են եզակի ներգործման դեպքերը, համաձայն որոնց նշագրված է դիմացկունության սահմանների զգալի նվազում (1,50...2,75 անգամ): Դիմացկունության սահմանների նվազումը զգալի է լարումների կուտակման դեպքում, մակերևութային միկրոանհարթությունների ազդեցությամբ նվազումը միջին բնույթ է կրում, իսկ երկրաչափական գործոնը թեթևացնում է այդ անկումը: Ամրացման գործընթացը, ընդհակառակը, զգալիորեն բարձրացնում է դիմացկունության սահմանի արժեքը: Նշված գործոնների համատեղ ազդեցությունը փոփոխում է դիմացկունության սահմանի գրադիենտը, հիմնականում աճի պայմաններում: Հարկ է նշել, որ գործոնների համատեղ ազդեցությունը համեմատաբար քիչ է հետազոտված և հաշվարկային մեթոդներում չեն առաջադրված դիմացկունության սահմանների հիմնավորված փոփոխումների միջոցառումները:

Աշխատանքի նպատակն է ԳՏՀ-ի հոգնածային երևույթների վրա գործոնների համատեղ ազդման օրինաչափությունների բացահայտումը և այդ հիմքով դիմացկունության սահմանների արժեքների ճշգրտումը:

Տվյալ աշխատանքում նշված գործոններից ընտրված են առավել հաճախ հանդիպող տարբերակները (մակերևութային ամրացում, երկրաչափություն, լարումների կուտակում) և դրանց համատեղ ազդեցությունը գնահատելու նպատակով համակարգային վերլուծության մեթոդի կիրառմամբ կատարված է գործոնների դասակարգումն ըստ առաջնայնության սկզբունքի և

ընտրված են գործառական տարբերակները: Արդյունքում կազմված է հոգնածային դիմադրության բազմապարամետրական ֆունկցիոնալ կապ, իսկ նշված գործառույթներն իրականացնելու համար ձևավորված են պարամետրական հավասարումների համակարգեր (I, II, III), որոնցից յուրաքանչյուրում որպես առաջնային ընտրված է երեք գործոններից մեկը, որի հիմնական ցուցանիշը հանդես է գալիս որպես հավասարումների համակարգի արգումենտ, իսկ մյուսները՝ որպես պարամետրեր: Որպես գործոնի ցուցանիշ առաջադրված է էլքային և գործոնային դիմացկունության սահմանների հարաբերությունը [1-5]՝

$$\bullet \text{ ամրացման գործակից} - K_{v\sigma} = \bar{\sigma}_{Rvd} / \bar{\sigma}_{Rd} > 1, \quad (1)$$

$$\bullet \text{ մասշտաբային գործակից} - K_{dv} = \bar{\sigma}_{Rd} / \bar{\sigma}_{Rd_0} \lesssim 1, \quad (2)$$

$$\bullet \text{ լարումների կուտակման գործակից} - K_{\sigma} = \bar{\sigma}_{Rdh} / \bar{\sigma}_{Rdl} < 1, \quad (3)$$

որոնք համախմբված են գործոնների ազդեցության գումարային գործակցի մեջ՝

$$K_{\sigma D} = K_{\sigma} / (K_{d\sigma} \cdot K_{v\sigma}): \quad (4)$$

Հետազոտվող հիմնախնդրի վրա ազդող առաջնային գործոնները հաշվառող ցուցանիշներ են նաև ԳՏՀ էլեմենտների հիմնական երկրաչափական պարամետրերը (d, ℓ) և եզրագծի ձևից առաջացող լարումների կուտակումները ($\bar{\alpha}_{\sigma}$), աշխատանքային մակերևույթների վրա պլաստիկ դեֆորմացման արդյունքով ամրացված շերտի տվյալները ($\Delta h, HV_{max}$), որոնք ձևավորում են այդ մեծությունների առաջնային ենթախմբի կազմը:

$K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ գործակիցները՝ դրանք էլքային վիճակը և տվյալ գործոնը բնութագրող դիմացկունության սահմանների հարաբերություններն են, իսկ $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ն այդ բոլոր գործակիցները հաշվառող միջնարժեքային դիմացկունության սահմանն է: Դրանք ընդգրկված են երկրորդ ենթախմբում և ներկառուցվածքային առումով փոխկապակցված մեծություններ են:

Արդյունքներ և քննարկում

Պարամետրերի նշված ենթախմբերը ներառված են մեկ ընդհանուր բազմապարամետրական ֆունկցիայի մեջ, որը հետազոտվող հիմնախնդրի հանրագումարային մաթեմատիկական մոդելն է: Նշված գործոնների ցուցանիշների միջև փոխկապակցվածությունն ընդհանուր տեսքով կարելի է ներկայացնել որպես բազմապարամետրական ֆունկցիա [6-8]՝

$$\Phi[(\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}), (K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}, \bar{\sigma}_{R(v)})] = 0, \quad (5)$$

որը գործնական հաշվարկներում օգտագործվում է ռեգրեսիայի պարամետրական հավասարումների համակարգի տեսքով: Եթե (5)-ը ներկայացվի որպես երկչափ, եռաչափ կամ քառաչափ պարամետրական հավասարումների համակարգ, դրանց համապատասխան նշված համակարգերի ներսում կստացվեն ֆունկցիաների 30...70 համակցությունների տարբերակներ: Այդ դեպքում (1-3) համակարգերից որևէ մեկի, ինչպես նաև այդ համակարգից ֆունկցիաների համակցության որոշակի տարբերակի ընտրության անհրաժեշտություն է առաջանում, որն առավելապես համապատասխանում է առաջադրված խնդրի լուծմանը: Հավասարումների համակարգի

տեսակի ընտրությունը կատարվում է այդ համակարգի ներսում, ֆունկցիոնալ կապերի տեղեկատվության աստիճանից, որը թույլ է տալիս հեշտացնել ստացված արդյունքների ընդհանրացումը, որոնց գրաֆիկական տեսքը սովորաբար նմանատիպ կորերի ընտանիք է և ցուցաբերում է ուսումնասիրվող երևույթի ազդեցության արդյունավետությունը, որն իր հերթին հանգեցնում է գործոնների համակցության օպտիմալ տարբերակի ընտրությանը: Սա էլ իր հերթին թույլ է տալիս իրականացնել երկրորդ փուլային մոտեցումը՝ հավասարումների ընտրված համակարգի համակցությունների ամբողջությունից ընտրել այն տարբերակը, որը բոլորից պարզ է արտահայտում ուսումնասիրվող գործոնների փոփոխման առանձնահատկությունները [9, 10]:

(5) ֆունկցիայի կառուցվածքը և տեսքը կախված են առաջադրված հետազոտության հիմնախնդրի լուծման առանձնահատկություններից, որոնք թելադրում են (5)-ում ընդգրկված մեծությունների ենթախմբերի ձևավորումը, իսկ ենթախմբերի ներսում՝ այդ մեծությունների դասակարգումն ըստ հետազոտվող գործոնի առաջնայնության աստիճանի: Այդ պատճառով էլ մեծություններից մեկը ստանում է ֆունկցիայի արգումենտի կարգավիճակ, իսկ մյուսները դասակարգվում են ըստ կարգային պարամետրերի՝ էլնելով հետազոտության շրջանակում դիտարկվող մնացած գործոնների կարևորության աստիճանից: Այդ առումով (5)-ը կարելի է ներկայացնել երկու առանձին բազմապարամետրական ֆունկցիաների տեսքով, որոնցից յուրաքանչյուրի համար կարելի է ձևավորել պարամետրական հավասարումների առանձին համակարգ:

ա) $K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}, \bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի առանձին կապերը $\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}$ -ից, ըստ ազդող գործոնների,

բ) նույն մեծությունների փոխկապակցված կապերը $\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}$ -ից, որոնց շնորհիվ տրամաբանված հաջորդականությամբ կարելի է որոշել յուրաքանչյուրի արժեքը՝ հետագա հաշվանախազմային, տեխնոլոգիական, տեխնիկական սպասարկման և փորձագիտական գործողություններում առանձին գործոնի քանակական գնահատման համար:

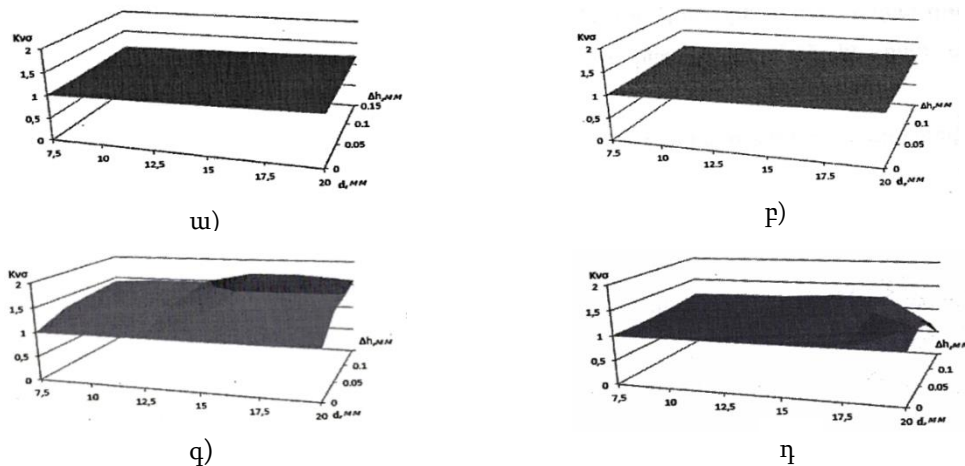
ա) դեպքի համար ազդող գործոնների առաջնայնության հնարավոր տարբերակներն են.

$$\begin{array}{lll} 1. (\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}), & 3. (d, \Delta h, \bar{\alpha}_{\sigma}), & 5. (\bar{\alpha}_{\sigma}, \Delta h, d), \\ 2. (\Delta h, \bar{\alpha}_{\sigma}, d), & 4. (d, \bar{\alpha}_{\sigma}, \Delta h), & 6. (\bar{\alpha}_{\sigma}, d, \Delta h): \end{array} \quad (6)$$

Տվյալ աշխատանքում դիտարկվել են նշված 6 տարբերակներից միայն թթ. 1-ը, 3-ը և 5-ը: (5) ֆունկցիաների հաշվառման մեծ թվով և բազմազան համակցություններից ընտրվել են այն բաղադրիչները, որոնք էապես են ազդում էլեմենտների հոգնածային դիմադրության վրա՝ $K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}, \bar{\sigma}_{R(v)}$: Որպեսզի հաշվանախազմային գործընթացների համար ստացվեն քանակական գնահատականներ, $\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}$ մեծություններից մեկն ընտրվում է որպես արգումենտ, իսկ մյուս երկուսը՝ լրացուցիչ պարամետրեր: Արդյունքում ստացվում են ֆունկցիաների երեք խմբեր, որոնք լիովին բավարարում են ամրացման արդյունքի քանակական գնահատումը ցանկացած ձևի և չափի էլեմենտների համար՝

I	II	III	
$K_{d\sigma} = f_1(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{d\sigma} = \varphi_1(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$K_\sigma = f_2(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_\sigma = \varphi_2(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_\sigma = \psi_2(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$K_{v\sigma} = f_3(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{v\sigma} = \varphi_3(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{v\sigma} = \psi_3(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	(7)
$K_{\sigma D} = f_4(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{\sigma D} = \varphi_4(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{\sigma D} = \psi_4(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$\bar{\sigma}_{R(v)} = f_5(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$\bar{\sigma}_{R(v)} = \varphi_5(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$\bar{\sigma}_{R(v)} = \psi_5(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$(x = \Delta h),$	$(x = d),$	$(x = \bar{\alpha}_\sigma):$	

(7)-ում ֆունկցիաների I համակարգի համար առաջնային է ընդունված ամրացնող տեխնոլոգիայի գործոնը, II-ի համար՝ կոնստրուկցիոն տարրերի հիմնական երկրաչափական պարամետրերը, իսկ III-ի համար՝ լարումների կուտակման երևույթը: Արգումենտների նման տեղաշարժը $K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{\sigma D}, K_{v\sigma}, \bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի կոորդինատների անփոփոխ արժեքների դեպքում թույլ է տալիս (x, y) կոորդինատային համակարգում ստանալ օրթոգոնալ դասավորված ֆունկցիաների ընտանիքներ, իսկ (K, x, y) եռաչափ կոորդինատային համակարգում՝ 3D սկզբունքով ձևավորված մակերևույթներ (նկ. 1): (7) ֆունկցիաների կապը թույլ է տալիս յուրաքանչյուր որոշակի դեպքի համար, հաշվի առնելով ներկայացված գործոններից գերակշռողին, որը գործնական հետաքրքրություն է ներկայացնում, կատարել դրա քանակական գնահատումը, համեմատելով (7) ֆունկցիաների գրաֆիկների ենթախմբերը, որոնք ներկայացնում են ոչ միայն ուսումնասիրված գործոնների, այլ նաև դրանց համակցված ազդեցությունները: Դիտարկվող գործոնների համալիր ազդեցության օպտիմալ լուծումների համար նպատակահարմար է հաշվարկների արդյունքները ներկայացնել 3D ձևաչափով (նկ. 1-ում ներկայացված են $K_{v\sigma} = \varphi_3(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma)$ ֆունկցիաների ենթախմբերը):



Նկ. 1. $K_{v\sigma} = \varphi_3(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma)$ ֆունկցիայի մակերևույթները, $\bar{\alpha}_{\sigma 1}$ (ա), $\bar{\alpha}_{\sigma 2}$ (բ), $\bar{\alpha}_{\sigma 3}$ (գ) և $\bar{\alpha}_{\sigma 4}$ (դ)-ի համար

$\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի միջինացված արժեքները հաշվարկված են փորձանմուշների ըստ հոգնածային փորձարկումների 10...12 շարքերի և դրանցից որոշվել են $K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{\sigma D}, K_{v\sigma}$ գործակիցները, որոնք խմբավորված են ըստ $d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma$ պարամետրերի [11, 12]: Նշված գործակիցների և $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի հաշվադրաֆիկական գնահատման համար, օգտագործելով համակարգչային ստանդարտ ծրագրերը, (7)

ֆունկցիաների համար ստացվել են 1...3-րդ կարգի ռեգրեսիայի հավասարումներ և ընտրվել են այն տարբերակները, որոնք ապահովում են դետերմինացիայի գործակցի՝ $R^2 > 0,9$ արժեքը: Համաձայն ընտրված ռեգրեսիայի հավասարումների, կառուցված են (7) ֆունկցիայի գրաֆիկները (1)-(4) գործակիցների և $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի հաշվադրաֆիկական գնահատման համար, կախված ամրացման աստիճանից: (7) ֆունկցիաները, որոնք արտահայտված են բազմապարամետրական հավասարումներով, (x, y) կոորդինատային համակարգում գրաֆիկորեն ներկայացնելու դեպքում հանդես են գալիս կորերի ընտանիքների տեսքով, որոնք ըստ գրադիենտի և արժեքների փոփոխման բացահայտում են դիտարկվող գործոնի ազդեցության բնույթը և հիմնավորում դրա գնահատման աստիճանը: Այդ գործընթացն արդյունավետ դարձնելու նպատակով նշված կորերը համարակալված և ինդեքսավորված են ըստ գործոնը բնութագրող պարամետրերի $(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma)$: Դիտարկված են (7)-ի I համակարգում ընդգրկված ֆունկցիաների փոփոխման առանձնահատկությունները:

Կրողունակության վրա ազդող հիմնական գործոններից մեկն էլեմենտների աշխատանքային մակերևույթների պլաստիկ դեֆորմացումն է (ՄՊԴ), որպես հոգնածային դիմադրության բարձրացման առավել արդյունավետ և հասանելի մեթոդ, քանի որ կառուցվածքային էլեմենտների խափանումների մոտ 75 %-ը հոգնածային բնույթ է կրում: Այս համատեքստում դիտարկված են նախկինում կատարված փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները, որոնք նպատակաուղղված են եղել պողպատ 40X-ից պատրաստված էլեմենտների ամրացման երևույթի ուսումնասիրությանը [12-15]: Համապատասխան տվյալները դասակարգված և մշակված են ռեգրեսիոն վերլուծության մեթոդներով [16, 17] և ստացվել են I համակարգի նշված հավասարումներն ամրացման աստիճանի քանակական գնահատման համար: Որպես օրինակ տրվում է $K_{v\sigma} = f_3(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma)$ ֆունկցիայի հավասարումների փաթեթը (աղյուսակ): Մնացած գործակիցների և $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի ֆունկցիաների համար նույնպես ստացվել են նմանատիպ 2-րդ և 3-րդ կարգի աստիճանային հավասարումներ:

Աղյուսակ

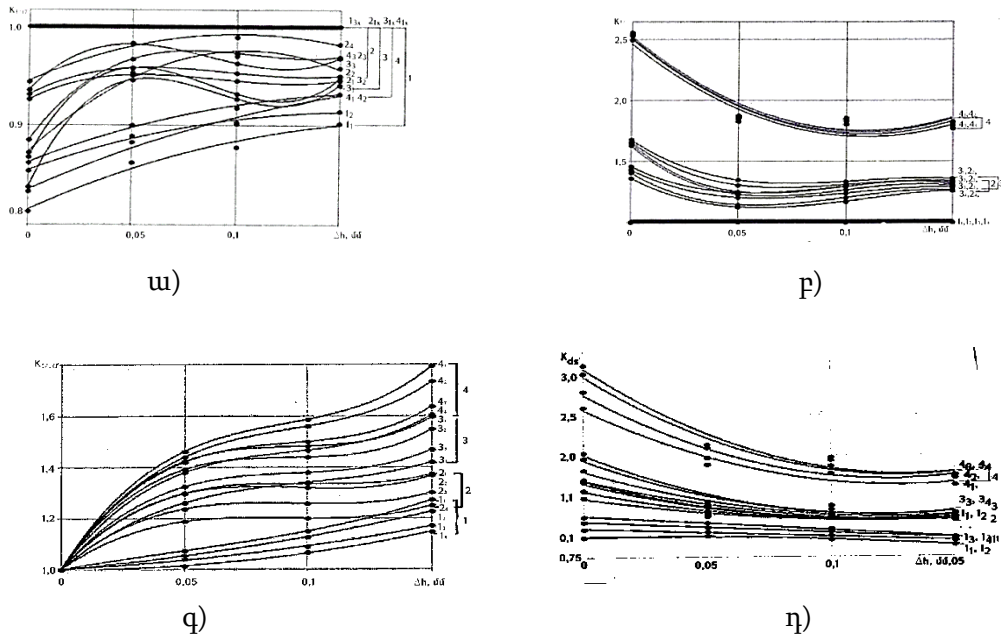
 $K_{v\sigma} = f_3(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma)$ ֆունկցիայի ռեգրեսիայի հավասարումները

N^o	$\bar{\alpha}_\sigma$	$d, \text{մմ}$	$K_{v\sigma} = f_3(\Delta h)$ ռեգրեսիայի հավասարումները, $d = 7,5...20,0 \text{ մմ}, \bar{\alpha}_{\sigma 1}... \bar{\alpha}_{\sigma 4}, (x = \Delta h)$	R^2
1	$\bar{\alpha}_{\sigma 1}$ (հարթ), 1,00	7,5	$K_{v\sigma} = 0,017x^2 - 0,038x + 1,020$	0,999
2		10,0	$K_{v\sigma} = 0,011x^2 + 0,989$	0,997
3		15,0	$K_{v\sigma} = 0,011x^2 - 0,016x + 0,972$	0,999
4		20,0	$K_{v\sigma} = 0,006x^3 - 0,037x^2 + 0,137x + 0,893$	1,0
5	$\bar{\alpha}_{\sigma 2}$, 1,25	7,5	$K_{v\sigma} = 0,035x^3 - 0,297x^2 + 0,833x + 0,429$	
6		10,0	$K_{v\sigma} = 0,039x^3 - 0,344x^2 + 0,993x + 0,312$	
7		15,0	$K_{v\sigma} = 0,049x^3 - 0,434x^2 + 1,251x + 0,133$	
8		20,0	$K_{v\sigma} = 0,043x^3 - 0,387x^2 + 1,158x + 0,186$	
9	$\bar{\alpha}_{\sigma 3}$, 1,75	7,5	$K_{v\sigma} = 0,030x^3 - 0,277x^2 + 0,877x + 0,369$	
10		10,0	$K_{v\sigma} = 0,050x^3 - 0,433x^2 + 1,273x + 0,110$	
11		15,0	$K_{v\sigma} = 0,064x^3 - 0,575x^2 + 1,646x - 0,138$	
12		20,0	$K_{v\sigma} = 0,069x^3 - 0,600x^2 + 1,735x - 0,205$	
13	$\bar{\alpha}_{\sigma 4}$, 2,75	7,5	$K_{v\sigma} = 0,057x^3 - 0,488x^2 + 1,444x - 0,013$	
14		10,0	$K_{v\sigma} = 0,066x^3 - 0,566x^2 + 1,656x - 0,156$	
15		15,0	$K_{v\sigma} = 0,062x^3 - 0,533x^2 + 1,603x - 0,133$	
16		20,0	$K_{v\sigma} = 0,070x^3 - 0,59x^2 + 1,740x - 0,221$	

Համաձայն ստացված ռեգրեսիայի հավասարումների, կառուցված են (7) ֆունկցիայի գրաֆիկները (1) - (4) գործակիցների և $\overline{\sigma}_{R(v)}$ -ի հաշվադրաֆիկական գնահատման համար, կախված ամրացման աստիճանից (Δh – ից): Դիտարկված են նշված գործակիցների և $\overline{\sigma}_{R(v)}$ -ի փոփոխման բնույթը, կախված մակերևութային ամրացման տեխնոլոգիայի կիրառումից:

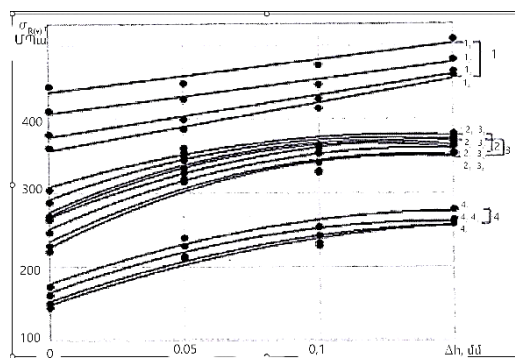
1. ՄՊԴ-ի ազդեցությունը $K_{d\sigma}$ մասշտաբային գործակցի վրա: Նշված գործոնները հոգնաձային դիմադրության ցուցանիշի վրա ունեն հակադիր ազդեցություն: Եթե չափերի մեծացման հետ նյութագիտական և տեխնոլոգիական բնույթի միկրոկառուցվածքային անհարթությունների և տարասեռ արատների առաջացման հավանականությունը մեծանում է, իսկ ցիկլային ծոմամբ կամ ոլորմամբ բեռնավորման դեպքում ուժեղանում է մակերևութային շերտերի լարվածությունը, որտեղ սովորաբար առաջանում և զարգանում են հոգնաձային վնասվածքները, ապա ՄՊԴ-ի կիրառման դեպքում մեծանում է այդ շերտերի ամրությունը և լավանում մակերևութի որակը՝ առաջանում են սեղմման մնացորդային լարումներ, որոնք բեռնաթափում են աշխատանքային լարումները, որի արդյունքում էլ տեղի է ունենում էլեմենտների հոգնաձային ամրության աճ [18]: Ելակետային փորձարկումների համար (հարթ էլեմենտներ, $\Delta h = 0$), երբ $d=7,5...20,0$ մմ, $K_{d\sigma}$ -ի արժեքները փոխվում են $K_{d\sigma} = 1,00 ... 0,81$ միջակայքում, իսկ մակերևութային ամրացված շերտի հաստության մեծացման դեպքում ($\Delta h = 0,15$ մմ) այդ միջակայքը նեղանում է մինչև $K_{d\sigma} = 1,0 ... 0,9$ (նկ. 2ա): $d=20$ մմ տրամագծի համար մեծանում է նաև $K_{d\sigma} = f_1(\Delta h, d, \overline{\sigma}_{\sigma})$ ֆունկցիայի գրադիենտը: Լարումների վերանայման և համատեղ հաշվառման դեպքում ամրացման ազդեցությունն ուժեղանում է և նշված ֆունկցիաները տեղաշարժվում են $K_{d\sigma} = 0,94 ... 1,00$ արժեքների գոտի (նկ. 2ա):

2. ՄՊԴ-ի ազդեցությունը լարումների կուտակման K_{σ} գործակցի վրա: ՄՊԴ-ի կիրառումը կարող է էապես բարձրացնել հոգնաձային դիմադրության ցուցանիշը լարումների կուտակման առկայության դեպքում: Այդ դեպքում մակերևութային ամրացման արդյունավետությունն այնքանով է բարձր, որքանով սուր է լարումների կուտակիչը: Տեղամասերի տեղային ամրացումը, որտեղ տեղակայված են կուտակիչները, ստեղծում է բարենպաստ պայմաններ կուտակված լարումների ազդեցության իջեցման համար, ի հաշիվ այդ տեղամասում կուտակիչի շրջագծի պլաստիկ դեֆորմացման հետևանքով վերադրված սեղմող մնացորդային լարումների: Բայց այդ գործընթացը մարող բնույթ է կրում և Δh -ի որոշակի արժեքից հետո դրա հետագա մեծացումը K_{σ} -ի արժեքի էական նվազման չի հանգեցնում (նկ. 2 բ): $\overline{\sigma}_{\sigma 2}$, $\overline{\sigma}_{\sigma 3}$, $\overline{\sigma}_{\sigma 4}$ -ի միջակայքերի համար ՄՊԴ-ի կիրառումը նվազեցնում է K_{σ} -ի արժեքը համապատասխանաբար՝ 16...17 %, 20...25 % և 28...30%-ով: Ընդ որում, էլեմենտների չափերի ազդեցությունը լարումների բարձր կուտակումների ($\overline{\sigma}_{\sigma 3}$) դեպքում նշանակալի չէ (նկ. 2 բ):



Նկ. 2. I համակարգի ֆունկցիաների փոփոխությունը. ա) $K_{d\sigma} = f_1(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma)$, բ) $K_\sigma = f_2(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma)$, գ) $K_{v\sigma} = f_3(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma)$, դ) $K_{\sigma D} = f_4(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma)$: Եզրային նշանակությունները. $(1_1, \dots, 1_4)$ – հարթ էլեմենտներ, $(2_1, \dots, 2_4)$, $(3_1, \dots, 3_4)$, $(4_1, \dots, 4_4)$ – $\bar{\alpha}_{\sigma 2}$, $\bar{\alpha}_{\sigma 3}$, $\bar{\alpha}_{\sigma 4}$ –ով էլեմենտներ: 1, ..., 4 ինդեքսները համապատասխանում են $d = 7,5, 10,0, 15,0$ և $20,0$ մմ արժեքներին

3. $K_{v\sigma}$ ամրացման գործակցի ֆունկցիայի առանձնահատկությունները: Միալար աճող ֆունկցիա է $\Delta h = 0 \dots 0,15$ միջակայքում, ինչպես ցույց է տրված կ. 2-ում, ամրացման արդյունավետությունն առավելագույնն է լարումների խիստ կուտակումների դեպքում (նկ. 2գ): $\Delta h = 0 \dots 0,15$ մմ միջակայքում հարթ էլեմենտների ($\bar{\alpha}_{\sigma 1}$) համար $K_{v\sigma}$ -ի արժեքները հասնում են մինչև $K_{v\sigma} = 1,14 \dots 1,26$, և $1,25 \dots 1,37$, $1,42 \dots 1,59$, $1,61 \dots 1,74$ ՝ համապատասխանաբար $\bar{\alpha}_{\sigma 1}$, $\bar{\alpha}_{\sigma 2}$, $\bar{\alpha}_{\sigma 3}$ լարումների կուտակիչներով էլեմենտների համար, ընդ որում $K_{v\sigma}$ -ի միջակայքերի ծայրահեղ աջ արժեքները համապատասխանում են առավելագույն չափերին: $K_{v\sigma dk}$ ֆունկցիայի փոփոխության բնույթը և միջակայքային արժեքները հաստատում են լարումների խիստ կուտակումների դեպքում ամրացման արդյունավետության բարձրացման տեսակետը: Սա թույլ է տալիս լուծել գործնական մի կարևոր խնդիր՝ K_σ -ի որոշակի արժեքով էլեմենտի համար կարելի է ընտրել ամրացման օպտիմալ ռեժիմ, որն ամբողջովին ազդագրվում է լարումների կուտակման երևույթը:



Նկ. 3. $\bar{\sigma}_{R(v)} = f_5(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma)$ ֆունկցիաների փոփոխությունը
(նշանակումները նույնն են, ինչ նկ. 2-ում)

Այս ամենը հետևում է հետևյալ ոչ բարդ ձևափոխությունից՝

$$K_{v\sigma d\lambda} = \bar{\sigma}_{R(v)d\lambda} / \bar{\sigma}_{Rd\lambda}, \quad K_{\sigma} = \bar{\sigma}_{Rdh} / \bar{\sigma}_{Rd\lambda} \quad (8)$$

որտեղ $K_{v\sigma d\lambda} / K_{\sigma} = \bar{\sigma}_{R(v)dh} / \bar{\sigma}_{Rdh}$: ՄՊԴ-ի օպտիմալ ռեժիմի դեպքում կարելի է հասնել $K_{v\sigma d\lambda} \approx K_{\sigma}$, հետևաբար

$$\bar{\sigma}_{R(v)d\lambda} \approx \bar{\sigma}_{Rdh} \quad (9)$$

1. Գործոնների ազդեցության $K_{\sigma D}$ գումարային գործակցի ֆունկցիան: Հաշվի առնելով $K_{\sigma D}$ -ի կառուցվածքը և (1)- (4) գործակցների ֆունկցիաների գրադիենտները (նկ. 2 ա, բ, գ), ինտեգրալ տեսքով $K_{\sigma D}$ -ն ընդհանրացնում է դրանց ֆունկցիոնալ առանձնահատկությունները և հիմնականում կրկնում է K_{σ} ֆունկցիայի տեսքը, որպես ըստ մեծության և գրադիենտի առավել նշանակալի գործակցի, որի հետ ուղիղ համեմատական կապի մեջ է գտնվում (նկ. 2 դ): Բայց ի տարբերություն K_{σ} -ի, $\Delta h = 0,15$ մմ միջակայքում $K_{\sigma D}$ ֆունկցիայի գրադիենտը նշանակալի է, որի շնորհիվ նշվում է $K_{\sigma D}$ -ի միալար և կտրուկ իջեցում լարումների բարձր կուտակումների և $\Delta h = 0,15$ մմ-ի դեպքում:

Հարթ էլեմենտների համար $K_{\sigma D}$ ֆունկցիայի փոփոխությունը համարյա ուղղագծային բնույթ է կրում, իսկ լարումների կուտակման աճի հետ անցնում և կորագծային տեսք է ստանում: $K_{\sigma D}$ -ի վրա էլեմենտների տրամագծի ազդեցությունն էական է, երբ դրանք ամրացված չեն (նկ. 2 դ) և լարումների բարձր կուտակումների առկայության դեպքում, բայց ամրացման աստիճանի աճին զուգահեռ այն զգալիորեն նվազում է (նկ. 2 դ, $\Delta h = 0,15$ մմ):

$K_{\sigma D}$ գործակցի ֆունկցիան որակապես և քանակապես բացահայտում է հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների վրա ամրացման երևույթի ազդեցության ընդհանուր միտումը և մեծությունը, որն էլ վերջնական արդյունքում արտահայտվում է դրանցից հիմնականի՝ երկարատև դիմացկունության սահմանի արժեքի փոփոխությամբ, ինչը լայնորեն կիրառվում է կառուցվածքային էլեմենտների ամրության նախագծային և ստուգողական հաշվարկներում:

2. $\bar{\sigma}_{R(v)}$ դիմացկունության սահմանի ֆունկցիայի փոփոխությունը: $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի արժեքները համարվում են եզրափակող, որոնք ձևավորվում են էլեմենտների հոգնածային ամրության վրա բոլոր գործոնների և առաջին հերթին՝ լարումների կուտակման ազդեցության արդյունքում: Քանի որ նշված հաշվարկներում $\bar{\sigma}_{R(v)}$ և $K_{\sigma D}$ -ի արժեքների փոխազդեցությունը հակառակ է, ապա ֆունկցիաների մոտավորապես նույն գրադիենտի դեպքում դրանց բացարձակ արժեքները դիտարկված $\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}$ գործոնների ազդեցությունից, որոնք հակադիր ուղղվածություն ունեն (նկ. 3): Ամրացման աստիճանի ուժեղացմամբ (մինչև $\Delta h = 0,5 \dots 0,8$ մմ), որը տեխնոլոգիապես հաղթահարելի է, դիմացկունության սահմանի համապատասխանության մակարդակն ավելի զգալի կլինի, ինչով և արտահայտվում է ՄՊԴ-ի արդյունավետության հիմնական առավելությունը, որը մեղմում է լարումների կուտակման ազդեցությունը: Ինչպես և K_{σ} , $K_{\sigma D}$ ֆունկցիաների համար, Δh -ի արժեքների աճի հետ էլեմենտների երկրաչափական պարամետրերի ազդեցությունը $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի վրա փոքր-ինչ թուլանում է (նկ. 3):

Եզրակացություն

Դասակարգված են ԳՏՀ էլեմենտների վրա ազդող գործոնները և տարբեր զուգորդումներով դրանց համատեղ ազդեցությունները, որոնց գումարային արդյունքով հաստատվում է էլեմենտների կրողունակությունն ըստ դիտարկվող չափանիշների: Սակայն, չնայած նախկին հետազոտությունների զգալի ծավալին և կիրառման բնագավառներին, համեմատաբար քիչ են ուսումնասիրված մակերևութային շերտերի ֆիզիկամեխանիկական վիճակի պարամետրերի և օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմների դասակարգման և ընտրության հարցերը:

Ստացվել են ռեգրեսիայի հավասարումներ նշված գործոնների ցուցանիշների միջև և կազմվել է բազմապարամետրական ֆունկցիոնալ կապ, որը փաստորեն հոգնածային դիմադրության մաթեմատիկական մոդելն է: Հաշվարկների հավաստիության աստիճանը բարձրացնելու նպատակով կատարված են պողպատե փորձանմուշների հոգնածային փորձարկումներ և HV միկրոկարծրությունների զանգվածային չափումներ: Արդյունքները մշակված են մաթ. վիճակագրական մեթոդներով գործող ստանդարտ ծրագրային միջոցներով:

Առաջադրված են բազմապարամետրական ֆունկցիա և պարամետրական հավասարումների համակարգեր ըստ ազդող գործոնների առաջնայնության սկզբունքի, որը բխում է հաշվարկային ընթացակարգերում որևէ գործոնի ցուցանիշի ստացման պահանջից:

$\bar{\sigma}_{R(v)}$ դիմացկունության սահմանների և $K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{\sigma D}, K_{v\sigma}$ գործակիցների ընդգրկումը կրողունակության հաշվարկներում ամրացման տեխնոլոգիաների կիրառման դեպքերում առաջադրում է նշված ցուցանիշների ճշգրտված արժեքների ստացում, հաշվի առնելով հոգնածային գործընթացի վրա հիմնական գործոնների համատեղ ազդեցությունը, որը կարող է զգալիորեն փոխել այդ ցուցանիշների արժեքները:

Նշված ցուցանիշների փոխկապակցվածությունը հաշվի առնելու և ամրացման տեխնոլոգիաների կիրառմամբ ստացված արդյունքների քանակական գնահատումներ կատարելու նպատակով առաջադրվել են հետևյալ հաշվարկային գործընթացները՝ վերլուծել ամրության ցուցանիշների ($\bar{\sigma}_{R(v)}, K_{d\sigma}, K_{\sigma}, K_{\sigma D}, K_{v\sigma}$) և հիմնական գործոնների պարամետրերի ($\Delta h, d, \bar{\alpha}_{\sigma}$) ֆունկցիոնալ կապերն արգումենտների առաջնայնության տարբեր սխեմաների դեպքում, որոնք բխում են կոնստրուկցիայի նախագծային և տեխնոլոգիական ընթացակարգերի պահանջներից:

Տվյալ փուլում ձևավորված պարամետրական հավասարումներով բացահայտվել են հետևյալ արդյունքները. ամրացման կիրառումն ազդազերծում է երկրաչափական պարամետրերի և լարումների կուտակման համատեղ ազդեցությունը $d = 10,0 \dots 40,0$ մմ և $\bar{\alpha}_{\sigma} = 1,1 \dots 1,7$ միջակայքերում: d -ի և $\bar{\alpha}_{\sigma}$ -ի ավելի բարձր արժեքների դեպքում ազդազերծման երևույթը որոշ չափով նվազում է, իսկ արդյունքները մոտենում են $d = 30,0 \dots 40,0$ մմ և $\bar{\alpha}_{\sigma} = 1,7 \dots 2,5$ արժեքներով, բայց չամրացված մեքենամասերի ցուցանիշներին:

Գրականության ցանկ

- [1] **С.В. Серенсен**, Усталостное разрушение материалов и элементов конструкций. «Наукова думка», Киев, 1985, т.3, 232 с.
- [2] **В.П. Когаев**, Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени, «Машиностр», Москва, 2003, 232 с.

- [3] В.А. Левин, Е.М. Морозов, Ю.Г. Матвиенко, Избранные нелинейные задачи механики разрушения, ФИЗМАТЛИТ, Москва, 2004, 408 с.
- [4] В.И. Большаков, К.Ф. Стародубов, М.А. Тылкин, Термическая обработка строительной стали повышенной прочности, «Металлургия», Москва, 1987, 200с.
- [5] И.М. Жарский и др., Технологические способы обеспечения надежности машин, «Высш.шк.», Минск, 2010, 336 с.
- [6] Л.В. Агамиров, А.Н. Лисин, В.В. Мозалев, Прогнозирование сопротивления усталости барабанов авиационных колес, подверженных поверхностному пластическому деформированию, Упрочняющие технологии и покрытия 3 (2011) 8-15.
- [7] В. Шибыльский, Технология поверхностной пластической обработки, «Металлургия», Москва, 1991, 479 с.
- [8] Д.В. Соловьев, А.В. Киричек, А.Г. Лазуткин, Технология и оборудования статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием, Библиотечка технолога, «Машиностр.», Москва, 2004, 288 с.
- [9] Մ.Ս. Թորոսյան, Մ.Գ. Ստակյան, Մեքենամասերի հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների փոխադարձ կապն ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառման դեպքում, Հայաստանի ճարտ. Ակադ. Լրաբեր 14(1) (2017) 90-95:
- [10] Մ.Գ. Ստակյան, Շ.Զ. Միստանի, Մ.Է. Հայկազյան, Աշխատանքային մակերևույթների ամրացման գործընթացի մաթեմատիկական մոդելավորումը, ՀԳԱԱ և ՀՊՃՀ Տեղեկագիր, ՏԳ սերիա 66(1) (2013) 20-27:
- [11] Շ.Զ. Միստանի, Ֆ.Հ. Փարիկյան, Ա.Ս. Բաբայան, Լարումների կուտակիչներով լիսեռների լարվածային վիճակը փոփոխական բարդ բեռնվածության դեպքում և ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառումը, ՀՊՃՀ (Պ) Գիտ. հոդվ. Ժող., Լրաբեր Մ.1 (Երևան, 2012) 124-128:
- [12] М.А. Балтер, Упрочнение деталей машин, Машиностроение, Москва, 1987, 206 с.
- [13] Р.В. Гуров, Взаимосвязь режимов обработки и геометрических параметров инструмента с параметрами качества поверхностного слоя при отделочных и отделочно-упрочняющих режимах ОУО ППД, Упрочняющие технологии и покрытия 8 (2010) 7-10.
- [14] А.В. Кирпичев, М.Н. Саушкин, В.А. Смыслов, К математическому моделированию полей пластических деформаций, возникающих при различных видах упрочняющей обработки, Мат. мод. физ., эконом., техн., соц. систем и процессов: Тр. XVII межд. конф., Ульяновск, 2009, 116-117.
- [15] Л.Г. Одинцов, Упрочнение и отделка деталей поверхностным пластическим деформированием: Справочник, Машиностроение, Москва, 2005, 329 с.
- [16] С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян, Прикладная статистика, «Юнити», Москва, 2001, 270 с.
- [17] Г.А. Соколов, И.М. Гладких, Математическая статистика, «Экзамен», Москва, 2007, 431 с.
- [18] М.Е. Попов, Упрочняющая обработка деталей поверхностным пластическим деформированием ударно-импульсным инструментом с пружинным приводом, Упрочняющие технологии и покрытия 8 (2008) 19-22.

ПОВЫШЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ

Мигран Григорьевич Стакян*, Нарине Виликовна Пирумян, Ангин Викторовна Мартиросян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА

*stakyan.mihran@yandex.ru

Рассмотрены напряженно-деформационное состояние элементов (сварных швов) газотранспортной системы и методы компенсации усталостных явлений в элементах посредством применения упрочняющей технологии пластическим деформированием. Указаны процедуры совместного влияния факторов (геометрических, концентрации напряжений, пластического упрочнения) в этих явлениях и их оценка #, являющимися отношениями исходных и факторных пределов выносливости.

Согласно выполненным усталостным испытаниям, определены параметры выносливости и оформлены регрессионные уравнения, которые оценивают вариацию каждого коэффициента. Представлена многопараметрическая функциональная связь совместно действующих факторов, с помощью которой оформлены системы параметрических уравнений (I, II, III) согласно приоритетности каждого из действующих факторов. Рассмотрены графические особенности уравнений системы I, которая является системой оценки упрочняющей технологии и математической моделью этой технологии.

Ключевые слова: элемент газотранспортной системы, действующий фактор, многопараметрическая функциональная связь, система параметрических уравнений

IMPROVING FATIGUE RESISTANCE OF GAS TRANSPORTATION SYSTEM ELEMENTS BY USING THE HARDENING TECHNIQUES

Mihran Stakyan*, Narine Pirumyan, Angin Martirosyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

*stakyan.mihran@yandex.ru

The stress-strain state of the elements (welds) of the gas transportation system and the methods of application the hardening techniques by plastic deformation that compensates for the fatigue phenomena in these elements are considered. The procedures of the combined impact of factors (geometric ones, stress concentration, plastic hardening) in these phenomena and their assessment per the corresponding coefficients, which are the ratios of the initial and factor-based endurance limits, are listed. According to the competed fatigue tests, the endurance parameters were determined and regression equations were formulated to assess the variation of each coefficient. A multi-parametric functional relationship of the combined impacting factors was presented, which was used to formulate systems of parametric equations (I, II, III) according to the priority of each of the impacting factors. The graphical peculiarities of the I equations system were considered, which is the assessment system of the hardening techniques and its mathematical model.

Keywords: element of gas transportation system, impacting factors, multi-parametric functional relationship, system of parametric equations

Ստակյան Միհրան Գրիգորի, տ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ավագ գիտաշխատող, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Փիրումյան Նարինե Վիլիկի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ավագ գիտաշխատող, (+374)77700901, pirumyannarine@gmail.com, **Մարտիրոսյան Անգին Վիկտորի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Մաթեմատիկայի, շինարարական մեխանիկայի և ֆիզիկայի ամբիոն, (+374)94762396, angin84@mail.ru

Стакян Мигран Григорьевич, д.т.н., профессор (РА, г. Ереван) - НУАКА, старший научный сотрудник, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Пирумян Нарине Виликовна, к.т.н.** (РА, г. Ереван) - НУАКА, старший научный сотрудник, (+374)77700901, pirumyannarine@gmail.com, **Мартirosyan Ангин Викторовна, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Математики, строительной механики и физики, (+374)94762396, angin84@mail.ru

Stakyan Mihran, Doctor of Science (engineering), professor (RA, Yerevan) - NUACA, Senior scientific researcher, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Pirumyan Narine, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering** (RA, Yerevan) - NUACA, Senior scientific researcher, (+374)77700901, pirumyannarine@gmail.com, **Martirosyan Angin, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Department of Mathematics, Structural Mechanics and Physics, (+374)94762396, angin84@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 22.01.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 05.02.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.04.2026թ.

ՀՈՂՎԱԾՆԵՐԻ ՁԵՎԱԿԵՐՊՄԱՆ ԵՎ ՈՒՂԵԿՑՈՂ ՓԱՍՏԱԹՂԹԵՐԻ ԿԱԶՄԻ ՎԵՐԱԲԵՐՑԱԼ ՊԱՀԱՆՁՆԵՐ

1. Հոդվածները կարելի է ներկայացնել *հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով* (3-10 էջի սահմաններում):

Պարտադիր էլեկտրոնային փաստաթղթերը, որոնք պետք է ուղարկել **scientificpapers@nuaca.am** էլեկտրոնային փոստին՝

- հոդվածը (* .doc ֆորմատով, նկարները՝ * .jpg, * .jpeg ֆորմատով), *որի ձևանմուշը հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն տարբերակներով տեղադրված է nuaca.am կայքի գիտական պարբերականներ բաժնում,*
- տվյալ բնագավառի գիտնականի երաշխավորությունը հոդվածի վերաբերյալ (ստորագրությամբ հաստատված, *pdf ֆորմատով):

2. Հոդվածի ձևակերպման պահանջները.

Հոդվածը պետք է ունենա հետևյալ կառուցվածքը.

Հոդվածի վերնագիր

Պետք է համառոտ (10 բառից ոչ ավել) և հնարավորինս ճշգրիտ արտացոլի ուսումնասիրման առարկան, նպատակը և նորոյթը: Վերնագրում ցանկալի է արտացոլել հեղինակի գիտական աշխատանքի յուրահատկությունը:

Համառոտագիր

Պետք է պարունակի հետևյալ համառոտ տեղեկատվությունը ներկայացված հոդվածի վերաբերյալ (մինչև 150 բառ).

1. հետազոտության առարկայի (օբյեկտի) նկարագրությունը, հետազոտության նպատակը և խնդիրը, արդիականությունը, նորոյթը և կիրառական նշանակությունը,
2. մեթոդները կամ մեթոդաբանությունը (եթե հնարավոր է),
3. ստացված գիտական արդյունքները (տեսական և փորձարարական արդյունքներ, փաստացի տվյալներ, հայտնաբերված փոխադարձ կապեր և օրինաչափություններ),
4. առաջարկներ, գնահատականներ և խորհուրդներ:

Բանալի բառեր

Բանալի բառերը գիտական հոդվածի որոնման եղանակներից մեկն է՝ բոլոր *միջազգային տվյալների բազաներում* բանալի բառերի օգնությամբ կարելի է որոնել հոդվածներ: Այս առումով դրանք պետք է արտացոլեն գիտական հետազոտության հիմնական տերմինաբանությունը: Անհրաժեշտ է ընդգրկել 5-8 բանալի բառ:

Ներածություն

Ներածության նպատակը հոդվածում դիտարկված խնդիրների արդի վիճակի ակնարկն է, գիտական խնդրի և դրա արդիականության ներկայացումը:

Ներածությունը պետք է պարունակի հայկական և արտասահմանյան ժամանակակից գիտական նվաճումների ակնարկ քննարկվող առարկայի, հետազոտությունների և արդյունքների վերաբերյալ, որոնց վրա հիմնվում է ներկայացված աշխատանքը (գրականության ակնարկ): Գրականության ակնարկը պետք է շեշտի հետազոտության մեջ դիտարկվող հարցերի արդիականությունն ու նորությունը, որի հիման վրա ներկայացվում և նկարագրվում են տվյալ աշխատանքի նպատակներն ու խնդիրները: Հոդվածում օգտագործված գրական աղբյուրներն, ըստ օգտագործման հերթականության, պետք է ունենան միջանցիկ համարակալում և տեքստում նշվեն՝ [1], [2], տեսքով:

Ներածությունը պետք է պարունակի տեղեկատվություն, որը ընթերցողին հնարավորություն կտա հասկանալ և գնահատել հոդվածում ներկայացված հետազոտության արդյունքների նորոյթը և արդիականությունը:

Նյութեր և մեթոդներ

Այս բաժինը պետք է հստակ նկարագրի հետազոտության մեթոդաբանությունը: Հոդվածում հանդիպող ֆիզիկական մեծությունների չափողականությունը պետք է ներկայացնել SI համակարգով, *Italic*: Բանաձևերը և մաթեմատիկական արտահայտությունները պետք է ներկայացնել Microsoft Equation-ով կամ MathType-ով, *Italic*, 11 pt: Բանաձևերը ներկայացվում են առանձին տողով, մեջտեղում, իսկ հիմնական բանաձևերը համարակալվում են՝ աջ մասում, փակագծի մեջ՝ (1), (2), տեսքով:

Արդյունքներ և քննարկում

Հոդվածի այս մասում պետք է ներկայացնել համակարգված հեղինակային վերլուծական և վիճակագրական նյութեր: Ստացված արդյունքները պետք է ներկայացվեն այնպես, որ ընթերցողը կարողանա հետևել դրա փուլերին և գնահատել հեղինակի կողմից արված եզրակացությունների հավաստիությունը: Այս բաժնի հիմնական նպատակն է տվյալների վերլուծության, ամփոփման և հստակեցման միջոցով ապացուցել աշխատանքային վարկածը (վարկածները): Արդյունքները, անհրաժեշտության դեպքում, հաստատվում են աղյուսակներով, գծապատկերներով, նկարներով, որոնք ներկայացնում են ապացույցները: Հոդվածում ներկայացված արդյունքները ցանկալի է, որ համեմատվեն ինչպես հեղինակի այս ոլորտում նախորդ աշխատանքների, այնպես էլ այլ հետազոտողների աշխատանքների հետ: Նման համեմատությունը լրացուցիչ կբացահայտի կատարված աշխատանքի նորությունը՝ ավելացնելով օբյեկտիվության աստիճանը:

Եզրակացություն

Եզրակացությունը պարունակում է հոդվածի *Նյութեր և մեթոդներ* մասի հակիրճ նկարագրություն, ինչպես նաև ուսումնասիրության արդյունքների հակիրճ ձևակերպում: Այստեղ ամփոփվում են աշխատանքի *Արդյունքներ և քննարկում* մասի գլխավոր մտքերը: Այս բաժնում անհրաժեշտ է համադրել ստացված արդյունքները աշխատանքի սկզբում սահմանված նպատակի հետ: Եզրակացությունում պետք է ամփոփել թեմայի իմաստավորումը, անել եզրակացություններ, ընդհանրացումներ և աշխատանքից բխող առաջարկություններ, ինչպես նաև ընդգծել դրանց կիրառական նշանակությունը: Հոդվածի եզրափակիչ մասում ցանկալի է ներառել տվյալ հետազոտության զարգացման հեռանկարները:

Երախտիքի խոսք (անհրաժեշտության դեպքում)

Այս բաժնում պետք է նշվեն այն մարդկանց անունները, ովքեր օգնել են հեղինակին պատրաստել տվյալ հոդվածը, և այն կազմակերպությունների անվանումները, որոնք ֆինանսական աջակցություն են ցուցաբերել:

Գրականության ցանկ

Բացի նորմատիվ փաստաթղթերին և ինտերնետային կայքերին տրված հղումներից, *գրականության ցանկը պետք է ներառի 10-ից 30 գիտական աղբյուր* (պետք է խուսափել չափից ավելի ինքնահղումներից): Խորհուրդ չի տրվում հղում կատարել այն ինտերնետային կայքերին, որոնք չեն պարունակում գիտական տեղեկատվություն: Հայտնի է, որ հրապարակման մակարդակը որոշվում է աղբյուրների ամբողջականությամբ և ներկայացուցչականությամբ, ուստի խորհուրդ է տրվում, առաջին հերթին հղում կատարել միջազգային տվյալների բազաներում (*Web of Science/Scopus*) ինդեքսավորված գիտական ամսագրերում տպագրված հոդվածներին: Աղբյուրները պետք է լինեն արդիական (*վերջին 10 տարիների ընթացքում հրատարակված բնօրինակ աղբյուրների օգտագործումը պարտադիր է*):

Գրականության ցանկում ընդգրկված աղբյուրները պետք է կազմել համաձայն *Elsevier* գիտական հրատարակչական ընկերության «*Numbered style*» ստանդարտի :

Գրականության ցանկում ընդգրկված աղբյուրների ներկայացման օրինակներ.

Պարբերականի հոդվածներ

- [1] S.L. Դադայան, Խ.Գ. Վարդանյան, Բազմահարկ երկաթբետոնե շրջանակակապային շենքերում սեյսմամեկուսիչների կիրառման արդյունավետությունը, ԵՃՇՊՀ գիտ. աշխ. 50 (2013) 114-120:
- [2] M. Nikolopoulou, N. Baker, K. Steemers, Thermal comfort in outdoor urban spaces: Understanding the human parameter, Solar Energy 70 (2001) 227-235.

[3] В.И. Теличенко, «Зеленые» технологии среды жизнедеятельности, Вестник МГСУ 103 (2017) 364-372.

Գրքեր

[1] Y.S. Touloukian, P.E. Livey, S.C. Saxena, Thermal Conductivity: Nonmetallic Solids, IFI/Plenum press, New York, 1970.

[2] T.P. Hough (Ed.), Recent Developments in Solar Energy, Nova Science Publishers, New York, 2006.

Գիտաժողովների նյութեր

[1] T.E. Chaddock, Gastric emptying of a nutritionally balanced liquid diet, in: E.E. Daniel (Ed.), Proceedings of the Fourth International Symposium on Gastrointestinal Motility, ISGM4, 4–8 September 1973, Seattle, WA, Mitchell Press, Vancouver, British Columbia, Canada, 1974, pp. 83–92.

[2] N. Yasuda, S.-i. Takagi, A. Toriumi, Spectral shape analysis of infrared absorption of thermally grown silicon dioxide films, in: T. Hattori, K. Wada, A. Hiraki (Eds.), Proceedings of the Second International Symposium on the Control of Semiconductor Interfaces, ISCSI-2, Karuizawa, Japan, October 28–November 1, 1997, Appl. Surf. Sci. 117–118 (June (II)) (1997) 216–220.

Գրականության ցանկից մեկ տող ներքև՝ հոդվածի հիմնական տեքստից տարբերվող լեզուներով, տրվում է հոդվածի **Վերնագիրը, Համառոտագիրը, Բանալի բառերը:**

Հեղինակի/ների մասին տեղեկություններ

Համառոտագրերից մեկ տող ներքև տրվում է հոդվածի հեղինակի/ների մասին տեղեկություններ (հայերեն, անգլերեն, ռուսերեն)՝ **Ա.Ա.Հ., գիտական աստիճան, կոչում, կազմակերպության անվանումը՝ որտեղ աշխատում է, զբաղեցրած պաշտոնը, հեռախոսահամարները, էլեկտրոնային հասցեն:**

Պարբերականի գիտական ուղղվածություններ

1. Ճարտարապետություն

- Շենքերի և շինությունների ճարտարապետություն,
- Քաղաքաշինություն /տարածական պլանավորում/
- Ճարտարապետության տեսություն և պատմություն, ճարտարապետական հուշարձանների վերականգնում,
- Մոդելավորումը և տեղեկատվական տեխնոլոգիաները ճարտարապետությունում.

2. Շինարարական գիտություններ /շինարարություն և հարակից ոլորտներ/

- Շինարարական նյութեր և պատրաստվածքներ,
- Հիմքեր և հիմնատակեր, ստորգետնյա կառուցվածքներ,
- Շինարարական կոնստրուկցիաներ և երկրաշարժադիմացկուն շինարարություն,
- Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիա և կազմակերպում,
- Շինարարական մեխանիկա,
- Հիդրոտեխնիկա և հիդրոէներգետիկա,
- Հիդրավլիկա և ինժեներական հիդրոլոգիա,
- Տրանսպորտային ենթակառուցվածքներ/ճանապարհներ, կամուրջներ/ և երթևեկության կազմակերպում,
- Ներքին և արտաքին ինժեներական սարքավորումներ ու ցանցեր /ջրամատակարարում և ջրա-հեռացում, ջերմագազամատակարարում, էլեկտրամատակարարում, օդափոխություն և օդորակում/
- Շինարարական մեքենաներ և երթևեկության կազմակերպում,
- Ինժեներական գեոլոգիա,
- Գեոէկոլոգիա և կենսաանվտանգություն,
- Մոդելավորումը և տեղեկատվական տեխնոլոգիաները շինարարությունում.

3. Դիզայն

4. Տնտեսագիտություն /շինարարության ոլորտում/

5. Կառավարում /ճարտարապետության, շինարարության, դիզայնի, զբոսաշրջության ոլորտներում/

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

1.	Ավագյան Մարիամ Ավետիսի, Ամիրյան Դիանա Միերի, Միմոնյան Մաթենիկ Կարենի, Սահակյան Քրիստինե Սուրենի Դալմայի այգիների քաղաքաշինական ներուժը. բնության, պատմության ու ժամանակակից մշակույթի համադրում	3
2.	Ալեքսանդրյան Գայանե Արտաշեսի Արհեստական բանականության կիրառման բարոյագիտական տեսանկյունները դիզայն կրթության և նախագծման գործընթացում	16
3.	Ալեքսանյան Արմենուհի Ալբերտի, Կիրակոսյան Լյուբա Վլադիմիրի 20-րդ դարի Հայաստանի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության խնդիրները	29
4.	Ալեքսանյան Արմենուհի Ալբերտի Հայաստանի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և կառավարման ժամանակակից փուլի ռազմավարությունը	43
5.	Առաքելյան Մարիամ Արմենի, Մինասյան Սերգեյ Աշոտի, Ներսիսյան Էդգար Գևորգի Բազմաէներգետիկ լուծումների կիրառելիությունը բնակելի շենքերում	53
6.	Գյուլգադյան Հակոբ Հարությունի, Տեր-Միմոնյան Վիգեն Հրանտի ՀՀ բնակավայրերի համար ասֆալտբետոնի կազմի նախագծման կապակցանյութի ընտրությունը «Սուպերֆեյվ» մեթոդով	64
7.	Գյուլգադյան Հակոբ Հարությունի, Զքոյան Խաչիկ Միմոնի FDR խառնուրդի ձգման ամրության բարելավումը բազալտե թելիկներով և ցեմենտով	73
8.	Եղիյան Լուսինե Ներսեսի Մեքենայական և խոր ուսուցման մեթոդների կիրառմամբ օդատիեզերական պատկերներում օբյեկտների հայտնաբերում	84
9.	Հայրապետյան Աննա Հայրապետի Լեռնային ավտոճանապարհներին երթևեկության անվտանգության գնահատումն ըստ ավտոմոբիլի արգելակման համակարգի	93
10.	Հարությունյան Հասմիկ Գառնիկի Երևան քաղաքում երթևեկության կարգավորման և խցանումների հաղթահարման ուղիները	101
11.	Հարությունյան Վալերիկ Մամիկոնի, Սարգսյան Արման Տիգրանի, Խաչատրյան Խաչատուր Գագիկի, Հարությունյան Հասմիկ Գառնիկի Երևանի քաղաքային միջավայրում նոր հիբրիդային ուղղահայաց ավտոկայանման մոդուլների ներդրման առաջարկ	108
12.	Հարությունյան Վալերիկ Մամիկոնի, Հարությունյան Արմեն Վալերիկի, Հարությունյան Անահիտ Վարդգեսի, Ներսեսյան Զինար Վահանի, Մոսիկյան Կարապետ Հակոբի Բնակլիմայական գործոնների ազդեցությունը ճանապարհի թողունակության վրա	120
13.	Նադարյան Նարե Թաթուլի Հայկական պաստառի դիզայն. կոնստրուկտիվիզմից սոցրեալիզմ (1920–1960)	127
14.	Պետրոսյան Հովսեփ Սերգեյի, Վարդանյան Մանուկ Ռազմիկի, Ստեփանյան Արամ Միերի, Ալեքսանյան Վալերի Ալեքսանդրի «Ագարակ» պատմամշակութային արգելոցի եռաչափ մոդելի ստեղծումը լազերային սկանավորման տվյալներով	136
15.	Ստակյան Միհրան Գրիգորի, Փիրումյան Նարինե Վիլիկի, Մարտիրոսյան Անգին Վիկտորի Գազատրանսպորտային համակարգի էլեմենտների հոգնաձային դիմադրության բարձրացումն ամրացնող տեխնոլոգիայի կիրառմամբ	150
	Հեղինակներին	162

Требования к оформлению научных статей и составу сопроводительных документов для публикации в журналах «Известия НУАСА» и «Научные труды НУАСА»

1. Принимаются статьи на *армянском, русском и английском* языках (в пределах 3-10 страниц).

Документы в электронном виде, которые **необходимо** отправлять на электронную почту **scientificpapers@nuasa.am**

- статья (текстовый файл в формате *.doc, изображения (рисунки) отдельно в файлах в формате: *.jpg, *.jpeg), *шаблоны по оформлению статьи на армянском, русском и английском языках помещены на сайте nuasa.am в разделе периодические научные издания*,
- рецензия ученого данной научной отрасли на статью (подтвержденная подписью, в формате: *.pdf)

2. Требования к оформлению статьи

Научная статья должна иметь следующую структуру

Заголовок статьи

Должен кратко (не более 10 слов) и точно отражать предмет научного исследования, цель и новизну. В заголовке необходимо отразить уникальность научной работы автора.

Аннотация

Должна содержать (до 150 слов) следующую краткую информацию о представленной статье:

1. описание предмета (объекта) исследования, цель и задачи, актуальность, новизну и практическую значимость научного исследования,
2. метод(ы) и методология (если возможно),
3. полученные научные результаты (теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности),
4. рекомендации, оценки и предложения

Ключевые слова

Ключевые слова являются способом поиска научной статьи, так как во всех *международных библиографических базах данных* возможен поиск статей по ключевым словам. В связи с этим они должны отражать основную терминологию научного исследования. Необходимо привести 5-8 ключевых слов.

Введение

Задача введения — обзор современного состояния рассматриваемой в статье проблематики, обозначение научной проблемы и ее актуальности.

Введение должно включать обзор современных армянских и зарубежных научных достижений в рассматриваемой предметной области, исследований и результатов, на которых базируется представляемая работа (Литературный обзор). Литературный обзор должен подчеркивать актуальность и новизну рассматриваемых в исследовании вопросов, исходя из которой ставятся и описываются цели и задачи приведенной работы.

Список литературы составляется в порядке упоминания в тексте. Порядковый номер источника в тексте (ссылка) заключается в квадратные скобки: в виде [1], [2],

Во введении должна содержаться информация, которая позволит читателю понять и оценить новизну и актуальность результатов исследования, представленного в статье.

Материалы и методы

Раздел должен четко описывать методику проведения исследования.

Размерность всех физических величин указывать в системе единиц СИ, *Italic*. Формулы и математические выражения должны быть представлены Microsoft Equation или MathType, *Italic*, 11 pt. Формулы представлены отдельной строкой, посередине, а основные формулы пронумерованы справа, в скобках (1), (2), Нумерация должна быть сквозной.

Результаты и обсуждение

В этой части статьи должен быть представлен систематизированный авторский аналитический и статистический материал. Результаты проведенного исследования необходимо описывать так, чтобы читатель мог проследить его этапы и оценить обоснованность сделанных автором выводов. Основной целью этого раздела — при помощи анализа, обобщения и разъяснения данных доказать рабочую гипотезу (гипотезы). Результаты при необходимости подтверждаются таблицами, графиками, рисунками, которые представляют исходный материал или доказательства. Представленные в статье результаты желательно сопоставить с предыдущими работами в этой области как автора, так и других исследователей. Такое сравнение дополнительно раскроет новизну проведенной работы, придав ей объективности.

Заключение

Заключение содержит краткое описание раздела *Материалы и методы*, а также краткую формулировку результатов исследования. Здесь в сжатом виде повторяются главные мысли раздела *Результаты и обсуждение*. В этом разделе необходимо сопоставить полученные результаты с обозначенной в начале работы целью. В заключении суммируются результаты осмысления темы, делаются выводы, обобщения и даются рекомендации, вытекающие из работы, подчеркивается их практическая значимость. В заключительную часть статьи желательно включить перспективы развития исследований в этой области.

Благодарности (в случае необходимости)

В этом разделе упоминаются те персоны, которые оказали помощь в выполнении исследования, и те организации, которые оказали финансовое содействие.

Список литературы

Список источников должен включать от 10 до 30 научных источников (следует избегать самоцитирования), не учитывая ссылки на нормативные документы и интернет-ресурсы. Не рекомендуется ссылаться на интернет-ресурсы, не содержащие научную информацию. Известно, что уровень публикации определяют полнота и представительность источников, поэтому рекомендуется ссылаться в первую очередь на оригинальные источники из научных журналов, включенных в глобальные индексы цитирования (*Web of Science/Scopus*). Состав источников должен быть актуальным (*обязательное использование оригинальных источников не старше 10 лет*).

Список литературы оформляется в соответствии с требованиями стандарта **Numbered style** издательского общества Elsevier.

Примеры представления источников, включенных в список литературы:

Статья из периодического издания (журнала)

- [1] Т.Л. Дадаян, Х.Г. Варданын, Эффективность применения сейсмоизоляторов в многоэтажных железобетонных рамно-связевых зданиях, Сборник научных трудов НУАСА 50 (2013) 114-120.
- [2] M. Nikolopoulou, N. Baker, K. Steemers, Thermal comfort in outdoor urban spaces: Understanding the human parameter, Solar Energy 70 (2001) 227-235.
- [3] В.И. Теличенко, «Зеленые» технологии среды жизнедеятельности, Вестник МГСУ 103 (2017) 364-372.

Книги

- [1] Y.S. Touloukian, P.E. Livey, S.C. Saxena, Thermal Conductivity: Nonmetallic Solids, IFI/Plenum press, New York, 1970.
- [2] T.P. Hough (Ed.), Recent Developments in Solar Energy, Nova Science Publishers, New York, 2006.

Материалы конференции

- [1] T.E. Chaddock, Gastric emptying of a nutritionally balanced liquid diet, in: E.E. Daniel (Ed.), Proceedings of the Fourth International Symposium on Gastrointestinal Motility, ISGM4, 4–8 September 1973, Seattle, WA, Mitchell Press, Vancouver, British Columbia, Canada, 1974, pp. 83–92.
- [2] N. Yasuda, S.-I. Takagi, A. Toriumi, Spectral shape analysis of infrared absorption of thermally grown silicon dioxide films, in: T. Hattori, K. Wada, A. Hiraki (Eds.), Proceedings of the Second International Symposium on the Control of Semiconductor Interfaces, ISCSI-2, Karuizawa, Japan, October 28–November 1, 1997, Appl. Surf. Sci. 117–118 (June (II)) (1997) 216–220.

После **Списка литературы** через одну строку даются **Заголовок статьи, Аннотация, Ключевые слова** на языках, отличных от основного текста статьи.

Сведения об авторах

После **Аннотаций** через одну строку приводятся сведения об авторе/ах (на армянском, русском, английском языках) – **Ф.И.О., ученая степень, звание, название организации (учреждения), где работает автор, занимаемая должность, номера телефонов, адрес электронной почты.**

Научные направления журнала**1. Архитектура**

- Архитектура зданий и сооружений,
- Градостроительство (пространственное планирование),
- Теория и история архитектуры, реставрация архитектурных памятников,
- Моделирование и информационные технологии в архитектуре.

2. Технические науки (строительство и смежные области)

- Строительные материалы и изделия,
- Грунты и фундаменты, подземные сооружения,
- Строительные конструкции и сейсмостойкое строительство,
- Технология и организация строительного производства,
- Строительная механика,
- Гидротехника и гидроэнергетика,
- Гидравлика и инженерная гидрология,
- Транспортная инфраструктура (дороги, мосты),
- Внутреннее и внешнее инженерное оборудование и сети (водоснабжение и водоотведение, теплогазоснабжение, электроснабжение, вентиляция и кондиционирование),
- Строительные машины и организация транспортного движения,
- Инженерная геодезия,
- Геоэкология и биобезопасность,
- Моделирование и информационные технологии в строительстве.

3. Дизайн**4. Экономика (в области строительства)****5. Управление (в областях архитектуры, строительства, дизайна, туризма)**

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Авакян Мариам Аветисовна, Амирян Диана Мгеровна, Симонян Сатеник Кареновна, Саакян Кристине Суреновна Градостроительный потенциал садов Далма: синтез природы, истории и современной культуры	3
2.	Александрян Гаяне Аргашесовна Этические аспекты использования искусственного интеллекта в дизайн-образовании и проектировании	16
3.	Алексанян Арменуи Альбертовна, Киракосян Люба Владимировна Проблемы сохранения архитектурного наследия Армении 20-го века	29
4.	Алексанян Арменуи Альбертовна Стратегия современного этапа сохранения и управления архитектурным наследием Армении	43
5.	Аракелян Мариам Арменовна, Минасян Сергей Ашотович, Нерсисян Эдгар Геворгович Применимость мультиэнергетических решений в жилых зданиях	53
6.	Гюлзаян Акоп Арутюнович, Тер-Симонян Виген Грантович Выбор вяжущего при проектировании состава асфальтобетона по методу “Суперпейв” для населенных пунктов РА	64
7.	Гюлзаян Акоп Арутюнович, Чколян Хачик Симонович Повышение прочности на растяжение FDR смеси с использованием базальтовых волокон и цемента	73
8.	Егиян Лусине Нерсесовна Обнаружение и интерпретация объектов на аэрокосмических изображениях с применением методов глубокого обучения	84
9.	Айрапетян Анна Айрапетовна Оценка безопасности дорожного движения на горных дорогах в зависимости от тормозной системы транспортного средства	93
10.	Арутюнян Асмик Гарниковна Предложения по регулированию дорожного движения и преодолению транспортных заторов в городе Ереване	101
11.	Арутюнян Валерик Мамиконович, Саркисян Арман Тигранович, Хачатрян Хачатур Гагикович, Арутюнян Асмик Гарниковна Предложение по внедрению новых гибридных вертикальных парковочных модулей в городской среде Еревана	108
12.	Арутюнян Валерик Мамиконович, Арутюнян Армен Валерикович, Арутюнян Анаит Вардгесовна, Нерсисян Чинар Вагановна, Мосикян Карапет Акопович Влияние климатических факторов на пропускную способность дорог	120
13.	Надарян Наре Татуловна Дизайн армянского плаката: от конструктивизма к социалистическому реализму (1920–1960)	127
14.	Петросян Овсеп Сергеевич, Вардамян Манук Размирович, Степанян Арам Мгерович, Алексанян Валерий Александрович Создание 3D-модели историко-культурного заповедника “Агарак” с использованием данных лазерного сканирования	136
15.	Стакян Мигран Григорьевич, Пирумян Нарине Виликовна, Мартиросян Ангин Викторевна Повышение сопротивления усталости элементов газотранспортной системы с применением упрочняющей технологии	150
	Авторам	166

REQUIREMENTS FOR FORMULATING SCIENTIFIC ARTICLES AND THE SUPPORTING DOCUMENTS

1. Papers can be submitted in Armenian, Russian or English (3-10 pages)

Mandatory electronic documents that should be sent to **scientificpapers@nuaca.am**

- the paper (paper in *.doc format, illustrations in *.jpg, *. jpeg format), the template of which in *Armenian, Russian and English is posted in the scientific periodicals section of nuaca.am website*,
- Opinion about the paper from a scientist in this field(signed, in * pdf format)

2. Article Formulation Requirements:

The article should have the following structure

The Title of the Article

It should briefly (no more than 10 words) and accurately reflect the subject of scientific research. The title should reflect the uniqueness of the author's scientific work.

Abstract

Must contain (up to 150 words) the following brief information about the submitted article:

1. description of the subject (object) of the study, the purpose and objectives, actuality, novelty and practical significance of the scientific research,
2. method (s) and methodology (if possible),
3. scientific results obtained (theoretical and experimental results, factual data, discovered relationships and patterns),
4. recommendations, assessments and proposals.

Keywords

Keywords are the way to search for a scientific article, as in all *international bibliographic databases* articles can be searched by keywords. In this regard, they should reflect the basic terminology of scientific research. It is necessary to include 5-8 keywords.

Introduction

The objective of Introduction - overview of the current state of the observed issues of the article, significance of scientific problems and its actuality.

Introduction should include a review of modern Armenian and foreign scientific achievements in the subject area, research and the results on which the work is based (Literature review). The literature review should emphasize the actuality and novelty of the issues considered in the study, on the basis of which the goals and objectives of the given work are set and described. The reference numbers to the source cited in the text are placed in square brackets strictly in sequence like [1], [2], ...

Introduction should contain information that will allow the reader to understand and evaluate the novelty and actuality of the research results presented in the article.

Materials and Methods

This section should clearly describe the methodology of the study. Dimension of all physical quantities should be indicated in the system of SI units (*Italic*). Formulas and mathematical expressions should be written in Microsoft Equation or MathType, *Italic*, 11 pt. The formulas are presented in a separate line, in the middle, and the main formulas are numbered on the right, in the form (1), (2),

Results and Discussion

In this part of the article, a systematic authorial analytical and statistical material should be presented. The results of the study must be described so that the reader can trace its stages and assess the validity of the conclusions made by the author. The main purpose of this section is summarizing and clarifying data to prove the working hypothesis (hypotheses) through analysis. The results, if necessary, are confirmed by tables, graphs, figures, which represent the source material or evidence. It is desirable to compare the results presented in the article with previous works in this area by both the author and other researchers. Such a comparison will additionally reveal the novelty of the work done, giving it objectivity.

Conclusion

Conclusion contains a brief description of the *Materials and Methods* section, as well as a brief statement of the research results. Here in compressed form, the main thoughts of the *Results and Discussion* section are repeated. In this section, it is necessary to compare the results obtained with the goal indicated at the beginning of the work. In Conclusion, the results of comprehension of the topic are summarized, conclusions, generalizations are made, and recommendations arising from the work are given, their practical significance is emphasized. In the final part of the article, it is desirable to include the prospects for the development of the research in this area.

Acknowledgments (if necessary)

This section, we refer to those persons who have assisted in the implementation of the study and those organizations that provide financial assistance.

References

The list of references should include from 10 to 30 scientific sources (self-citations should be avoided), not taking into account references to regulations and internet resources. It is not recommended to refer to Internet resources that do not contain scientific information. It is known that the level of publication is determined by the completeness and representativeness of the sources; therefore, it is recommended to refer first of all to original sources from scientific journals included in the global citation indexes (**Web of Science / Scopus**). The sources should be relevant (mandatory use of original sources no older than 10 years).

The sources included in the References should be compiled according to «**Numbered style**» standard of Elsevier scientific publishing company.

Examples of presenting sources included in the References:

Article in a journal:

- [1] T.L. Dadayan, Kh.G.Vardanyan, Efficiency of application of seismic isolators in multistorey frame-shear wall reinforced concrete buildings, *Proceedings of YSUAC* 50 (2013) 114-120.
- [2] M. Nikolopoulou, N. Baker, K. Steemers, Thermal comfort in outdoor urban spaces: Understanding the human parameter, *Solar Energy* 70 (2001) 227-235.
- [3] V.I. Telichenko, Green technologies of living environment: concepts, terms, standards, *Vestnik MGSU* 103 (2017) 364-372.

Description of a book

- [1] Y.S. Touloukian, P.E. Livey, S.C. Saxena, *Thermal Conductivity: Nonmetallic Solids*, IFI/Plenum press, New York, 1970.
- [2] T.P. Hough (Ed.), *Recent Developments in Solar Energy*, Nova Science Publishers, New York, 2006.

Description of conference materials

- [1] T.E. Chaddock, Gastric emptying of a nutritionally balanced liquid diet, in: E.E. Daniel (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Symposium on Gastrointestinal Motility, ISGM4, 4–8 September 1973, Seattle, WA*, Mitchell Press, Vancouver, British Columbia, Canada, 1974, pp. 83–92.

- [2] N. Yasuda, S.-I. Takagi, A. Toriumi, Spectral shape analysis of infrared absorption of thermally grown silicon dioxide films, in: T. Hattori, K. Wada, A. Hiraki (Eds.), Proceedings of the Second International Symposium on the Control of Semiconductor Interfaces, ISCSI-2, Karuizawa, Japan, October 28–November 1, 1997, Appl. Surf. Sci. 117–118 (June (II)) (1997) 216–220.

In one line of the literature list, in languages other than the main text of the article, the title of the article, the summary, the keywords are given.

Information about author/s

Information about author/s (in Armenian, Russian, English) - **name, academic degree, rank, affiliation, position held, telephone numbers, e-mail address should be given.**

The journal covers the following topics

1. Architecture

- Architecture of buildings and constructions,
- Urban planning (spatial planning),
- Theory and history of architecture, restoration of architectural monuments,
- Modeling and information technologies in architecture.

2. Technical sciences

- Building materials and products,
- Bases and foundations, underground structures,
- Construction structures and earthquake-resistant construction,
- Technology and organization of construction,
- Construction mechanics,
- Hydraulic engineering and hydropower,
- Hydraulics and engineering hydrology,
- Transport infrastructure (roads, bridges), traffic management
- Internal and external engineering equipment and networks (water systems, water supply and water drainage, heating, power and gas supply, ventilation, air conditioning),
- Construction machinery and traffic management,
- Engineering Geodesy,
- Geoecology and biosecurity
- Modeling and information technologies in construction.

1. Design

2. Economics / In the field of construction /

3. Management / in the fields of architecture, construction, design, tourism /

CONTENTS

1.	Avagyan Mariam, Amiryan Diana, Simonyan Satenik, Sahakyan Kristine	
	Urban planning potential of the Dalma gardens: integration of nature, history, and contemporary culture ____	3
2.	Aleksandryan Gayane	
	Ethical aspects of artificial intelligence use in design education and design process _____	16
3.	Aleksanyan Armenuhi, Kirakosyan Lyuba	
	Problems of preserving the architectural heritage of 20th-century Armenia _____	29
4.	Aleksanyan Armenuhi	
	Contemporary strategy for the preservation and management of Armenia's architectural heritage _____	43
5.	Arakelyan Mariam, Minasyan Sergey, Nersisyan Edgar	
	Applicability of multi-energy solutions in residential buildings _____	53
6.	Gyulzadyan Hakob, Ter-Simonyan Vigen	
	Selection of "Superpave" mix design binder for regions of RA _____	64
7.	Gyulzadyan Hakob, Chkolyan Khachik	
	Improvement of the tensile strength of FDR mixture using basalt fibers and cement _____	73
8.	Yeghiyan Lusine	
	Object detection and interpretation in aerospace images using deep learning methods _____	84
9.	Hayrapetyan Anna	
	Assessment of traffic safety on mountain roads based on the vehicle braking system _____	93
10.	Harutyunyan Hasmik	
	Proposals on measures for regulating traffic and overcoming traffic congestion in the city of Yerevan _____	101
11.	Harutyunyan Valerik, Sargsyan Arman, Khachatryan Khachatur, Harutyunyan Hasmik	
	Proposal to implement new hybrid vertical parking modules in Yerevan's urban environment _____	108
12.	Harutyunyan Valerik, Harutyunyan Armen, Harutyunyan Anahit, Nersesyan Chinar, Mosikyan Karapet	
	The impact of climatic factors on road capacity _____	120
13.	Nadaryan Nare	
	The design of the armenian poster: from constructivism to socialist realism (1920–1960) _____	127
14.	Petrosyan Hovsep, Vardanyan Manuk, Stepanyan Aram, Aleksanyan Valery	
	Creation of a 3D model of "Agarak" historical cultural park using laser scanning data _____	136
15.	Stakyan Mihran, Pirumyan Narine, Martirosyan Angin	
	Improving fatigue resistance of gas transportation system elements by using the hardening techniques ____	150
	To the authors _____	170

Համարի պատասխանատու՝

Արմենուհի Ալեքսանյան

Խմբագրում, սրբագրում, համակարգչային ձևավորում՝

Արմենուհի Ալեքսանյան
Զարուհի Սուրադյան
Քնարիկ Դանիելյան
Վիկտորիա Պարտիզպանյան

Տպագրության եղանակը՝ ռիզոգրաֆիա:
Թուղթը՝ օֆսեթ, 80 գր:
Ծավալը՝ 21.75 տպագրական մամուլ:
Ստորագրված է տպագրության 30.04.2026թ.:
Գրանցման վկայական՝ 03Ա 059500:
Պատվեր թիվ 542: Տպաքանակը՝ 101 օրինակ:
Հասցե՝ Երևան, Տերյան 105:
Адрес: Ереван, Теряна 105.
Address: 105 Teryan Street, Yerevan

 (+374 10) 303-300-(654)
URL: www.nuaca.am