

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

2 (95) 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 ՎՆԻԻՆՏՊԻ
«ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ» ՌԵՖԵՐԱՏԻՎ ՏԵԼԵԿԱՏՎԱԿԱՆ
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)
ВНИИНТПИ 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

**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 ԽՈՐՀՈՒՐԳ

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., ԳՂՀ),
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), hvp58@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 Ղուկասյան (ս.գ.թ., ՀՀ), Ghulyanarmine@mail.ru
Մալինա 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),
saeid.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
Կիլիպիանի 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 Кубечкова (к.т.н., ЧР), darja.kubeckova@vsb.cz
Петрос Амбарцумян (д.т.н., РА), hvp58@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),
saeid.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
Аресстак 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-Мартиросян (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),
Mariam Avagyan (Doctor of Philosophy (Ph.D) in biology, RA),
Bekrimzhan Glaudinov (Doctor of science (architecture), RK),
Dimitris Diamantidis (Doctor of science (engineering), FRG),
Tigran Dadayan (Doctor of science (Engineering, RA),
Suren Tovmasyan (Ph.D in engineering, RA),
Emil Khachatryan (Doctor of science (engineering), RA),
Tagush Khachatryan (Ph.D in architecture, RA),
Lyudmila Kholodova (Doctor of science (architecture), RF),
Anatoli Kovrov (Ph.D in engineering, Ukraine),
Darya Kubechkova (Ph.D in engineering, CZ),
Petros Hambardzumyan (Doctor of science (engineering), RA),
Yeghisabet Hayrapetyan (Ph.D in engineering, RA),
Karen Rashidyants (Ph.D in Engineering, RA),
Valerik Harutyunyan (Ph.D in engineering, RA),
Armen Ghazaryan (Doctor of science (art), RF),
Armine Ghulyan (Ph.D in engineering, RA),
Maciej Major (Ph.D in engineering, RP),
Christina Maranci (Ph.D in architecture, USA),
Artashes Melikyan (Ph.D in architecture, RA),
Sun Ming (Doctor of science (architecture), PRC),
Saeed Mohammadi Nahavandi (Ph.D in architecture, IRI),
Davit Nahatanyan (Ph.D in architecture, RA),
Narine Mkhitarian (Ph.D in architecture, RA),
Samvel Shahinyan (Doctor of science (architecture), RA),
Mikhail Shubenkov (Doctor of science (architecture), RF),
Qi Chengzhi (Doctor of science (engineering), PRC),
Manvel Poghosyan (Doctor of science (engineering), RA),
Paola Puma (Ph.D in architecture, IR),
Marlena Rajczyk (Doctor of science (engineering), RP),
Emma Sahakyan (Doctor of science (engineering), RA),
Artashes Sargsyan (Ph.D in engineering, RA),
Arestak Sarukhanyan (Doctor of science (engineering), RA),
Oleg Subbotin (Doctor of science (architecture), RF),
Dmitriy Topchiy (Doctor of science (engineering), RF),
Georgy Ustavich (Doctor of science (engineering), RF),
Anna Karamyan (Ph.D in engineering, RA),
David Kertmenjian (Doctor of science (architecture), RA),
Anna Frangipane (Doctor of science (engineering),
Armen Ter-Martirosyan (RF), Doctor of Science (Engineering),
Larisa Manukyan (Ph.D in engineering, RA),
Kipiani Gela (Georgia), Doctor of science (Engineering),

galina-ambrosova@yandex.ru
avagyan_mariam@yahoo.com
abekga@mail.ru
dimitris.diamantidis@oth-regensburg.de
tigran.dadayan@yahoo.com
suren.tovmasyan@gmail.com
khachatryan@rambler.ru
tagush.khachatryan @mail.ru
theory@usaaa.ru
list@ogasa.org.ua
darja.kubechkova@vsb.cz
hvp58@yandex.ru
helizabet@yandex.ru
rka1945@mail.ru
vmh-1961@mail.ru
armenkazaryan@yahoo.com
Ghulyanarmine@mail.ru
mmajor@bud.pcz.czest.pl
christina.maranci@tufts.edu
artashesmelikyan@rambler.ru
ming.sun@ntu.ac.uk
saeid.nahavandi@deakin.edu.au
dnahatanyan@nuaca.am
nmxitarian@yandex.ru
samvel.shahinyan1954@gmail.com
shubenkov@raasn.ru
armspeleo@yahoo.com
pmanvel2010@yandex.ru
paola.puma@unifi.it
mrajczyk@bud.pcz.czest.pl
shnikat15@mail.ru
ansargsyan@yahoo.com
asarukhanyan51@mail.ru
subbos@yandex.ru
mail@niexp.com
ystavich@mail.ru
annak@termoros.am
dakertmenjian@gmail.com
anna.frangipane@uniud.it
gic-mgsu@mail.ru
laradocent@gmail.com
gelakip@gmail.com

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

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

Издаётся 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

**Ք. ԵՐԵՎԱՆԻ 20-ՐԴ ԴԱՐԻ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏԱԿԱՆ ԺԱՌԱՆԳՈՒԹՅԱՆ
ՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈԼՈՐՏՈՒՄ ԱՌԿԱ ԻՐԱՎԱԿԱՆ ԲԱՑԵՐԸ**

Արմենուհի Ալբերտի Ալեքսանյան

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

Ուսումնասիրված են 20-րդ դարի Երևանի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ոլորտում առկա իրավական բացերը և դրանց ազդեցությունը քաղաքի պատմամշակութային միջավայրի պահպանության վրա: Վերլուծվում են Հայաստանի Հանրապետության գործող օրենսդրական կարգավորումները, տեղական ինքնակառավարման մարմինների լիազորությունները, մշակութային արժեքների պահպանության իրավական մեխանիզմները և դրանց կիրառման արդյունավետությունը: Ուշադրություն է դարձվում խորհրդային ժամանակաշրջանի և մոդեռնիստական ճարտարապետության օբյեկտների իրավական կարգավիճակին, ինչպես նաև «պահպանության չափանիշների անորոշության» հիմնախնդրին, այն է՝ թե ինչ ծավալով և ինչ եղանակներով պետք է պահպանվի այս կամ այն ճարտարապետական կամ պատմամշակութային օբյեկտը: Ուսումնասիրվում և վերլուծվում են նաև քաղաքաշինական և ներդրումային քաղաքականությունների ազդեցությունը քաղաքի պատմական միջավայրի վրա, մասնավորապես, քննարկվում են հետևյալ հարցերը՝ գնահատվում է, թե շենքի որ հատվածներն ու տարրերն են ենթակա պահպանման՝ ամբողջ շենքը, թե միայն պատմամշակութային արժեք ներկայացնող մասերը, որոշվում է, թե վերակառուցման ընթացքում ինչպիսի փոփոխություններ են թույլատրելի, սահմանվում են այն չափանիշները, որոնց հիման վրա գնահատվում է շենքի պատմամշակութային արժեքը: Ներկայացվում է նաև միջազգային փորձի համեմատական վերլուծություն և ձևակերպվում են առաջարկություններ՝ ուղղված իրավական կարգավորումների կատարելագործմանը, ժառանգության պահպանության ինստիտուցիոնալ մեխանիզմների ամրապնդմանը և Երևանի ճարտարապետական ինքնության պահպանմանը:

Բանալի բառեր. 20-րդ դարի ժառանգություն, մշակութային ժառանգության պահպանում, իրավական բացեր, քաղաքաշինություն, պատմամշակութային միջավայր, մոդեռնիստական ճարտարապետություն

Ներածություն

20-րդ դարում ք. Երևանը փոքր գավառական քաղաքից վերածվեց խոշոր վարչական, արդյունաբերական և մշակութային կենտրոնի: Իրականացվեցին լայնածավալ քաղաքաշինական ծրագրեր, կառուցվեցին նոր փողոցներ, հրապարակներ, բնակելի թաղամասեր, հասարակական շենքեր և այգիներ: Քաղաքի զարգացման գործում մեծ դեր ունեցավ ճարտարապետ Ալեքսանդր

Թամանյանի գլխավոր հատակագիծը, որի հիման վրա Երևանը կառուցվեց որպես ժամանակակից և ներդաշնակ քաղաք: Այս շրջանի ճարտարապետությանը բնորոշ էր ազգային ավանդույթների և ժամանակակից լուծումների համադրումը, ինչը ձևավորեց Երևանի յուրահատուկ ճարտարապետական դիմագիծը: Ստեղծված շենքերն ու քաղաքաշինական համալիրները ոչ միայն արտացոլում են տարբեր պատմական և քաղաքական փուլերի ազդեցությունը, այլև ներկայացնում են նշանակալի մշակութային, գեղարվեստական և հասարակական արժեք: Խորհրդային մոդեռնիզմի, նեոկլասիցիզմի և ազգային ճարտարապետական մոտեցումների համադրությամբ ձևավորված կառույցները դարձել են Երևանի ինքնության և պատմական հիշողության կարևոր բաղադրիչ: Դրանք ոչ միայն ճարտարապետական արժեք ունեն, այլև արտացոլում են տարբեր ժամանակաշրջանների գաղափարախոսությունը, մշակույթն ու քաղաքաշինական մտածողությունը: Սակայն վերջին տասնամյակներին քաղաքաշինական ակտիվ գործընթացները, ներդրումային ծրագրերը և ինտենսիվ կառուցապատումը հանգեցրել են 20-րդ դ. բազմաթիվ արժեքավոր շինությունների մասնակի կամ ամբողջական կորստի: Խնդիրը պայմանավորված է ոչ միայն տնտեսական և քաղաքաշինական շահերի գերակայությամբ, այլև ոլորտը կարգավորող իրավական մեխանիզմների թերություններով: Գործող օրենսդրությունը հաճախ չի ապահովում ժամանակակից պատմամշակութային ժառանգության ամբողջական և արդյունավետ պաշտպանություն, հատկապես այն օբյեկտների դեպքում, որոնք դեռևս չեն ստացել հուշարձանի կարգավիճակ կամ որոնց արժեքը մասնագիտական և հանրային մակարդակներում լիարժեք գնահատված չէ:

Հոդվածի նպատակն է ուսումնասիրել ք. Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ոլորտում առկա իրավական բացերը, վերլուծել դրանց առաջացման պատճառները և գնահատել դրանց ազդեցությունը քաղաքային միջավայրի պահպանության վրա: Դիտարկվում են Հայաստանի Հանրապետության օրենսդրական կարգավորումները, միջազգային փորձը, ինչպես նաև պահպանության ինստիտուցիոնալ և վարչարարական խնդիրները: Հետազոտության արդյունքում առաջարկվում են իրավական և կառավարման մեխանիզմների կատարելագործման ուղիներ՝ ուղղված ք. Երևանի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության արդյունավետության բարձրացմանը [1]:

Հոդվածի գիտական նորույթը պայմանավորված է Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության խնդրի ուսումնասիրությամբ ոչ միայն քաղաքաշինական կամ մշակութաբանական, այլև իրավական համալիր վերլուծության շրջանակում: Մինչ այժմ ոլորտում իրականացված հետազոտությունների մեծ մասը կենտրոնացել է առանձին ճարտարապետական օբյեկտների պատմաճարտարապետական արժեքի կամ քաղաքաշինական փոփոխությունների վրա, մինչդեռ իրավական կարգավորման բացերի համակարգային ուսումնասիրությունը սահմանափակ է: Ներդրումը կայանում է Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության գործող իրավական դաշտի ինքնուրույն համակարգային ուսումնասիրության և դրա արդյունքում առկա իրավական բացերի դասակարգման մեջ: Համադրվել է

Ժառանգության պահպանությանը վերաբերող իրավական նորմերը, դրանց կիրառման շրջանակը և Երևանի քաղաքային զարգացման համատեքստը՝ առանձնացնելով այն կարգավորումները, որոնք բավարար չեն 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության առանձնահատկությունների լիարժեք պաշտպանության համար: Կարևոր է նաև իրավական բացերի՝ ըստ դրանց բնույթի և կարգավորման փուլի դասակարգումը՝ ներառելով ճարտարապետական ժառանգության նույնականացման և գնահատման, հաշվառման և իրավական կարգավիճակի ամրագրման, պահպանության ռեժիմների սահմանման, վերականգնման և վերակառուցման, ինչպես նաև նոր կառուցապատման և քաղաքաշինական միջամտությունների նկատմամբ իրավական վերահսկողության խնդիրները: Հետազոտության արդյունքում ձևակերպվել են Երևանի 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության իրավական մեխանիզմների կատարելագործմանն ուղղված առաջարկություններ, որոնց նպատակն է առավել հստակեցնել արժեքավոր օբյեկտների իրավական պաշտպանության չափորոշիչները, նվազեցնել իրավական անորոշությունը և ապահովել ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ու քաղաքային զարգացման շահերի առավել հավասարակշռված համադրումը: Այսպիսով, աշխատանքի գիտական արժեքը ոչ միայն գործող իրավական կարգավորումների նկարագրության, այլև դրանց քննադատական համակարգման, կոնկրետ իրավական բացերի բացահայտման և դրանց հաղթահարման ուղղությամբ հիմնավորված առաջարկությունների մշակման մեջ է [2]:

Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանությանը վերաբերող իրավական նորմերի համակարգված վերլուծությունը հողվածում իրականացվում է մի քանի փոխկապակցված մակարդակներով, ինչը մինչ այժմ ամբողջական ձևով չի ուսումնասիրվել:

Հետազոտության շրջանակում ուսումնասիրվում են մշակութային ժառանգության պահպանությանը, քաղաքաշինությանը և տեղական ինքնակառավարմանը վերաբերող իրավական ակտերը՝ բացահայտելով դրանց միջև առկա հակասությունները և կիրառման խնդիրները:

Վերլուծությունը ներառում է.

- «Պատմության և մշակույթի անշարժ հուշարձանների ու պատմական միջավայրի պահպանության և օգտագործման մասին» ՀՀ օրենքի ուսումնասիրություն՝ պարզելու, թե ինչ չափանիշներով են 20-րդ դ. կառույցները ճանաչվում կամ չեն ճանաչվում որպես պահպանության ենթակա արժեքներ [3],
- «Քաղաքաշինության մասին» ՀՀ օրենքի և քաղաքաշինական ենթաօրենսդրական ակտերի վերլուծություն՝ հասկանալու համար, թե ինչպես են կառուցապատման թույլտվությունների գործընթացներում հաշվի առնվում մշակութային ժառանգության պահպանության պահանջները,
- Երևանի գլխավոր հատակագծի և գոտևորման փաստաթղթերի ուսումնասիրություն՝ գնահատելու պատմամշակութային միջավայրի պահպանության մեխանիզմների արդյունավետությունը,

- պետական և տեղական ինքնակառավարման մարմինների լիազորությունների բաշխման ուսումնասիրություն՝ բացահայտելու վերահսկողության և պատասխանատվության ոլորտներում առկա բացերը [4]:

Նյութեր և մեթոդներ

Հետազոտության իրականացման ընթացքում կիրառվել են իրավական, համեմատական և վերլուծական մեթոդներ՝ Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ոլորտում առկա խնդիրների բազմակողմանի ուսումնասիրման նպատակով: Աշխատանքի տեսական և փաստական հիմքը կազմող իրավական ակտերի ընտրությունը պայմանավորված է նրանով, որ մշակութային ժառանգության պահպանությունը և քաղաքաշինական զարգացումը Հայաստանում կարգավորվում են փոխկապակցված իրավական մեխանիզմներով: «Պատմության և մշակույթի անշարժ հուշարձանների ու պատմական միջավայրի պահպանության և օգտագործման մասին» օրենքը սահմանում է պատմամշակութային արժեքների պահպանության, օգտագործման և պաշտպանության հիմնական սկզբունքները, իսկ «Քաղաքաշինության մասին» օրենքը կարգավորում է տարածքների պլանավորման, կառուցապատման և քաղաքաշինական գործունեության իրականացման իրավական հիմքերը: Կառավարության որոշումները և ենթաօրենսդրական կարգավորումները լրացնում են այդ դրույթները՝ սահմանելով դրանց գործնական կիրառման ընթացակարգերը: Հետևաբար, նշված իրավական աղբյուրները հնարավորություն են տալիս ուսումնասիրել ինչպես մշակութային ժառանգության պահպանության պահանջները, այնպես էլ դրանց համադրումը ժամանակակից տարածքային և քաղաքաշինական զարգացման գործընթացների հետ [5]:

«Պատմության և մշակույթի անշարժ հուշարձանների ու պատմական միջավայրի պահպանության և օգտագործման մասին» օրենքը կարգավորում է պատմական շենքերի, հուշարձանների և դրանց պահպանական գոտիների իրավական կարգավիճակը, պահպանության, օգտագործման և փոփոխությունների թույլատրելիության սկզբունքները: Այս օրենքը հիմք է տալիս հասկանալու, թե ինչ պահանջներ են սահմանվում մշակութային արժեք ունեցող օբյեկտների նկատմամբ:

Կառավարության որոշումները և ենթաօրենսդրական կարգավորումները ներառվել են, քանի որ դրանք մանրամասնում են օրենքների կիրառման գործնական մեխանիզմները՝ սահմանելով ընթացակարգեր, չափանիշներ և պատասխանատու մարմինների լիազորություններ: Մշակութային ժառանգության և հուշարձանների պահպանության մասին՝ օրենքը հուշարձան է համարում ոչ միայն առանձին շենքեր, այլ նաև պատմական միջավայրը, լանդշաֆտը, պատմական կենտրոնները, հնավայրերը, համալիրները, հարակից տարածքները, որոնք անմիջականորեն շրջապատում են հուշարձանը և կարևոր են դրա պատմական, մշակութային, ճարտարապետական կամ տեսողական արժեքի պահպանման համար, օրինակ՝

- եկեղեցու շրջակա բակը,
- ամրոցի շուրջ գտնվող պաշտպանական գոտին,

- պատմական շենքի դիմացի հրապարակը,
- հնավայրին հարող տարածքները,
- պատմական միջավայր ձևավորող փողոցներն ու բաց տարածքները:

Ժառանգության նկատմամբ պետական մոտեցում: Օրենքը մշակութային ժառանգությունը դիտարկում է որպես ազգային արժեք, ոչ թե միայն սեփականություն:

Քանդման արգելք: Հուշարձանների քանդումը սկզբունքորեն արգելվում է:

Գիտական վերահսկողություն: Վերականգնման, վերակառուցման և հնագիտական պեղումների իրականացումը պահանջում է մասնագիտական եզրակացություններ:

Խնդիրներն ու հակասությունները: Հաճախ տեղի են ունենում ապօրինի վերակառուցումներ, ճակատների փոփոխություններ, պատմական շենքերի մասնակի ապամոնտաժումներ, բիզնես շահերի գերակայություն:

«Քաղաքաշինության մասին» օրենք: Սահմանում է տարածքների պլանավորման, կառուցապատման, վերակառուցման և քաղաքաշինական գործունեության իրականացման ընդհանուր կանոնները: Այն կարևոր է հասկանալու համար, թե ինչպես են նոր կառուցապատման և զարգացման գործընթացները համադրվում պատմական միջավայրի պահպանության պահանջների հետ:

«Քաղաքաշինության մասին» օրենքի վերլուծություն: Օրենքի նպատակն ու կարգավորումը՝

- տարածքային պլանավորում,
- կառուցապատում, նախագծման թույլտվություններ,
- քաղաքաշինական փաստաթղթեր, շինարարության վերահսկողություն:

Տարածքային պլանավորումը քաղաքաշինական գործունեության կարևոր ուղղություն է, որի միջոցով սահմանվում են տարածքների օգտագործման, զարգացման և կառուցապատման սկզբունքները: Այն իրականացվում է քաղաքաշինական ծրագրային փաստաթղթերի հիման վրա և նպատակ ունի ապահովել տարածքների կայուն զարգացումը, ռացիոնալ օգտագործումը, շրջակա միջավայրի պահպանությունը և բնակչության կենսագործունեության բարենպաստ պայմանների ստեղծումը: Այս միջոցառումները միտված են.

- ապահովել տարածքների արդյունավետ և նպատակային օգտագործումը,
- որոշել բնակելի, հասարակական, արտադրական, գյուղատնտեսական, հանգստի և այլ գոտիների տեղաբաշխումը,
- կազմակերպել տրանսպորտային և ինժեներական ենթակառուցվածքների զարգացումը,
- պահպանել շրջակա միջավայրը, պատմամշակութային հուշարձանները և բնական ռեսուրսները,
- ստեղծել բնակչության համար անվտանգ և բարենպաստ կենսամիջավայր:

Տարածքային պլանավորման գործնական կիրառությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ. եթե համայնքը նախատեսում է կառուցել նոր բնակելի թաղամաս, ապա նախապես սահմանվում են՝

- բնակելի շենքերի կառուցման համար նախատեսված տարածքները,

- դպրոցների, մանկապարտեզների, այգիների և այլ հասարակական նշանակության օբյեկտների տեղակայման վայրերը,
- ճանապարհների, ջրա-, գազա-, էլեկտրամատակարարման և այլ ինժեներական ենթակառուցվածքների անցկացման ուղղությունները,
- տվյալ տարածքում կառուցապատման համար սահմանված պահանջներն ու սահմանափակումները:

Այսպիսով, տարածքային պլանավորումը ապահովում է տարածքի կազմակերպված, անվտանգ և կայուն զարգացումը՝ հաշվի առնելով բնակչության ներկա և ապագա կարիքները:

Ուսումնասիրվել են Երևանի 20-րդ դարի ճարտարապետական արժեք ներկայացնող շենքերի պահպանության, վերակառուցման կամ ապամոնտաժման վերաբերյալ պաշտոնական փաստաթղթեր, մասնագիտական հրապարակումներ, գիտական հոդվածներ և քաղաքաշինական ծրագրեր: Հետազոտության շրջանակում կիրառվել է նաև դեպքերի ուսումնասիրության մեթոդը, որի միջոցով վերլուծվել են հանրային լայն արձագանք ստացած մի շարք ճարտարապետական օբյեկտների պահպանության կամ կորստի օրինակները [6]:

Երևանի «Ռոսիա» կինոթատրոն - որպես արդեն կորցված ճարտարապետական համալիր, որը հաճախ դիտարկվում է որպես իրավական պաշտպանության անբավարարության և արագ քաղաքաշինական վերափոխումների ազդեցության օրինակ: Այն խորհրդային մոդեռնիստական քաղաքաշինության հետաքրքիր օրինակ է, որտեղ շեշտված են հորիզոնական ծավալներն ու հանրային տարածքի գաղափարը: «Ռոսիա» կինոթատրոնը համարվում է Երևանի ամենամոդեռնիստական կառույցներից մեկը: Ցավոք, այսօր այն հայտնվել է այնպիսի միջավայրում, որը թույլ չի տալիս շենքն ընկալել այնպես, ինչպես որ այն նախատեսել էին հեղինակները՝ Հրաչ Պողոսյանը, Արթուր Թարխանյանն ու Սպարտակ Խաչիկյանը (նկ. 1, նկ. 2.) [7]:



Նկ. 1. Ռոսիա կինոթատրոնի նախկին տեսքը՝ 1974թ., վերանվանվանված «Այրարատ»



Նկ. 2. Ռոսիա կինոթատրոնի ներկայիս տեսքը՝ որպես առևտրամշակութային կենտրոն [7]

Ուսումնասիրության մեթոդը թույլ է տալիս տեսական մակարդակով դիտարկել իրավական կարգավորումները, քաղաքաշինական իրավիճակները՝ վերլուծելով հանրային լայն արձագանք ստացած ճարտարապետական օբյեկտների ճակատագիրը: Մասնավորապես, ընտրվել են այնպիսի դեպքեր, որոնք ներկայացնում են տարբեր իրավիճակային մոդելներ՝ պահպանություն,

մասնակի վերափոխում և ամբողջական կորուստ: Այս դեպքերի համադրական վերլուծությունը հնարավորություն է տվել բացահայտելու, թե ինչպես են իրավական նորմերը գործել և ինչ հանգամանքներ են ազդել որոշումների կայացման վրա: Ուսումնասիրվել են այն օբյեկտները, որոնք ունեն խորհրդային մոդեռնիզմի կամ ուշ մոդեռնիստական ճարտարապետության առանձնահատկություններ և որոնք են եղել զարգացման քննարկումների կենտրոնում: Վերլուծության ընթացքում դիտարկվել են՝

- օբյեկտների իրավական կարգավիճակի փոփոխության փուլերը,
- պետական և տեղական մարմինների կողմից կայացված որոշումների հիմքերը,
- քաղաքաշինական նախագծերի ազդեցությունը դրանց պահպանության վրա,
- հանրային և մասնագիտական արձագանքների դերը որոշումների ընթացքի վրա:

Համեմատական մեթոդի կիրառմամբ դիտարկվել է միջազգային փորձը, մասնավորապես, եվրոպական քաղաքներում 20-րդ դարի մոդեռնիստական և խորհրդային շրջանի ճարտարապետության պահպանության իրավական մոտեցումները: Սա հնարավորություն է տվել բացահայտելու իրավակարգավորման առանձնահատկություններն ու բացերը, ինչպես նաև առաջարկելու ոլորտի կատարելագործման հնարավոր ուղղություններ: Կիրառվել են համակարգային և բովանդակային վերլուծության մեթոդներ, որոնց միջոցով գնահատվել են գործող իրավական մեխանիզմների արդյունավետությունը, դրանց կիրառումն ու ազդեցությունը Երևանի պատմամշակութային միջավայրի պահպանության վրա:

Արդյունքներ և քննարկում

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ Երևանի 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ոլորտում առկա են էական իրավական և ինստիտուցիոնալ խնդիրներ, որոնք խոչընդոտում են պատմամշակութային արժեք ներկայացնող շենքերի արդյունավետ պահպանությանը: Գործող օրենսդրության վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ մշակութային ժառանգության պահպանությանը վերաբերող իրավական ակտերը հիմնականում կենտրոնացված են առավել հին պատմամշակութային շերտերի վրա, մինչդեռ 20-րդ դարի, հատկապես խորհրդային շրջանի ճարտարապետությունը հաճախ չի դիտարկվում որպես լիարժեք պահպանության ենթակա արժեք: Իրավական հիմնական բացերից մեկը հուշարձանների հաշվառման և կարգավիճակի շնորհման գործընթացի սահմանափակ արդյունավետությունն է: Շատ ճարտարապետական օբյեկտներ, որոնք ունեն պատմական, գեղարվեստական կամ քաղաքաշինական նշանակություն, ընդգրկված չեն պահպանվող հուշարձանների ցանկում, ինչի հետևանքով դրանք ենթակա են վերափոխման կամ քանդման՝ առանց բավարար մասնագիտական գնահատման: Միաժամանակ, պահպանության չափանիշները հաճախ ձևակերպված չեն հստակ և միասնական սկզբունքներով, ինչը ստեղծում է իրավական մեկնաբանությունների լայն դաշտ:

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: 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:

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:

Արդյունքում՝ չիրականացվեց համարժեք մասնագիտական գնահատում դրա պահպանման հնարավորության վերաբերյալ, չկատարվեց ամբողջական փաստագրում, չիրականացվեց դրա տեղում նախատեսված նախագիծը, տարածքը մնաց անօգտագործելի (նկ. 3, 4) [8]: 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգությունը Հայաստանում ոչ միայն չի պահպանվում, այլ հաճախ վերանում է առանց պատշաճ փաստագրման և գիտական գնահատման:



Նկ. 3. Երիտասարդական պալատը, կառուցված 1970-ականներին



Նկ. 4. Ամբողջությամբ քանդված 2004–2007 թթ. [8]

Քաղաքաշինական և ներդրումային շահերը հաճախ գերակայում են ժառանգության պահպանության սկզբունքներին: Վերջին տասնամյակներում Երևանի կենտրոնական հատվածներում իրականացված մի շարք կառուցապատումներ հանգեցրել են 20-րդ դ. արժեքավոր շենքերի մասնակի կամ ամբողջական կորստի, ինչպես նաև պատմական միջավայրի խախտման: Այս գործընթացներում նկատվում է պետական և տեղական կառավարման մարմինների միջև լիազորությունների ոչ հստակ բաշխում, ինչպես նաև հանրային մասնակցության սահմանափակ մակարդակ:

Համեմատական ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ մի շարք եվրոպական երկրներում 20-րդ դ. մոդեռնիստական և հետպատերազմյան ճարտարապետությունը դիտարկվում է որպես

մշակութային ժառանգության կարևոր մաս և պաշտպանվում է հատուկ իրավական ու մասնագիտական մեխանիզմներով: Այդ փորձը վկայում է, որ ժառանգության պահպանության արդյունավետ համակարգը պահանջում է ոչ միայն իրավական կարգավորումների առկայություն, այլև հանրային իրազեկվածության բարձրացում, մասնագիտական անկախ գնահատման համակարգ և երկարաժամկետ քաղաքաշինական ռազմավարություն:

Քննարկման արդյունքում կարելի է եզրակացնել, որ Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության հիմնական խնդիրը ոչ միայն իրավական նորմերի թերի լինելն է, այլև դրանց կիրառման սահմանափակ արդյունավետությունը: Անհրաժեշտ է մշակել ժամանակակից ճարտարապետական ժառանգության գնահատման հստակ չափորոշիչներ, ընդլայնել պահպանվող օբյեկտների ցանկը, ամրապնդել վերահսկողական մեխանիզմները և ապահովել հանրային ու մասնագիտական շրջանակների ակտիվ ներգրավվածությունը որոշումների կայացման գործընթացում:

Երևանի ներկայիս համակարգի և եվրոպական մոդելների միջև հիմնական մոտեցման տարբերությունը հետևյալն է.

- ճարտարապետությունը գնահատվում է որպես **20-րդ դ. մշակութային ինքնություն շերտ**,
- պաշտպանությունը տարածվում է նաև միջավայրի և գործառույթի վրա,
- կիրառվում են հատուկ չափորոշիչներ մոդեռնիզմի համար (ոչ թե ընդհանուր հուշարձանային կանոններ),
- պետությունը պարտավոր է պահպանել ոչ միայն ձևը, այլ նաև գաղափարը:

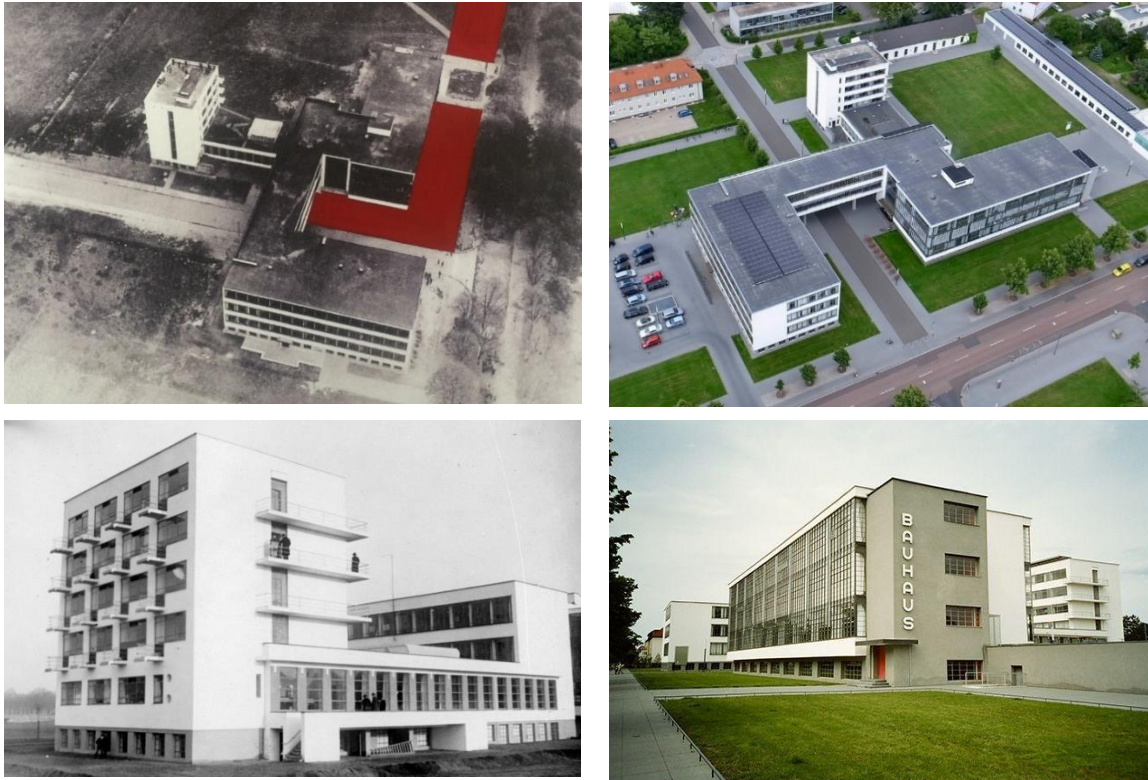
Երևանի համար նման մոտեցման դեպքում կարող են պաշտպանվել ոչ միայն առանձին շենքեր, այլ նաև ամբողջ մոդեռնիստական թաղամասեր, 20-րդ դարի ճարտարապետությունը կստանա ինքնություն իրավական դասակարգում, կգնահատվի քաղաքաշինական և գաղափարական արժեքը:

Եվրոպական մոդելների կիրառելիությունը Երևան քաղաքի համար

Եվրոպական երկրների փորձի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանությունը հիմնված է ոչ միայն իրավական պաշտպանության դասական մեխանիզմների, այլև մոդեռնիստական ճարտարապետության՝ որպես ինքնություն մշակութային շերտի ճանաչման վրա: Այս մոտեցումն առանձնահատուկ է նրանով, որ ժառանգությունը դիտարկվում է ոչ միայն առանձին օբյեկտների մակարդակում, այլ նաև որպես գաղափարական, քաղաքաշինական և միջավայրային ամբողջություն:

Այս համատեքստում առանձնահատուկ նշանակություն ունի Բաուհաուսի օրինակը, որտեղ պահպանությունն իրականացվում է ոչ միայն շենքային համալիրի, այլ նաև դրա ֆունկցիոնալ և գաղափարական համակարգի պահպանման տրամաբանությամբ: Բաուհաուսի փորձը ցույց է տալիս, որ 20-րդ դ. ճարտարապետությունը կարող է դիտարկվել որպես մշակութային ինքնության կրող համակարգ, որի արժեքը պայմանավորված է ոչ միայն նյութական, այլև գաղափարական բաղադրիչներով: Բաուհաուսը պաշտպանված է ոչ միայն որպես առանձին շենք, այլ

որպես ճարտարապետական գաղափարական դպրոց և ամբողջական համակարգ: Պահպանությունը ներառում է շենքերը, ֆունկցիոնալ օգտագործումը (կրթական միջավայր), քաղաքային համատեքստը և նախագծման սկզբունքները: Այստեղ օրենքը պաշտպանում է ոչ միայն «քարը», այլ նաև մոդեռնիզմի գաղափարը որպես մշակութային արժեք: Բաուհաուսի փորձը ցույց է տալիս, որ 20-րդ դարի ճարտարապետությունը կարող է դիտարկվել որպես մշակութային ինքնության կրող ամբողջական համակարգ, որի արժեքը պայմանավորված է ոչ միայն նյութական շերտով, այլև նրա գաղափարական, սոցիալական և կրթական բաղադրիչներով (նկ. 5), [9]:



*Նկ. 5. Բաուհաուսի (Bauhaus Dessau) համալիրը՝
ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի համաշխարհային ժառանգություն [9]*

Գերմանիայում մոդեռնիստական ժառանգությունը դիտարկվում է որպես ազգային ինքնության մաս: Այս մոտեցումը կիրառելի է հատկապես Երևանի համար, որտեղ խորհրդային մոդեռնիզմի բազմաթիվ օրինակներ ներկայումս գտնվում են վերաիմաստավորման կամ կորստի վտանգի տակ: Եթե եվրոպական փորձը շեշտադրում է ժառանգության «ամբողջականության» պահպանումը, ապա Երևանի դեպքում ևս անհրաժեշտ է դիտարկել ոչ միայն առանձին շենքերի արտաքին տեսքը, այլև դրանց քաղաքաշինական դերը, հանրային գործառույթը և գաղափարական նշանակությունը: Այն կարող է նպաստել խորհրդային շրջանի ճարտարապետության ընկալմանը ոչ թե որպես անցանկալի անցյալի մնացորդ, այլ որպես քաղաքի մշակութային հիշողության և ինքնության կարևոր շերտ: Միևնույն ժամանակ եվրոպական մոդելների կիրառումը չի կարող մեխանիկական լինել: Երևանի սոցիալական, տնտեսական և ինստիտուցիոնալ պայմանները պահանջում են տեղայնացված մոտեցումներ, որտեղ պահպանությունը կհամադրվի արդիական օգտագործման, համայնքային ներգրավման և տնտեսական կենսունակության հետ: Բաուհաուսի

օրինակը ցույց է տալիս, թե ինչպես կարելի է պահպանել ճարտարապետական ժառանգության ոչ միայն նյութական, այլև գաղափարական և մշակութային ձևերը:

Նմանատիպ մոտեցում կիրառվում է նաև Ֆրանսիայում՝ ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի շրջանակում ճանաչված **Լե Կորբյուզիեի** (Le Corbusier) նախագծերի պահպանության դեպքում, մասնավորապես, Յունիտե դ'Աբիտասիոնի (Unité d'Habitation) համալիրի օրինակով: Այստեղ պահպանության առարկա է ոչ միայն շենքի ֆիզիկական կառուցվածքը, այլև այն սոցիալական և քաղաքաշինական գաղափարախոսությունը, որի հիման վրա ձևավորվել էր նախագիծը:

Յունիտե դ'Աբիտասիոնը (ֆր. Unité d'Habitation, «Բնակելի միավոր») դիտարկվում է որպես մոդեռնիստական ճարտարապետության ամբողջական մանիֆեստ, որտեղ բնակելի միջավայրը, հանրային տարածքները և կոլեկտիվ կյանքի կազմակերպման սկզբունքները կազմում են միասնական համակարգ: **Լե Կորբյուզիեի** նախագծերը (օր.՝ Cité Radieuse, Marseille) ընդգրկված են ՅՈՒՆԵՍԿՕ-ի Համաշխարհային ժառանգության ցանկում՝ որպես մոդեռնիստական ճարտարապետության միասնական համալիր (նկ. 6), [10]: Այստեղ կարևոր է, որ գնահատումը չի սահմանափակվում շենքով, այլ ներառում է նաև միջավայրային և քաղաքաշինական համատեքստը:

Ֆրանսիայում 20-րդ դ. ճարտարապետությունը ներառված է ազգային հուշարձանների պաշտպանության համակարգում որպես ինքնուրույն արժեքային շերտ:



Նկ. 6. Յունեսկոյի շրջանակում ճանաչված Լե Կորբյուզիեի նախագիծը (Unité d'Habitation, Cité Radieuse, Marseille բնակելի համալիր) [10]

Այս փորձը կարևոր է Երևանի համար, քանի որ այն ցույց է տալիս, որ մոդեռնիստական ժառանգության արժեքավորումը կարող է հիմնվել ոչ միայն գեղագիտական կամ պատմական չափանիշների վրա, այլև տվյալ կառույցների սոցիալական և գաղափարական նշանակության ճանաչման միջոցով: Խորհրդային շրջանում Երևանի մի շարք շենքեր և համալիրներ նույնպես

ստեղծվել էին որպես նոր կենսակերպի, հանրային հարաբերությունների և քաղաքային մշակույթի արտահայտություններ: Հետևաբար, դրանց պահպանությունը կարող է դիտարկվել ոչ միայն որպես առանձին ճարտարապետական օբյեկտների պաշտպանություն, այլև որպես քաղաքային հիշողության և մշակութային ինքնության պահպանման գործընթաց [11]: Այս համատեքստում եվրոպական փորձը կարևոր մեթոդաբանական հիմք է տալիս վերաիմաստավորելու Երևանի մոդեռնիստական ժառանգությունը որպես բազմաշերտ մշակութային համակարգ, որտեղ նյութական և ոչ նյութական արժեքները փոխկապակցված են:

Այստեղ պահպանության առարկա է ոչ միայն որոշակի շենքը, այլև մոդեռնիստական ճարտարապետության ամբողջական տեսլականը՝ ներառյալ տարածքային կազմակերպումը, սոցիալական ֆունկցիան և քաղաքաշինական սկզբունքները: Եվրոպական այս փորձը ցույց է տալիս երեք հիմնական սկզբունք, որոնք կարող են կիրառվել Երևանի պայմաններում. առաջին՝ 20-րդ դարի ճարտարապետության առանձին իրավական և արժեքային խմբի ձևավորում, երկրորդ՝ միջավայրային և ոչ միայն օբյեկտային պահպանության ապահովում, երրորդ՝ ճարտարապետական ժառանգության գնահատման մեջ գաղափարական և քաղաքաշինական չափանիշների ներառում [12]:

Երևանի քաղաքային միջավայրում, որտեղ 20-րդ դ. մոդեռնիստական ճարտարապետությունը կազմում է զգալի շերտ, այս մոտեցման հարմարեցումը կարող է ունենալ համակարգային նշանակություն: Այն թույլ կտա հաղթահարել ներկայիս իրավական համակարգի սահմանափակումները, որտեղ հուշարձանային պաշտպանության մեխանիզմները հիմնականում կենտրոնացած են դասական պատմական ժառանգության վրա և բավարար չափով չեն անդրադառնում խորհրդային շրջանի ճարտարապետությանը: Եվրոպական մոդելների կիրառելիությունը Երևանի համար արտահայտվում է ոչ թե ուղղակի իրավական փոխառությամբ, այլ ինտեգրված մոտեցման ձևավորմամբ, որտեղ 20-րդ դ. ճարտարապետությունը դիտարկվում է որպես ինքնուրույն պաշտպանվող մշակութային շերտ՝ իր միջավայրային, սոցիալական և գաղափարական ամբողջականությամբ:

Այսպիսով, Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության արդյունավետությունը հնարավոր է բարձրացնել միայն իրավական, կառավարչական և հանրային մեխանիզմների համադրված բարեփոխումների միջոցով: Ժառանգության պահպանումը պետք է դիտարկվի ոչ միայն որպես մշակութային արժեքների պաշտպանության խնդիր, այլև որպես քաղաքի պատմական հիշողության, ինքնության և կայուն զարգացման կարևոր նախապայման:

Եզրակացություն

Երևանի հիմնական խնդիրը միայն առանձին շենքերի կորուստը չէ, այլ ամբողջ քաղաքային հիշողության աստիճանական քայքայումը: Գործող իրավական համակարգը դեռևս ամբողջությամբ հարմարեցված չէ 20-րդ դ. քաղաքային ժառանգության պահպանությանը, հատկապես խորհրդային մոդեռնիզմի, պատմական թաղամասերի և քաղաքային ամբողջական միջավայրի

պաշտպանության հարցերում: Հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ Երևանի 20-րդ դ. Ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ոլորտում առկա են զգալի իրավական և կառավարման բնույթի բացեր, որոնք վտանգում են քաղաքի պատմամշակութային ինքնության պահպանումը: Գործող օրենսդրական համակարգը լիարժեք չի արձագանքում ժամանակակից ճարտարապետական ժառանգության պահպանության պահանջներին, հատկապես խորհրդային շրջանի և մոդերնիստական արժեք ներկայացնող կառույցների դեպքում: Ուսումնասիրությունների հիման վրա կարելի է պնդել, որ քաղաքաշինական և տնտեսական շահերի գերակայությունը հաճախ հանգեցնում է պատմամշակութային արժեք ներկայացնող շենքերի վերափոխման կամ ոչնչացման: Միաժամանակ, պահպանության ոլորտում առկա է ինստիտուցիոնալ համակարգման պակաս, վերահսկողական մեխանիզմների թուլություն և հանրային մասնակցության սահմանափակ մակարդակ: Այս հանգամանքները նվազեցնում են իրավական պաշտպանության արդյունավետությունը և նպաստում ճարտարապետական ժառանգության աստիճանական կորստին: Միջազգային փորձի համեմատական վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ 20-րդ դարի ճարտարապետության պահպանությունը պահանջում է համալիր մոտեցում, որը ներառում է հստակ իրավական կարգավորումներ, մասնագիտական գնահատման անկախ համակարգ, հանրային իրազեկվածության բարձրացում և երկարաժամկետ քաղաքաշինական քաղաքականություն: Այս առումով Հայաստանի համար կարևոր է վերանայել գործող օրենսդրությունը՝ ընդլայնելով պահպանվող ժառանգության շրջանակը և ներդնելով ժամանակակից պահպանական չափորոշիչներ: Այս մոտեցումը բավական հիմնավորված է Հայաստանի համար՝ հատկապես հաշվի առնելով մշակութային ժառանգության բազմաշերտությունն ու ներկայիս սպառնալիքները (քաղաքաշինական ճնշում, անբավարար վերահսկողություն, կլիմայական ազդեցություններ և այլն): Եթե օրենսդրությունը վերանայվի, ընդլայնելով պահպանվող ժառանգության շրջանակը, ապա դա կարող է ներառել ոչ միայն դասական հուշարձանները, այլ նաև.

- ոչ նյութական մշակութային ժառանգությունը (ավանդույթներ, արհեստներ, ծեսեր),
- արդյունաբերական ժառանգությունը (հին գործարաններ, տեխնիկական կառույցներ),
- խորհրդային շրջանի ճարտարապետությունը, որը հաճախ չի ընկալվում որպես պահպանման արժանի,
- քաղաքային պատմական միջավայրերը որպես ամբողջական համակարգ, ոչ միայն առանձին շենքեր:

Ժամանակակից պահպանական չափորոշիչների ներդրումը սովորաբար նշանակում է՝

- միջազգային ստանդարտներին մոտեցում (օր. Վենետիկյան կանոնադրության և ICOMOS-ի սկզբունքների կիրառում),
- թվային քարտեզագրում և 3D փաստագրում,
- ռիսկերի գնահատման համակարգերի ստեղծում,
- վերականգնման աշխատանքների ավելի խիստ վերահսկում՝ «վերականգնում առանց աղավաղման» սկզբունքով,

- համայնքային մասնակցության ուժեղացում:

Հայաստանի դեպքում հատկապես կարևոր է հավասարակշռել երկու մոտեցում՝ զարգացումը (քաղաքաշինություն, ենթակառուցվածքներ) և ժառանգության պահպանումը, որովհետև առանց հստակ չափորոշիչների այդ հավասարությունը հաճախ խախտվում է:

Գրականության ցանկ

- [1] ՀՀ օրենքը «Պատմության և մշակույթի անշարժ հուշարձանների ու պատմական միջավայրի պահպանության և օգտագործման մասին», Երևան 2002,
https://www.arlis.am/hy/acts/203251?utm_source.https://www.unesco.org/en/cultnatlaws/law-protection-and-use-immovable-monuments-history-and-culture-and-historical-surroundingamended?utm_source.
- [2] **M. Sahakyan, A. Aloyan**, Current Tendencies of the Yerevan Small Center Revaluation and Modernization, in: Proceedings of the 4th International Conference on Architecture: Heritage, Traditions and Innovations (AHTI 2022). Athena Transactions in Social Sciences and Humanities 2 (2023) 383–389, DOI: <https://doi.org/10.55060/s.atssh.221230.052>.
- [3] **Z. Mamian**, Some Issues of Reconstruction of Public Centers and Conservation of Historical Cultural Heritage in Yerevan. Advanced Materials Research 1020 (2014), 707–710.
- [4] **M. Harutyunyan**, The Stages of Development of Architecture and Observance of Architectural Heritage in the Republic of Armenia. Sustainable Engineering and Innovation 4 (2) (2022) 217–226.
- [5] https://www.e-draft.am/projects/1274/about?utm_source.
- [6] ՀՀ օրենք «Քաղաքաշինության մասին», ընդունվել է 1998 թ.,
<<https://www.irtek.am/views/act.aspx?aid=150111>>, <<https://www.arlis.am/hy/acts/69797>>.
- [7] <https://mediamax.am/am/specialprojects/yerevan-XX-century/6188/>.
- [8] **Ա. Ալեքսանյան, Լ. Կիրակոսյան**, 20-րդ դարի Հայաստանի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության խնդիրները, ՃՇՀԱՀ Գիտ. աշխ. 1 (94) (2026) էջ 29-42:
- [9] https://whc.unesco.org/en/list/729?utm_source.
- [10] <https://www.archdaily.com/85971/ad-classics-unite-d-habitation-le-corbusier>
- [11] ՀՀ իրավական տեղեկատվական համակարգ (ARLIS), Available from:
<https://www.arlis.am/hy/acts/55940?utm_source.>.
- [12] Docomomo International, 2024 – CC BY 4.0, 280 p. (20-րդ դարի մոդեռնիստական ճարտարապետության պահպանության միջազգային հարթակ),
DOI: <https://doi.org/10.52200/docomomo.books.01>:

ПРАВОВЫЕ ПРОБЕЛЫ В СФЕРЕ СОХРАНЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО НАСЛЕДИЯ Г. ЕРЕВАНА 20- ГО ВЕКА

Арменуи Альбертовна Алексанян

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

Исследуются существующие правовые пробелы в сфере сохранения архитектурного наследия г. Еревана 20-го века и их влияние на сохранение историко-культурной городской среды. Анализируются действующие законодательные нормы Республики Армения, полномочия органов местного самоуправления, механизмы охраны культурных ценностей и эффективность их применения. Особое внимание уделяется правовому статусу объектов архитектуры советского периода и модернистской архитектуры, а также проблеме “неопределённости критериев сохранения” - в какой степени и каким образом должен сохраняться тот или иной архитектурный, или историко-культурный объект. Также исследуется и анализируется влияние градостроительной и инвестиционной политики на историческую среду города. Рассматриваются следующие вопросы: подлежит ли здание сохранению полностью или только его отдельные элементы; какие изменения допустимы в процессе реконструкции; по каким критериям оценивается историко-культурная ценность здания. В статье представлены сравнительные обзоры международного опыта и сформулированы предложения, направленные на совершенствование правовой базы, укрепление институциональных механизмов охраны наследия и сохранение архитектурной идентичности г. Еревана.

Ключевые слова: наследие XX века, сохранение культурного наследия, правовые пробелы, градостроительство, историко-культурная среда, модернистская архитектура

LEGAL GAPS IN THE PRESERVATION OF YEREVAN'S 20TH-CENTURY ARCHITECTURAL HERITAGE

Armenuhi Aleksanyan

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

Examines the existing legal gaps in the preservation of Yerevan's twentieth-century architectural heritage and their impact on the protection of the city's historical and cultural environment. It analyzes the current legislative framework of the Republic of Armenia, the powers of local self-government bodies, mechanisms for the protection of cultural assets, and the effectiveness of their implementation. Particular attention is paid to the legal status of Soviet-era and modernist architectural structures, as well as to the ambiguity of preservation criteria - namely, to what extent and by what means a given architectural or historical-cultural property should be preserved. The study addresses the following questions: Should a building be preserved in its entirety or only certain elements of it? What modifications are permissible during reconstruction or redevelopment? According to which criteria is the historical and cultural value of a building assessed? The article also examines and analyzes the impact of urban development and investment policies on the historical environment. In addition, it presents comparative observations of international experience and

offers recommendations aimed at improving the legal framework, strengthening institutional mechanisms for heritage protection, and preserving the architectural identity of Yerevan.

Keywords: *20th-century heritage, cultural heritage preservation, legal gaps, urban planning, historical and cultural environment, modernist architecture*

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

Александян Арменуи Альбертовна (РА, г. Ереван) – НУАА, кафедра Дизайна, ассистент, (+374)94477434, aleksanyan.armenuhi@yandex.com

Aleksanyan Armenuhi (RA, Yerevan) – NUACA, Department of Design, Assistant, (+374)94477434, aleksanyan.armenuhi@yandex.com

Ներկայացվել է՝ 16.06.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 29.09.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

**Ք. ԵՐԵՎԱՆԻ 20-ՐԴ ԴԱՐԻ ՇԵՆՔԵՐԻ ՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՎԵՐԱԿԱՌՈՒՑՄԱՆ
ՀԱԿԱՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

Արմենուհի Ալբերտի Ալեքսանյան*, Արա Հրայրի Հովսեփյան

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

Հոդվածը նվիրված է 20-րդ դարում կառուցված երևանյան շենքերի պահպանության և վերակառուցման գործընթացներում առաջացող հիմնախնդիրների ուսումնասիրությանը: Քննարկվում են քաղաքաշինական զարգացման, մշակութային ժառանգության պահպանության և տնտեսական շահերի միջև առկա հակասությունները, որոնք ազդում են մայրաքաղաքի ճարտարապետական դիմագծի ձևավորման վրա: Վերլուծվում են ք. Երևանի տարբեր շրջաններում իրականացված վերակառուցման նախագծերը, դրանց ազդեցությունը պատմամշակութային միջավայրի և քաղաքային ինքնության պահպանման վրա: Ուշադրություն է դարձվում խորհրդային ժամանակաշրջանի ճարտարապետական ժառանգության գնահատման, իրավական կարգավորման և հանրային մասնակցության խնդիրներին: Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ 20-րդ դարի շենքերի պահպանության արդյունավետ քաղաքականությունը պահանջում է հավասարակշռված մոտեցում, որը կհամատեղի ժառանգության պահպանման սկզբունքները և ժամանակակից քաղաքաշինական պահանջները:

Բանալի բառեր. ք. Երևան, 20-րդ դարի ճարտարապետություն, մշակութային ժառանգություն, պատմական միջավայր, վերակառուցում, պահպանություն, ճարտարապետական ինքնություն

Ներածություն

Ք. Երևանը, որպես Հայաստանի Հանրապետության մայրաքաղաք, 20-րդ դարի ընթացքում կրել է լայնածավալ քաղաքաշինական և ճարտարապետական վերափոխումներ, որոնց արդյունքում ձևավորվել է քաղաքի ժամանակակից դիմագիծը: Այդ ժամանակաշրջանում կառուցված շենքերը ոչ միայն արտացոլում են տվյալ դարի ճարտարապետական ուղղություններն ու տեխնոլոգիական հնարավորությունները, այլև պատմական, մշակութային և հասարակական արժեքների կրողներ են: Սակայն վերջին տասնամյակներին քաղաքի ինտենսիվ զարգացումը, նոր կառուցապատման ծրագրերը և անշարժ գույքի շուկայի պահանջները հաճախ բխվում են 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության խնդիրներին:

Երևանում իրականացվող վերակառուցման և արդիականացման գործընթացները մի կողմից նպաստում են քաղաքային միջավայրի զարգացմանն ու ժամանակակից պահանջներին համապատասխանեցմանը, իսկ մյուս կողմից վտանգում են պատմականորեն արժեքավոր շենքերի

ամբողջականությունն ու ինքնատիպությունը: Հատկապես վիճահարույց են խորհրդային ժամանակաշրջանի կառույցների պահպանության հարցերը, քանի որ դրանց մշակութային և պատմական նշանակության գնահատումը հաճախ ենթարկվում է տարբեր մեկնաբանությունների [1]:

Հոդվածի նպատակն է ուսումնասիրել Երևանի 20-րդ դարի շենքերի պահպանության և վերակառուցման գործընթացներում առկա հակասությունները, բացահայտել դրանց առաջացման հիմնական պատճառները և գնահատել դրանց ազդեցությունը քաղաքի պատմամշակութային միջավայրի վրա: Հետազոտության շրջանակում վերլուծվում են քաղաքաշինական քաղաքականությունը, իրավական կարգավորումները, հասարակական վերաբերմունքը և առանձին շենքերի վերակառուցման օրինակները՝ նպատակ ունենալով առաջարկել ժառանգության պահպանության և քաղաքային զարգացման միջև հավասարակշռված մոտեցումներ [2]:

Հետազոտության գիտական նորույթը պայմանավորված է Երևանի 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և վերակառուցման գործընթացների համալիր ուսումնասիրությամբ՝ դրանք դիտարկելով ոչ միայն որպես ճարտարապետական, այլև որպես քաղաքաշինական, մշակութային և սոցիալական փոխկապակցված երևույթներ: Աշխատանքում վերլուծվում են Երևանի 20-րդ դարի շենքերի պահպանության և վերակառուցման միջև առկա հակասությունները՝ բացահայտելով դրանց առաջացման հիմնական գործոնները և ազդեցությունը քաղաքի պատմամշակութային միջավայրի վրա:

Հետազոտության շրջանակում իրականացվել է Երևանի 20-րդ դարի ընթացքում կառուցված շենքերի պահպանության, վերականգնման և վերակառուցման գործընթացներում ի հայտ եկող հակասությունների համակարգային ուսումնասիրություն և դասակարգում՝ բացահայտելով դրանց առաջացման հիմնական պատճառներն ու դրսևորման ձևերը:

Երևանի պատմական կառուցապատման ձևավորման առանձնահատկությունները,

- 19-րդ դ. և 20-րդ դարասկզբի ճարտարապետական արժեքները,
- պատմական շենքերի արժեքավորման սկզբունքները,
- պատմական միջավայրի պահպանության անհրաժեշտությունը [3]:

Ստացված արդյունքները կարող են ծառայել որպես տեսական և գործնական հիմք Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ռազմավարությունների մշակման և քաղաքաշինական որոշումների կայացման գործընթացում:

Հետազոտության շրջանակում վերլուծության են ենթարկվել Երևանի 20-րդ դարի շենքերի պահպանության և վերակառուցման գործընթացներում առկա հակասությունները, ինչը հնարավորություն է տվել բացահայտել և դասակարգել դրանց հիմնական դրսևորումներն ու առաջացման գործոնները: Իրականացվել է Երևանի 20-րդ դ. շենքերի պահպանության և վերակառուցման գործընթացներում առաջացող հակասությունների համակարգային ուսումնասիրություն և դասակարգում [4]: Վերլուծության արդյունքում առանձնացվել են հակասությունների մի քանի հիմնական խմբեր՝ քաղաքաշինական, ճարտարապետական, իրավական, սոցիալ-մշակութային

և տնտեսական: Քաղաքաշինական հակասությունները պայմանավորված են պատմական կառուցապատման պահպանման և ժամանակակից քաղաքային զարգացման պահանջների միջև առկա անհամապատասխանություններով: Ճարտարապետական հակասությունները կապված են շենքերի սկզբնական հորինվածքային և գեղարվեստական առանձնահատկությունների պահպանման ու դրանց գործառնության արդիականացման միջև հավասարակշռության խնդրի հետ: Իրավական հակասությունները դրսևորվում են 20-րդ դ. բազմաթիվ շենքերի պահպանական կարգավիճակի անորոշությամբ, ժառանգության պահպանության ոլորտում գործող նորմատիվային դաշտի թերություններով և վերահսկողական մեխանիզմների սահմանափակ արդյունավետությամբ:

Սոցիալ-մշակութային հակասությունները վերաբերում են հասարակության, մասնագիտական շրջանակների և որոշում կայացնող մարմինների կողմից նույն ճարտարապետական օբյեկտների արժեքավորման տարբեր մոտեցումներին: Տնտեսական հակասությունները պայմանավորված են ներդրումային շահերի, հողատարածքների արժեքի աճի և պատմական շենքերի պահպանության համար անհրաժեշտ ֆինանսական ռեսուրսների միջև առկա անհավասարակշռությամբ: Կատարված դասակարգումը հնարավորություն է տալիս ոչ միայն համակողմանիորեն գնահատել Երևանի 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության հիմնախնդիրները, այլև մշակել դրանց լուծման առավել արդյունավետ ռազմավարություններ. ուղղված պատմամշակութային արժեքների պահպանության և ժամանակակից քաղաքաշինական զարգացման միջև հավասարակշռության ապահովմանը [5]:

Հետազոտության շրջանակում առաջարկվել են Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության գնահատման համալիր չափանիշներ, ինչպես նաև պահպանության և քաղաքաշինական զարգացման շահերի համադրման սկզբունքներ [6]:

Այս հոդվածում նկարագրվում է.

- Երևանի քաղաքային միջավայրի վերագնահատման խնդիրները,
- ճարտարապետական ժառանգության արժեքավորման մոտեցումները,
- պահպանության և արդիականացման համադրման մեթոդաբանական սկզբունքները:

Գնահատման չափանիշները ներառում են պատմական-մշակութային արժեքի աստիճանի որոշում, ճարտարապետական ինքնատիպության և գեղարվեստական առանձնահատկությունների վերլուծություն, քաղաքաշինական համատեքստում շենքի դերակատարության գնահատում, ինչպես նաև սոցիալ-մշակութային նշանակության և հասարակական ընկալման ուսումնասիրություն: Այս մոտեցումը թույլ է տալիս դիտարկել շենքերը ոչ միայն որպես առանձին օբյեկտներ, այլև որպես քաղաքային միջավայրի ամբողջական համակարգի բաղադրիչներ: Պահպանության և զարգացման շահերի համադրման սկզբունքների շրջանակում առանձնացվել են մի քանի հիմնական ուղղություններ: Նախ՝ առաջնահերթություն է տրվում այն լուծումներին, որոնք ապահովում են պատմական շենքերի հնարավոր առավելագույն պահպանումը՝ դրանց գործառնության հարմարեցման միջոցով: Երկրորդ՝ առաջարկվում է վերակառուցման նախագծերի

պարտադիր բազմամասնագիտական փորձաքննություն՝ ներառելով ճարտարապետական, քաղաքաշինական, պատմամշակութային և իրավական գնահատականներ: Երրորդ՝ կարևոր է համարվում հանրային մասնակցության և մասնագիտական քննարկումների ինստիտուցիոնալացումը որոշումների ընդունման գործընթացում: Բացի այդ, առաջարկվում է մշակել ճկուն կարգավորող մեխանիզմներ, որոնք հնարավորություն կտան համատեղել ներդրումային և զարգացման ծրագրերը ժառանգության պահպանության պահանջների հետ՝ առանց պատմաճարտարապետական արժեքների կորստի: Այս մոտեցումը նպաստում է քաղաքային միջավայրի կայուն զարգացմանը և ապահովում է Երևանի ճարտարապետական ինքնության պահպանությունը ժամանակակից քաղաքաշինական զարգացումների պայմաններում՝

- հայկական պատմական ճարտարապետությունը,
- քաղաքաշինական զարգացումները,
- մշակութային ժառանգության պահպանության խնդիրները, ժամանակակից ճարտարապետական մոտեցումների և պատմական միջավայրի փոխհարաբերությունները [7]:

Նյութեր և մեթոդներ

Հետազոտության համար հիմք են ծառայել Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգությանը, քաղաքաշինական զարգացմանը և մշակութային ժառանգության պահպանությանը վերաբերող գիտական հրապարակումները, իրավական ակտերը, նախագծային փաստաթղթերը, արխիվային նյութերը և մասնագիտական ուսումնասիրությունները: Ուսումնասիրվել են նաև Երևանի տարբեր հատվածներում գտնվող 20-րդ դ. շենքերի վերակառուցման և պահպանության որոշակի օրինակներ, որոնք հնարավորություն են տվել բացահայտելու առկա խնդիրներն ու հակասությունները:

Հետազոտության ընթացքում կիրառվել են պատմահամեմատական, նկարագրական-վերլուծական և դեպքերի ուսումնասիրման մեթոդներ: Պատմահամեմատական մեթոդը հնարավորություն է տվել գնահատել Երևանի ճարտարապետական միջավայրի փոփոխությունները տարբեր ժամանակաշրջաններում, իսկ նկարագրական-վերլուծական մեթոդի միջոցով ուսումնասիրվել են շենքերի պահպանության և վերակառուցման գործընթացների առանձնահատկությունները: Դեպքային ուսումնասիրությունների շրջանակում վերլուծվել են ընտրված շենքերի պահպանության, վերափոխման կամ քանդման օրինակները՝ գնահատելով դրանց ազդեցությունը քաղաքային միջավայրի և մշակութային ժառանգության պահպանման վրա: Տվյալների մշակման ընթացքում կատարվել է փաստաթղթային և բովանդակային վերլուծություն, տարբեր աղբյուրներից ստացված տեղեկատվության համադրություն, որն էլ հնարավորություն է տվել բացահայտելու Երևանի 20-րդ դ. շենքերի պահպանության և վերակառուցման գործընթացներում առկա հիմնական հակասությունները և դրանց պատճառահետևանքային կապերը [8]:

Յունեսկոյի (UNESCO) նյութերում քննարկվում է Երևանի պատմական քաղաքային միջավայրի պահպանության և արդիականացման հակասությունը՝ հատկապես 20-րդ դ. շերտերի հետ կապված: Իկոմոսի (ICOMOS) ուսումնասիրություններում ընդգծվում են.

- խորհրդային շրջանի ճարտարապետության պահպանության խնդիրները,
- քանդման/վերակառուցման հակասական քաղաքականությունները,
- արժեքների վերագնահատման դժվարությունները:

ՀՀ ԿԳՄՍ նախարարություն – մշակութային ժառանգության պահպանության քաղաքական փաստաթղթեր - պաշտոնական ծրագրերում քննարկվում են.

- պատմամշակութային հուշարձանների հաշվառումը,
- Երևանի քաղաքային շինարարության ինտենսիվ զարգացումը,
- վերակառուցման իրավական հակասությունները:

Երևանի քաղաքապետարան – քաղաքաշինական գլխավոր պլաններ.

Օրինակ՝ Երևանի զարգացման գլխավոր հատակագծերի և քաղաքաշինական ծրագրերի վերլուծություններում նշվում են.

- հին և նոր կառուցապատման բախումները,
- կենտրոնի խտացման և պահպանման հակասությունները:

ՀՀ ԳԱԱ (Ազգային գիտությունների ակադեմիա) ճարտարապետության և պատմության հետազոտություններ - հրապարակված գիտական հոդվածներում քննարկվում են՝

- 20-րդ դ. Երևանի ճարտարապետական շերտավորումը,
- խորհրդային մոդեռնիզմի արժեքի վերագնահատումը,
- քանդման/պահպանության գիտական բանավեճերը:

Հետազոտության գիտական նորույթը պայմանավորված է Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և վերակառուցման գործընթացների համալիր ուսումնասիրությամբ, որի շրջանակում առաջին անգամ իրականացվել է այդ գործընթացներում առաջացող հակասությունների համակարգային վերլուծություն և դասակարգում՝ առանձնացնելով դրանց հիմնական դրսևորումները և կառուցվածքային առանձնահատկությունները: Հետազոտության ընթացքում բացահայտվել են Երևանի 20-րդ դ. շենքերի պահպանության և վերակառուցման հակասությունների առաջացման քաղաքաշինական, իրավական և սոցիալ-տնտեսական պատճառները [9]: Քաղաքաշինական գործոնները պայմանավորված են քաղաքի արագացված զարգացման, խիտ կառուցապատման, հողային ռեսուրսների սահմանափակության և պատմական միջավայրի ինտեգրման ոչ բավարար նախագծային մոտեցումների համադրությամբ: Իրավական գործոնները կապված են ժառանգության պահպանության ոլորտում օրենսդրական կարգավորումների թերի բնույթով, 20-րդ դարի շենքերի ոչ լիարժեք հաշվառմամբ, իրավական կարգավիճակի անորոշություններով և վերահսկողական մեխանիզմների սահմանափակ արդյունավետությամբ: Սոցիալ-տնտեսական գործոնները դրսևորվում են ներդրումային շահերի

գերակայությամբ, անշարժ գույքի շուկայի ակտիվացմամբ, հասարակության շրջանում ճարտարապետական ժառանգության գնահատման ոչ միանշանակ ընկալումներով: Բացի այդ, հետազոտության շրջանակում հիմնավորվել է, որ Երևանի 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության խնդիրները ունեն ոչ միայն մասնագիտական, այլև կառավարման և քաղաքականության ձևավորման բնույթ: Այս համատեքստում առաջարկվել է շենքերի արժեքավորման համալիր մոտեցում, որը ներառում է պատմական, ճարտարապետական, քաղաքաշինական և սոցիալ-մշակութային չափանիշների համադրություն: Նշվել է նաև, որ արդյունավետ պահպանության ապահովումը հնարավոր է միայն զարգացման և ժառանգության պաշտպանության շահերի հավասարակշռված համադրման պայմաններում՝ համապատասխան իրավական և ինստիտուցիոնալ մեխանիզմների կատարելագործմամբ: Ստացված արդյունքները կարող են լինել որպես տեսական և կիրառական հիմք Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ռազմավարությունների մշակման և քաղաքաշինական որոշումների ընդունման գործընթացների բարելավման համար:

Պատմական քաղաքային ժառանգության ուսումնասիրության արդյունքները կարող են ծառայել որպես տեսական և կիրառական հիմք պահպանության ռազմավարությունների մշակման, ինչպես նաև քաղաքաշինական պլանավորման և որոշումների ընդունման գործընթացների կատարելագործման համար [10]:

Արդյունքներ և քննարկում

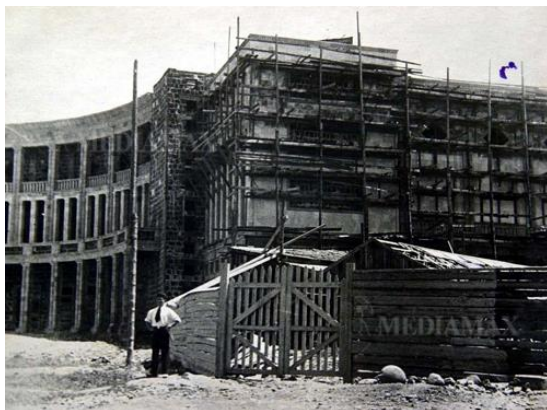
Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և վերակառուցման գործընթացներում առկա են բազմաշերտ հակասություններ, որոնք պայմանավորված են քաղաքաշինական զարգացման, տնտեսական շահերի և մշակութային ժառանգության պահպանության միջև անհամաձայնություններով: Ուսումնասիրված դեպքերը վկայում են, որ քաղաքային տարածքների վերակառուցման ընթացքում հաճախ առաջնահերթություն է տրվում տարածքների տնտեսական արդյունավետ օգտագործմանը, ինչի հետևանքով պատմաճարտարապետական արժեք ներկայացնող մի շարք շենքեր ենթարկվում են էական փոփոխությունների կամ կորցնում իրենց սկզբնական տեսքը:

Վերլուծությունը ցույց է տվել, որ հատկապես խորհրդային ժամանակաշրջանում կառուցված շենքերի նկատմամբ հասարակական և մասնագիտական գնահատականները միանշանակ չեն: Մի կողմից դրանք դիտարկվում են որպես 20-րդ դ. ճարտարապետական և քաղաքաշինական մտածողության կարևոր վկայություններ, մյուս կողմից՝ հաճախ ընկալվում են որպես ֆիզիկապես և գործառության համար հնացած կառույցներ, որոնք չեն համապատասխանում ժամանակակից պահանջներին: Այս հանգամանքը բարդացնում է դրանց պահպանության վերաբերյալ որոշումների ընդունումը: Օրինակ՝ **«Մոսկվա»** կինոթատրոնը, որը բացվել է **1936 թ. դեկտեմբերի 12-ին**: Այն կառուցվել է այն տարածքում, որտեղ նախկինում գտնվում էր **Սուրբ Պողոս-Պետրոս եկեղեցին**, որը խորհրդային իշխանությունների կողմից քանդվել էր 1930-ական թթ. (նկ.1):

«Մոսկվա» կինոթատրոնի տարածքը եղել է ժողովուրդների բարեկամությունը խորհրդանշող մի վայր: Այժմյան «Ալեն Էլեն» ակումբի տեղում դամբարան էր, «Մոսկվա» կինոթատրոնի տեղում՝ Պողոս-Պետրոս եկեղեցին, Նկարիչների Միության տեղում՝ մզկիթ էր, կողքը՝ բնակելի տներ, որտեղ պարսիկներ էին բնակվում, իսկ Ստանիսլավսկու թատրոնի տեղում ռուսական եկեղեցի էր: Կինոթատրոնի առջև դրված էր Խաչատուր Աբովյանի արձանը, որի հեղինակն էր ֆրանսահայ քանդակագործ Անդրեաս Տեր-Մարությանը: Հետագայում արձանը տեղափոխեցին Խաչատուր Աբովյանի անվան տուն-թանգարան: Կինոթատրոնի շենքը նախագծել են ճարտարապետներ **Տիրան Երկանյանը** և **Գևորգ Քոչարը**: «Մոսկվա» կինոթատրոնը Երևանի ամենահայտնի և պատմական մշակութային օջախներից է, որը շուրջ ինը տասնամյակ Հայաստանի կինոմշակույթի կարևոր կենտրոններից մեկն էր: Այն գտնվում է մայրաքաղաքի սրտում՝ Շառլ Ազնավուրի հրապարակի հարևանությամբ: Շենքը մի քանի անգամ վերակառուցվել է՝ **1960 թ.** ճարտարապետներ Գևորգ Քոչարի և **Թելման Գևորգյանի** նախագծով, **1983 թ.**՝ Բենիամին Արզումանյանի, Զ. Զաքարյանի, Ա. Իսրայելյանի և Ա. Մելիքյանի նախագծերով: Կինոթատրոնի շենքը խորհրդային շրջանի հայկական մոդեռնիզմի ուշագրավ նմուշներից է (նկ. 2): Այն կառուցված է տեղական բազմերանգ տուֆով, իսկ գլխավոր ճակատը բացվում է դեպի Շառլ Ազնավուրի հրապարակը (նկ. 3) [10]:



Նկ. 1. Մուրթ Պողոս-Պետրոս եկեղեցին (1930-ական թթ.)



Նկ. 2. «Մոսկվա» կինոթատրոնի շենքը խորհրդային շրջանում



Նկ. 3. Ներկայիս «Մոսկվա» կինոթատրոնը [10]

Շենքի ներքին հարդարման ժամանակ կիրառվել են ձայնամեկուսիչ նյութեր՝ ապահովելու բարձրորակ ակուստիկա կինոդահլիճներում: Այսօր «Մոսկվա» կինոթատրոնը շարունակում է պահպանել իր առանձնահատուկ տեղը Երևանի մշակութային կյանքում՝ համատեղելով պատմական ժառանգությունը և ժամանակակից կինոցուցադրության հնարավորությունները:

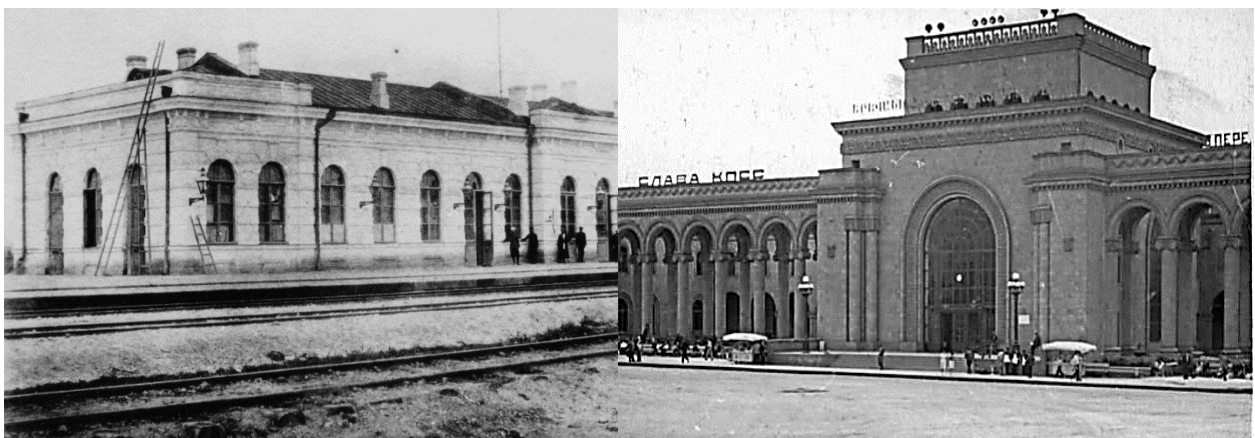
Մոսկվա կինոթատրոնը Երևանի կենտրոնական հրապարակային տարածքներից մեկում գտնվող կարևոր քաղաքային հասարակական նշանակության շենք է, որը ձևավորվել է 20-րդ դ. կեսերին՝ խորհրդային քաղաքաշինության և մշակութային ենթակառուցվածքների զարգացման համատեքստում: Շենքը բնութագրվում է պարզ մոնումենտալ ծավալային կոմպոզիցիայով, ֆունկցիոնալ լուծումների հստակությամբ և բաց հրապարակային միջավայրի հետ ինտեգրված ճարտարապետական կառուցվածքով: Կինոթատրոնը կարևոր դեր է ունեցել Երևանի մշակութային կյանքի կազմակերպման մեջ՝ հանդիսանալով զանգվածային մշակույթի տարածման հիմնական կենտրոններից մեկը: Դրա ճարտարապետական կերպարը համադրում է քաղաքային հասարակական շենքերին բնորոշ ներկայացուցչականությունը և գործառության պարզությունը, ինչը բնորոշ է այդ ժամանակաշրջանի մոդեռնիստական և ուշ ստալինյան ճարտարապետական մոտեցումներին: Ժամանակի ընթացքում շենքը ենթարկվել է մասնակի վերանորոգումների և ֆունկցիոնալ արդիականացման, ինչը որոշ դեպքերում առաջացրել է քննարկումներ դրա սկզբնական ճարտարապետական ամբողջականության պահպանման վերաբերյալ: Վերակառուցման գործընթացները ցույց են տալիս այն հակասությունը, որը գոյություն ունի պատմամշակութային արժեքի պահպանման և ժամանակակից շահագործման պահանջների միջև: Այս օբյեկտի ուսումնասիրությունը թույլ է տալիս բացահայտել Երևանի հասարակական նշանակության շենքերի պահպանության հիմնախնդիրները, ինչպես նաև գնահատել քաղաքային մշակութային միջավայրի փոփոխման գործընթացները 20-րդ դարի երկրորդ կեսից մինչև այսօր:

Օրինակ՝ **Երևանի երկաթուղային կայարանը** - (հաճախ պարզապես կոչվում է «Կայարան») Հայաստանի գլխավոր երկաթուղային հանգույցն է և երկրի ամենամեծ երկաթուղային կայարանը: Այն գտնվում է Երևանի հարավային հատվածում՝ Սասունցի Դավթի հրապարակում, քաղաքի կենտրոնից մոտ 2,8 կմ հեռավորության վրա: Կայարանն անմիջականորեն կապված է Երևանի մետրոպոլիտեն կայարանի հետ՝ հետիոտնային ստորգետնյա անցումով: Հայաստանի երկաթուղու թանգարանը գտնվում է Երևանի երկաթուղային կայարանի շենքում: Այն բացվել է 2009 թ.

հուլիսի 31-ին՝ նպատակ ունենալով պահպանել և ներկայացնել Հայաստանի երկաթուղու հարուստ պատմությունն ու զարգացման ուղին: Պատմությունը սկիզբ է առնում 1895 թ., երբ որոշում ընդունվեց կառուցել Թբիլիսի - Ալեքսանդրապոլ (ներկայիս Գյումրի) - Կարս երկաթուղին: Առաջին գնացքն Ալեքսանդրապոլ հասավ 1899 թ., իսկ 1902 թ. շահագործման հանձնվեց Ալեքսանդրապոլ-Երևան երկաթուղային գիծը: Թանգարանը ներկայացնում է այս ամբողջ պատմական ընթացքը՝ մինչև մեր օրերը (նկ. 4):

1908 թ. երկաթուղին երկարացվեց դեպի Ջուլֆա ուղղություն, որն այն ժամանակ կարևոր միջազգային երթուղի էր: Ներկայիս կայարանի շենքի նախագծումը սկսվել է 1947 թ., շինարարությունն իրականացվել է 1952–1955 թթ., իսկ պաշտոնական բացումը տեղի է ունեցել 1956 թ. հուլիսի 22-ին: Ճարտարապետը եղել է Էդմոնդ Տիգրանյանը: Կայարանը խորհրդային շրջանի հայկական ճարտարապետության ամենանշանավոր օրինակներից է: Այն կառուցված է հայկական վարդագույն տուֆից և համադրում է դասական ու հայկական ազգային ձևավորումները: Հիմնական առանձնահատկություններն են. եռակամար գլխավոր մուտքը, երկար սյունաշարերը, կենտրոնական ռոտոնդան, վեցանկյուն սրահով աշտարակը, որը վերջնական տեսքն ստացել է 1969 թ., մարմարով և գրանիտով ձևավորված ներքին սրահները: Կայարանի դիմաց տեղադրված է Հայաստանի ամենահայտնի հուշարձաններից մեկը՝ Սասունցի Դավթի արձանը, որի հեղինակը Երվանդ Քոչարն է (նկ. 5): 1959 թ. այն դարձել է Երևանի խորհրդանիշներից մեկը:

2010 թ. կայարանը ենթարկվել է հիմնովին վերակառուցման և արդիականացման, որի ընթացքում վերանորոգվել են ներքին սրահները, տեղադրվել են ժամանակակից էլեկտրոնային տեղեկատվական ցուցատախտակներ, բարելավվել են տոմսարկղերը, առանձնացվել են միջազգային և ներքին երթուղիների սպասասրահները, իսկ շենքի պատմական ճարտարապետական տեսքը լիովին պահպանվել է: Կայարանում գործում են տոմսարկղեր, սպասասրահներ, ուղեբեռի ծառայություններ, հյուրանոց, սրճարաններ և առևտրային կետեր, ավտոկայանատեղի, Հայաստանի երկաթուղու թանգարան, որը բացվել է 2009 թ. հուլիսի 31-ին (նկ. 6) [11]:



Նկ.4. Երևան երկաթուղային կայարանի շենքը



Նկ. 5. Մասունցի Դավթի հրապարակ

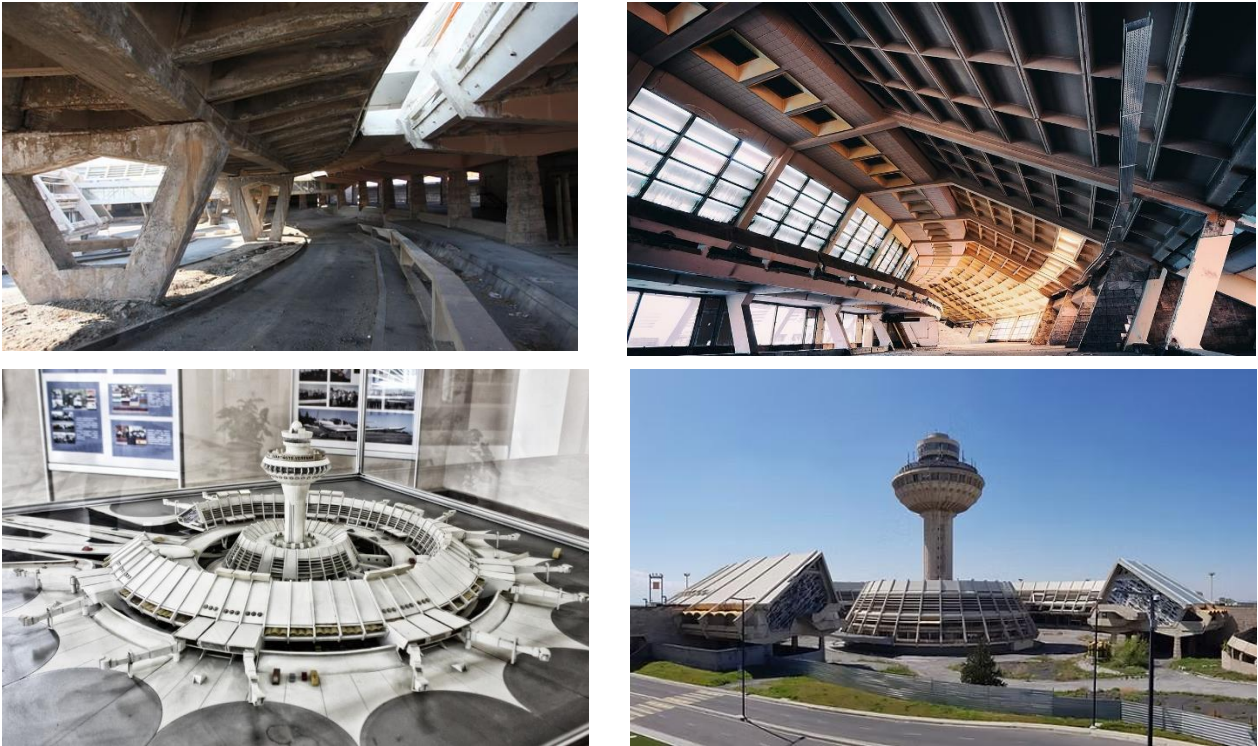


Նկ. 6. Հայաստանի երկաթուղու թանգարան [11]

Գնացքների հիմնական ուղղություններ՝ Երևանի կայարանից իրականացվում են ուղևորափոխադրումներ տարբեր ուղղություններով: Երևանի ներկայիս երկաթուղային կայարանը պատկերված է եղել **1993 թ. հայկական 10 դրամանոց թղթադրամի** վրա: Այն համարվում է Երևանի կարևորագույն տրանսպորտային հանգույցներից մեկը և քաղաքի հարավային հատվածի քաղաքաշինական հիմնական առանցքներից է: Կայարանի տարածքում պահպանվում է պատմական շոգեքարշ (№ 3ա705-46), որը թանգարանի ցուցանմուշներից է: Այսօր Երևանի երկաթուղային կայարանը շարունակում է մնալ Հայաստանի հիմնական երկաթուղային դարպասը՝ միավորելով ներքին և միջազգային երկաթուղային երթուղիները և հանդիսանալով քաղաքի ամենաճանաչելի ճարտարապետական խորհրդանիշներից մեկը: **Երևանի երկաթուղային կայարանը** Երևանի 20-րդ դ. քաղաքաշինական և տրանսպորտային ենթակառուցվածքների կարևորագույն հանգույցներից մեկն է: Շենքը ձևավորվել է ստալինյան շրջանի ճարտարապետական մոտեցումների ազդեցությամբ՝ արտահայտելով մոնումենտալություն, սիմետրիկ կոմպոզիցիա և ներկայացուցչական քաղաքային դարպասի գաղափար: Կայարանի ճարտարապետական լուծումները բնութագրվում են ծավալային հստակ կազմակերպվածությամբ, կենտրոնական առանցքի ընդգծմամբ և դեկորատիվ-կլասիցիստական տարրերի կիրառմամբ, որոնք նպատակ ունեին ընդգծելու պետական նշանակության և քաղաքային կարևորության գաղափարը: Այն ոչ միայն տրանսպորտային օբյեկտ է, այլ նաև քաղաքային տարածական ընկալման կարևոր բաղադրիչ, որը ձևավորում է Երևանի հարավային մուտքի ճարտարապետական կերպարը: Կայարանի պատմության ընթացքում իրականացվել են տարբեր աստիճանի վերանորոգումներ և արդիականացումներ, որոնք ուղղված են եղել գործառության պահանջների բավարարմանը: Սակայն այդ գործընթացները որոշ դեպքերում հանգեցրել են սկզբնական ճարտարապետական լուծումների մասնակի փոփոխության, ինչն առաջացրել է քննարկումներ պատմամշակութային արժեքի պահպանման վերաբերյալ: Հայաստանի երկաթուղու թանգարանը կարևոր մշակութային և տեխնիկական ժառանգության կենտրոն է: Այն հնարավորություն է տալիս այցելուներին ծանոթանալ երկրի տնտեսական և տրանսպորտային զարգացման պատմությանը, ինչպես նաև հասկանալ երկաթուղու դերը Հայաստանի արդյունաբերության, առևտրի և հասարակական կյանքի ձևավորման գործում:

«Զվարթնոց» օդանավակայանի հին տերմինալը՝ որպես խորհրդային մոդեռնիզմի ճարտարապետական ժառանգություն համարվում է խորհրդային և հայկական մոդեռնիզմի առավել ինքնատիպ ստեղծագործություններից մեկը: «Զվարթնոց» օդանավակայանը Հայաստանի գլխավոր օդային դարպասն է և գործում է 1961 թվականից: Նոր, ժամանակակից ուղևորային տերմինալի գաղափարը ձևավորվեց 1970-ականների սկզբին. 1971–1972 թթ. երկփուլ մրցույթի արդյունքում հաղթող են ճանաչվել ճարտարապետներ և ինժեներներ՝ Արթուր Թարխանյանը, Սպարտակ Խաչիկյանը, Լևոն Չերքեզյանը և Ժորժ Շեխյանը: Սկզբնական նախագծային տարբերակներում նախատեսվում էին ավելի ավանդական՝ գծային լուծումներ, սակայն նախագծի մշակման ընթացքում ճարտարապետները հրաժարվեցին այդ մոտեցումից և անցան շրջանաձև, կենտրոնական կազմակերպմամբ կառուցվածքի: Նոր լուծման հիմքում դրվեց ոչ միայն արտահայտիչ ձևը, այլև օդանավակայանի ֆունկցիոնալ արդյունավետությունը. կենտրոնական հորինվածքը հնարավորություն էր տալիս կրճատել ուղևորների տեղաշարժի ճանապարհները և ռացիոնալ կազմակերպել ուղևորների սպասարկումն ու օդանավերի հետ կապը: Տերմինալի ծավալատարածական հորինվածքը կազմված է միմյանց մեջ ներառված երկու կտրված կոնաձև ծավալներից: Ներքին, ավելի փոքր կոնաձև ծավալում տեղակայված էր ժամանման գոտին, իսկ արտաքին օդակաձև հատվածում՝ ուղևորների սպասարկման և մեկնելու հետ կապված հիմնական տարածքները: Կենտրոնում բարձրանում է մոտ **61 մետր** բարձրությամբ աշտարակը, որի վերին հատվածում գտնվում էին օդային երթևեկության կառավարման ծառայությունը և ռեստորանը: Կառույցի շրջանաձև համակարգը հատկապես ուշագրավ էր իր ֆունկցիոնալ տրամաբանությամբ: Օրինակ՝ տերմինալի մուտքից մինչև գրանցման սրահ հեռավորությունն ընդամենը **13,5 մ** էր, իսկ անվտանգության գոտուց մինչև օդանավի սրահ տանող հեռավորությունը՝ նույնպես մոտ **13,5 մ**: Ժամանման հատվածից դեպի ուղեբեռի ստացման շրջանաձև գոտի ուղևորները շարժվում էին ապակեպատ ճառագայթաձև անցումներով, որոնց երկարությունը մոտ **100 մ** էր: Տերմինալի շինարարությունն իրականացվել է 1970-ականների երկրորդ կեսին, իսկ այն շահագործման հանձնվեց 1980 թ.: Այսպիսով, այն ճիշտ է ներկայացնել ոչ թե որպես 1961 թ. կառուցված շրջանաձև տերմինալ, այլ որպես 1961 թ.-ից գործող օդանավակայանի համար 1970-ականներին նախագծված և 1980 թ. շահագործման հանձնված նոր ուղևորային համալիր: Շենքի հիմնական կառուցատարրերն էին երկաթբետոնը և ապակին, որոնք ընդգծում էին մոդեռնիստական ճարտարապետության տեխնոլոգիական բնույթը: Տերմինալի գեղարվեստական լուծումները նույնպես առանձնահատուկ նշանակություն ունեն: Շրջանաձև հատակագիծը և ծավալատարածական կոմպոզիցիան դիտարկվում են որպես ակնարկ 7-րդ դ. Զվարթնոց տաճարի հորինվածքին, ինչի շնորհիվ կառույցը համադրում էր միջազգային մոդեռնիզմի սկզբունքները հայկական ազգային ճարտարապետական ավանդույթների հետ: Այդ առանձնահատկությունն այն դարձնում է ոչ միայն ինժեներական, այլև մշակութային ինքնության արտահայտություն: Քաղաքաշինական տեսանկյունից օդանավակայանը կարևոր դեր ուներ Երևանի արևմտյան մուտքի ձևավորման գործում: Այն նախագծվել էր որպես մայրաքաղաքի գլխավոր տրանսպորտային հանգույց և

միջազգային ներկայացուցչական համալիր՝ խորհրդանշելով հանրապետության տեխնոլոգիական և տնտեսական զարգացումը: Օդանավակայանի ճարտարապետական կերպարը տասնամյակներ շարունակ եղել է Հայաստանի խորհրդանշներից մեկը և հաճախ օգտագործվել է միջազգային հրատարակություններում ու զբոսաշրջային նյութերում: 2001 թ. օդանավակայանի կառավարումը կոնցեսիոն պայմանագրով փոխանցվեց «Արմենիա միջազգային օդանավակայաններ» ընկերությանը, որից հետո սկսվեց նոր ուղևորային համալիրի կառուցումը (նկ. 7), [12]:



Նկ. 7. «Զվարթնոց» օդանավակայանի շրջանաձև տերմինալը [12]

Նոր ժամանման սրահը շահագործման հանձնվեց 2006 թ., մեկնման սրահը՝ 2007 թ., իսկ ամբողջական նոր տերմինալը՝ 2011 թ.: Դրանից հետո հին շրջանաձև տերմինալը դադարեց օգտագործվել իր սկզբնական նշանակությամբ: Հենց այս փուլում ձևավորվեցին պահպանության հիմնական հակասությունները: Նոր տերմինալի կառուցումը բավարարում էր ավիացիոն անվտանգության, սեյսմակայունության և ուղևորահոսքի ժամանակակից պահանջները, սակայն միաժամանակ հարցականի տակ դրեց հին տերմինալի հետագա ճակատագիրը: Ներդրումային ծրագրերի շրջանակներում քննարկվում էր դրա մասնակի կամ ամբողջական ապամոնտաժումը, ինչը լայն արձագանք ստացավ մասնագիտական հանրության շրջանում: Ժամանակակից ճարտարապետական ժառանգության պահպանությամբ զբաղվող **DOCOMOMO International** կազմակերպությունը և բազմաթիվ հայ ճարտարապետներ հանդես եկան շենքի պահպանության օգտին՝ այն գնահատելով որպես խորհրդային մոդեռնիզմի համաշխարհային նշանակության արժեքավոր նմուշ:

«Զվարթնոցի» հին տերմինալի օրինակը ցույց է տալիս, որ 20-րդ դ. երկրորդ կեսի ճարտարապետական ժառանգության պահպանությունը բախվում է մի շարք խնդիրների՝ իրավական պաշտպանության սահմանափակ մեխանիզմներ, ներդրումային շահերի գերակայություն, արդիականացման տեխնիկական պահանջներ և մոդեռնիստական ճարտարապետության արժեքի ոչ լիարժեք հասարակական ընկալում: Միննույն ժամանակ միջազգային փորձը ցույց է տալիս, որ նման կառույցները հնարավոր է վերագործարկել նոր գործառույթներով (թանգարան, մշակութային կենտրոն, ցուցասրահ կամ ավիացիայի պատմության կենտրոն)՝ պահպանելով դրանց ճարտարապետական ինքնությունն ու քաղաքաշինական նշանակությունը:

Վերոնշյալ օրինակների ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության հիմնական հակասությունները պայմանավորված են մի քանի փոխկապակցված գործոններով.

- պատմամշակութային արժեքների և ներդրումային շահերի բախմամբ,
- խորհրդային մոդեռնիզմի ժառանգության նկատմամբ ոչ միանշանակ հասարակական և մասնագիտական վերաբերմունքով,
- պահպանության իրավական մեխանիզմների թերի կիրառմամբ,
- հուշարձանների նոր գործառույթների հարմարեցման ընթացքում ճարտարապետական ինքնության կորստի վտանգով,
- քաղաքաշինական զարգացման և պատմական միջավայրի պահպանության միջև հավասարակշռության բացակայությամբ:

Կարեն Դեմիրճյանի անվան մարզահամերգային համալիրը և Երևանի երկաթուղային կայարանը վկայում են, որ հնարավոր է իրականացնել արդիականացում՝ պահպանելով կառույցների հիմնական ճարտարապետական գաղափարը, պատմական հիշողությունը և քաղաքաշինական նշանակությունը: Հետևաբար, Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության արդյունավետ ռազմավարությունը պետք է հիմնված լինի ոչ միայն իրավական պաշտպանության, այլև գիտական վերականգնման, բազմամասնագիտական գնահատման և հանրային մասնակցության սկզբունքների վրա:

Ուսումնասիրությունը կարևոր է Երևանի 20-րդ դ. հասարակական նշանակության շենքերի պահպանության և վերակառուցման խնդիրների բացահայտման տեսանկյունից, քանի որ այն ցուցադրում է գործառութային արդիականացման և ճարտարապետական ինքնության պահպանման միջև առկա բնորոշ հակասությունները: Չնայած մշակութային ժառանգության պահպանության ոլորտում առկա կարգավորումներին, 20-րդ դ. բազմաթիվ շենքեր չունեն բավարար իրավական պաշտպանություն, քանի որ դրանց պատմամշակութային արժեքը դեռևս ամբողջությամբ գնահատված և ամրագրված չէ: Արդյունքում վերակառուցման նախագծերի իրականացման ընթացքում հաճախ առաջանում են մասնագիտական և հանրային տարաձայնություններ: Քննարկման արդյունքում կարելի է եզրակացնել, որ Երևանի 20-րդ դ. շենքերի պահպանության հիմնախնդիրները չեն սահմանափակվում միայն ճարտարապետական հարցերով, այլ ներառում են

նաև սոցիալական, մշակութային և տնտեսական բաղադրիչներ: Քաղաքի պատմական միջավայրի պահպանության համար անհրաժեշտ է մշակել համալիր մոտեցումներ, որոնք հնարավորություն կտան համատեղել ժառանգության պահպանության պահանջները և ժամանակակից քաղաքաշինական զարգացման նպատակները [13]: Այդ նպատակով կարևոր է ճարտարապետական արժեքների վերագնահատումը, իրավական պաշտպանության մեխանիզմների կատարելագործումը և մասնագիտական ու հանրային մասնակցության ընդլայնումը որոշումների կայացման գործընթացում:

Եզրակացություն

Երևանի 20-րդ դ. շենքերը քաղաքի պատմամշակութային և ճարտարապետական ժառանգության կարևոր բաղադրիչներ են՝ արտացոլելով տվյալ ժամանակաշրջանի քաղաքաշինական, գեղարվեստական և հասարակական զարգացումները:

Հետազոտությունը ցույց տվեց, որ շենքերի պահպանության և վերակառուցման գործընթացներում հիմնական հակասությունները պայմանավորված են մշակութային ժառանգության պահպանության և քաղաքային զարգացման տնտեսական ու գործառության պահանջների միջև առկա անհամապատասխանություններով: Բացահայտվեց, որ հատկապես խորհրդային ժամանակաշրջանի ճարտարապետական ժառանգության գնահատման հարցում առկա են մասնագիտական և հասարակական տարբեր մոտեցումներ, ինչը հաճախ բարդացնում է պահպանության վերաբերյալ որոշումների ընդունումը:

Ուսումնասիրությունը ցույց տվեց, որ 20-րդ դ. բազմաթիվ շենքեր չունեն բավարար իրավական պաշտպանություն, ինչը մեծացնում է դրանց ձևափոխման կամ կորստի վտանգը վերակառուցման ծրագրերի իրականացման ընթացքում: Երևանի պատմամշակութային միջավայրի պահպանության արդյունավետությունը հնարավոր է բարձրացնել միայն համալիր և հավասարակշռված քաղաքականության միջոցով, որը կներառի ճարտարապետական արժեքների գիտական գնահատում, իրավական պաշտպանության կատարելագործում և հանրային մասնակցության ակտիվացում: Երևանի 20-րդ դ. ճարտարապետական ժառանգության պահպանության և վերակառուցման միջև հավասարակշռության ապահովումը կարևոր նախապայման է քաղաքի պատմական ինքնության պահպանման և կայուն քաղաքաշինական զարգացման համար:

Գրականություն

- [1] **M. Sahakyan, A. Aloyan**, Current Tendencies of the Yerevan Small Center Revaluation and Modernization, in: Proceedings of the 4th International Conference on Architecture: Heritage, Traditions and Innovations (AHTI 2022). Athena Publishing, 2023, pp.383–389, DOI: <https://doi.org/10.55060/s.atssh.221230.052>.
- [2] **L. Abrahamian**, Tamanyan's Yerevan Between Constructivism and Stalin Era Architecture. KnE Social Sciences (2018), <<https://www.neliti.com/publications/508319/tamanyan-s-yerevan-between-constructivism-and-stalin-era-architecture>>.

- [3] **M. A. Gasparian**, Architecture of Yerevan of the 19th and early 20th century: City in space and time. Palmarium Publishing, Riga, 2018, 476 p.
- [4] **M.G. Brambilla**, Loss of Historical Architectural Settings in the Republic of Armenia, in: Proceedings of the 15th ICOMOS General Assembly and International Symposium: “Monuments and Sites in Their Setting – Conserving Cultural Heritage in Changing Townscapes and Landscapes”. Xi’an, China, 2005, pp. 1–11.,
<<https://publ.icomos.org/publicomos/jlbSai?html=Pag&page=Pml/Not&base=technica&ref=462740337DED6AA9725AE53364F31FD5>>.
- [5] **K.R. Azatyan**, Residential Architecture of Yerevan in 20th Century: Multifunctionality in the Structure of Residential Buildings of the First Half of the Century, Vestnik MGSU 12 (9(108)) (2017) 962–970.
- [6] **N. Mkhitarian**, Architectural Appearance of Yerevan 1932–1955, Scientific Papers of National University of Architecture and Construction of Armenia 89 (2) (2024) 53–68,
<<https://sp.nuaca.am/index.php/sp/article/view/75>>.
- [7] https://whc.unesco.org/en/hul/?utm_source.
- [8] ICOMOS. Approaches for the Conservation of Twentieth-Century Architectural Heritage: Madrid Document 2014. ICOMOS, 2014, 53 p.
- [9] UNESCO. Recommendation on the Historic Urban Landscape. Paris: UNESCO. UNESCO World Heritage Centre – Recommendation on the Historic Urban Landscape, 2011, 64 p.,
<https://whc.unesco.org/en/series/27?utm_source>.
- [10] https://www.visiterevan.am/places/details/545/am/?utm_source,
https://moscowcinema.com/am/about?utm_source=chatgpt.com
- [11] https://www.visiterevan.am/uobjects/details/139/en/?utm_source,
https://en.wikipedia.org/wiki/Yerevan_railway_station?utm_source.
- [12] https://armenpress.am/hy/article/707857/amp?utm_source,
https://visiterevan.am/places/details/671/en/?utm_source.
- [13] https://www.livelib.ru/book/1001453160-arhitektura-sovetskoy-armenii-architecture-of-the-soviet-armenia-artsvin-grigoryan?utm_source.

ПРОТИВОРЕЧИЯ ПРИ СОХРАНЕНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ 20-ГО ВЕКА В Г. ЕРЕВАНЕ

Арменуи Альбертовна Алексанян, Ара Грайрович Овсепян

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

Статья посвящена исследованию противоречий, возникающих в процессе сохранения и реконструкции зданий г. Еревана, построенных в 20-м веке. Рассматриваются проблемы взаимодействия между градостроительным развитием, сохранением культурного наследия и экономическими интересами, оказывающими влияние на формирование архитектурного облика столицы. Анализируются проекты реконструкции, реализованные в различных районах г. Еревана, а также их воздействие на историко-культурную среду и городскую идентичность. Особое внимание уделяется вопросам оценки архитектурного наследия советского периода, правового регулирования и участия общественности в

процессах принятия решений. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости выработки сбалансированного подхода, сочетающего принципы охраны наследия с современными требованиями градостроительного развития.

Ключевые слова: г. Ереван, архитектура 20-го века, культурное наследие, историческая среда, реконструкция, сохранение, архитектурная идентичность

CONTRADICTIONS OF THE PRESERVATION AND RECONSTRUCTION OF 20TH-CENTURY BUILDINGS IN YEREVAN

Armenuhi Aleksanyan*, Ara Hovsepyan

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

*aleksanyan.armenuhi@yandex.com

This study examines the contradictions arising from the preservation and reconstruction of twentieth-century buildings in Yerevan. It explores the challenges associated with balancing urban development, cultural heritage conservation, and economic interests, all of which significantly influence the architectural character of the capital. This study analyzes reconstruction projects implemented in different districts of Yerevan and evaluates their impact on the historical and cultural environment, as well as urban identity. Particular attention was paid to the assessment of Soviet-era architectural heritage, legal regulations, and public participation in decision-making processes. The findings highlight the need for a balanced approach that integrates heritage conservation principles with contemporary urban development demands.

Keywords: Yerevan, twentieth-century architecture, cultural heritage, historic environment, reconstruction, preservation, architectural identity

Ալեքսանյան Արմենուհի Ալբերտի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Դիզայն ամբիոն, ասիստենտ (+374)94477434, aleksanyan.armenuhi@yandex.com, **Հովսեփյան Արա Հրայրի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Ճարտարապետական նախագծման և Ճարտարապետական միջավայրի դիզայնի ամբիոն, հայցորդ,** (+374)95000095, ara-hovsepyan.95@mail.ru

Алексанян Арменуи Альбертовна (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Дизайна, ассистент, (+374)94477434, aleksanyan.armenuhi@yandex.com, **Овсепян Ара Грайрович (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Архитектурного проектирования и дизайна архитектурной среды, соискатель,** (+374)95000095, ara-hovsepyan.95@mail.ru

Aleksanyan Armenuhi (RA, Yerevan) – NUACA, Department of Design, Assistant, (+374)94477434, aleksanyan.armenuhi@yandex.com, **Hovsepyan Ara (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Architectural Design and Design of Architectural Environment, claimant,** (+374) 95000095, ara-hovsepyan.95@mail.ru

Ներկայացվել է՝ 20.07.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 30.07.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

DOI: <https://doi.org/10.54338/18294200-2026.2-03>

MODELING AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION

**BIM-BASED ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL MODERNIZATION OF
CONSTRUCTION LOGISTICS: A CASE STUDY OF ARMENIA**

Hermine Aghajanyan, Satenik Hayrapetyan*

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

**satenik.hayrapetyan98@gmail.com*

Construction projects increasingly face logistical inefficiencies affecting schedule reliability, cost control, and resource utilization, particularly under supply variability and spatial constraints. Construction logistics includes procurement planning, transportation, storage, on-site handling, scheduling, and information-flow coordination. Construction logistics is examined as an integrated component of organizational and technological construction management, while Building Information Modeling (BIM) is considered a digital platform for coordinating and controlling logistics processes. A comparative case study of two large-scale residential projects implemented by the same developer at different lifecycle stages in the Republic of Armenia was conducted using descriptive indicators of delivery lead times, emergency interventions, storage dependency, and work disruptions. The results indicate that delayed BIM implementation is associated with greater logistics variability, reliance on emergency procurement, and logistics-driven work interruptions. Early BIM-based logistics integration improves predictability, reduces reactive interventions, and enhances process controllability. A BIM-based organizational and technological framework for improving construction logistics performance is proposed.

Keywords: *construction logistics, Building Information Modeling((BIM), organizational and technological systems, logistics controllability, digital construction*

Introduction

Construction logistics has become a critical factor influencing project performance in modern construction practice. In the context of the Republic of Armenia, logistics-related challenges are particularly pronounced due to the dependence on imported construction materials, limited local manufacturing capacity, and the exposure of supply chains to external geopolitical, infrastructural, and climatic factors. Construction logistics includes procurement planning, transportation, storage, on-site material handling, scheduling, and coordination of information flows between project participants [1-3]. Insufficient integration of these processes may result in schedule delays, cost escalation, material losses, and reduced predictability of construction outcomes [1, 3].

These challenges are especially relevant for large-scale residential developments characterized by high material intensity, dense urban locations, and limited on-site storage capacity. In Armenia, supply lead times are subject to significant variability caused by production constraints, border conditions, changes in transportation routes, and external disruptions. As a result, logistics-related risks frequently propagate across construction schedules, procurement plans, and resource allocation processes.

Building Information Modeling (BIM) has been widely adopted as a digital approach supporting information integration, coordination, visualization, construction planning, and decision-making throughout

the project lifecycle [2, 4]. However, in many practical applications, BIM is introduced at later project stages and used primarily for visualization, design coordination, and clash detection, which limits its potential contribution to proactive logistics planning and control [5, 6].

Although BIM applications, construction logistics, and digital supply-chain integration have been extensively studied, limited empirical attention has been given to the influence of BIM implementation timing on logistics controllability within import-dependent construction environments. This issue is particularly relevant where external supply-chain variability increases the importance of organizational and technological coordination. This study addresses the identified gap through a comparative analysis of two residential construction projects implemented by the same developer at different lifecycle stages. Construction logistics is examined as an integrated element of organizational and technological construction management, and a BIM-based framework for improving logistics planning and control is proposed.

Materials and Methods

Construction logistics has evolved from a narrowly defined function focused on material delivery into an integrated process encompassing procurement planning, transportation, storage, on-site handling, construction sequencing, and coordination of information flows among project stakeholders. Construction supply-chain research indicates that performance losses frequently originate from fragmentation between supply-chain decisions and site production requirements. Consequently, logistics inefficiencies are increasingly interpreted as coordination and planning problems rather than solely as transportation constraints [1, 3].

Recent research highlights the role of Building Information Modeling (BIM) in improving logistics controllability through information integration, material tracking, procurement planning, and coordinated decision-making [2, 4]. In this context, a distinction should be made between physical supply lead times and logistics controllability. Manufacturing capacity, transportation routes, customs procedures, and external disruptions determine the physical duration of supply, whereas BIM-supported planning may improve the predictability, traceability, and coordination of logistics processes without necessarily shortening delivery durations [2, 3].

The effectiveness of BIM-supported management depends not only on the availability of digital models but also on the timing, scope, and organizational maturity of implementation [4-6]. Limited applications, including design coordination, clash detection, quantity verification, and selective 4D planning, may improve information visibility and reduce selected coordination problems. Nevertheless, partial or late-stage implementation restricts the integration of procurement, logistics, and construction planning and therefore limits the potential for proactive control.

Research on BIM-enabled 4D planning and site logistics demonstrates that integrated models can support construction-sequence visualization, workspace planning, material-flow coordination, and synchronization of deliveries with site activities [7, 8]. Site-logistics studies also identify planning and forecasting, material movement, technology and equipment, site conditions, and material protection as factors affecting resource use, rework, material damage, and construction waste [3]. At the supply-chain level, the development of digital-twin concepts extends BIM-based coordination by linking digital representations with updated information from physical processes, thereby supporting situational awareness and feedback-based control [9-11]. Bibliometric studies confirm increasing research interest in the integration of BIM, the Internet of Things, and digital twins across construction lifecycle processes [12].

Despite the growing literature on BIM, digital twins, construction logistics, and supply-chain coordination, limited empirical attention has been given to the influence of BIM implementation timing on logistics controllability in import-dependent construction environments. This gap is addressed through a comparative analysis of two residential construction projects implemented by the same developer at different lifecycle stages. The first project represents late and partial BIM implementation, whereas the second incorporates BIM-based logistics planning from an earlier project stage.

Research Method and Framework

A qualitative comparative case study methodology supported by descriptive quantitative indicators is adopted. Two large-scale residential construction projects located in the Republic of Armenia and executed by the same developer were selected to control for organizational, regulatory, and market conditions while allowing comparison of logistics performance at different project lifecycle stages.

Construction logistics is analyzed as an integrated subsystem of organizational and technological construction management. Based on the analysis, a BIM-based logistics framework is proposed, consisting of organizational, process, information, and control layers. BIM is considered an enabling platform supporting coordination, monitoring, and adaptive control of logistics processes.

The organizational layer defines roles, responsibilities, and decision-making authority related to logistics planning and execution. The process layer integrates logistics activities with construction sequencing and procurement schedules. The information layer is enabled through BIM and provides a shared environment for spatial, temporal, and resource-related data. The control layer supports monitoring and feedback mechanisms that enable proactive response to logistics risks.

The quantitative indicators used in the comparative analysis are descriptive in nature and are derived from site records, procurement logs, planning documentation, and project management reports. These indicators are intended to support a structured comparative assessment of logistics performance and controllability rather than statistical generalization. The methodological focus of the study is on organizational and technological differences between the cases rather than numerical optimization.

Case Study Description

The empirical analysis is based on two large-scale residential construction projects located in the Republic of Armenia and implemented within the same regulatory, economic, and supply chain environment, enabling a controlled comparison of logistics performance across different project lifecycle stages.

Both projects are characterized by high material intensity, strong dependence on imported construction and finishing materials, limited on-site storage capacity, and complex coordination requirements among designers, procurement teams, and construction sites.

The first project represents a late-stage development undergoing intensive finishing works. Logistics planning evolved reactively in response to construction pressures and frequent design-related changes. BIM was introduced at a relatively late stage and used primarily for coordination discussions and selective quantity verification.

The second project represents an early-stage development where logistics planning and BIM integration were initiated during the design phase. Organizational structures, procurement strategies, and information

workflows were defined in advance, informed by lessons learned from the first project and supported by BIM-based planning principles.

In both Armenian projects, physical supply lead times are primarily driven by import dependency and external conditions; therefore, the expected improvement in the second project is not a reduction of delivery durations but enhanced logistics controllability through synchronized planning, scheduling, storage strategy, and information coordination.

Results and Discussion

The comparative analysis demonstrates substantial differences in logistics performance and controllability attributable to the timing and depth of BIM-supported organizational and technological integration. Although both projects operate within the same national and regulatory context, their logistics outcomes differ due to differences in planning maturity and digital integration (fig.).



Fig. Conceptual representation of BIM-based logistics integration and its impact on construction process controllability

Delayed logistics integration in the late-stage project resulted in fragmented coordination, reactive decision-making, frequent emergency procurement actions, and prolonged reliance on external storage facilities. From a management perspective, BIM-supported logistics planning shifts decision-making from reactive responses toward anticipatory coordination based on shared and timely information. This transition enhances process controllability by enabling earlier identification of logistics risks and more informed managerial interventions. Conversely, early-stage BIM-supported logistics planning in the second project enables improved alignment between procurement schedules, construction sequencing, and storage planning (table).

Table

Quantitative comparison of logistics performance indicators

Logistics performance indicator	Metric	Project 1 (late-stage project)	Project 2 (early-stage / expected)
Local supply lead time	Working days	3...10	3...10
Imported supply lead time	Weeks	3...25	3...25
Deliveries exceeding planned lead time	% of orders	~50	<25
Emergency logistics interventions	% of orders	~10	<3
Route changes due to external factors	% of deliveries	~3	Minimal
Materials stored externally	% of total materials	25...30	<15
External storage duration	Months	3...9+	≤2...3
Logistics-driven work stoppages	Duration	1...3 weeks	Rare / avoided
Logistics decisions supported by BIM	%	~20...30	>60 (benchmark-based)

Figure illustrates the conceptual relationship between BIM-based logistics integration and construction process controllability, while Table 1 summarizes the comparative logistics performance indicators. The results confirm that while physical supply lead times remain externally constrained, organizational and technological modernization substantially improves logistics controllability, schedule reliability, and workflow stability.

Conclusions

Based on the comparative analysis, construction logistics inefficiencies are interpreted as systemic outcomes of fragmented organizational coordination and delayed BIM integration rather than as isolated operational failures. Based on the comparative analysis of two large-scale residential projects in the Republic of Armenia, early integration of BIM-based logistics planning is considered capable of enhancing logistics controllability.

Improved delivery predictability, reduced reliance on emergency procurement, lower external-storage dependency, and greater workflow stability are expected to be supported through early BIM-based logistics integration. While the empirical analysis is grounded in the Armenian construction context, the identified logistics challenges and the proposed framework are applicable to other regions characterized by high import dependency and limited on-site logistics capacity.

The proposed BIM-based organizational and technological framework provides practical guidance for integrating logistics into construction management systems and supports more predictable and resilient project execution. Future research may extend this work through longitudinal studies and integration of real-time digital monitoring technologies. Based on the findings, the digital transformation of construction logistics should be approached as an organizational and technological change process rather than as a software-driven initiative, particularly in environments characterized by high supply-chain variability.

References

- [1] R. Vrijhoef, L. Koskela, The four roles of supply chain management in construction, *European Journal of Purchasing and Supply Management* 6(3–4) (2000) 169–178.

- [2] **A. Alsehami, A. Waqar, Kh. Alrasheed, A. Bageis, H. Almujaibah, O. Benjeddou, A. Mateen Khan**, Building a sustainable future: BIM's role in construction, logistics, and supply chain management, *Ain Shams Engineering Journal* 15 (2024).
- [3] **M.K. Dixit, V. Venkatraj, F. Pariafsai, J. Bullen**, Site logistics factors impacting resource use on construction sites, *Frontiers in Built Environment* 8:858135 (2022), DOI:10.3389/fbuilt.2022.858135.
- [4] **R. Sacks, Ch. Eastman, Gh. Lee, P.M. Teichoiz**, *BIM Handbook*. Wiley, 2018.
- [5] **D.-G.J. Opoku, S. Perera, R. Osei-Kyei, M. Rashidi, T. Famakinwa, K. Bamdad**, Drivers for Digital Twin adoption in the construction industry, *Buildings* 12(2):113, (2022), 19 p., <https://doi.org/10.3390/buildings12020113>.
- [6] **H.-A. Mohamed, N. Hashim, N.M. Yusuwan, M.H. Hanafiah, S.M. Shamsuddin**, Assessing cost and benefit attributes of BIM implementation, 2024, pp. 308–323.
- [7] **O. Doukari, D. Greenwood, and M. Kassem**, Efficient generation of 4D BIM construction schedules, *Frontiers in Built Environment* 8 (2022).
- [8] **R. Bortolini, J.S. Shigaki, and C.T. Formoso**, Site logistics planning and control using 4D modeling, 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction At: Perth, Australia, 2015, pp. 361-371.
- [9] **S. Bakhshi, A. Ghaffarianhoseini, A. Ghaffarianhoseini, M. Najafi, F. Rahimian, Ch. Park, D. Lee**, Digital twin applications for overcoming construction supply chain challenges, *Automation in Construction* 167 (2024).
- [10] **T.D. Nguyen, S. Adhikari**, The role of BIM in integrating Digital Twin in building construction, *Sustainability* 15(13) (2023).
- [11] **R. Sacks, I. Brilakis, E. Pikas, H. Sally Xie, M. Girolami**, Construction with digital twin information systems, *Data-Centric Engineering* 1, e14 (2020), doi:10.1017/dce.2020.16.
- [12] **B. Shishehgarkhaneh, A.M. Keivani, R.S. Moehler, N. Jelodari, S. Roshdi Laleh**, IoT, BIM, and Digital Twin in construction industry, *Buildings* 12(10) (2022).

**ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԼՈՂԻՍՏԻԿԱՅԻ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՉԱՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ԱՐԴԻԱԿԱՆԱՑՈՒՄԸ
BIM-Ի ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ. ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՕՐԻՆԱԿՈՎ**

Հերմինե Ալբերտի Աղաջանյան, Սաթենիկ Մեյրանի Հայրապետյան՝

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

'satenik.hayrapetyan98@gmail.com

Շինարարական նախագծերը հաճախ բախվում են լոգիստիկ անարդյունավետության, որը բացասաբար է ազդում ժամանակացույցի հուսալիության, ծախսերի վերահսկման և ռեսուրսների օգտագործման վրա՝ հատկապես մատակարարման փոփոխականության և տարածական սահմանափակումների պայմաններում: Շինարարական լոգիստիկան ներառում է գնումների պլանավորումը, փոխադրումը, պահեստավորումը, ներշինհրապարակային տեղաշարժը, աշխատանքների ժամանակացույցը և տեղեկատվական հոսքերի համակարգումը: Հետազոտությունում

շինարարական լոգիստիկական դիտարկվում է որպես կազմակերպչատեխնոլոգիական կառավարման բաղադրիչ, իսկ շենքերի տեղեկատվական մոդելավորումը (BIM)՝ որպես լոգիստիկ գործընթացների համակարգման և վերահսկման թվային հարթակ: Համեմատական մեթոդով ուսումնասիրվել են Հայաստանի Հանրապետությունում նույն կառուցապատողի կողմից իրականացվող և կենսացիկլի տարբեր փուլերում գտնվող երկու խոշորածավալ բնակելի նախագծեր: Վերլուծվել են մատակարարման ժամկետները, հրատապ միջամտությունները, պահեստավորումից կախվածությունը և աշխատանքների ընդհատումները: Արդյունքները ցույց են տալիս, որ BIM-ի ուշ ներդրումը կապված է լոգիստիկ փոփոխականության, հրատապ գնումների և աշխատանքների ընդհատումների հետ, մինչդեռ վաղ ինտեգրումը բարձրացնում է գործընթացների կանխատեսելիությունն ու կառավարելիությունը: Առաջարկվել է BIM-ի վրա հիմնված լոգիստիկայի կազմակերպչատեխնոլոգիական համակարգ:

Բանալի բառեր. շինարարական լոգիստիկա, շենքերի տեղեկատվական մոդելավորում (BIM), կազմակերպչատեխնոլոգիական համակարգեր, լոգիստիկայի կառավարելիություն, թվային շինարարություն

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛОГИСТИКИ НА ОСНОВЕ BIM: ИССЛЕДОВАНИЕ НА ПРИМЕРЕ АРМЕНИИ

Эрмине Альбертовна Агаджанян, Сатеник Сейрановна Айрапетян*

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
satenik.hayrapetyan98@gmail.com

Строительные проекты часто сталкиваются с неэффективностью логистических процессов, отрицательно влияющих на надежность графиков, контроль затрат и использование ресурсов, особенно в условиях нестабильности поставок и пространственных ограничений. Строительная логистика включает планирование закупок, транспортировку, хранение, внутриплощадочное перемещение, календарное планирование и координацию информационных потоков. В исследовании строительная логистика рассматривается как компонент организационно-технологического управления, а информационное моделирование зданий (BIM) — как цифровая платформа координации и контроля логистических процессов. Сравнительным методом исследованы два крупномасштабных жилых проекта, реализуемых одним застройщиком в Республике Армения и находящихся на разных этапах жизненного цикла. Проанализированы сроки поставок, экстренные вмешательства, зависимость от складирования и перерывы в работах. Результаты показывают, что позднее внедрение BIM связано с повышенной вариативностью логистики, экстренными закупками и нарушениями производственного процесса. Ранняя интеграция BIM повышает предсказуемость и управляемость логистических процессов. Предложена организационно-технологическая система строительной логистики на основе BIM.

Ключевые слова: строительная логистика, информационное моделирование зданий (BIM), организационно-технологические системы, управляемость логистики, цифровое строительство

Աղաջանյան Հերմինե Ալբերտի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Կառավարման և տեխնոլոգիայի ֆակուլտետ, Էկոնոմիկայի, իրավունքի, կառավարման ամբիոն, ասիստենտ, (+374)33772727, aghajanyanhermine87@gmail.com, **Հայրապետյան Սաթենիկ Սեյրանի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Կառավարման և տեխնոլոգիայի ֆակուլտետ, Էկոնոմիկայի, իրավունքի, կառավարման ամբիոն, ասիստենտ, (+374)77110120, satenik.hayrapetyan98@gmail.com

Агаджанян Эрмине Альбертовна (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Экономики, права и управления, ассистент, (+374)33772727, aghajanyanhermine87@gmail.com, **Айрапетян Сатеник Сейрановна** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Экономики, права и управления, ассистент, (+374)77110120, satenik.hayrapetyan98@gmail.com

Aghajanyan Hermine (RA, Yerevan) - NUACA, Faculty of Management and Technology, Department of Economics, Law and Management, Assistant, (+374)33772727, aghajanyanhermine87@gmail.com, **Hayrapetyan Satenik** (RA, Yerevan) - NUACA, Faculty of Management and Technology, Department of Economics, Law and Management, Assistant, (+374)77110120, satenik.hayrapetyan98@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 08.09.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 15.09.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԵՎ ԹՈՒՐԹԻԱՅԻ ԶՐԱՄԲԱՐՆԵՐԻ ՊԱՏՎԱՐՆԵՐԻ ՍԵՑՍՄԻԿ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԵՄԱՏԱԿԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ

Անի Համբարձումի Գևորգյան, Վահան Սուրիկի Կոբեյան, Մարիաննա Պողոսի Հակոբյան*

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

* m.hakobyan@nuaca.am

Համեմատական վերլուծությամբ գնահատվել է Հայաստանի և Թուրքիայի ջրամբարների պատվարների սեյսմիկ վարքը՝ հատուկ ուշադրություն դարձնելով 2023 թ. Քահրամանմարաշի երկրաշարժերի փաստագրված հետևանքներին: Հետազոտության նպատակն է հիմնավորել Հայաստանի պետական հատուկ նշանակության ջրամբարների պատվարների սեյսմիկ խոցելիության գնահատման արդիականացման ուղղությունները: Կիրառվել են գիտական հրապարակումների, հետերկրաշարժային զննումների, պատմական տվյալների և գործող նորմատիվային փաստաթղթերի համադրման մեթոդներ: Վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ PGA-ն անհրաժեշտ, սակայն ոչ բավարար ցուցանիշ է: անվտանգության գնահատման մեջ պետք է առանձին հաշվի առնել ակտիվ խզվածքի տեղաշարժը, հեղուկացումը, սեյսմիկ խտացումը, կառուցվածքային և շահագործական վիճակը, մշտադիտարկումը և ստորին բիեֆում հնարավոր հետևանքները: Առաջարկվել է ութ գործոնային նախնական գնահատման կառուցվածք, որը կարող է կիրառվել մանրամասն հետազոտությունների և ուժեղացման միջոցառումների առաջնահերթությունները սահմանելու համար:

Բանալի բառեր. պատվար, սեյսմիկ անվտանգություն, սեյսմիկ խոցելիություն, ակտիվ խզվածք, PGA, հեղուկացում, մշտադիտարկում, ջրամբար

Ներածություն

Հայաստանը գտնվում է Արաբական և Եվրասիական սալերի բախման գոտում և բնութագրվում է բարձր սեյսմիկ վտանգով: Հայաստանի համար 2026 թ. հրապարակված նոր հավանականային սեյսմիկ վտանգի գնահատումը ցույց է տալիս, որ երկրի տարածքում 475 տարվա կրկնելիության ժամանակահատվածի համար առավելագույն գրունտային արագացման (PGA) հաշվարկային արժեքները մոտավորապես 0,2...0,5g միջակայքում են, իսկ առավել բարձր վտանգը կենտրոնացած է հատկապես հյուսիսարևմտյան հատվածներում և ակտիվ խզվածքային համակարգերի հարևանությամբ [1]: Հայաստանի ջրամբարների համար լրացուցիչ նշանակություն ունի նաև ջրամբարով հրահրված սեյսմիկության հնարավորությունը, որն ուսումնասիրվել է Ախուրյանի, Ազատի և Տոլորսի ջրամբարների օրինակներով [2]: Հայաստանի սեյսմիկ վտանգի գնահատման և մշտադիտարկման արդիականացման անհրաժեշտությունն ընդգծվում է նաև վերջին տարիների ազգային ու միջազգային հետազոտություններում [3]:

Պատվարների սեյսմիկ անվտանգությունը չի սահմանափակվում միայն փլուզման հավանականությամբ: Ժամանակակից մոտեցումները դիտարկում են ուժեղ գրունտային ցնցումը, ակտիվ խզվածքի մակերևութային տեղաշարժը, զանգվածային շարժումները, հեղուկացումը, ծակոտկենային ճնշումների աճը, սեյսմիկ խտացումը, մնացորդային նստվածքներն ու հորիզոնական տեղաշարժերը, ինչպես նաև ջրթող կառույցների և շահագործական համակարգերի աշխատունակությունը [4]: Գոյություն ունեցող հողային պատվարների վերաբերյալ վերջին հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ հուսալի գնահատման համար անհրաժեշտ է համադրել տեղամասային սեյսմիկ վտանգը, նյութերի ու հիմքի երկրատեխնիկական բնութագրերը, ոչ գծային դինամիկ արձագանքը և մնացորդային դեֆորմացիաների չափանիշները [5-8]:

Հայաստանի համար այս խնդիրը հատկապես արդիական է, քանի որ գործող բազմաթիվ ջրամբարներ նախագծվել և կառուցվել են նախկին սեյսմիկ պատկերացումների ու նորմատիվների պայմաններում: Տեղային ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ ջրամբարների անվտանգությունը կարող է պայմանավորվել ոչ միայն ուղղակի սեյսմիկ ցնցումով, այլև սողանքներով, հիմքի ու շեպերի կայունությամբ և ջրային ռեժիմի փոփոխությամբ [2, 9]: Միաժամանակ Թուրքիայի Արևելա-Անատոլյան խզվածքային համակարգը և հարակից տարածքները Հայաստանի հետ ունեն համադրելի բարձր սեյսմատեկտոնական ակտիվություն, ինչի պատճառով Թուրքիայի պատվարների վարքի փաստագրված փորձը կարևոր համեմատական նյութ է [10]:

2023 թ. փետրվարի 6-ի Քահրամանմարաշի երկրաշարժերի հաջորդականությունը բացառիկ տվյալներ է տրամադրել պատվարների իրական սեյսմիկ վարքի վերաբերյալ: Հետերկրաշարժային հետազոտություններում ընդգրկվել է մոտ 140 պատվար, որոնցից մի մասում արձանագրվել են մնացորդային դեֆորմացիաներ, հեղուկացման, սեյսմիկ խտացման և խզվածքային տեղաշարժի հետ կապված վնասումներ [11, 12]: Հետագա դաշտային ուսումնասիրությունները մանրամասնեցրել են հատկապես Erkenek, Sultansuyu, Arıklıkaş և այլ հողային պատվարների արձագանքը [13]: Գործիքային գրանցումները ցույց են տվել նաև ուժեղ շարժումների իրական չափումների կարևորությունը տարբեր տիպի պատվարների հաշվարկային մոդելների ստուգման համար [14]: 2025 թ. հրապարակված Reyhanlı պատվարի ուսումնասիրությունը հաստատել է, որ նույնիսկ ջրապահպանման ունակության պահպանման դեպքում կարող են ձևավորվել մեծ մնացորդային տեղաշարժեր [15]:

Հայաստանի պատվարների պատմական փորձը նույնպես ցույց է տալիս, որ վտանգը կարող է ձևավորվել սեյսմիկ և ոչ սեյսմիկ գործոնների համակցությունից: Հայկական սեյսմոլոգիական և ինժեներական ուսումնասիրություններում ներկայացված են Սպիտակի երկրաշարժից հետո պատվարների զննման արդյունքներ, ինչպես նաև մի շարք հիդրոտեխնիկական կառույցների վթարների և նախավթարային վիճակների տվյալներ [16]: Թուրքիայի պատմական փորձի հիման վրա մշակված սեյսմիկ վտանգի և ռիսկի դասակարգման մոտեցումները ևս ընդգծել են

պատվարի բարձրության, ջրամբարի ծավալի, տեղամասային վտանգի և կառույցի վիճակի համատեղ դիտարկման անհրաժեշտությունը: Ակտիվ խզվածքների վրա կամ դրանց անմիջական հարևանությամբ պատվարների տեղադրումը հատուկ գնահատման առանձին խնդիր է:

Հետազոտության նպատակն է Հայաստանի և Թուրքիայի պատվարների պատմական և ժամանակակից սեյսմիկ վարքի համեմատության հիման վրա հիմնավորել Հայաստանի պետական հատուկ նշանակության ջրամբարների պատվարների սեյսմիկ խոցելիության գնահատման արդիականացման հիմնական ուղղությունները: Աշխատանքի խնդիրներն են՝ 1 - համադրել երկու երկրների փաստագրված փորձը, 2 - գնահատել PGA-ի վրա հիմնված պարզեցված մոտեցման սահմանափակումները, 3 - դիտարկել գործող ազգային նորմատիվային դաշտը ICOLD-ի մասնագիտացված ուղեցույցների համատեքստում և 4 - առաջարկել բազմագործոն նախնական գնահատման կառուցվածք՝ մանրամասն հետազոտությունների առաջնահերթացման համար: Աշխատանքի նորույթը կայանում է 2023 թ. Թուրքիայի երկրաշարժերի նոր փաստական նյութի, Հայաստանի պատմական փորձի և ժամանակակից սեյսմիկ անվտանգության պահանջների մեկ միասնական գնահատման տրամաբանության համադրման մեջ:

Նյութեր և մեթոդներ

Ուսումնասիրությունն իրականացվել է համեմատական-վերլուծական և սինթեզային մեթոդներով: Նյութական բազան կազմել են՝ ա - Հայաստանի պատվարների պատմական սեյսմիկ և շահագործական արձագանքի հրապարակված տվյալները, բ - Թուրքիայի պատվարների՝ 1986 և 1999 թթ. երկրաշարժերից հետո հրապարակված դիտարկումները, գ - 2023 թ. Քահրամանմարաշի երկրաշարժերի վերաբերյալ 2024–2025 թթ. հրապարակված հետերկրաշարժային հետազոտությունները, դ - պատվարների սեյսմիկ գնահատման արդի գիտական աշխատանքները, ե - ICOLD-ի ուղեցույցները, ինչպես նաև ՀՀ գործող նորմատիվային և ծրագրային փաստաթղթերը:

Համեմատության համար կիրառվել են հետևյալ հիմնական չափանիշները՝ տեղամասային սեյսմիկ ազդեցություն (PGA և, առկայության դեպքում, սպեկտրային բնութագրեր), ակտիվ խզվածքից հեռավորություն կամ ուղղակի հատում, պատվարի տեսակ, դիտարկված մնացորդային դեֆորմացիաներ, հեղուկացման կամ սեյսմիկ խտացման նշաններ, ջրապահպանման ունակության պահպանում, արտակարգ շահագործական գործողություններ և գործիքային մշտադիտարկման տվյալների առկայություն: Այս մոտեցումը հնարավորություն է տալիս տարբեր ժամանակաշրջանների ու մանրամասնության տվյալները համադրել նույն տրամաբանական շրջանակում՝ առանց դրանք կեղծ ճշգրտությամբ մեկ թվային ցուցանիշի վերածելու:

ICOLD-ի պատմական և արդիականացված ուղեցույցները կիրառվել են որպես պատվարներին հատուկ միջազգային մեթոդաբանական հիմք: Bulletin 72-ը ձևավորել է մեծ պատվարների սեյսմիկ պարամետրերի ընտրության հիմնարար սկզբունքները [17], իսկ Bulletin 148-ում ավելի հստակ զարգացվել են Safety Evaluation Earthquake (SEE), ակտիվ խզվածքների, հեղուկացման,

ուղղահայաց բաղադրիչի և ուժեղ շարժման տևողության հարցերը [18]: Հետերկրաշարժային գնման կազմակերպման համար կարևոր են նաև ICOLD Bulletin 166-ի սկզբունքները [19]:

Հայաստանի մասով ազգային նորմատիվային հիմք է ընդունվել ՀՀ քաղաքաշինության կոմիտեի նախագահի 2020 թ. դեկտեմբերի 28-ի N 102-Ն հրամանով հաստատված ՀՀՇՆ 20.04-2020 «Երկրաշարժադիմացկուն շինարարություն. Նախագծման նորմեր» փաստաթուղթը՝ գործող ինկորպորացված խմբագրությամբ [20]: Այն դիտարկվել է որպես ազգային սեյսմիկ նորմատիվային հիմք, որը պատվարների դեպքում անհրաժեշտ է լրացնել հիդրոտեխնիկական կառույցների հատուկ ինժեներական հետազոտություններով և մասնագիտացված միջազգային մոտեցումներով:

Պետական հատուկ նշանակության ջրամբարների առաջնահերթության հարցը դիտարկվել է նաև Հայաստանի Կառավարության գործողությունների ծրագրի և պաշտոնական պետական հաղորդագրությունների հիման վրա: Կառավարության ծրագրային փաստաթղթում նախատեսվել է պետական հատուկ նշանակության 24 ջրամբարների պատվարների սեյսմիկ խոցելիության գնահատում և փորձագիտական առաջարկությունների մշակում [18]: Նույն նպատակը վերահաստատվել է ՀՀ ներքին գործերի նախարարության 2024 թ. պաշտոնական հաղորդագրությամբ [21, 22]:

Սույն աշխատանքում առաջարկվող 8 գործոնային կառուցվածքը նախատեսված է որպես նախնական գնահատման և առաջնահերթացման գործիք: Այն չի փոխարինում յուրաքանչյուր պատվարի տեղամասային սեյսմիկ վտանգի հատուկ ուսումնասիրությանը, ինժեներաերկրաբանական հետազոտմանը, նյութերի դինամիկ փորձարկումներին, ֆիլտրացիոն հաշվարկներին, շեպերի կայունության և ոչ գծային դինամիկ հաշվարկներին: Միավորային կշիռներ չեն սահմանվել, քանի որ դրանց հիմնավորումը պահանջում է Հայաստանի կոնկրետ պատվարների միասնական և ստուգված տվյալների բազա:

Արդյունքներ և քննարկում

Թուրքիայի պատվարների պատմական և ժամանակակից սեյսմիկ վարքը

Թուրքիայի պատվարների պատմական դիտարկումները ցույց են տալիս, որ ուժեղ երկրաշարժերի ժամանակ նույնիսկ բարձր սեյսմիկ ազդեցության ենթարկված հողային և քարալիցքային պատվարները հաճախ պահպանել են ընդհանուր կայունությունն ու ջրապահպանման ունակությունը՝ միաժամանակ կրելով տեղային վնասումներ: 1999 թ. Իզմիթի և Դյուզլեի երկրաշարժերից հետո էպիկենտրոնային գոտուն մոտ մի շարք պատվարներում արձանագրվել են ճաքեր և այլ սահմանափակ վնասումներ: Այդ դեպքերը պատմականորեն նպաստել են այն մոտեցման զարգացմանը, ըստ որի սեյսմիկ անվտանգությունը պետք է գնահատվի ոչ միայն հաշվարկային արագացմամբ, այլև պատվարի կառուցվածքային վիճակով և հնարավոր հետևանքներով [17, 18]:

1986 թ. Դոգանշեհիր երկրաշարժի և Թուրքիայի մեծ հողային պատվարների հետագա գնահատումների փորձը ցույց է տվել, որ ռիսկի նախնական դասակարգման համար նպատակահարմար է համադրել տեղամասային սեյսմիկ վտանգը, պատվարի բարձրությունը և տեսակը,

ջրամբարի ծավալը, տեխնիկական վիճակը և ներքին բիեֆում հնարավոր հետևանքները [17, 18]: Այս մոտեցումը օգտակար է պորտֆելային մակարդակում, սակայն չի կարող փոխարինել առանձին կառույցի մանրամասն ինժեներասելյամիկ գնահատմանը:

2023 թ. Քահրամանմարաշի երկրաշարժերի ժամանակ ազդեցության գոտում գտնվել է մոտ 140 պատվար: Առաջին հիմնական ցնցման ժամանակ տարբեր տեղամասերում PGA-ի գնահատված արժեքները մոտավորապես 0,1...1,3g են եղել, իսկ երկրորդ հիմնական ցնցման ժամանակ՝ մոտ 0,15...0,45g [11]: Չնայած այս ուժեղ ազդեցություններին՝ ուսումնասիրված պատվարները պահպանել են ջրապահպանման հիմնական գործառույթը: Միաժամանակ հողային և քարալիցքային որոշ պատվարներում գրանցվել են միջինից մինչև մեծ մնացորդային դեֆորմացիաներ, իսկ Sultansuyu և Arıklıkash ջրամբարներում ջրի մակարդակը վերահսկելի կերպով նվազեցվել է որպես անվտանգության միջոց [11–13] (աղ. 1):

Աղյուսակ 1

2023 թ. Քահրամանմարաշի երկրաշարժերի ժամանակ պատվարների արձագանքի ընտրանքային տվյալներ [11-15]

N	Պատվար / կառույց	Ազդեցություն	Դիտարկված արձագանք	Անվտանգության նշանակություն
1	Erkenek	PGA≈0,54g, խզվածքի հատում	~3,4 մ ձախակողմյան տեղաշարժ պատվարի մարմնով	Ակտիվ խզվածքի ուղղակի ազդեցությունը գնահատել առանձին
2	Sultansuyu	ուժեղ մոտակա ցնցում	զգալի վնասումներ, ջրի մակարդակի վերահսկելի նվազեցում	Արտակարգ շահագործման պլանն անվտանգության բաղադրիչ է
3	Arıklıkash	ուժեղ ցնցում	վնասումներ, ջրի մակարդակի վերահսկելի նվազեցում	Անհրաժեշտ է արագ հետերկրաշարժային գնում
4	Reyhanlı	ուժեղ մոտադրյուր ազդեցություն	մինչև ~0,8 մ նստվածք և ~1,0...1,2 մ հորիզոնական տեղաշարժ	Դեֆորմացիոն չափանիշները ներառել գնահատման մեջ
5	Ազդեցության գոտու պատվարներ	մոտ 140 պատվար	17 հողային պատվարում փաստագրվել են տարբեր երկրատեխնիկական վնասներ	Ջրապահպանման պահպանումը չի նշանակում վնասումների բացակայություն

Erkenek հողային պատվարի դեպքը հատկապես կարևոր է ակտիվ խզվածքի ուղղակի ազդեցության տեսանկյունից: Դաշտային ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ մակերևութային խզվածքը հատել է պատվարի մարմինը և առաջացրել մոտ 3,4 մ ձախակողմյան հորիզոնական տեղաշարժ՝ մոտ 0,54g տեղամասային PGA-ի պայմաններում [13]: Այս փաստը ցույց է տալիս, որ PGA-ն չի արտացոլում այն վտանգը, որը պայմանավորված է խզվածքի մշտական տեղաշարժով: Հետևաբար ակտիվ խզվածքի հատման հնարավորությունը պետք է գնահատվի որպես անկախ վտանգի բաղադրիչ:

Reyhanlı պատվարի 2025 թ. մանրամասն ուսումնասիրությունը ևս հաստատել է դեֆորմացիոն չափանիշների կարևորությունը: Հետերկրաշարժային քարտեզագրմամբ առավել կրիտիկական հատվածներում արձանագրվել են մինչև մոտ 0,8 մ նստվածք և 1,0...1,2 մ կարգի հորիզոնական տեղաշարժեր, մինչդեռ կառույցը պահպանել է ջրապահպանման գործառույթը [15]: Այս

արդյունքը կարևոր է անվտանգության չափանիշների ձևակերպման համար. «չփլուզվելը» և «առանց էական վնասման գործելը» նույն հասկացությունները չեն:

Հայաստանի պատվարների պատմական փորձը և գնահատման արդի խնդիրները

Հայաստանի պատվարների պատմական տվյալները ցույց են տալիս, որ կառույցների անվտանգության խախտումները միշտ չէ, որ պայմանավորված են երկրաշարժով: Ձորաղբյուրի, Մարմարիկի, Ագարակի և Արթիկի պատվարների հայտնի վթարների պատճառների թվում նշվել են ինտենսիվ կամ անոմալ ֆիլտրացիան, սուֆոզիոն և սոհքային երևույթները, շինարարական տեխնոլոգիայի խախտումները, ծակոտկենային ճնշման աճը, հիմքի թույլ ապարները և վերթափումը [16]: Մա կարևոր է սեյսմիկ խոցելիության գնահատման համար, քանի որ երկրաշարժը կարող է ակտիվացնել կամ արագացնել արդեն գոյություն ունեցող թաքնված անբարենպաստ մեխանիզմները:

1988 թ. Սպիտակի երկրաշարժից հետո Հայաստանի պատվարների զննումները ցույց են տվել տարբեր տիպի տեղային վնասումներ: Գետիկի պատվարի մոտ դիտարկվել է սողանքային զանգվածի զգալի տեղաշարժ և խոշոր ճաքավորում, Կառնուտում՝ ջրընդունիչ աշտարակի տեղաշարժ և բետոնե սալիկների ճաքեր, Հալավարում՝ շեպի և իրիգացիոն ջրթողի մոտ ճեղքեր, իսկ Ապարանի և Զոդազի կառույցներում՝ տեղային վնասումներ ջրթող կառույցներում [16]: Այս փորձը ցույց է տալիս, որ սեյսմիկ անվտանգությունը պետք է դիտարկվի պատվարի մարմնի, հիմքի, շեպերի և օժանդակ կառուցվածքների միասնական համակարգի մակարդակով:

Հայաստանի մի շարք պատվարներ նախագծվել են այն ժամանակահատվածում, երբ գործող սեյսմիկ պահանջները և տարածքի վտանգի գնահատականները տարբերվել են ներկայիս պատկերացումներից: Այդ պատճառով նախկին հաշվարկները և դասակարգումները նպատակահարմար է օգտագործել որպես պատմական կամ նախնական գնահատման հիմք: Յուրաքանչյուր կառույցի արդիական գնահատման համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել ճշգրիտ տեղադիրքը, տեղամասային գրունտային պայմանները, ակտիվ խզվածքների դիրքը, պատվարի և հիմքի փաստացի վիճակը, շահագործման ռեժիմը և ներքին բիեֆում հնարավոր հետևանքները:

Հայաստանի արդի սեյսմիկ վտանգի նոր գնահատումները [1] և ջրամբարներին առնչվող տեղական ուսումնասիրությունները [2, 9] լրացուցիչ հիմք են տալիս հին պորտֆելային գնահատականների վերանայման համար: Մասնավորապես, սեյսմիկ վտանգի, սողանքային և այլ երկրորդային գործընթացների համատեղ դիտարկումը թույլ է տալիս առանձնացնել այն պատվարները, որոնց համար միայն ընդհանուր գոտիավորման պարամետրերի կիրառումը բավարար չէ:

Պետական քաղաքականության մակարդակում ևս ամրագրվել է պետական հատուկ նշանակության 24 ջրամբարների պատվարների սեյսմիկ խոցելիության գնահատման անհրաժեշտությունը [18, 19]: Հետևաբար, գիտական խնդիրը ոչ միայն առանձին պատվարների հաշվարկային ստուգումն է, այլև սահմանափակ ռեսուրսների պայմաններում առաջնահերթ հետազոտման, մշտադիտարկման և ուժեղացման ենթակա կառույցների հիմնավորված հերթականության որոշումը:

PGA-ի վրա հիմնված գնահատման սահմանափակումները

PGA-ն շարունակում է մնալ սեյսմիկ ազդեցության կարևոր և գործնական ցուցանիշ, սակայն վերջին հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ այն ինքնաբավ չէ: Հողային պատվարների ոչ գծային արձագանքը զգայուն է շարժման տևողության, հաճախականային կազմի, ուղղահայաց բաղադրիչի, նյութերի ցիկլիկ փափկացման և ծակոտկենային ճնշումների զարգացման նկատմամբ [5-8]: Նույն PGA ունեցող երկու ազդակներ կարող են առաջացնել էապես տարբեր մնացորդային դեֆորմացիաներ:

Ակտիվ խզվածքի մակերևութային տեղաշարժն առանձին վտանգ է, որի ազդեցությունը չի կարող վերականգնվել միայն գրունտային արագացման արժեքից: Erkenek-ի 2023 թ. դեպքը դրա գործնական օրինակն է [13]: Նույն կերպ, հեղուկացումն ու սեյսմիկ խտացումը կախված են ոչ միայն շարժման առավելագույն արագացումից, այլև հողի կառուցվածքից, հագեցվածությունից, ցիկլային լարվածությունների պատմությունից և շարժման տևողությունից: Հետևաբար, պատվարների սեյսմիկ խոցելիության գնահատումը նպատակահարմար է կազմակերպել երկու մակարդակով. 1 - պատվարների համախմբի նախնական գնահատում՝ առավել ռիսկային կառույցների արագ առանձնացման համար և 2 - ընտրված պատվարների մանրամասն ինժեներակրթական, երկրաֆիզիկական ուսումնասիրություն: Նախնական գնահատման արդյունքը պետք է դիտարկվի որպես կառավարման որոշման աջակցող գործիք, ոչ թե որպես վերջնական անվտանգության եզրակացություն:

Պատվարների սեյսմիկ խոցելիության գնահատման առաջարկվող կառուցվածքը

Հայաստանի պետական հատուկ նշանակության ջրամբարների համար առաջարկվում է ութ գործոնային կառուցվածք, որը համադրում է վտանգը, խոցելիությունը, շահագործական վիճակը և հետևանքները: Գործոնների ընտրությունը բխում է Հայաստանի և Թուրքիայի փաստագրված փորձից, ICOLD-ի ժամանակակից մոտեցումներից և հողային պատվարների սեյսմիկ վարքի վերաբերյալ վերջին գիտական արդյունքներից [5-8, 11-15, 18, 19]:

Առաջին երկու խմբերը բնութագրում են արտաքին սեյսմիկ վտանգը: Սեյսմիկ վտանգի խմբում PGA-ն պետք է լրացվի սպեկտրային արագացումներով և ուժեղ շարժման տևողությամբ, իսկ ակտիվ խզվածքների խմբում պետք է առանձին գնահատվի մակերևութային խզման և մշտական տեղաշարժի հնարավորությունը: Այս բաժանումը կանխում է այն սխալը, երբ խզվածքային վտանգը «կլանվում» է մեկ PGA արժեքի մեջ:

Երկրատեխնիկական և կառուցվածքային խմբերը բնութագրում են պատվարի փաստացի խոցելիությունը: Դրանք ներառում են հեղուկացման և սեյսմիկ խտացման ներուժը, սողանքային պայմանները, հիմքի վարքը, պատվարի նյութերի ու հանգույցների վիճակը, ճաքերը, նստվածքները և ֆիլտրացիոն անոմալիաները: Հատկապես գործող հին պատվարների համար նախագծային փաստաթղթերը պետք է համադրվեն իրական գնման և գործիքային տվյալների հետ:

Պատվարների սեյսմիկ ռիսկի նախնական գնահատման առաջարկվող գործոնները

N	Գործոնների խումբ	Գնահատվող ցուցանիշներ	Նպատակ
1	Սեյսմիկ վտանգ	PGA, սպեկտրային արագացումներ, ուժեղ շարժման տևողություն	Տեղամասային սեյսմիկ ներգործության բնութագրում
2	Ակտիվ խզվածքներ	հեռավորություն, մակերևութային խզման/տեղաշարժի հնարավորություն	Խզվածքային մշտական տեղաշարժի վտանգի գնահատում
3	Երկրտեխնիկական պայմաններ	հեղուկացում, խտացում, սողանքներ, հիմքի պայմաններ	Հիմքի և պատվարի մարմնի դեֆորմացիաների գնահատում
4	Կառուցվածքային վիճակ	պատվարի տեսակ և տարիքը, ճաքեր, նստվածքներ, ֆիլտրացիա	Փաստացի խոցելիության գնահատում
5	Շահագործում	ջրամբարի լցվածություն, ջրթողերի և փականների աշխատունակություն	Արտակարգ կառավարման հնարավորության գնահատում
6	Մշտադիտարկում	արագաչափեր, GNSS/GPS, պիեզոչափեր, թեքաչափեր, ֆիլտրացիոն չափումներ	Վաղ հայտնաբերում և հետերկրաշարժային արագ գնահատում
7	Հետևանքներ	ջրի ծավալ, ներքին բիեֆի բնակչություն և ենթակառուցվածքներ	Վթարի հետևանքների և ռիսկի դասակարգում
8	Կառավարում	զննման պարբերականություն, արտակարգ գործողությունների պլան, վերականգնման պատրաստվածություն	Ռիսկի նվազեցման միջոցառումների առաջնահերթացում

Շահագործման և մշտադիտարկման խմբերը գնահատում են ոչ միայն կառույցի դիմադրությունը, այլև վտանգավոր իրադարձությանը արձագանքելու կարողությունը: 2023 թ. Թուրքիայի փորձը ցույց տվեց, որ ջրի մակարդակի վերահսկելի նվազեցումը կարող է դառնալ արտակարգ անվտանգության կարևոր միջոց [11-13]: Այդպիսի գործողությունը հնարավոր է միայն այն դեպքում, երբ ջրթող համակարգերն աշխատունակ են և գործողությունների պլանը նախապես մշակված ու փորձարկված է:

Հետևանքների և կառավարման խմբերը նախնական գնահատումը կապում են ռիսկի կառավարման հետ (աղ. 2): Նույն կառուցվածքային խոցելիությամբ երկու պատվարների առաջնահերթությունը կարող է տարբեր լինել՝ կախված ներքին բիեֆի բնակչության թվից, կարևոր ենթակառուցվածքներից, ջրի պաշարի ծավալից և արտակարգ տարահանման հնարավորությունից: Հետևաբար վերջնական առաջնահերթացումը պետք է հիմնված լինի ոչ միայն «վտանգ × խոցելիություն» տրամաբանության, այլև վթարի հետևանքների վրա:

Գործիքային մշտադիտարկման և հետերկրաշարժային կառավարման դերը

Ժամանակակից պատվարային անվտանգության համակարգը նպատակահարմար է կառուցել պարբերական ակնադիտական զննման և գործիքային մշտադիտարկման համադրմամբ: Պատվարի տեսակից, չափերից և պատասխանատվության մակարդակից կախված կարող են կիրառվել ուժեղ շարժումների արագաչափեր, GNSS/GPS դիտարկումներ, պիեզոչափեր, թեքաչափեր, նստվածքաչափական համակարգեր, ֆիլտրացիոն հոսքի չափումներ և հեռահար զոնդավորման մեթոդներ: Գործիքային գրանցումները թույլ են տալիս տարբերակել նախապես

գոյություն ունեցող դեֆորմացիաները սեյսմիկ իրադարձության հետևանքով առաջացած փոփոխություններից և ստուգել հաշվարկային մոդելները [14]:

Մշտադիտարկումը նպատակահարմար է կազմակերպել երեք հաջորդական մակարդակով՝ բազային երկրաբաժամկետ դիտարկում, սեյսմիկ իրադարձության գործիքային գրանցում և հետերկրաշարժային արագ գնահատում: ICOLD-ի հետերկրաշարժային զննման մոտեցումների տրամաբանությամբ [19] նախապես պետք է սահմանվեն զննման պատասխանատուները, չափումների նվազագույն կազմը, շեմային արժեքների գերազանցման դեպքում գործողությունները և անհրաժեշտության դեպքում ջրի մակարդակի կառավարման ընթացակարգերը:

Հայաստանի համար գործիքային մշտադիտարկման առաջնահերթ տեղակայումը նպատակահարմար է սկսել այն պատվարներից, որոնք միաժամանակ ունեն բարձր տեղամասային սեյսմիկ վտանգ, ակտիվ խզվածքների կամ սողանքային գոտիների մոտիկություն, զգալի ներքին բիեֆի հետևանքներ և նախկինում արձանագրված կառուցվածքային կամ ֆիլտրացիոն խնդիրներ: Այս մոտեցումը հնարավորություն կտա սահմանափակ ներդրումներն ուղղել առավել բարձր ռիսկ ունեցող օբյեկտներին:

Եզրակացություն

1. Հայաստանի և Թուրքիայի փորձը հաստատում է, որ ջրամբարների պատվարների սեյսմիկ անվտանգությունը պետք է գնահատվի ոչ միայն ամբողջական փլուզման հավանականությամբ, այլև մնացորդային դեֆորմացիաների, ֆիլտրացիոն վիճակի, ջրթող կառույցների աշխատունակության և հետերկրաշարժային կառավարման հնարավորության տեսանկյունից:

2. 2023 թ. Քահրամանմարաշի երկրաշարժերը ցույց տվեցին, որ շատ ուժեղ տեղամասային ազդեցությունների պայմաններում պատվարների մեծ մասը կարող է պահպանել ջրապահպանման ունակությունը, սակայն հողային և քարալիցքային կառույցներում հնարավոր են զգալի մնացորդային նստվածքներ, հորիզոնական տեղաշարժեր և երկրատեխնիկական վնասումներ:

3. Erkenek պատվարի օրինակը հաստատում է ակտիվ խզվածքի մակերևութային տեղաշարժի առանձնահատուկ վտանգը: Ակտիվ խզվածքի հատման կամ անմիջական մոտակայքի գործոնը պետք է գնահատվի անկախ PGA-ից:

4. PGA-ն անհրաժեշտ, բայց ոչ բավարար սեյսմիկ ցուցանիշ է: Մանրամասն գնահատման մեջ անհրաժեշտ է ներառել սպեկտրային պահանջները, ուժեղ շարժման տևողությունը, ուղղահայաց բաղադրիչը, հեղուկացումը, սեյսմիկ խտացումը, սողանքային գործընթացները և նյութերի ոչ գծային վարքը:

5. Հայաստանի պետական հատուկ նշանակության ջրամբարների նախկին դասակարգումները նպատակահարմար է օգտագործել որպես նախնական գնահատման և պատմական հիմք: Վերջնական անվտանգության գնահատումը պետք է իրականացվի գործող ազգային նորմատիվային հիմքի, տեղամասային ուսումնասիրությունների և պատվարներին հատուկ միջազգային մեթոդաբանության համադրմամբ:

6. Առաջարկված 8 գործոնային կառուցվածքը կարող է օգտագործվել 24 պետական հատուկ նշանակության ջրամբարների մանրամասն հետազոտությունների առաջնահերթացման համար: Առաջնահերթ միջոցառումներն են գործիքային մշտադիտարկման արդիականացումը, հետերկրաշարժային արագ զննման ընթացակարգերի մշակումը, արտակարգ գործողությունների պլանների պարբերական փորձարկումը և առավել ռիսկային պատվարների փուլային վերականգնումը կամ ուժեղացումը:

Գրականության ցանկ

- [1] **M. Gevorgyan, A. Karakhanyan, A. Arakelyan, et al.,** Probabilistic Seismic Hazard Assessment of Armenia Using an Integrated Seismotectonic Framework, *GeoHazards* 7 (2026) 47, <https://doi.org/10.3390/geohazards7020047>.
- [2] **L. Sargsyan, N.E. Toghrumadjian, A.L. Kafka,** Cellular Seismology Analysis of Reservoir-Triggered Seismicity Associated with Armenian Dams, *Bulletin of the Seismological Society of America* 108(5B) (2018) 3126–3140, <https://doi.org/10.1785/0120180014>.
- [3] **A. Gevorgyan, J. Karapetyan,** Comparative Analysis of Seismicity and Tectonics of the Territory of Armenia, in: A. Kostrov, E. Lyskova, I. Mironova, S. Apatenkov, S. Baranov (Eds.), *Problems of Geocosmos—2022*, Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences, Springer, Cham, 2023, pp. 183–194, https://doi.org/10.1007/978-3-031-40728-4_13
- [4] **M. Wieland,** Features of seismic hazard in large dam projects and strong motion monitoring of large dams, *Frontiers of Structural and Civil Engineering* 4(1) (2010) 56–64, <https://doi.org/10.1007/s11709-010-0005-6>.
- [5] **G. Biondi, E. Cascone, D. Aliberti, et al.,** Screening-level analyses for the evaluation of the seismic performance of a zoned earth dam, *Engineering Geology* 280 (2021) 105954, <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2020.105954>.
- [6] **L. Masini, S. Rampello, R. Donatelli,** Seismic performance of two classes of earth dams, *Earthquake Engineering & Structural Dynamics* 50 (2021) 692–711, <https://doi.org/10.1002/eqe.3352>.
- [7] **L. Masini, S. Rampello,** Influence of Input Assumptions on the Evaluation of the Seismic Performance of Earth Dams, *Journal of Earthquake Engineering* 26(9) (2022) 4471–4495, <https://doi.org/10.1080/13632469.2020.1835747>.
- [8] **E. Cascone, G. Biondi, D. Aliberti, et al.,** Effect of vertical input motion and excess pore pressures on the seismic performance of a zoned dam, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 142 (2021) 106566, <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106566>.
- [9] **H. Igityan, E. Elbakyan, H. Hakobyan, et al.,** Methodology of Studies for Construction of Water Reservoir Dams in Countries Prone to Landslide Hazard, *Civil Engineering Journal* 11(1) (2025) 279–289, <https://doi.org/10.28991/CEJ-2025-011-01-016>.
- [10] **Z. Gülerce, S.T. Shah, A. Menekşe, et al.,** Probabilistic Seismic-Hazard Assessment for East Anatolian Fault Zone Using Planar Fault Source Models, *Bulletin of the Seismological Society of America* 107(5) (2017) 2353–2366, <https://doi.org/10.1785/0120170009>.
- [11] **K.O. Cetin, F. Cuceoglu, B.U. Ayhan, et al.,** Performance of hydraulic structures during 6 February 2023 Kahramanmaraş, Türkiye, earthquake sequence, *Earthquake Spectra* 40(4) (2024) 2231–2267, <https://doi.org/10.1177/87552930241258295>.
- [12] **R.E.S. Moss, K.O. Cetin, B.U. Ayhan,** Performance of Earth Dams and Port Facilities in the 2023 Türkiye Kahramanmaraş Earthquakes, *Japanese Geotechnical Society Special Publication* 10(11) (2024) 300–304, <https://doi.org/10.3208/jgssp.v10.SS-6-07>.

- [13] **R.E.S. Moss, E. Altunel, P. Bassal, et al.**, Geotechnical and geological reconnaissance observations of the 6 February 2023 Türkiye earthquakes, *Earthquake Spectra* (2025), <https://doi.org/10.1177/87552930241281007>.
- [14] **A. Bayraktar, M. Akköse, C.E. Ventura, et al.**, Onsite Seismic Monitoring Behavior of Undamaged Dams During the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes (M7.7 and M7.6), *Sensors* 24(21) (2024) 6856, <https://doi.org/10.3390/s24216856>.
- [15] **K.Ö. Çetin, B.U. Ayhan, F. Cüceoğlu, et al.**, Performance of Reyhanlı Dam during February 6, 2023 Kahramanmaraş-Türkiye earthquake sequence, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 194 (2025) 109369, <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2025.109369>.
- [16] **С.Ю.Баласанян, С.Н.Назаретян, В.С.Амирбекян**, Сейсмическая защита и ее организация, «Эльдорадо», Гюмри, 2004, 436 с.
- [17] **ICOLD**, Selecting Seismic Parameters for Large Dams – Guidelines, Bulletin 72, International Commission on Large Dams, Paris, 1989.
- [18] **ICOLD**, Selecting Seismic Parameters for Large Dams – Guidelines, Bulletin 148, International Commission on Large Dams, Paris, 2016.
- [19] **ICOLD**, Inspection of Dams Following Earthquake – Guidelines, Bulletin 166, International Commission on Large Dams, Paris, 2016.
- [20] ՀՀ քաղաքաշինության կոմիտեի նախագահի 28.12.2020 թ. N 102-Ն հրաման, ՀՀՀՆ 20.04-2020 «Երկրաշարժադիմացկուն շինարարություն. Նախագծման նորմեր», գործող ինկորպորացված խմբագրություն, <<https://www.arlis.am/hy/acts/208402>> (մուտք՝ 25.08.2026):
- [21] ՀՀ կառավարության 2021–2026 թթ. գործունեության միջոցառումների ծրագիր, «Մեյս-միկ ռիսկի գնահատում և նվազեցում» բաժին, պետական հատուկ նշանակության 24 ջրամբարների պատվարների սեյսմիկ խոցելիության գնահատման միջոցառում. <<https://www.arlis.am/acts/files/238376/d7ebce8ca5c972c3712b2e4fb5e0b09638af464b8034d7f7355da2c435fb2c5c>> (մուտք՝ 25.08.2026):
- [22] ՀՀ ներքին գործերի նախարարություն, «Նախատեսվում է իրականացնել պետական հատուկ նշանակության 24 ջրամբարի պատվարների սեյսմիկ խոցելիության գնահատում և առաջարկությունների ներկայացում», 27.08.2024. <<https://mia.gov.am/2024/08/27/hexexum/>> (մուտք՝ 25.08.2026):

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛОТИН АРМЕНИИ И ТУРЦИИ

Ани Амбарцумовна Геворгян, Ваган Суренович Кобелян, Марианна Погосовна Акопян*

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

** m.hakobyan@nuaca.am*

Выполнен сравнительный анализ сейсмического поведения плотин Армении и Турции с особым учетом документированных последствий землетрясений Кахраманмараш 2023 г. Цель исследования — обосновать направления модернизации оценки сейсмической уязвимости плотин государственных водохранилищ специального назначения Армении. Используются научные публикации, данные пост-сейсмических исследований, исторические сведения и действующие нормативные документы. Показано, что PGA является необходимым, но недостаточным показателем: отдельно должны учитываться поверхностное смещение активных разломов, разжижение и сейсмическое уплотнение грунтов,

фактическое техническое и эксплуатационное состояние, мониторинг и возможные последствия в нижнем бьефе. Предложена восьмифакторная скрининговая структура для определения приоритетов детальных исследований и мероприятий по повышению безопасности.

Ключевые слова: плотина, сейсмическая безопасность, сейсмическая уязвимость, активный разлом, PGA, разжижение, мониторинг, водохранилище

COMPARATIVE SEISMIC SAFETY ASSESSMENT OF DAMS IN ARMENIA AND TURKEY

Ani Gevorgyan, Vahan Kobelyan, Marianna Hakobyan*

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

* m.hakobyan@nuaca.am

The study presents a comparative assessment of the seismic behavior of dams in Armenia and Turkey, with particular emphasis on documented performance during the 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence. The study aims to identify directions for modernizing seismic vulnerability assessment of Armenia's state-owned special-purpose reservoir dams. Scientific publications, post-earthquake reconnaissance data, historical records, and current regulatory documents were synthesized. The results show that PGA is necessary but insufficient as a stand-alone indicator. Surface fault displacement, liquefaction and seismic densification, actual structural and operational condition, monitoring capacity, and potential downstream consequences should be evaluated separately. An eight-factor screening framework is proposed to support prioritization of detailed investigations and safety-upgrading measures. The framework is intended for portfolio-level screening and does not replace site-specific geotechnical and nonlinear dynamic assessment of individual dams.

Keywords: dam, seismic safety, seismic vulnerability, active fault, PGA, liquefaction, monitoring, reservoir

Գևորգյան Անի Համբարձումի, երկ.գ.թ. (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, դասախոս, (+374)93533523, anigevorgyan19901@gmail.com, **Կոբելյան Վահան Սուրիկի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, (+374)95585535, vahankobelyan@nuaca.am, **Հակոբյան Մարիաննա Պողոսի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, (+374)98772203, m.hakobyan@nuaca.am

Геворгян Ани Амбарцумовна, канд. геол. наук (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, преподаватель, (+374) 93533523, anigevorgyan19901@gmail.com, **Кобелян Ваган Суренович, канд. техн. наук** (РА, г. Ереван) – НУАСА, руководитель кафедры Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, (+374)95585535, vahankobelyan@nuaca.am, **Акопян Марианна Погосовна, канд. техн. наук, доцент** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, (+374)98772203, m.hakobyan@nuaca.am

Gevorgyan Ani, doctor of Philosophy (Ph.D) in geology (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower, (+374)93533523, anigevorgyan19901@gmail.com, **Kobelyan Vahan, doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower, (+374)95585535, vahankobelyan@nuaca.am, **Hakobyan Marianna, doctor of Philosophy (Ph.D) in engineering, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower, (+374)98772203, m.hakobyan@nuaca.am

Ներկայացվել է՝ 10.09.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 24.09.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

CORRECTION OF ERRORS DETECTED IN THE CADASTRAL MAPS OF SETTLEMENTS IN THE REPUBLIC OF ARMENIA USING ORTHOPHOTOPLANS

Samvel Kroyan*, Jora Margaryan, Narek Kroyan

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

**kroyan.samvel@mail.ru*

Correction of inaccuracies and errors found in cadastral maps of communities and settlements of the Republic of Armenia using orthophoto floor plans (using the example of the Solak community). The article considers the issue of adjusting and modernizing cadastral maps, the key graphic document of the state registration system of real estate. Considering the inaccuracies and errors accumulated in the maps over the past 20 years, this study analyzes the legal and technical bases for their correction in accordance with the requirements of Articles 3 and 14 of the RA Law “On State Registration of Rights to Property” (application and coding of a unified geodetic coordinate system). This study details the process of detecting and correcting errors using modern orthophoto floor plans and space images at the district and community levels. This study defines the main terms and concepts related to the topic and reveals the phased features of field and office work in cadastral mapping. The prerequisites for creating maps and the modern technological innovations used for their final implementation are shown.

Keywords: *cadastral map, real estate unit, cadastral plan, orthophotomap, error correction*

Introduction

According to Article 3 of the Law of the Republic of Armenia on State Registration of Rights to Property, the main principles and objectives of state registration include:

- 1) recognition, guarantee, and protection of property rights and registered restrictions;
- 2) creation and maintenance of an information system on property rights, restrictions, cadastral valuation, and registration data;
- 3) ensuring the availability, objectivity, continuity, and consistency of property-related data;
- 4) establishing conditions necessary for the development of the real estate market.

Among the principal documents of the state registration system defined in Article 12 of the same law are:

- the unified register of state registration of rights and restrictions over property;
- the cadastral map (plan);
- the cadastral file prepared for each real estate unit.

Particular importance is given to linking land parcels, buildings, structures, and other immovable property objects represented in cadastral maps to the unified geodetic coordinate system of the Republic of Armenia, as well as to assigning cadastral codes established by the Government.

By Decision No. 698-N (April 29, 2021), the Government of the Republic of Armenia approved the procedure for correcting errors identified in cadastral maps. According to this procedure, orthophoto plans produced or approved by the Cadastre Committee are treated as thematic layers of cadastral data after the relevant boundary correction projects are transferred to territorial subdivisions.

The correction of cadastral district boundaries is carried out based on 1:2000 scale cadastral plans derived from orthophoto maps with 10...20 *cm* spatial accuracy. These materials enable the adjustment of administrative boundaries, cadastral districts, and real estate unit boundaries within permissible accuracy limits.

Baseline data recorded in urban planning, land management, and land allocation documents, as well as coordinate data obtained from plans prepared by certified specialists, are subject to updating during the correction process.

This study analyzes the mechanisms of error detection and correction in cadastral maps, using the Solak community in the Kotayk region as a case study.

Materials and Methods

Cadastral surveys are conducted using the following methods:

- tachymetric survey (electronic total stations),
- GNSS (GPS) satellite positioning,
- combined methods integrating aerial and satellite imagery with field measurements.

Depending on field conditions and the configuration of survey networks, linear intersection and polar methods are primarily applied.

When merging survey data from different areas, the allowable positional error must not exceed 0.3 *mm* at map scale.

All cadastral survey outputs must include the date of fieldwork completion, ensuring that mapped data accurately reflects ground conditions at that time.

Results and Discussion

Cadastral survey materials-namely cadastral maps and plans-represent reduced and generalized depictions of terrain at appropriate scales using conventional symbols. These materials display all real estate units regardless of ownership form, including their location, boundaries, area, type, as well as networks of above-ground and underground utilities and other relevant data.

Cadastral maps and plans constitute one of the main components of the state real estate registration system. They are used for the registration of property rights, valuation, formation of the tax base for land and property taxes, and for the management of a multipurpose cadastre.

The initial data for cadastral mapping include graphical and textual legal documents related to real estate, cartographic materials at scales of 1:500–1:25 000, urban planning and land development programs, master plans, and geodetic control point datasets [1, 2]. Cadastral mapping is carried out by qualified legal entities and may be produced in both paper and digital formats.

Cadastral surveying for state registration is conducted for each individual real estate unit. During registration, each unit is assigned a unique cadastral code consisting of numerical identifiers, which remains unchanged as long as the unit exists as a legal and physical entity. For properties that have not undergone state registration, including unauthorized constructions and illegally occupied land plots, provisional codes are assigned. For this purpose, the territory of the Republic of Armenia is divided into cadastral regions, communities, sectors, districts, and units.

Cadastral surveys are conducted using modern geodetic equipment, including electronic theodolites, GNSS (GPS) receivers, and laser distance meters.

Cadastral mapping of real estate in the Republic of Armenia began in 1998. Between 1998 and 2000, the cadastral base was created using local coordinate systems as well as SK-63 and SK-42 systems, while since 2001, the SK-42 coordinate system has been adopted as the standard [3]. Surveying during this period was performed using traditional terrestrial methods, including theodolite and tachometric surveys, as well as linear and angular intersection techniques.

During the first phase of cadastral mapping and registration, community boundaries were defined approximately. In subsequent phases, efforts were made to align administrative boundaries of communities and regions using topographic maps at scales of 1:10 000 and 1:25 000. However, this process did not fully eliminate initial errors, which persisted in the digitized cadastral maps.

Traditional surveying methods did not allow for high-precision representation of curved features or accurate calculation of polygon areas. Furthermore, the division of agricultural land in Armenia, carried out since 1991 by local land commissions, was based on Soviet-era land management maps (scales 1:5 000 and 1:10 000) and land balance records. These boundaries were later transferred to the field using low-accuracy measuring tools, resulting in significant discrepancies between allocated and actually used parcels.

These inaccuracies were later identified during cadastral mapping using modern geodetic technologies. Given the primary objective at that stage-initial registration of privatized land and issuance of ownership documents-it was decided to digitize existing land allocation data and create community-based cadastral maps, followed by the alignment of administrative boundaries in later stages.

This process began in 2004, which led to a number of deficiencies in digitized cadastral maps, including: mismatches between neighboring community boundaries, resulting in overlaps or gaps between parcels, errors arising from the transformation of maps created in different coordinate systems into a unified system.

To address these issues, both field and office-based corrections were undertaken. Community boundaries were adjusted using orthophoto maps at a scale of 1:10 000 and base topographic maps derived from satellite imagery with an accuracy of approximately one meter. However, the accuracy of these orthophoto maps is insufficient for fully correcting cadastral map errors.

As a result, due to existing inaccuracies in cadastral maps, applications submitted by citizens to territorial cadastral offices are often rejected or returned for correction during the registration of real estate floor plans approved by local authorities in Yerevan and other settlements [3].

The errors identified in cadastral maps can be classified into several main groups based on their nature and characteristics: positional errors, linear measurement errors, area discrepancies, errors in intended land use, ownership inconsistencies, certification issues, and layer mismatches. Table presents a detailed classification of these errors.

Table

The nature and content of the errors made in the cadastral map

No	Nature of the error
<i>1. Position (Location)</i>	
1.1	Not reflected in the map and cannot be reflected based on the existing registered data
1.2	The position cannot be determined with the incorrect coordinates and the existing data reflected on the map.
1.3	It is not reflected on the map and is returned with other properties based on the presented registration data.
1.4	It is reflected on the map and is returned with other properties based on the newly presented registration data.

2. Linear dimensions	
2.1	The linear dimensions on the map differ from those of the orthophoto plans.
2.2	The linear dimensions on the map differ from the recorded measurements and cannot be verified with the orthophoto plan.
2.3	The linear dimensions on the map differ from the orthophoto plans and the registered dimensions.
2.4	The linear dimensions on the map differ from the dimensions of the orthophoto plans, but correspond to the registered dimensions.
2.5	The linear dimensions on the map are divided into parts according to the administrative boundaries of the community compared to the registered property dimensions.
3. Area	
3.1	The area on the map is smaller than the registered area and does not correspond to the area of the orthophoto plan.
3.2	The area on the map is smaller than the registered area, but corresponds to the area of the orthophoto map.
3.3	The area on the map is smaller than the registered area, but it is not possible to determine the area using the orthophoto map.
3.4	The area on the map is larger than the registered area and does not correspond to the area of the orthophoto map.
3.5	The area on the map is larger than the registered area, but corresponds to the area of the orthophoto map.
3.6	The area on the map is larger than the registered area, but it is not possible to determine the area using the orthophoto map.
3.7	The area on the map corresponds to the registered area, but differs from the orthophoto map.
4. Target and/or functional significance	
4.1	The target and/or functional significance of the land plot in the map differs from the transfer decision, but corresponds to the registration.
4.2	The target and/or functional significance of the land plot in the map corresponds to the transfer decision, but differs from the registration.
4.3	The target and/or functional significance of the land plot in the map differs from both the transfer decision and the registration.
4.4	The target and/or functional significance of the land plot in the map differs from the main layout / zoning project / and the registration.
4.5	The intended and/or functional significance of the land plot on the map differs from the main layout (zoning project), but corresponds to the registration.
5. Ownership	
5.1	The form of ownership of the land plot is indicated as community on the map and in the transfer decision, but is registered in the name of a citizen or legal entity.
5.2	The form of ownership of the land plot is indicated as state on the map and in the transfer decision, but is registered in the name of a citizen or legal entity.
5.3	The form of ownership of the land plot is indicated as state on the map, but there is no such thing in the transfer decision, and it is registered in the name of a citizen or legal entity.
5.4	The form of ownership of the land plot is indicated as community on the map, but there is no such thing in the transfer decision, and it is registered in the name of a citizen or legal entity.
5.5	The ownership form of the land plot is indicated on the map as belonging to a citizen or legal entity, but there is no registration.
6. Certificate	
6.1	The area of the land plot on the map differs from the area specified in the certificate, which has resulted from rounding the number.
6.2	The cadastral code of the land plot on the map differs from that specified in the certificate.
6.3	The cadastral code of the land plot is not specified in the certificate.
6.4	The functional significance of the building in the certificate does not correspond to the intended and functional purposes of the land plot.

6.5	The area of the building in the new certificate is smaller than the area specified in the previous certificate, which resulted from recalculation based on internal dimensions instead of external dimensions.
7. Identification	
7.1	The coordinates and linear dimensions of the breakpoints of the intended and functional purpose/land use layer in the map differ from those of the property form layer and/or the real estate layer.
7.2	There are several identical layers in the map; for example, the property layer can be both community and state, etc.

Adjustments of community administrative boundaries in cadastral maps are carried out based on a written request from the respective community leader, taking into account boundary descriptions and orthophoto plans defined by the Law of the Republic of Armenia on “*Administrative Division of the Republic of Armenia*” (hereinafter referred to as *the Law*).

Administrative boundaries of communities, or their separate sections, are adjusted in accordance with the descriptions established by the Law and with the mutual consent of neighboring community authorities. Boundaries agreed upon prior to the adoption of the current regulation are also considered valid if they comply with the provisions of the Law [4].

If, during the adjustment process, it becomes evident that the proposed boundary does not conform to the descriptions defined in the Law, the agreed data from neighboring community authorities is submitted by the Cadastre Committee to the Ministry of Territorial Administration and Infrastructure for initiating amendments to the Law. The adjustment of the respective cadastral map section is carried out only after such amendments are adopted.

Upon completion of boundary adjustment works, the draft cadastral map section-aligned with orthophoto plans-is provided to the community leader in both paper (Sample Form 1) and electronic (PDF) formats. It is also published on the official e-cadastre platform for public access [5].

Within 10 working days of receiving the documents, the community leader must submit written consent or objections, including feedback from neighboring communities. In case of disagreement, the Cadastre Committee prepares a revised draft and resubmits it for approval. If consensus is still not reached, the issue is referred to the commission established by the Decision No. 67-A of the Prime Minister of the Republic of Armenia (February 7, 2005) [6].

Until written agreements are obtained, land allocation within disputed or overlapping areas is suspended, and such areas are considered contested.

Land plots incorporated into community boundaries as a result of adjustments-previously located within former boundaries and not owned by individuals or legal entities-are classified as community property. These lands are transferred to communities by the state under the right of gratuitous ownership in accordance with relevant regulations [7].

Conversely, land plots that, by law, fall within community boundaries but were previously located outside them (within regional administrative boundaries) and are not privately owned are classified as state-owned lands.

Adjustments to cadastral district boundaries or locations are also carried out based on written requests from community leaders. These adjustments rely on orthophoto maps and align district boundaries with visible physical features such as roads, railways, streets, canals, drainage systems, and natural barriers (e.g., rivers, ravines, watersheds).

Such adjustments are performed while preserving, as much as possible, the original geometry, linear dimensions, and area of the districts.

After completing these adjustments, the updated cadastral map sections are submitted to the community leader in both paper (Sample Form 2) and electronic formats. The same approval procedure (10 working days, objections, revisions) applies.

Where district boundaries coincide with community administrative boundaries, adjustments are carried out following the same procedure.

The finalized administrative boundary maps are published on the Cadastre Committee's official website for a period of one month. If no objections are received from community leaders during this period, the adjustments are deemed approved.

Adjustments to agricultural land categories in cadastral maps are made in accordance with cadastral records and land fund accounting data, as well as the requirements of Government Decision No. 1066-N (September 17, 2009) [8].

Adjustments to the designated or functional use of registered land plots are carried out based on official registration documents. In cases of missing or inconsistent data, adjustments are made based on the functional use of registered buildings or information provided by the community leader.

If corrections to the base cadastral layer do not alter the designated purpose of a property unit or the land balance scheme, and valid legal documents exist, such corrections may be implemented without applying Government Decisions No. 1920-N and No. 1918-N (December 29, 2011) [8, 9].

Analysis of inaccuracies identified in cadastral plans highlights the need for systematic correction and updating of cadastral maps. This process is essential for clarifying property boundaries within a unified coordinate system, ensuring their legal validation and formalization.

The process of identifying and correcting cadastral map errors is illustrated through a case study of the Solak community in the Kotayk region (Fig. 1).

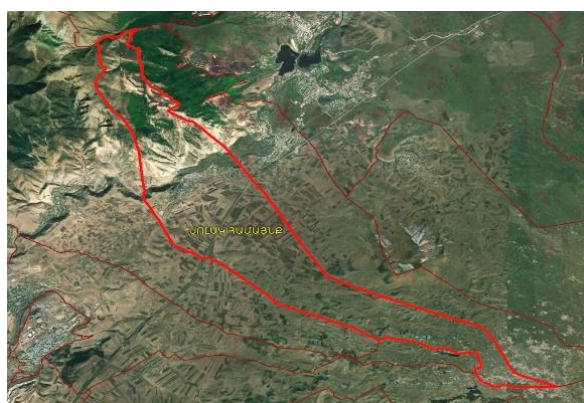


Fig. 1. The location of the Solak community in the Kotayk region of Armenia on the Google Earth browser platform

To perform the analysis, the cadastral map of the Solak community in the Kotayk region was overlaid onto the corresponding orthophoto plan. This comparison reveals that the directional deviation between the cadastral map and the orthophoto is consistent in magnitude across the entire community area (Fig. 2, 3).

In the presented example, this deviation is clearly observed in three different sections of the community, where discrepancies between the mapped features and their actual positions are evident. After applying the necessary corrections, the map becomes properly aligned with the orthophoto imagery, resulting in correctly oriented representations (Fig. 4-6).



Fig. 2. Illustrates the deviation of the cadastral map from the actual spatial configuration [10, 11].



Fig. 3. The area N 1 depicted on the orthophoto plan after correction



Fig. 4. The area N2 depicted on the orthophoto map

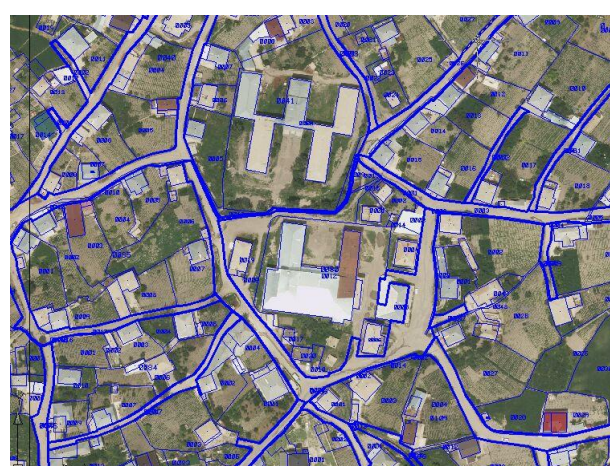


Fig. 5. Area N2 as shown on the orthophoto map after alianment



Fig. 6. The area N 3 depicted on the orthophoto plan



Fig. 7. The area N 3 depicted on the orthophoto plan

Analysis of the map shown in Fig. 7 indicates that approximately 90 % or more of the cadastral map is consistent with the orthophoto imagery; however, certain discrepancies still remain. These errors are highlighted in the areas marked with yellow frames.

Attempts to correct and fully align these sections with the natural features may lead to additional issues. Specifically, such adjustments may result in changes to the linear and areal parameters recorded in existing ownership certificates, which in turn could generate additional costs and potential disputes (Fig. 8, 9).

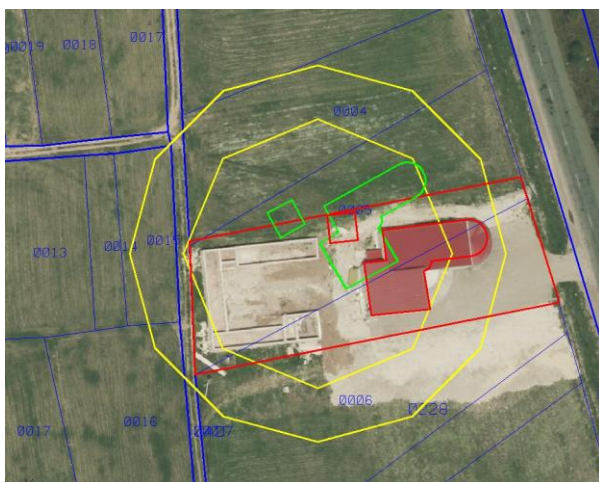


Fig. 8. The land plot and building on the cadastral map of the Solak community depicted on the orthophoto plan create conflicts



Fig. 9. Similar combinations on the community cadastral map

To implement comprehensive field measurements and utilize the resulting data, it is necessary to establish a working environment that meets modern technological requirements. The obtained geospatial database should be used for the transformation and correction of the cadastral map covering the entire territory of the Solak community. Fieldwork should be conducted using modern geodetic technologies, including GNSS satellite positioning systems and electronic total stations.

Conclusion

The principles governing cadastral mapping implementation, including the stages of field and office work, have been outlined. These principles describe the necessary prerequisites for cadastral map creation as well as the technological innovations applied in their final development.

Errors related to individual real estate units have been identified and corrected within the cadastral maps of communities in the Republic of Armenia, including adjustments to administrative boundaries and cadastral districts.

Using orthophoto maps, existing discrepancies and inaccuracies in real estate units have been detected and clarified within the cadastral maps of the Solak community in the Kotayk region of the Republic of Armenia.

Literature

- [1] On the procedure for the open publication of topographic maps and plans in the WGS-84 (WGS-84) (ARMREF 02) national geodetic coordinate system, 2009, No. 791, decision of the government of the Republic of Armenia.
- [2] On the approval of the program for the creation of base maps of the state scale of the Republic of Armenia and the implementation of aerial photography works. No. 1565-N, September 19, 2002.
- [3] The law of the Republic of Armenia on the state registration of property rights was adopted by the National Assembly on April 14, 1999.
- [4] The Law of the Republic of Armenia on the Administrative Territorial Division of the Republic of Armenia. Adopted by the National Assembly on November 7, 1995, N-062-I.

- [5] Decision of the Government of the Republic of Armenia on the Procedure for Correcting Errors Found in the Cadastral Map. N 698-N, April 29, 2021.
- [6] Order of the Chairman of the State Committee of Real Estate Cadastre under the Government on Approving the Instruction for the Implementation of Cadastral Mapping Works N 51-N, 2011.
- [7] The Government of the Republic of Armenia: Decision on Making Additions and Amendments to the Decision N 2048 of the Government of the Republic of Armenia dated December 5, 2002, N 93-N, February 6, 2014.
- [8] The Government of the Republic of Armenia: Decision on Approving the Procedure for Changing Land Categories of Agricultural Land N 1066-N, September 17, 2009.
- [9] Regulation on the Forms of Land Plot and Building Plans and the Requirements for Submitting Plans 284 (2021) 18 p.
- [10] Geographic Digital Maps: General Requirements, G.oct 68-3, 1-98, 2000.
- [11] Geographic Digital Maps; Quality Requirements for Digital Geographic Maps, G.oct 68-3, 4-98, 2000.

ՀՀ ԲՆԱԿԱՎԱՅՐԵՐԻ ԿԱԴԱՍՏՐԱՅԻՆ ՔԱՐՏԵԶՆԵՐՈՒՄ ՀԱՅՏՆԱԲԵՐՎԱԾ ՄԽԱԼՆԵՐԻ ՈՒՂՂՈՒՄՆ ՕՐԹՈՖՈՏՈՀԱՏԱԿԱԳԾԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՍԲ

Սամվել Զալիբեկի Կրոյան*, Ժորա Սմբատի Մարգարյան, Նարեկ Սամվելի Կրոյան

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

**kroyan.samvel@mail.ru*

Հոդվածում դիտարկվում են Հայաստանի Հանրապետության բնակավայրերի կադաստրային քարտեզներում հայտնաբերված սխալների ուղղումն օրթոֆոտոհատակագծերի կիրառմամբ (Սուլակ բնակավայրի օրինակով) և անշարժ գույքի պետական գրանցման համակարգի առանցքային գրաֆիկական փաստաթղթի՝ կադաստրային քարտեզների ճշգրտման և արդիականացման հիմնախնդիրները: Հաշվի առնելով վերջին 20 տարիների ընթացքում քարտեզներում կուտակված անճշտություններն ու սխալները, վերլուծվում են դրանց ուղղման իրավական և տեխնիկական հիմքերը՝ համաձայն «Գույքի նկատմամբ իրավունքների պետական գրանցման մասին» ՀՀ օրենքի 3-րդ և 14-րդ հոդվածների պահանջների (միասնական գեոդեզիական կոորդինատային համակարգի կիրառում և ծածկագրում): Մանրամասնվում է արդի օրթոֆոտոհատակագծերի և տիեզերական նկարների օգտագործմամբ սխալների հայտնաբերման ու սրբագրման գործընթացը թաղամասային և համայնքային մակարդակներում: Մանրամասնվում են թեմային առնչվող հիմնական տերմիններն ու հասկացությունները, ինչպես նաև բացահայտվում են կադաստրային քարտեզագրման դաշտային և գրասենյակային աշխատանքների փուլային առանձնահատկությունները: Ցույց են տրված քարտեզների ստեղծման նախապայմաններն ու դրանց վերջնական իրականացման համար կիրառվող ժամանակակից տեխնոլոգիական նորամուծությունները:

Բանալի բառեր. *կադաստրային քարտեզ, անշարժ գույքի միավոր, կադաստրային հատակագիծ, օրթոֆոտոքարտեզ, սխալի ուղղում*

ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК, ОБНАРУЖЕННЫХ НА КАДАСТРОВЫХ КАРТАХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ РА С ПОМОЩЬЮ ОРТОФОТОПЛАНОВ

Самвел Залибекович Кроян*, Жора Смбатович Маргарян, Нарек Самвелович Кроян

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

*kroyan.samvel@mail.ru

Коррекция ошибок, обнаруженных на кадастровых картах населенных пунктов Республики Армения, с использованием ортофотопланов (на примере населенного пункта Солак). В статье рассматривается вопрос корректировки и модернизации кадастровых карт, ключевого графического документа государственной системы регистрации недвижимости. С учетом неточностей и ошибок, накопленных на картах за последние 20 лет, в работе анализируются правовые и технические основания для их исправления в соответствии с требованиями статей 3 и 14 Закона РА «О государственной регистрации прав собственности» (применение и кодирование единой геодезической системы координат). В статье подробно описывается процесс выявления и исправления ошибок с использованием современных ортофотопланов и пространственных изображений на районном и общинном уровнях. В работе определены основные термины и понятия, относящиеся к теме, а также раскрыты поэтапные особенности полевых и офисных работ по кадастровому картографированию. Представлены предпосылки для создания карт и современные технологические новшества, используемые для их окончательной реализации.

Ключевые слова: кадастровая карта, объект недвижимости, кадастровый план, ортофотокарта, коррекция ошибок

Չրոյան Սամվել Զալիբեկի, գ.գ.թ., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Ինժեներական գեոդեզիայի ամբիոն, (+374)93515696, kroyan.samvel@mail.ru, **Մարգարյան Ժորա Սմբատի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Ինժեներական գեոդեզիայի ամբիոն, դասախոս, (+374)93352846, margaryanjora55@gmail.com, **Չրոյան Նարեկ Սամվելի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Ինժեներական գեոդեզիայի ամբիոն, դասախոս, (+374)77472858, narekkroyan@bk.ru

Кроян Самвел Залибекович, канд. с.-х. наук, доцент (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Инженерной геодезии, (+374)93515696, kroyan.samvel@mail.ru, **Маргарян Жора Смбатович** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Инженерной геодезии, преподаватель, (+374)93352846, margaryanjora55@gmail.com, **Кроян Нарек Самвелович** (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Инженерной геодезии, преподаватель, (+374)77472858, narekkroyan@bk.ru

Kroyan Samvel, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor (RA, Yerevan) – NUACA, Department of Engineering Geodesy, (+374)93515696, kroyan.samvel@mail.ru, **Margaryan Jora** (RA, Yerevan) – NUACA, Department of Engineering Geodesy, Lecturer, (+374)93352846, margaryanjora55@gmail.com, **Kroyan Narek** (RA, Yerevan) – NUACA, Department of Engineering Geodesy, Lecturer, (+374)77472858, narekkroyan@bk.ru

Ներկայացվել է՝ 14.09.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 22.09.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

**ԱՎՏՈՃԱՆԱՊԱՐՀՆԵՐԻ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԲԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ
ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՏՐԱՆՍԴՈՐՏԱՅԻՆ ՊԱՏԱՀԱՐՆԵՐԻ ԾԱՆՈՒԹՅԱՆ
ԱՍՏԻՃԱՆԻ ՆՎԱԶԵՑՄԱՆ ՎՐԱ**

Աննա Հայրապետի Հայրապետյան

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
hayrapetyananna0609@gmail.com*

Ավտոտրանսպորտում վթարների նվազեցման, ինչպես նաև դրանց հետևանքների մեղմման նպատակով կիրառվում են տարբեր տեսակների, ամրության և տարբեր նյութերից պատրաստված արգելապատնեշներ: Դրանց արդյունավետության և ֆունկցիոնալության գնահատումը հնարավորություն է տալիս ապահովել տրանսպորտային հոսքերի կանոնակարգված և առանց հակամարտությունների երթևեկություն, իսկ ճանապարհատրանսպորտային պատահարների (ՃՏՊ) դեպքում՝ նվազեցնել տրանսպորտային միջոցների երթևեկելի մասից դուրս գալու հավանականությունը և կանխարգելել ծանր հետևանքների առաջացումը: Հոդվածում քննարկվում են ճանապարհային արգելապատնեշների դասակարգումը, օգտագործման նպատակահարմարությունը և դրանց օգտագործման արդյունավետության գնահատումը:

***Բանալի բառեր.** ճանապարհ, ավտոմոբիլ, երթևեկություն, մետաղական արգելապատնեշ, կանգնակ, հարվածի իմպուլս, հարվածի ուժ*

Ներածություն

Ավտոմոբիլային ճանապարհների կարևոր տարրերից են մետաղական արգելապատնեշները, որոնք հանդիսանում են երթևեկության անվտանգության ապահովման հիմնական միջոցներից մեկը: Արգելապատնեշների օգտագործումն էականորեն բարելավում է երթևեկության կարգավորման գործընթացը: Ճանապարհային արգելապատնեշներն օգտագործվում են աշխարհի տնտեսապես զարգացած բոլոր երկրներում, իսկ դրանց կառուցվածքի օգտագործման պայմանները նորմավորված են տարբեր ԴՕՏ-երով, ԵԱՏՄ երկրներում՝ EN 1317 ստանդարտով [1], ԱՄՆ-ում այն ներկայացված է MASH և NCHRP նորմատիվ ակտերով, ՀՀ-ում՝ ՀՀՇՆ 32.01-2022 «Ավտոմոբիլային ճանապարհներ» շինարարական նորմերով, նաև ԴՕՏ 33388-2015 և այլ նորմատիվ ակտերով:

Հայտնի է, որ ճանապարհային արգելապատնեշները նախատեսված են ավտոմոբիլների երթևեկության ընթացքում ճանապարհից դուրս գալու ռիսկի նվազեցման, բաժանարար գոտին հատելու և հանդիպակաց տրանսպորտային միջոցների հետ բախումները կանխելու համար, ինչպես նաև կողնակում կամ օտարման շերտում գտնվող խոչընդոտների և կառուցվածքային տարրերի վրա վրաերթերի և ճանապարհից կամ կամրջային կառուցվածքներից հետիոտի վայր

ընկնելու վտանգի նվազեցման նպատակով: Բացի այդ, դրանք կիրառվում են երթևեկության կանոնակարգման և կենդանիների՝ երթևեկելի մաս դուրս գալը կանխելու համար:

Նյութեր և մեթոդներ

Ավտոմոբիլային ճանապարհների հաղորդակցողիները կոչված են ապահովել տրանսպորտային հոսքերի ներդաշնակ, անվտանգ և հարմարավետ երթևեկությունը՝ վերջնական նպատակ ունենալով ապահովել տրանսպորտային միջոցների աշխատանքի բարձր արտադրողականությունը:

Ճանապարհի կահավորման և պաշտպանիչ կառուցվածքների շարքում առանձնահատուկ տեղ են զբաղեցնում մետաղական արգելապատնեշները: Դրանք իրենց ֆունկցիոնալ նշանակությամբ, ինչպես նշվեց վերևում, ունեն որոշակի տարբերություններ: Արգելապատնեշների տեսակի ընտրության ժամանակ կարևոր է հիմնավորել դրանց հստակ ֆունկցիոնալ նշանակությունը, այն է՝ տրանսպորտային հոսքերի առանձնացում, ճանապարհից դուրս գալու կանխարգելում, ժամանակավոր արգելափակում և մուտքի սահմանափակում: Արգելապատնեշների ընտրության համար կարևոր նշանակություն ունի շահագործական պայմանների վերլուծությունը: Այն կարելի է դասակարգել հետևյալ տեսքով.

- ցածր արագությամբ երթևեկելու ժամանակ պետք է օգտագործել ռետինե կամ պոլիմերային նյութից պատրաստված կանգնակներ,
- միջին արագությամբ շարժվող տրանսպորտային միջոցների (50...80 կմ/ժ) հոսքի համար պետք է օգտագործել մետաղական արգելապատնեշներ,
- բարձր արագություններ ունեցող (≥ 90 կմ/ժ) հոսքերի դեպքում՝ բետոնե կամ ուժեղացված մետաղական արգելապատնեշներ,
- ցուրտ կլիմայական պայմաններում՝ կոռոզիոն դիմացկուն (ցինկապատ մետաղ),
- ուժեղ քամիների համար՝ բետոն և այլն:

Արգելապատնեշների ընտրության ժամանակ կարելի է դեկլարվել հետևյալ ալգորիթմով.

1. որոշել պաշտպանիչ կառուցվածքների ամենակարևոր նպատակը,
2. գնահատել շահագործման պայմանները,
3. ստուգել վերլուծական անվտանգության պայմանը,
4. տալ գնի և ռեսուրսի համեմատական գնահատական,
5. հաշվի առնել գործող նորմատիվները:

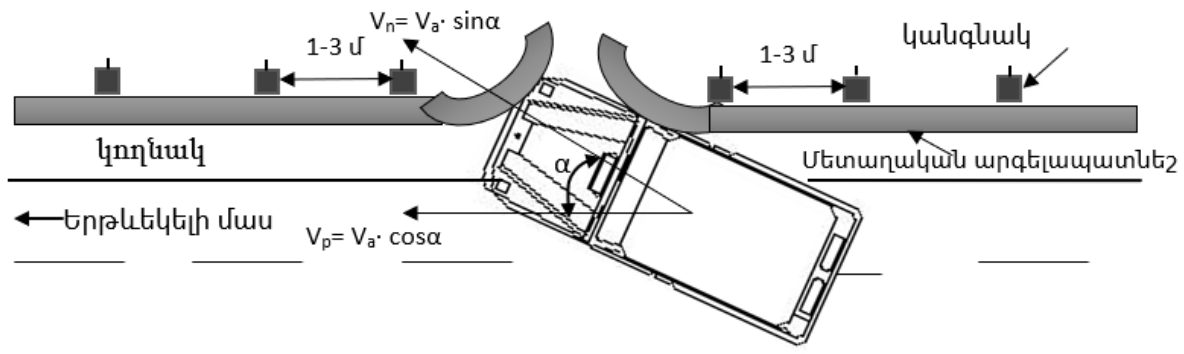
Արգելապատնեշի ընտրությունը պայմանավորված է դրանց ֆունկցիոնալ նպատակով.

- մշտական սահմանափակիչներ (մետաղական, բետոնե, քարե, աղյուսե),
- ժամանակավոր սահմանափակիչ (պլաստիկ՝ ջրով, մետաղական, շարժական ռետինե և այլն),
- այլ տիպի արգելապատնեշներ (հետիոտնային գոտու, հակակայանման և այլն):

Դիտարկենք կողային պահող ճանապարհային արգելապատնեշները, հաշվի առնելով, որ ՀՀ-ում բավականին բարձր են նաև շրջում տեսակի ճանապարհատրանսպորտային պատահարները (ՃՏՊ) (տարեկան միջինը 310...340 ՃՏՊ, 40...45 զոհ՝ 13...14 %), երբ ավտոմոբիլները հաճախ դուրս են գալիս ճանապարհի երթևեկելի մասից: Մետաղական պաշտպանիչները պետք է տեղադրել ճանապարհի կողնակներին [2], այն տեղամասերում, որտեղ

- շեղի թեքությունը 1:3-ից մեծ է և լիցքի բարձրությունը գերազանցում է 2 մ,
- ճանապարհն անցնում է երկաթուղուն զուգահեռ, III կարգի ճահճուտներով, 2 մ-ից խորը գետերի ափով, ձորերի և կիրճերի եզրով՝ 20 մ-ից պակաս հեռավորությամբ,
- ճանապարհները փոխհատվում կամ միանում են տարբեր մակարդակներում,
- ճանապարհի ուղղությունը հատակագծում փոփոխվում է, իսկ տեսանելիության հեռավորությունը հաշվարկայինից փոքր է:

Մետաղական արգելապատնեշները ճանապարհի կողնակների վրա տեղադրվում են հողային պաստառի եզրից 0,5...0,6 մ դեպի ներս: Մետաղական արգելապատնեշների կարևոր առավելությունը տրանսպորտային միջոցի հարվածի իմպուլսի կլանումն է, այն թեթև է բեռնից, հեշտ է մոնտաժվում, գրեթե չի պահանջում սպասարկում, հատկապես, եթե պատրաստված է ցինկապատ պողպատից:



Նկ. 1. Արգելապատնեշներին հարվածելուց հետո ավտոմոբիլի ուղղահայաց և զուգահեռ արագությունների բաղադրիչների սխեման

Դիտարկվել է տարբեր զանգվածով ավտոմոբիլների հարվածի ժամանակ էներգիայի կլանումն արգելապատնեշի կողմից և ավտոմոբիլի շարժման արագությունը հարվածի անդրադարձից հետո (նկ. 1) [3-8]: Նշենք, որ ըստ վիճակագրության՝ շրջում տեսակի ՃՏՊ-երի 92 % -ը ՀՀ-ում կատարվում են թեթև մարդատար ավտոմոբիլների մասնակցությամբ: Ավտոմոբիլը հարվածից հետո կունենա անդրադարձ, որից հետո ձևավորվում են արագությունների հետևյալ բաղադրիչները՝ հարվածի ուղղությամբ՝ V_u (1), և շարժման ուղղությամբ՝ $V_{qուգ}$ (2) [3, 4, 9, 10].

$$V_u = V_w \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

որտեղ V_w -ն մինչև հարվածելն ավտոմոբիլի արագությունն է:

Երթևեկությունը զուգահեռ ուղղությամբ.

$$V_{qուգ} = V_w \cdot \cos \alpha: \quad (2)$$

Հարվածից առաջացած իմպուլսը հաշվարկվում է այն պայմանով, որ արգելապատնեշն առաձգական չի և իմպուլսը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\Delta P = m \cdot V_{\text{է}}, \quad (3)$$

որտեղ m –ն ավտոմոբիլի զանգվածն է (կգ), $V_{\text{է}}$ –ն՝ արագության նորմալ բաղադրիչը (մ/վրկ):

Արգելապատնեշի դեֆորմացիայի դեպքում հարվածի ուժը գնահատելու համար ընդունվում է հարվածի տևողությունը $\Delta t = 0,1 \dots 0,4$ վրկ: Այդ դեպքում հարվածի ուժը կլինի.

$$F_{\text{հարվ.}} = \Delta P / \Delta t = m \cdot V_{\text{է}} / \Delta t: \quad (4)$$

Որպես օրինակ դիտարկված են թեթև մարդատար ավտոմոբիլի ($m=1500$ կգ) և բեռնատարի ($m=15000$ կգ) հարվածից առաջացած ուժերը.

ա) թեթև մարդատարի համար՝

$V = 72$ կմ/ժ (20 մ/վրկ), $m = 1500$ կգ, հարվածի անկյունը՝ $\theta = 20^\circ$, հարվածի տևողությունը՝ $\Delta t = 0,2$ վրկ:

Գնահատված է հարվածի ուժը՝

արագության նորմալ բաղադրիչը կլինի.

$$V_{\text{է}} = 20 \cdot \sin 20^\circ = 6,84 \text{ մ/վրկ},$$

հարվածի իմպուլսը՝

$$\Delta P = 1500 \cdot 6,84 = 10260 \text{ Ն},$$

հարվածի ուժը՝

$$F_{\text{հարվ.}} = 10260 / 0,2 = 51300 \text{ Ն կամ } 51,3 \text{ կՆ}:$$

Եթե ընդունվի, որ արգելապատնեշը 11 ՃՕ տիպի է, պատրաստված է 3 մմ հաստությամբ երկալիք ցինկապատ պողպատից, որի դիմադրությունը 50...100 կՆ է, ապա կարելի է վստահ լինել, որ արգելապատնեշը շատ չի քայքայվի և կպահի ավտոմոբիլը հարվածի վայրում: Այստեղ կարևոր նշանակություն ունի նաև կանգնակների դիրքը և փոխադարձ հեռավորությունը: ՀՀ-ում օգտագործվող 11 ՃՕ արգելապատնեշի համար այն 1...3 մ է ըստ ГОСТ 33178-2014-ի [11, 12]:

բ) դիտարկված է բեռնատար ավտոմոբիլի հարվածից առաջացած ուժը: Ելակետային տվյալները. $m = 15000$ կգ, $V = 60$ կմ/ժ $\approx 16,6$ մ/վրկ, հարվածի անկյունը՝ $\theta = 20^\circ$, հարվածի տևողությունը՝ $\Delta t = 0,5$ վրկ:

Որոշված է արագության նորմալ բաղադրիչը.

$$V_{\text{է}} = 16,6 \cdot \sin 20^\circ = 5,67 \text{ մ/վրկ},$$

հարվածի իմպուլսը կլինի.

$$\Delta P = 15000 \cdot 5,67 = 85050 \text{ Ն կամ } 85,05 \text{ կՆ},$$

իսկ հարվածի ուժը՝

$$F_{\text{հարվ.}} = 85050 / 0,5 = 170100 \text{ Ն կամ } 170,1 \text{ կՆ}:$$

Եթե ընդունվի, որ արգելապատնեշը նույնն է՝ երկալիք ցինկապատ պողպատից (11 ՃՕ) 3 մմ հաստությամբ, որի դիմադրությունը 50...100 կՆ է, ապա կարելի է վստահ պնդել, որ

հարվածից հետո արգելապատնեշը կքայքայվի, իսկ ավտոմոբիլը կհայտնվի երթևեկության գոտուց դուրս:

Վերջին տարիների ՃՏՊ վիճակագրության վերլուծությունները վկայում են, որ շատ են դեպքերը, հատկապես Մ 1, Մ 2, Մ 4 միջալետական նշանակության ավտոճանապարհներին, երբ թեթև մարդատար ավտոմոբիլի վարորդն ինչ-որ պատճառով կորցրել է ավտոմոբիլի կառավարումը, հարվածել է ճանապարհի արգելապատնեշին և ճանապարհից դուրս հայտնվել: Պատճառների մի մասը կարող է լինել բարձր արագությունը, սակայն հայտնի է, որ վտանգավոր իրավիճակներում վարորդները, որպես կանոն, ավտոմոբիլն արգելակում են: Նշանակում է անհասկանալի պատճառ կա, որի հետևանքով թեթև մարդատար ավտոմոբիլը դուրս է գալիս երթևեկելի գոտուց և հայտնվում ճանապարհից դուրս: Հետևաբար, անհրաժեշտություն է առաջանում ուսումնասիրել արգելապատնեշի կառուցվածքը, օգտագործվող նյութերը, մոնտաժման տեխնոլոգիան և այլ հարցեր:

Դիտարկվել են այն դեպքերը, երբ թեթև մարդատար ավտոմոբիլն արգելապատնեշներին է հարվածում տարբեր անկյունների տակ: Օգտագործելով (1), (3), և (4) բանաձևերը կստացվի, որ 25 մ/վրկ արագությամբ արգելապատնեշին 30° անկյան տակ հարվածի իմպուլսը կկազմի 75,0 կՆ, 45° անկյան տակ հարվածի դեպքում՝ 132,0 կՆ, 60° անկյան տակ հարվածի դեպքում՝ 162,3 կՆ: Նշանակում է այն դեպքերում, երբ թեթև մարդատար ավտոմոբիլն արգելապատնեշներին հարվածում է 45° և 60° անկյան տակ, արգելապատնեշները վնասվում են և ավտոմոբիլը հայտնվում է երթևեկության գոտուց դուրս:

Հաշվարկվել է հարվածի անկյան առավելագույն արժեքը, որի դեպքում 25 մ/վրկ արագությամբ շարժվող ավտոմոբիլը կմնա երթևեկության գոտում: Արգելապատնեշների դիմադրության առավելագույն իմպուլսն ընդունվում է 100 կՆ և կատարվում հետհաշվարկ:

(1), (3) և (4)-ի ձևափոխությունից հետո հարվածի սահմանային անկյունը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\sin \theta = \Delta t \cdot F / m \cdot V_w : \quad (5)$$

$$\text{Տեղադրելով արժեքները՝ } m = 1500 \text{ կգ, } \Delta t = 0,2 \text{ վրկ, } V_w = 25 \frac{\text{մ}}{\text{վրկ}}, F = 100000 \text{ Ն,}$$

կստացվի՝

$$\sin \theta = 0,2 \cdot 100000 / 1500 \cdot 25 = 0,53 ,$$

որտեղից $\theta \approx 32^\circ$:

Նշանակում է, որ ավտոմոբիլի հարվածի անկյունը 32°-ից մեծ լինելու դեպքում 25 մ/վրկ արագությամբ հարվածող ավտոմոբիլը դուրս կգա երթևեկության գոտուց և կհայտնվի ճանապարհից դուրս: Նույն եղանակով կարելի է հաշվարկել տարբեր արագություններով շարժվող ավտոմոբիլների՝ արգելապատնեշին հարվածելու սահմանային արագությունը, որից հետո այն կհայտնվի երթևեկության գոտուց դուրս:

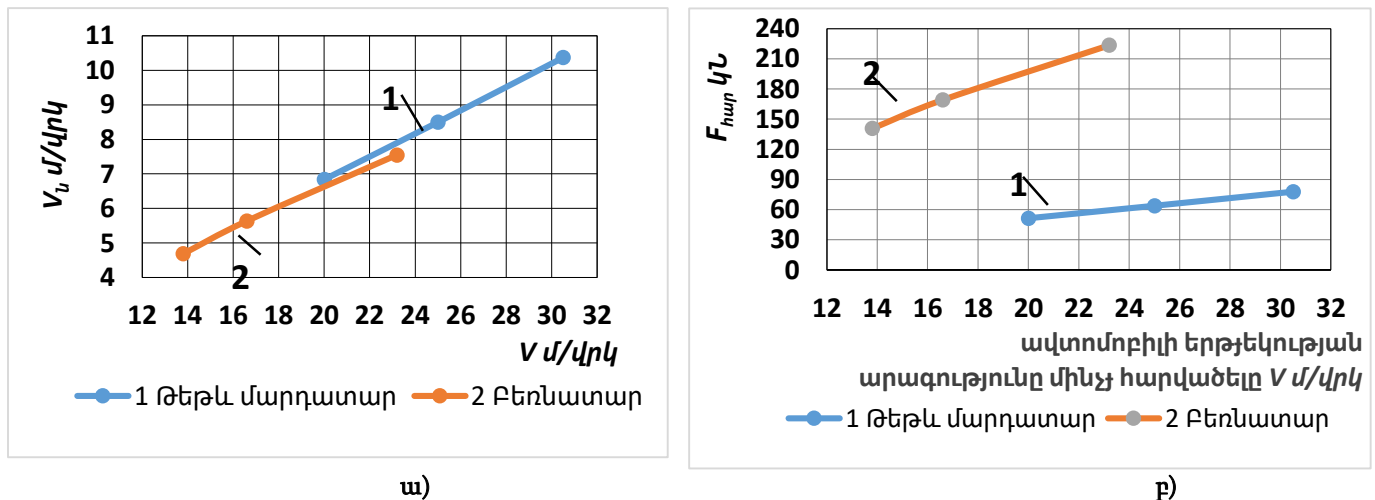
Հաշվարկված են տարբեր զանգվածով և տարբեր արագությամբ շարժվող ավտոմոբիլների՝ արգելապատնեշին հարվածելու ուժերը: Նման վերլուծությունը հնարավորություն կտա սահմանել ավտոմոբիլի առավելագույն արագությունը ճանապարհահատվածների տարբեր տեղամասերում: Աղյուսակում ներկայացված են ելակետային տվյալները և ստացված արդյունքները, ընդ որում թեթև մարդատար ավտոմոբիլի առավելագույն արագությունն ընտրվում է 110 կմ/ժ (30,5 մ/վ), իսկ բեռնատար ավտոմոբիլի համար՝ 80 կմ/ժ (23,2 մ/վ):

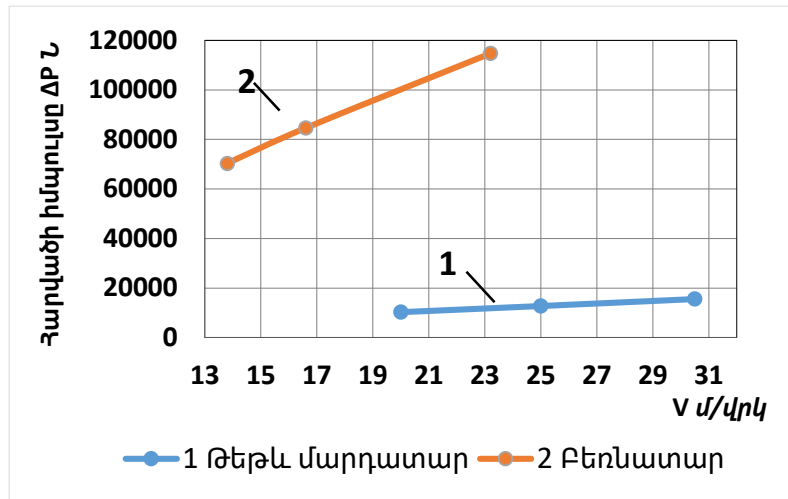
Աղյուսակ

Արգելապատնեշի վրա ազդող ուժերը հարվածի դեպքում

Տրանսպորտային միջոցի զանգվածը	Ա/մ V, կմ/ժ մ/վրկ	Արագության նորմալ բաղադրիչը, V _ն , մ/վրկ	Հարվածի իմպուլսը, ΔP, Ն	Հարվածի տեվորությունը, վրկ	Հարվածի ուժը, F _{հար} , կՆ	11DO դիմադրությունը, կՆ	Արգելապատնեշի վիճակի փոփոխությունը
m = 1500 կգ, թեթև մարդատար	70 20	6,84	10260	0,2	51,3	100,0	Արգելապատնեշը պաշտպանում է
	90 25	8,50	12740	0,2	63,7		
	110 30,5	10,37	15555	0,2	77,7		
m = 15000 կգ, բեռնատար	50 13,8	4,69	70350	0,5	140,7		Արգելապատնեշը քայքայվում է
	60 16,6	5,64	84600	0,5	169,2		
	80 23,2	7,55	114740	0,5	223,5		

Աղյուսակում բերված տվյալներով կառուցված է ցուցանիշների փոխազդեցության դիագրամը (նկ. 2):





գ)

Նկ. 2. Ավտոմոբիլի՝ արգելապատնեշի հարվածից հետո արագության նորմալ բաղադրիչի կապի դիագրամները. ա - ավտոմոբիլի արգելապատնեշին հարվածից հետո արագության նորմալ բաղադրիչի կապի դիագրամ, բ - հարվածի ուժի և արագության նորմալ բաղադրիչի կապի դիագրամ, գ - հարվածի իմպուլսի և արագության նորմալ բաղադրիչի կապի դիագրամ

Դիագրամների տեսքից հետևում է, որ հարվածից հետո արագության նորմալ բաղադրիչի արժեքները փոխվում են կապի ուղիղ օրինաչափությամբ (նկ. 2): Հարվածների ուժը գրեթե ուղիղ համեմատական է տարբեր անկյունների համար, բայց դրանց արժեքը բեռնատար ավտոմոբիլի համար էականորեն մեծ է թեթև մարդատար ավտոմոբիլի հարվածի ուժից: Այլ է հարվածի իմպուլսն, այն թեթև մարդատարի համար գրեթե չի փոխվում արագության ուղղաձիգ բաղադրիչից, սակայն չափազանց մեծ է բեռնատարի համար և գրեթե շատ կտրուկ աճում է:

Եզրակացություն

1. Մետաղական արգելապատնեշներն ավտոճանապարհների վրա երթևեկության անվտանգությունն ապահովող կահավորման տարրերից են, որոնք անհրաժեշտ է տեղադրել ըստ նորմատիվային պահանջների:

2. Արգելապատնեշների տեսակի ընտրության ժամանակ պետք է հաշվի առնել նրա ֆունկցիոնալ նշանակությունը և շահագործական պայմանները:

3. Արգելապատնեշներին հարվածելուց հետո ավտոմոբիլների՝ երթևեկելի գոտուց դուրս գալու և ճանապարհի եզրին հայտնվելու դեպքերի քանակի մեծացումը տեղիք է տալիս ենթադրելու, որ արգելապատնեշների կառուցվածքային տարրերը նախագծելիս և կանգնակների հեռավորությունները որոշելիս անհրաժեշտ է հաշվարկել ավտոմոբիլի հարվածի իմպուլսը և հարվածի ուժը:

4. Վայրէջքների վրա, փոքր շառավղով հորիզոնական կորերի հատվածում 11 ՃՕ մետաղական արգելապատնեշներն անհրաժեշտ է փոխարինել այլ, ավելի արդյունավետ միջոցներով:

Գրականության ցանկ

- [1] European Committee for Standardization (CEN). **EN 1317-2:2010**. Road restraint systems – Part 2: Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers. CEN, Brussels, 2010.
- [2] **В.Ф. Бабков**, Дорожные условия и безопасность движения. Транспорт, Москва, 1993, 271 с.
- [3] **В.А. Иларионов**, Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: Учебник для вузов. Транспорт, Москва, 1989, 255 с.
- [4] **Н.Ш. Бадоян, Л.С. Щепетева, К.Г. Пугин**, Обоснование применения габионных конструкций для создания барьерных ограждений при строительстве автомобильных дорог, Транспортные сооружения 6(2) (Пермь, 2019), URL: <https://t-s.today/PDF/05SATS219.pdf>, DOI: 10.15862/05SATS219.
- [5] **I.V. Demyanushko, I.A. Karpov**, Simulation of car hitting a road fence rack, Transport Contruction 10 (2013) 16.
- [6] **М.А. Назаров**, Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. Транспорт, Москва, 2008, 224 с.
- [7] **Г.А. Безносков**, Диагностика и оценка состояния дорожных одежд. Дороги и транспорт, Москва, 2005, 198 с.
- [8] National Cooperative Highway Research Program (NCHRP). **Report 350**: Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features. Transportation Research Board, Washington, D.C., 1993.
- [9] AASHTO Guide for Design of Pavement Structures. Washington, D.G., American Association of state Highway and Transportation officials, 1993.
- [10] **Л.Л. Афанасьев, А.Б. Дьяков, В.А. Иларионов**, Конструктивная безопасность автомобиля. Машиностроение, Москва, 1983, 212 с.
- [11] **Б.Т. Тавшавадзе**, Разработка и обоснование методологии расчетов испытаний и сертификации дорожных ограждений барьерного типа: дис. ... канд. техн. наук, Москва, 2019, 175с.
- [12] SafetyCube Project (H 2020), European Commission, 2019.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ НА СНИЖЕНИЕ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Анна Айрапетовна Айрапетян

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

hayrapetyananna0609@gmail.com

Для снижения количества дорожно-транспортных происшествий, а также смягчения их последствий применяются барьеры различных типов, видов, прочности и из различных материалов. Оценка их эффективности или функциональности позволяет обеспечить регулируемое и бесконфликтное движение транспортных потоков, а в случае дорожно-транспортных происшествий — снизить вероятность выезда транспортных средств за пределы проезжей части и предотвратить возникновение тяжелых последствий. В статье рассматриваются классификация дорожных барьеров, целесообразность их использования, а также оценка эффективности их применения.

Ключевые слова: *дорога, автомобиль, дорожное движение, металлический барьер, надолб, ударный импульс, сила удара*

THE IMPACT OF ROAD SAFETY ELEMENTS ON REDUCING THE SEVERITY OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS

Anna Hayrapetyan

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

To reduce accident rates in road transport and mitigate their consequences, barriers of various types, designs, strength characteristics, and materials are widely used. Assessing their effectiveness and functional performance makes it possible to ensure regulated and conflict-free traffic flow, and in the event of a road traffic accident (RTA), it helps reduce the likelihood of vehicles leaving the carriageway and prevents the occurrence of severe consequences. This article presents an analysis of road barrier classification, application feasibility, and methods for evaluating their operational effectiveness.

Keywords: road, automobile, traffic, metal barrier, roadside delineator, impact impulse, impact force

Հայրապետյան Աննա Հայրապետի (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային լոգիստիկ համակարգեր և շինարարական մեքենաներ 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՝ 22.06.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 22.07.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

ԼԵՌՆԱՅԻՆ ՃԱՆԱՊԱՐՀՆԵՐԻՆ ԱՎՏՈԳՆԱՑՔՆԵՐԻ ՎԹԱՐԱՅՆՈՒԹՅԱՆ
ՌԻՍԿԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ

Վալերիկ Մամիկոնի Հարությունյան^{1*}, Կարո Հակոբի Մոսիկյան¹,
Սամվել Արամի Ներսիսյան², Աննա Հայրապետի Հայրապետյան¹

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

²Հայաստանի Հանրապետության ներքին գործերի նախարարություն, ք. Երևան, ՀՀ

*vmh-1961@mail.ru

Կատարված հետազոտությունների հիման վրա մշակվել և հիմնավորվել են ավտոճանապարհների լեռնային կորագիծ տեղամասերում ավտոգնացքի վթարայնության ռիսկերի գնահատման ցուցանիշները, որոնք որոշվում են շարժման փաստացի և կայունության կորստի կրիտիկական արագությունների հարաբերությամբ: Ուսումնասիրվել են կայունության կորստի սահմանային իրավիճակներն ըստ ավտոգնացքի կողասահքի, շրջման և կուրսային կայունության պայմանների: Ստացված ինտեգրալ դինամիկական ցուցանիշներով լեռնային պայմաններում ավտոգնացքի վթարայնության ռիսկերը գնահատելու և կառավարելու նպատակով առաջարկվել է մտցնել կայունության ռիսկերի պահուստային արժեք, որով հնարավոր է հաշվարկել վթարների առաջացման ռիսկերը:

Բանալի բառեր. ավտոգնացք, վթարայնություն, շարժման կայունություն, ռիսկի գործակից, կրիտիկական արագություն

Ներածություն

Ավտոգնացքների երթևեկությունը լեռնային ճանապարհների կորագիծ տեղամասերում կա և մնում է բարդ խնդիրներից մեկն անվտանգության ապահովման առումով: Ավտոգնացքի զանգվածի մեծացումը, ծանրության կենտրոնի դիրքի փոփոխությունը, քարշակի և կիսակցորդի երկօղակ ագրեգատավորումը հատկապես սպառնում են այնպիսի ճանապարհատրանսպորտային պատահարների (ՃՏՊ) առաջացմանը, ինչպիսիք են կողասահքը, շրջումը, կուրսային կայունության կորուստը, ծալումը (մկրատի էֆեկտ) և այլն:

Անվտանգության վերաբերյալ գնահատման գոյություն ունեցող մեթոդները, որպես կարգ, հիմնված են կամ վթարայնության վիճակագրական տվյալների, կամ կցման գործակցի սահմանային արժեքների, կամ տրանսպորտային միջոցների կայունության երկրաչափական տվյալների վրա: Սակայն տվյալ եղանակները չեն ապահովում ուղղակի կապ տրանսպորտային միջոցի բնութագրերի, ճանապարհի երկրաչափական ցուցանիշների և շարժման փաստացի ռեժիմների միջև, ինչը շատ կարևոր է հատկապես լեռնային բարդ ճանապարհային պայմանների համար,

որտեղ առկա են փոփոխվող ռելիեֆ, փոքր հորիզոնական շառավղով շրջադարձեր և ոչ կայուն երթևեկության ռեժիմ:

Այդ առումով առավել հրատապ և կարևոր է մշակել դինամիկական հիմնավորված, համակողմանի և նորմավորման համար պիտանի ցուցանիշ, որը հնարավորություն կտա տալ վթարայնության ռիսկերի քանակական գնահատական ճանապարհի ստույգ տեղամասի համար, հաշվի առնելով տրանսպորտային - շահագործական ցուցանիշները:

Ուսումնասիրության նպատակն է մշակել և հիմնավորել ավտոգնացքի վթարայնության ռիսկերի գնահատման ցուցանիշ, որը հիմնված է շարժման փաստացի արագության և կայունության կորստի կրիտիկական արագության հարաբերակցության վրա և ցույց տալ դրա կիրառման առավելությունները լեռնային ճանապարհների համար:

Նյութեր և մեթոդներ

Տրանսպորտային միջոցների երթևեկության կայունության և անվտանգության գնահատման նպատակով համաշխարհային պրակտիկայում հիմնականում օգտագործում են հետևյալ մոտեցումները.

- կողային սահմանային արագացումների հաշվարկ և կցման գործակից [1, 2],
- կայունության երկրաչափական ցուցանիշ, կողաշրջման շեմ [3-5],
- վթարայնության վիճակագրական մոդել, որը հիմնված է վթարների հաճախականության և ճանապարհի պարամետրերի ռեգրեսիոն վերլուծության վրա [3, 4, 6],
- երթևեկության կրիտիկական արագության հաշվարկ՝ շրջվելու կամ կողասահքի պայմանով [7-10]:

Չնայած դրանց գործնական արժեքին, նշված մեթոդները չեն ձևավորում չափողականություն չունեցող չափանիշ, որը կապ է ստեղծում անմիջականորեն երթևեկության փաստացի ռեժիմի և ավտոգնացքի կայունության ֆիզիկական սահմանի միջև: Բացի այդ, նշված մեթոդները [1-4] նվիրված են մեկ, առանց օղակների ավտոմոբիլների հետազոտմանը, առանց հաշվի առնելու բազմօղակ շարժակազմի (ավտոգնացք) հետազոտումը լեռնային բարդ ճանապարհներին:

Այսպիսով, չկա վթարայնության գնահատման այնպիսի ինտեգրալ դինամիկական ցուցանիշ, որը կարող է օգտագործվել որպես ռիսկի գնահատման նորմատիվ՝ լեռնային ճանապարհներին ավտոգնացքների երթևեկության անվտանգության գնահատման նպատակով:

Արդյունքներ և քննարկում

Դիտարկալով ավտոգնացքի երթևեկությունը կորագիծ շարժման ժամանակ, երբ ծագում են կենտրոնախույս ուժեր: Կայունության կորուստն առաջանում է այն դեպքում, երբ ի հայտ են գալիս ստորև նշված սահմանային իրավիճակները.

- դողի և ճանապարհի կցման ուժերը հասնում են սահմանային արժեքի, տեղի է ունենում կողասահք [3],

- տեղի է ունենում շրջող մոմենտի կրիտիկական արժեքի առաջացում,
- առաջանում է կուրսային անկայունություն և ավտոգնացքը ծավլում է (մկրատի էֆեկտ) [4, 6, 9, 11] :

Նշված յուրաքանչյուր երեք իրավիճակներին համապատասխանում է իր կրիտիկական արագությունը՝ V_{lp} [12]: Հաշվի առնելով դա, առաջարկվում է օգտագործել չափողականություն չունեցող ինտեգրալ ցուցանիշ՝ K .

$$K = V_{in}/V_{lp} , \quad (1)$$

որտեղ V_{in} -ն ավտոգնացքի տեխնիկական արագությունն է ճանապարհի տվյալ տեղամասում, V_{lp} -ը՝ կայունության կորստի նվազագույն կրիտիկական արագությունը:

Տվյալ ցուցանիշը բնութագրում է շարժման ռեժիմի մոտեցումը կայունության սահմանին և նկարագրում վթարայնության դինամիկական ռիսկը:

1. Ըստ կողասահքի պայմանի V_{lp} -ը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ [6].

$$V_{lp}^u = \sqrt{\varphi g R} , \quad (2)$$

որտեղ φ -ն կցման գործակիցն է, g -ն՝ ազատ անկման արագացումը, R -ը՝ շրջադարձի շառավիղը:

2. Ըստ շրջման պայմանի V_{lp} -ը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ [6].

$$V_{lp}^{2p\varphi} = \sqrt{\frac{g R b_{lp}}{h_{\delta\varphi}}} , \quad (3)$$

որտեղ b_{lp} -ն ավտոգնացքի անիվների հեռավորությունն է մեկ առանցքի վրա, $h_{\delta\varphi}$ -ն՝ քարշակի և կիսակցորդի ընդհանուր ծանրության կենտրոնի բարձրությունը:

3. Ըստ կուրսային կայունության պայմանի V_{lp} -ը որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$V_{lp}^{k\varphi} = \sqrt{\frac{G_a \cdot R}{m}} , \quad (4)$$

որտեղ G_a -ն դողերի գումարային կողային կոշտությունն է, m -ը՝ ավտոգնացքի բերված զանգվածը:

Այսպիսով, կրիտիկական արագության ինտեգրալ արժեքը կլինի.

$$V_{lp} = \min(V_{lp}^u, V_{lp}^{2p\varphi}, V_{lp}^{k\varphi}) : \quad (5)$$

Ինտեգրալ ցուցանիշի (գործակցի) նորմատիվային տեսքը որոշվում է ըստ կողային բեռնվածքների և այդ նպատակով օգտագործվում է էներգիայի բանաձևը հետևյալ տեսքով [11].

$$V = (V_{in}/V_{lp})^2 : \quad (6)$$

Հաշվի առնելով լեռնային ճանապարհների առանձնահատուկ ցուցանիշները, V_{lp}^u կլինի.

$$V_{lp}^u = V_{lp} \cdot \sqrt{1 - i \cdot \tan \alpha} , \quad (7)$$

որտեղ i -ն երկայնական թեքությունն է, α -ն՝ ճանապարհի լայնական թեքությունը:

Այսպիսով, ավտոգնացքի վթարայնության դինամիկ ռիսկը կորագիծ շարժման ժամանակ որոշվում է շարժման փաստացի արագության և նվազագույն կրիտիկական արագությունների հարաբերությամբ, երբ կայունության կորուստը դիտարկվում է ըստ կողասահքի (2), շրջման (3) և կուրսային կայունության պայմանի (4):

Դիտարկել է ավտոգնացքի դինամիկական ռիսկի գործակցի հաշվարկի որոշակի օրինակ՝ ՀՀ Մ-3 ավտոմոբիլային ճանապարհի պայմաններում ընդունելով, որ

- ավտոգնացքի զանգվածը՝ $m = 30000$ կգ,
- միջանվային հեռավորությունը՝ $b_{\text{մլ.}} = 1,9$ մ,
- ծանրության կենտրոնի բարձրությունը՝ $h = 1,6$ մ,
- դողերի կողային կոշտությունները. քարշակինը՝ 180 կՆ/մադ, կիսակցորդինը՝ 220 կՆ/մադ:

Ճանապարհի ցուցանիշներն են.

- հորիզոնական կորի շառավիղը՝ $R = 120$ մ,
- լայնական թեքությունը, միակողմանի թեքությունը (վիրաժ)՝ $e = 0,06$,
- երկայնական թեքությունը՝ $i = 0,05$,
- կցման գործակիցը՝ $\varphi = 0,5$:

Հաշվարկվել է դինամիկ ռիսկի գործակիցը 72 կմ/ժ (20 մ/վ) արագության համար:

1. Կողասահքի կրիտիկական արագությունն ըստ (2)-ի.

$$V_{\text{կր.}}^u = \sqrt{\frac{g \cdot R(\varphi + e)}{1 - \varphi \cdot e}} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 120(0,5 + 0,06)}{1 - 0,5 \cdot 0,06}} = 26,1 \text{ մ/վ},$$

2. կողաշրջման պայմանով կրիտիկական արագությունն ըստ (3)-ի՝

$$V_{\text{կր.}}^{2\text{թ.}} = \sqrt{\frac{q \cdot R}{h_{\delta.կ.}} \left(\frac{b_{\text{մլ.}}}{2} + eh \right)} = \sqrt{\frac{9,81 \cdot 120}{1,6} (0,95 + 0,06 \cdot 1,6)} = 27,7 \text{ մ/վ},$$

3. կուրսային կայունության պայմանով կրիտիկական արագությունն ըստ (4)-ի՝

$$V_{\text{կր.}}^{կ.կ.} = \sqrt{\frac{R}{m} \left(\frac{G_p G_{կգ.}}{G_p + G_{կգ.}} \right)} = \sqrt{\frac{120}{30000} \cdot 99000} = \sqrt{396} = 19,9 \text{ մ/վ}:$$

Ավտոգնացքի կրիտիկական արագությունն ըստ (5)-ի՝

$$V_{\text{կր.}} = \min(26,1, 27,7, 19,9) = 19,9 \text{ մ/վ կամ } 71 \text{ կմ/ժ}:$$

Ստացվում է, որ սահմանափակող իրավիճակն ավտոգնացքի ծալումն է՝ կուրսային կայունության կորստով:

Ունենալով լեռնային պայմաններում ավտոգնացքի վթարայնության ռիսկերի ինտեգրալ դինամիկական ցուցանիշները (վերլուծական, հաշվարկային օրինակ), կարելի է հաշվարկել վթարների առաջացման ռիսկերը՝ դրանք գնահատելու և ռիսկերը կառավարելու նպատակով, ըստ կայունության պահուստային արժեքի:

Առաջարկվում է մտցնել կայունության ռիսկերի պահուստային արժեքն ըստ հետևյալ առնչության.

$$R_{\text{պ.}} = \frac{1}{K_{\text{դ.պ.}}} = \max \left(\frac{\alpha_y}{\varphi \cdot g}, \frac{M_{\text{խաթ.}}}{M_{\text{վերակ.}}}, \frac{V}{V_{\text{կր.}}} \right),$$

որտեղ R_{uy} -ն կայունության պահուստի ռիսկն է, $K_{r uy}$ -ն՝ կայունության պահուստի ինտեգրալ դինամիկական գործակիցը, $\alpha_v = \frac{V^2}{R}$ -ն՝ լայնական արագացումը, φ -ն՝ կցման գործակիցը, M_{juy} -ը շրջող (խաթարող) մոմենտն է, $M_{qlr uy}$ -ը՝ վերականգնող մոմենտը, V_{lyr} -ը՝ ամենաանկայուն գործոնի կրիտիկական արագությունը:

Տեղադրելով ֆիզիկական մեծությունները, կստցվի հետևյալ արտահայտությունը.

$$R_{uy} = \max \left[\frac{V^2}{\varphi g R}, \frac{m V^2 h / R}{m g b / 2}, \frac{V}{V_{lyr}} \right],$$

և տեղայնացնելով ստույգ արժեքների համար ֆիզիկական իմաստը, կարելի է եզրակացնել՝

$R_{uy} < 1$ - նշանակում է երթևեկությունը կայուն էր,

$R_{uy} > 1$ - կայունության սահմանային վիճակ է,

$R_{uy} = 1$ - կայունության կորուստն անխուսափելի է:

Նշենք, որ ռիսկը ոչ թե ՃՏՊ-ի հավանականությունն է, այլ կայունության դինամիկական պահուստի ավարտման աստիճանը, որը հնարավորություն է տալիս կանխագուշակել վթարային ռեժիմի սահմանը՝ մինչ այն տեղի կունենա:

Եզրակացություն

1. Կայունության պահուստի ռիսկը չափողականություն չունեցող ինտեգրալ ցուցանիշն է, որը բնութագրում է «վարորդ-ավտոմոբիլ-ճանապարհ-միջավայր» համակարգի կայունության սահմանին հասնելու աստիճանը:
2. Ավտոգնացքի կայունության սահմանին հասնելու վիճակը պայմանավորված է ոչ միայն նշված ինտեգրալ ցուցանիշով, այլև վարորդի համապատասխան գործողություններով, ճանապարհի տրանսպորտային շահագործական ցուցանիշներով, ինչպես նաև միջավայրը բնութագրող կցման գործակցի արժեքով:

Գրականության ցանկ

- [1] **А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин**, Автомобиль. Машиностроение, Москва, 1989, 240 с.
- [2] **T.D. Gillespie**, Fundamentals of Vehicle Dynamics. SAE International, Warrendale, PA, 1992.
- [3] **H.B. Pacejka**, Tire and Vehicle Dynamics. 3rd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 2012.
- [4] **J.Y. Wong**, Theory of Ground Vehicles. 4th ed., John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2008.
- [5] **А.С. Литвинов**, Управляемость и устойчивость автомобиля. Машиностроение, Москва, 1971, 416 с.
- [6] **G. Genta, L. Morello**, The Automotive Chassis: Engineering Principles. Springer, Dordrecht, 2009.
- [7] **D. Cebon**, Handbook of Vehicle-Road Interaction. Swets & Zeitlinger, Lisse, 1999.
- [8] **M.W. Sayers, S.M. Karamihas**, The Little Book of Profiling: Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles. University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI), 1998.
- [9] World Bank. Guidelines for Conducting Road Safety Audits. Washington, DC, 2005.
- [10] PIARC (World Road Association). Road Safety Manual. Paris, 2019.
- [11] **Я.М.Певзнер**, Теория устойчивости автомобиля. Машгиз, Москва, 1947, 156 с.
- [12] **R. Rajamani**, Vehicle Dynamics and Control. 2nd ed., Springer, New York, 2012, 498 p.

ОЦЕНКА РИСКОВ АВАРИЙНОСТИ АВТОПОЕЗДОВ НА ГОРНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

**Валерик Мамиконович Арутюнян^{1*}, Карапет Акопович Мосикян¹,
Самвел Арамович Нерсисян², Анна Айрапетовна Айрапетян¹**

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

²Министерство внутренних дел Республики Армения, г. Ереван, РА

*vmh-1961@mail.ru

На основе проведённых исследований разработаны и научно обоснованы показатели оценки аварийных рисков автопоездов на горных криволинейных участках автомобильных дорог, основанные на соотношении фактической скорости движения и критических скоростей потери устойчивости. Исследованы предельные состояния потери устойчивости автопоезда в зависимости от условий бокового скольжения, опрокидывания и курсовой устойчивости. Для оценки и управления аварийными рисками автопоездов в горных условиях на основе полученных интегральных динамических показателей предложено ввести резервное значение риска устойчивости, позволяющее количественно оценивать вероятность возникновения аварийных ситуаций.

Ключевые слова: автопоезд, аварийный риск, устойчивость движения, коэффициент риска, критическая скорость

ASSESSMENT OF ACCIDENT RISKS OF TRUCKS ON MOUNTAIN ROADS

**Valerik Harutyunyan^{1*}, Karapet Mosikyan¹, Samvel Nersisyan²
Anna Hayrapetyan¹**

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

²Ministry of Internal Affairs of the Republic of Armenia, Yerevan, RA

*vmh-1961@mail.ru

Based on the conducted research, indicators for assessing the accident risks of trucks on mountainous curvilinear sections of highways were developed and scientifically validated. These indicators are based on the ratio between the actual vehicle speed and the critical speed of stability loss. The limit states of the truck stability loss were investigated based on the conditions of sideslip, rollover, and course stability. For the assessment and management of the accident risks of trucks under mountainous conditions, based on the obtained integral dynamic indicators, it is proposed to introduce a reserve value of stability risk, which makes it possible to quantitatively estimate the probability of accident occurrence.

Keywords: truck, accident risk, driving stability, risk coefficient, critical speed

Հարությունյան Վալերիկ Մամիկոնի, տ.գ.թ., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային լոգիստիկ համակարգեր և շինարարական մեքենաներ ամբիոն, (+374)10567572, (+374)93100825, vmh-1961@mail.ru, **Մոսիկյան Կարապետ Հակոբի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային լոգիստիկ համակարգեր և շինարարական մեքենաներ ամբիոն, (+374)94854540,

karomosikyan@mail.ru, Ներսիսյան Մամվել Արամի, տ.գ.թ. (ՀՀ, ք. Երևան)- ՀՀ ՆԳՆ, ՀՔ ծառայությունների մատուցման, թույլտվությունների և լիցենզավորման վարչության ՀՔ ստորաբաժանումների համակարգման բաժին, գլխավոր մասնագետ, (+374)93782277, samvel-nersisyan@mail.ru, Հայրապետյան Աննա Հայրապետի (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Տրանսպորտային լոգիստիկ համակարգեր և շինարարական մեքենաներ ամբիոն, դասախոս, (+374)91806019, hayrapetyananna0609@gmail.com

Арутюнян Валерик Мамиконович, к.т.н., доцент (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Транспортных логистических систем и строительных машин, (+374)10567572, (+374)93100825, vmh-1961@mail.ru, Мосикян Карпет Акопович, к.т.н., доцент (РА, г. Ереван)- НУАКА, кафедра Транспортных логистических систем и строительных машин, (+374)94854540, karomosikyan@mail.ru, Нерсисян Самвел Арамович, к.т.н. (РА, г. Ереван) - МВД РА, отдел Координации регистрационно-экзаменационных подразделений управления предоставления услуг, разрешений и лицензирования службы регистрационно-экзаменационных услуг, главный специалист, (+374)93782277, samvel-nersisyan@mail.ru, Айрапетян Анна Айрапетовна (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Транспортных логистических систем и строительных машин, преподаватель, (+374)91806019, hayrapetyananna0609@gmail.com

Harutyunyan Valerik, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Transport Logistics Systems and Construction Machinery, (+374)10567572, (+374)93100825, vmh-1961@mail.ru, Mosikyan Karapet, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Transport Logistics Systems and Construction Machinery, (+374)94854540, karomosikyan@mail.ru, Nersisyan Samvel, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering (RA, Yerevan) - Ministry of Internal Affairs of the Republic of Armenia, Chief Specialist of the Coordination Division of Registration and Examination Units, Department of Service Provision, Permits and Licensing, Registration and Examination Service, (+374)93782277, samvel-nersisyan@mail.ru, Hayrapetyan Anna (RA, Yerevan) – NUACA, Chair of Transport Logistics Systems and Construction Machinery, lecturer, (+374)91806019, hayrapetyananna0609@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 25.06.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 27.07.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

ՓՈՍՈՐԱԿՆԵՐԻ ՇԵՊԵՐԻ ՎԱՐՔԱԳԾԻ ՎՐԱ ՓՈՐՄԱՆ ԽՈՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՄՐԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ

Հայկ Ստյոպայի Ղարիբյան

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

haykgharibyan759@gmail.com

Ուսումնասիրվել է փոստրակների շեպերի վարքագիծը՝ տարբեր փորման խորությունների և ամրացման համակարգերի կիրառման պայմաններում: Հետազոտության նպատակն է գնահատել տարբեր ինժեներական լուծումների ազդեցությունը շեպերի լարվածադեֆորմատիվ վարքագծի և անվտանգության գործակցի վրա: Թվային մոդելավորումն իրականացվել է PLAXIS 2D վերջավոր տարրերի մեթոդով՝ կիրառելով փուլային փորման (Staged Construction) մոտեցումը: Հետազոտության շրջանակներում դիտարկվել են երեք ամրացման համակարգեր՝ շպունտային պատ (Sheet Pile Wall), հորատահատող ցցային պատ (Secant Pile Wall) և երկաթբետոնե դիաֆրագմային պատ (Diaphragm Wall): Հաշվարկները կատարվել են նույն ինժեներակրաբանական պայմաններում՝ երեք տարբեր փորման խորությունների համար (4մ, 6մ և 8մ)՝ ստատիկ բեռնվածքների ազդեցության ներքո: Յուրաքանչյուր դեպքի համար իրականացվել է հորիզոնական տեղափոխությունների, ներքին ուժերի (ծռող մոմենտների) և անվտանգության գործակցի համեմատական վերլուծություն: Ստացված արդյունքները դասակարգվել են բազմաչափ գնահատման մեթոդով (TOPSIS)՝ ապահովելով ամրացման համակարգերի օբյեկտիվ և համակարգված համեմատություն տարբեր խորությունների պայմաններում: Վերլուծության արդյունքում սահմանվել են փորման խորության աճի ազդեցությունները փոստրակի շեպերի լարվածադեֆորմատիվ վարքագծի վրա, ինչպես նաև տարբեր ամրացման համակարգերի արդյունավետության տարբերությունները:

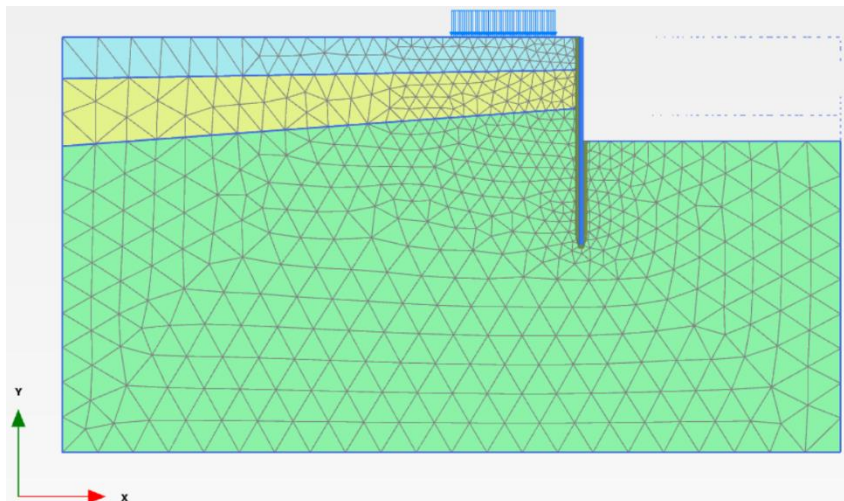
Բանալի բառեր. փոստրակի շեպ, անվտանգության գործակցից, ամրացման մեթոդներ, շպունտային պատ, հորատահատող ցցային պատ, երկաթբետոնե դիաֆրագմային պատ, TOPSIS

Ներածություն

Ժամանակակից շինարարական գործելակերպում, կախված շենքերի և կառույցների նախագծային ու կոնստրուկտիվ պահանջներից, հաճախ առաջանում է տարբեր խորությունների փոստրակների փորման անհրաժեշտություն: Նման աշխատանքները շինարարական հրապարակներում համարվում են բարդ և անվտանգության տեսանկյունից առավել կրիտիկական առաջադրանքներից, որոնք պահանջում են ճշգրիտ երկրատեխնիկական վերլուծություններ և փոստրակների շեպերի ամրացման հուսալի համակարգեր: Այդուհանդերձ, Հայաստանի Հանրապետությունում փոստրակների նախագծման և կայունության վերլուծության խնդիրները դեռևս մնում են

թերի ուսումնասիրված: Շատ դեպքերում, պատշաճ ճարտարագիտական վերլուծության և նախագծային փաստաթղթերի բացակայության պատճառով, բարդ գրունտային պայմաններում փոստրակներն իրականացվում են ուղղաձիգ շեպերով՝ առանց պատշաճ ամրացման համակարգերի, ինչը հաճախ հանգեցնում է փլուզումների, մարդկային զոհերի և զգալի ֆինանսական կորուստների:

Այս ռիսկերը մեղմելու և օպտիմալ ինժեներական լուծումներ ընտրելու նպատակով, սույն հետազոտությունում թվային մոդելավորման միջոցով վերլուծվում է փոստրակների շեպերի լարվածադեֆորմատիվ վարքագիծը տարբեր փորման խորությունների և ամրացման համակարգերի կիրառման պայմաններում: Ուսումնասիրությունն իրականացվում է III կարգի գրունտային պայմաններում՝ ստատիկ բեռնվածքների ազդեցության տակ: Հետազոտության շրջանակներում PLAXIS 2D ծրագրային համակարգում վերջավոր տարրերի մեթոդով և փուլային փորման (Staged Construction) մոտեցմամբ մոդելավորվել են երեք հիմնական ամրացման համակարգեր՝ շպունտային պատ, հորատահատող ցցային պատ և երկաթբետոնե դիաֆրագմային պատ (նկ. 1):



Նկ. 1. Հետազոտվող փոստրակի և հենապատի համակարգի բազային երկրաչափական մոդելը և եզրային պայմանները

Հաշվարկներն իրականացվել են երեք տարբեր խորությունների (4մ, 6մ և 8մ) համար՝ յուրաքանչյուր դեպքի համար գնահատելով հորիզոնական տեղափոխությունները, ծող մոմենտները և անվտանգության գործակիցները: Տարբեր խորություններում ստացված բազմաչափ ինժեներական ցուցանիշների օբյեկտիվ և համակարգված համեմատությունն ապահովելու նպատակով, սույն աշխատանքում կիրառվել է բազմաչափ գնահատման և որոշումների կայացման *TOPSIS* (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) մեթոդը, ինչը թույլ է տվել իրականացնել ամրացման համակարգերի արդյունավետության քանակական դասակարգում:

Նյութեր և մեթոդներ

Դիտարկվող փոստրակի հաշվարկային սխեմաները մոդելավորվել են որպես փուլային փորման և ամրացման միջոցառումների տեխնոլոգիական հաջորդականություն (Staged

Construction)՝ ապահովելով իրական շինարարական գործընթացի առավելագույն նմանակումը: Հաշվարկներն իրականացվել են PLAXIS 2D ծրագրային համակարգում՝ վերջավոր տարրերի մեթոդի (FEM) կիրառմամբ, ինչը թույլ է տալիս լիարժեք գնահատել գրունտային զանգվածի և հենապատերի լարվածադեֆորմատիվ վիճակը փորման ցանկացած փուլում, ինչպես նաև ստանալ ինժեներական արդյունքները դիտարկվող կրիտիկական կետերում [1, 2]: Հետազոտության շրջանակներում կատարվել է երեք հիմնական ամրացման համակարգերի (շպունտային պատ, հորատահատող ցցային պատ և երկաթբետոնե դիաֆրագմային պատ) համեմատական վերլուծություն՝ երեք տարբեր փորման խորությունների (4 մ, 6 մ և 8 մ) պայմաններում: Բարձակային սխեմայի ընտրությունը պայմանավորված է խիտ քաղաքային միջավայրի սահմանափակումներով, որտեղ ստորգետնյա հաղորդակցությունները բացառում են գրունտային խարխիլների տեղադրումը, ինչպես նաև տարբեր տեսակի հենապատերի սեփական կոշտության սահմանային հնարավորությունների մաքուր համեմատության անհրաժեշտությամբ [3-5]:

Քանի որ հաշվարկներն իրականացվել են PLAXIS 2D միջավայրում, կիրառվել է հարթ դեֆորմացիոն (Plane Strain) լարվածային վիճակի մոտեցումը, որի դեպքում խնդիրը դիտարկվում է երկչափ կտրվածքով, և փոստրակի հատակագծային չափերը հաշվարկային մոդելի վրա անմիջական ազդեցություն չեն ունենում: Բացի այդ, հաշվի առնելով, որ փոստրակի պարագծով գործում են նույն երկրաչափական պայմանները և նույնաբնույթ բեռնավորումը, խնդիրը բավարար է ուսումնասիրել միայն մեկ բնորոշ կտրվածքով (մեկ շեփի համար): Ստացված լարվածադեֆորմատիվ վիճակը և հաշվարկային արդյունքները տվյալ կտրվածքի համար նույնական են փոստրակի մյուս կողմերի համար, ուստի առանձին մոդելավորում յուրաքանչյուր շեփի համար անհրաժեշտ չէ: Ներկայացված մոտեցումը ճիշտ է այն դեպքում, երբ փոստրակն ունի կանոնավոր հատակագիծ, երկրաբանական պայմանները համասեռ են, իսկ պարագծով կիրառվող բեռնավածքները և եզրային պայմանները նույնական են: Նման պայմաններում PLAXIS 2D-ի հարթ դեֆորմացիոն մոդելը համարվում է բավարար՝ մեկ բնորոշ կտրվածքով խնդիրը ներկայացնելու և ամբողջ փոստրակի վարքագիծը գնահատելու համար [6]:

Հաշվարկային ծրագրում փոստրակի գրունտը մոդելավորվել է *Մոր-Կուլոնի (Mohr-Coulomb)* առաձգապլաստիկ նյութի մոդելով՝ *գծային առաձգական – իդեալական պլաստիկ (Linear Elastic-Perfectly Plastic)* ենթադրությամբ: Գրունտային միջավայրի նկարագրման համար կիրառվել են հիմնական ֆիզիկամեխանիկական պարամետրերը՝ ներքին շփման անկյունը, տեսակարար շաղկապվածությունը, դեֆորմացիայի մոդուլը, Պուասոնի գործակիցը և տեսակարար կշիռը: Մինչև ամրության սահմանային վիճակին հասնելը գրունտի վարքագիծը նկարագրվում է գծային առաձգական օրենքներով, իսկ սահմանային վիճակին հասնելուց հետո դիտարկվում է ոչ առաձգական դեֆորմացիաների զարգացում և պլաստիկ գոտիների առաջացում՝ բնորոշ Mohr-Coulomb մոդելի կայունության կորստի պայմաններին [7, 8]:

Տարբեր ամրացման համակարգերի համեմատական գնահատման նպատակով արդյունքները հետագա փուլում մշակվել են բազմաչափ որոշումների կայացման *TOPSIS (Technique for*

Order of Preference by Similarity to Ideal Solution) մեթոդով, որը կիրառվել է որպես հետվերլուծական գործիք՝ միաժամանակ հաշվի առնելով հիմնական ինժեներական ցուցանիշները՝ հորիզոնական տեղափոխությունները (U_x), ծոռո մոմենտները (M_{max}), հարակից գրունտի մակերևույթի նստվածքները (U_y) և անվտանգության գործակիցները (ΣM_{sf}): Ինժեներական և տեխնոլոգիական իրատեսությունն ապահովելու նպատակով՝ այս քանակական ցուցանիշներին զուգահեռ ներմուծվել է նաև կոնստրուկտիվ բարդության որակական չափանիշը՝ գնահատված 1-ից 3 փորձագիտական սանդղակով: Մեթոդը հնարավորություն է տվել համակարգերի վարքագիծը ներկայացնել մեկ համակցված քանակական ցուցիչով՝ ապահովելով դրանց համեմատական դասակարգումը նույն նախագծային պայմաններում [9, 10]:

Մեթոդի դասական հաշվարկային ալգորիթմն իրականացվել է հետևյալ մաթեմատիկական քայլերի հաջորդականությամբ.

Քայլ 1. Ելակետային մատրիցի կազմում:

Կառուցվում է ելակետային $m \times n$ չափի $X = [x_{ij}]_{m \times n}$ մատրիցը, որտեղ m -ն այլընտրանքների (ամրացման սխեմաների մոդելներ) քանակն է ($m=9$), իսկ n -ը՝ գնահատման չափանիշները ($n=5$):

Քայլ 2. Տվյալների նորմալացում:

Չափանիշների տարբեր չափման միավորները չեզոքացնելու նպատակով իրականացվում է վեկտորային նորմալացում՝ ստանալով $R = [r_{ij}]_{m \times n}$ մատրիցը, որտեղ յուրաքանչյուր նորմալացված տարր որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}: \quad (1)$$

Քայլ 3. Կշռային գործակիցների հաշվառում:

Հաշվի առնելով չափանիշների ω_j փորձագիտական կշիռները ($\sum \omega_j = 1$)՝ կառուցվում է $V = [v_{ij}]_{m \times n}$ մատրիցը, որտեղ յուրաքանչյուր կշռված տարր հաշվարկվում է հետևյալ կերպ.

$$v_{ij} = \omega_j \cdot r_{ij}: \quad (2)$$

Քայլ 4. Իդեալական և հակաիդեալական լուծումների սահմանում:

Որոշվում են դրական իդեալական կետը՝

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_k^+\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \text{ և բացասական իդեալական կետը՝}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_k^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\}, \text{ որտեղ } J\text{-ն օգուտի չափանիշն է (անվտանգության գործակից } \Sigma M_{sf}), \text{ իսկ } J'\text{-ը՝ կորստի/ծախսի չափանիշները (հորիզոնական տեղափոխություններ, ծոռո մոմենտներ, նստվածքներ):}$$

Քայլ 5. Եվկլիդեսյան հեռավորությունների հաշվարկ:

Յուրաքանչյուր տարբերակի հեռավորությունը իդեալական կետերից հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևերով.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad (3)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4)$$

Քայլ 6. Հարաբերական մոտեցման C_i^* գործակցի հաշվարկ:

Վերջնական գործակիցը, որի հիման վրա կատարվում է համակարգերի օպտիմալության դասակարգումը, որոշվում է հետևյալ կերպ.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (5)$$

Դիտարկվող ամրացման համակարգերի օպտիմալության աստիճանը գնահատվել է ըստ հաշվարկված հարաբերական մոտեցման C_i^* գործակցի արժեքների, որոնք տեղավորվում են $[0, 1]$ միջակայքում: Մաթեմատիկական այս ալգորիթի տրամաբանության համաձայն՝ որքան C_i^* գործակցի արժեքը մոտ է 1-ին, այնքան տվյալ ինժեներական լուծումը տարածականորեն ավելի մոտ է գտնվում դրական իդեալական լուծմանը (PIS) և միաժամանակ առավելագույնս հեռացված է բացասական իդեալական լուծումից (NIS): Հետևաբար, $C_i^* \rightarrow 1$ պայմանին բավարարող ամրացման համակարգը դասակարգվում է որպես տվյալ փորման խորության համար ընդհանրացված տեխնիկական չափանիշներով ամենաօպտիմալ ընտրություն:

Հաշվարկներում գրունտը մոդելավորվել է իրական ինժեներատեխնիկական ուսումնասիրության արդյունքներով ստացված տվյալների հիման վրա (նկ. 2), որտեղ գրունտի շերտերը դասակարգված են հետևյալ ձևով.

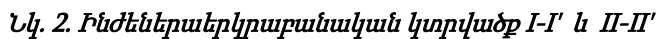
- շերտ 1. բուսահող (կավ, տարբեր բույսերի արմատներ, շինարարական աղբի խառնուրդով),
- շերտ 2. կավ՝ կիսապինդ մածուցիկության, թեթև խճավազի պարունակությամբ, տեղ-տեղ խճող մոտ 15...20 %,
- շերտ 3. ավազակավ՝ պինդ մածուցիկությամբ, թեթև ավազային լցիչով, խճավազի 15 % պարունակությամբ:

Աղ. 1-ում տրված են գրունտի շերտերի ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները:

Աղյուսակ 1

Գրունտի շերտերի ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը

№	Ֆիզիկամեխանիկական բնութագիրը		Գրունտի շերտերը		
			1	2	3
1.	Գրունտի խտությունը, $q/սմ^3$	ρ	1,40	1,84	2,03
2.	Նորմատիվային տեսակարար շաղկապվածությունը, $U\%$	c_{II}	-	0,040	0,035
3.	Հաշվարկային տեսակարար շաղկապվածությունը, $U\%$	c_I	-	0,035	0,030
4.	Ծակոտկենության գործակիցը	e	-	0,867	0,495
5.	Նորմատիվային ներքին շփման անկյունը, $սստ.$	φ_{II}	-	16	25
6.	Հաշվարկային ներքին շփման անկյունը, $սստ.$	φ_I	-	14	22
7.	Ձևախախտման մոդուլը, $U\%$	E	-	12	25
8.	Բնական թեքության անկյունը, $սստ.$	α	-	65	50...55
9.	Գրունտի պայմանական հաշվարկային դիմադրությունը, $կգ/սմ^2$	R_0	-	2,5	3,0
10.	Բնական միջին խոնավությունը, %	w	-	26,3	12,4
11.	Գրունտի ընկրկելիության գործակիցը, $ս/սմ^3$	k	-	4000	4000
12.	Գրունտի կարգն ըստ սեյսմիկ հատկությունների	-	-	III	III



Աղյուսակ 2

Ամրացման համակարգերի հաշվարկային պարամետրերը

№	Հաշվարկային պարամետրերը		Ամրացման համակարգերը		
			շպունտային պատ	հորատահատող ցցային պատ	դիաֆրագմային պատ
1	Անվանում (պրոֆիլ)		AZ 46-700N	-	-
2	Տրամագիծ (1 ցից), <i>ս</i>	D	-	0,6	-
3	Հաստություն, <i>ս</i>	t	-	-	0,6
4	Հատվածքի մակերես, <i>սմ²/ս</i>	A	287	5380	6000
5	Առանցքային կոշտություն, <i>կՆ/ս</i>	EA	6,027 x 10 ⁶	15,1985 x 10 ⁶	19,5 x 10 ⁶
6	Ծովման կոշտություն, <i>Ն·ս²/ս</i>	EI	242277,0	229612,5	585000,0
7	Պուասոնի գործակից	ν	0,3	0,2	0,2
8	Տեսակարար կշիռ, <i>կՆ/ս²</i>	γ _{wall}	1,63	13,45	15,0
Ծանոթություն. բոլոր մեխանիկական պարամետրերը հաշվարկված են կոնստրուկցիայի միավոր երկարության (1 <i>ս</i>) համար					

86

ցումը թույլ է տալիս նույնական պայմաններում սահմանել յուրաքանչյուր համակարգի կրողունակության սահմանները և իրականացնել դրանց օպտիմալության քանակական դասակարգումը՝ բացառապես փորման խորության աճի ազդեցության տակ:

Համաձայն Eurocode 7-ի (EN 1997) և Eurocode 1-ի (EN 1991) նախագծային առաջարկությունների՝ քաղաքային կառուցապատման և շինհրապարակի ներքին տրանսպորտային միջոցների ծանրաբեռնվածությունը հաշվի առնելու նպատակով փոստրակի վերին եզրից սկսած ակտիվացվել է անընդհատ հավասարաչափ բաշխված արտաքին բեռնվածքը՝ 20 կՆ/մ^2 բնութագրային արժեքով: Սույն մեծությունը համապատասխանում է նշված նորմատիվային փաստաթղթերով սահմանված ծանր շինարարական տեխնիկայի տեղաշարժի և նյութերի ժամանակավոր պահեստավորման կրիտիկական սահմաններին:

Արդյունքներ և քննարկում

Դիտարկվող փոստրակի և ամրացման համակարգերի երկրամեխանիկական վարքագծի համեմատական գնահատման նպատակով աղ. 3-ում ամփոփված են թվային մոդելավորման (PLAXIS 2D) արդյունքում ստացված ելակետային տվյալները: Արձանագրված առանցքային ցուցանիշները ներառում են ամրացման համակարգի առավելագույն հորիզոնական տեղափոխությունը (U_x), հարակից գրունտի մակերևույթի նստվածքը (U_y), առաջացող առավելագույն մոմենտը ($M_{\max}$), անվտանգության գործակիցը (ΣM_{sf}) և տեխնոլոգիական բարդության աստիճանը (C_c)՝ փորման 4,0 մ, 6,0 մ և 8,0 մ խորությունների համար:

Աղյուսակ 3

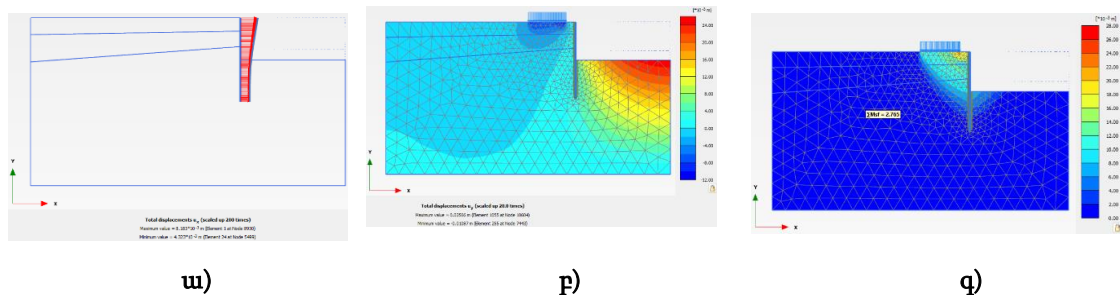
Հաշվարկներից ստացված ելքային տվյալները

N	Ամրացման համակարգ	Մոդել	Խորություն, H (մ)	Հաշվարկային ցուցանիշներ				
				U_x (մմ)	U_y (մմ)	$M_{\max}$ (կՆ·մ/մ)	ΣM_{sf}	C_c
1	Շպունտային պատ	U1	4	6,743	8,643	51,93	2,785	1
		U2	6	7,320	7,987	99,87	2,692	
		U3	8	27,980	12,240	162,20	2,349	
2	Հորատահատող ցցային պատ	U4	4	8,183	10,870	65,58	2,765	2
		U5	6	15,760	11,900	114,30	2,725	
		U6	8	31,370	18,270	177,10	2,346	
3	Դիաֆրագմային պատ	U7	4	7,278	10,420	74,40	2,776	3
		U8	6	7,781	9,252	141,90	2,643	
		U9	8	22,470	11,020	228,50	2,520	

* Ծանոթություն. տեխնոլոգիական բարդության C_c աստիճանները սահմանվել են ինժեներական-փորձագիտական սանդղակով. 1 – ցածր բարդություն, 2 – միջին բարդություն, 3 – բարձր բարդություն

Թվային մոդելավորման արդյունքում ստացված և աղ. 3-ում ներկայացված պատերի տեղափոխությունները, հարակից գրունտի նստվածքը և ընդհանուր կայունության ցուցանիշներն ուղղակիորեն կախված են փորման խորությունից և կառուցվածքների տեսակարար կոշտության ու սեփական քաշի համադրությունից:

4,0 մ խորության մոդելներ (Մ1, Մ4, Մ7). Այս խորության պայմաններում երեք դիտարկվող ամրացման համակարգերն էլ ապահովում են փոստրակի շեպի լիարժեք կայունություն բարձր պաշար: Անվտանգության գործակիցները տատանվում են 2,765-ի (Մ4) և 2,785-ի (Մ1) սահմաններում, ինչը զգալիորեն գերազանցում է նախագծային նորմատիվային նվազագույն պահանջները: Առավելագույն հորիզոնական տեղափոխությունները չեն գերազանցում 8,183 մմ-ը (Մ4), իսկ նստվածքները պահպանվում են 10,87 մմ-ի սահմաններում (Մ4): Գրունտային զանգվածի կողային ակտիվ ճնշումը տվյալ փուլում ցածր է, ինչի հետևանքով պատերի ծոման կոշտության (EI) տարբերությունն էական ազդեցություն չի ունենում համակարգերի ընդհանուր վարքագծի վրա և դրանք գործում են առաձգական կայուն տիրույթում (նկ. 3):



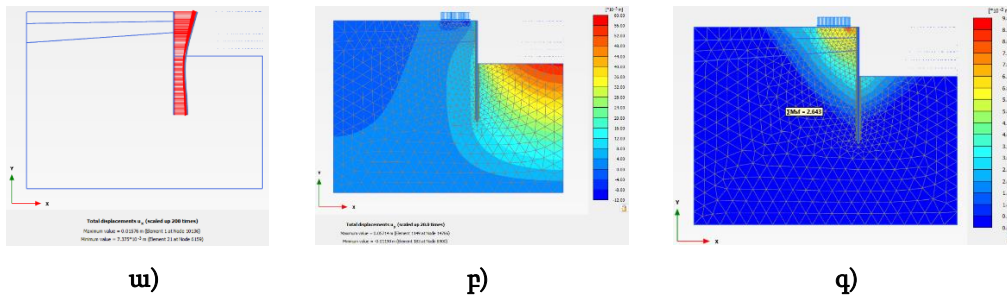
Նկ. 3. 4,0 մ փորման խորության փոստրակի շեպի և ամրացման համակարգերի լարվածադեֆորմատիվ վիճակի բաշխման իզոդաշտերը PLAXIS 2D ծրագրում. ա – կոնստրուկցիայի առավելագույն հորիզոնական տեղափոխությունը (Մ4), բ – հարակից գրունտի առավելագույն նստվածքը (Մ4), գ – նվազագույն անվտանգության գործակիցի արժեքը և փլուզման պրիզման (Մ4)

6,0 մ խորության մոդելներ (Մ2, Մ5, Մ8). փորման խորության մեծացմանը զուգընթաց համակարգերի վարքագծում ի հայտ է գալիս սկզբունքային տարբերություն կոնստրուկցիաների սեփական քաշի և հանգուցային կոշտության առանձնահատկությունների միջև (նկ. 4).

- **Շալունտային պատը (Մ2)** ցուցաբերում է հորիզոնական տեղափոխության բարձր սահմանափակում (7,32 մմ) և անվտանգության միջանկյալ գործակից (2,692) տվյալ խմբում: Սա հիմնավորվում է կոնստրուկցիայի նվազագույն սեփական քաշով ($1,63 \text{ կՆ/մ}^2$), որը չի առաջացնում հավելյալ ուղղահայաց լարումներ հիմնատակում:

- **Հորատահատող ցցային պատի դեպքում (Մ5)** արձանագրվում է հորիզոնական տեղափոխության աճ՝ մինչև 15,76 մմ, թեև անվտանգության գործակիցը պահպանվում է բարձր մակարդակում (2,725): Հորատահատող ցցային պատի կառուցվածքն ապահովում է լիարժեք կայունություն, սակայն համակարգի միջինացված ծոման կոշտությունը զիջում է դիաֆրագմային պատին: Թույլ գրունտների ճնշման պայմաններում կառուցվածքի հարաբերական ճկունությունը և պատի սեփական զգալի քաշը ($13,45 \text{ կՆ/մ}^2$) բերում են տեղափոխությունների մեծացման և հարակից մակերևույթի նստվածքների աճի՝ մինչև 11,90 մմ:

- **Դիաֆրագմային պատի դեպքում (Մ8).** չնայած բարձր կոշտությանը և փոքր հորիզոնական տեղաշարժին (7,781 մմ), անվտանգության գործակիցը նվազում է մինչև խմբի նվազագույն արժեքը (2,643): Սա հիմնավորվում է կառուցվածքի առավելագույն սեփական քաշով (15 կՆ/մ^2), որը թույլ գրունտում գործում է որպես լրացուցիչ ուղղահայաց բեռնվածք պատի ներքանի տակ՝ արագացնելով պատի ստորին գոտում գրունտի սահքի դիմադրության սպառումը:



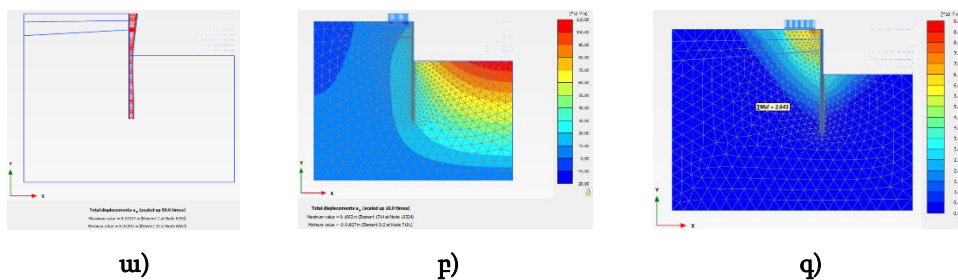
Նկ. 4. 6,0 մ փորման խորության փոստրակի շեյի և ամրացման համակարգերի լարվածադեֆորմատիվ վիճակի բաշխման իզոդաշտերը PLAXIS 2D ծրագրում. ա - կոնստրուկցիայի առավելագույն հորիզոնական տեղափոխությունը (U5), բ – հարակից գրունտի առավելագույն նստվածքը (U6), գ – նվազագույն անվտանգության գործակցի արժեքը և փլուզման պրիզման (U8)

8,0 մ խորության մոդելներ (U3, U6, U9). 8 մ խորության պայմաններում տեղի է ունենում դեֆորմացիաների կրիտիկական աճ բոլոր մոդելներում, թվային մոդելավորման արդյունքները փաստում են, որ դիտարկվող բոլոր համակարգերը գտնվում են նորմատիվային անվտանգ տիրույթում, սակայն դրանց արդյունավետության աստիճանը խիստ տարբեր է (նկ. 5).

- **Դիաֆրագմային պատը (U9)** ունի ակնհայտ առավելություն դեֆորմացիաների սահմանափակման հարցում (22,47 մմ) և ապահովում է անվտանգության բարձր գործակից (2,520): Բարձր ծոման կոշտությունը (EI) թույլ է տալիս համաչափ վերաբաշխում իրականացնել ողջ խորությամբ՝ նվազեցնելով նաև հարակից մակերևույթի նստվածքը մինչև 11,02 մմ:

- **Շպունտային պատի (U3)** հորիզոնական տեղափոխությունը հասնում է 27,98 մմ-ի, իսկ անվտանգության գործակիցը նվազում է մինչև 2,349: Սա փաստում է, որ առանց լրացուցիչ հենարանների կամ խարխիսների կիրառման, կոնսոլային բարակ պատերը 8,0 մ խորության տակ, անկախ բարձր կայունության գործակցից, չեն կարողանում սահմանափակել դեֆորմացիաները:

- **Հորատահատող ցցային պատը (U6)** ցուցաբերում է առավելագույն հորիզոնական տեղափոխություն (31,37 մմ) և նստվածք (18,27 մմ), իսկ անվտանգության գործակիցը նվազում է մինչև խմբի նվազագույն արժեքը (2,346): Նշված դինամիկան հաստատում է, որ այս խորություններում փոխհատվող ցցերով համակարգի կոշտությունը բավարար չէ թույլ գրունտների մեծ կողային ճնշմանն առանց հավելյալ էլեմենտների դիմադրելու համար:



Նկ. 5. 8,0 մ փորման խորության փոստրակի շեյի և ամրացման համակարգերի լարվածադեֆորմատիվ վիճակի բաշխման իզոդաշտերը PLAXIS 2D ծրագրում. ա - կոնստրուկցիայի առավելագույն հորիզոնական տեղափոխությունը (U5), բ – հարակից գրունտի առավելագույն նստվածքը (U6), գ – նվազագույն անվտանգության գործակցի արժեքը և փլուզման պրիզման (U8)

Նախորդ բաժնում սահմանված մեթոդաբանության համաձայն՝ թվային մոդելավորման արդյունքների բազմաչափ օպտիմալացումն իրականացվել է սահմանված ω_j կշռային գործակիցների կիրառմամբ. պատի հորիզոնական տեղափոխություն՝ $\omega_1 = 0,25$, գրունտի նստվածք՝ $\omega_2 = 0,15$, առավելագույն ծոռո մոմենտ՝ $\omega_3 = 0,15$, անվտանգության գործակից՝ $\omega_4 = 0,35$ և տեխնոլոգիական բարդություն՝ $\omega_5 = 0,10$:

Աղ. 3-ի ելակետային արժեքների վեկտորային նորմավորման փուլում, ըստ համապատասխան բանաձևային ալգորիթմի (1-5), յուրաքանչյուր չափանիշի (սյունակի) համար քառակուսային արմատների հայտարարներն ստացվել են հետևյալ կերպ (6).

$$\begin{aligned}\sqrt{\sum U_x^2} &= \sqrt{6,743^2 + 7,32^2 + \dots + 22,47^2} = 50,91 \\ \sqrt{\sum U_y^2} &= \sqrt{8,643^2 + 7,987^2 + \dots + 11,02^2} = 34,61 \\ \sqrt{\sum M_{max}^2} &= \sqrt{51,3^2 + 99,87^2 + \dots + 228,5^2} = 406,93 \\ \sqrt{\sum M_{sf}^2} &= \sqrt{2,785^2 + 2,692^2 + \dots + 2,52^2} = 7,915 \\ \sqrt{\sum C_c^2} &= \sqrt{1^2 + 1^2 + \dots + 3^2} = 6,48\end{aligned}\quad (6)$$

Բաժանման արդյունքում ստացված անչափելի նորմավորված մատրիցը (R) ունի հետևյալ տեսքը (7).

$$R = \begin{bmatrix} 0,132 & 0,249 & 0,127 & 0,352 & 0,154 \\ 0,144 & 0,230 & 0,245 & 0,340 & 0,154 \\ 0,549 & 0,354 & 0,398 & 0,296 & 0,154 \\ 0,160 & 0,314 & 0,161 & 0,349 & 0,309 \\ 0,309 & 0,343 & 0,280 & 0,344 & 0,309 \\ 0,616 & 0,527 & 0,435 & 0,296 & 0,309 \\ 0,143 & 0,301 & 0,183 & 0,350 & 0,463 \\ 0,153 & 0,267 & 0,349 & 0,344 & 0,463 \\ 0,441 & 0,318 & 0,562 & 0,318 & 0,463 \end{bmatrix} : \quad (7)$$

Նախորդ քայլում ստացված նորմավորված արժեքների և սահմանված չափանիշների կշիռների համադրմամբ ձևավորված կշռված որոշումների մատրիցը (V) ունի հետևյալ տեսքը (8).

$$V = \begin{bmatrix} 0,033 & 0,037 & 0,019 & 0,123 & 0,0154 \\ 0,036 & 0,035 & 0,037 & 0,119 & 0,0154 \\ 0,137 & 0,053 & 0,060 & 0,104 & 0,0154 \\ 0,040 & 0,047 & 0,024 & 0,122 & 0,0309 \\ 0,077 & 0,052 & 0,042 & 0,120 & 0,0309 \\ 0,154 & 0,079 & 0,065 & 0,104 & 0,0309 \\ 0,036 & 0,045 & 0,027 & 0,122 & 0,0463 \\ 0,038 & 0,040 & 0,052 & 0,120 & 0,0463 \\ 0,110 & 0,048 & 0,084 & 0,111 & 0,0463 \end{bmatrix} : \quad (8)$$

Կշռված մատրիցի (8) սյունակային արժեքների հիման վրա, հաշվի առնելով չափանիշների ինժեներական բնույթը, սահմանվել են դրական իդեալական (A^+) և բացասական իդեալական (A^-) լուծումների վեկտորները (9).

$$\begin{aligned}A^+ &= \{0,033, 0,035, 0,019, 0,123, 0,0154\}, \\ A^- &= \{0,154, 0,053, 0,084, 0,104, 0,0463\}:\end{aligned}\quad (9)$$

Յուրաքանչյուր մոդելի համար բազմաչափ հեռավորությունները դրական (A^+) և բացասական (A^-) իդեալական կետերից հաշվարկվել են ըստ (3) և (4) բանաձևերի: Մաթեմատիկական հաշվարկի ընթացքը ցուցադրելու նպատակով ստորև բերված են միայն առաջին մոդելի (Մ1) համար ստացված արտահայտությունները:

$$S_{U1}^+ = \sqrt{(0,033 - 0,033)^2 + (0,037 - 0,035)^2 + (0,019 - 0,019)^2 + (0,123 - 0,123)^2 + (0,0154 - 0,0154)^2} = 0,002,$$

$$S_{U1}^- = \sqrt{(0,033 - 0,154)^2 + (0,037 - 0,053)^2 + (0,019 - 0,084)^2 + (0,123 - 0,104)^2 + (0,0154 - 0,0463)^2} = 0,14296:$$

Մնացած բոլոր դիտարկվող մոդելների (Մ2–Մ9) համար համանման եղանակով ստացված հեռավորությունների վերջնական արժեքները ներկայացված են աղ. 4-ի համապատասխան սյունակներում:

Վերջին քայլով որոշվել է յուրաքանչյուր ամրացման համակարգի մոդելի հարաբերական մոտեցման աստիճանն իդեալական լուծմանը: Որպես հաշվարկային օրինակ ստորև ներկայացված է Մ1 մոդելի օպտիմալության ցուցիչի ստացումը:

$$C_{U1}^* = \frac{0,14296}{0,002 + 0,14296} = 0,986 \approx 1:$$

Ստացված արժեքների նվազման կարգով կատարվել է մոդելների վերջնական դասակարգումը և օպտիմալ տարբերակների ընտրությունը, որոնց ամփոփ ցուցանիշները ներկայացված են աղ. 4-ում:

Աղյուսակ 4

Ամրացման համակարգերի ընտրության բազմաչափ օպտիմալացման արդյունքները

Մոդել	Ամրացման համակարգ	Խորություն, H (մ)	S_i^+	S_i^-	C_i^*
Մ1	Շպունտային պատ	4	0,002	0,143	0,986
Մ4	Հորատահատող ցցային պատ		0,021	0,126	0,857
Մ7	Դիաֆրագմային պատ		0,033	0,123	0,788
Մ2	Շպունտային պատ	6	0,018	0,130	0,877
Մ8	Դիաֆրագմային պատ		0,046	0,122	0,728
Մ5	Հորատահատող ցցային պատ		0,051	0,093	0,645
Մ9	Դիաֆրագմային պատ	8	0,103	0,045	0,306
Մ3	Շպունտային պատ		0,114	0,042	0,267
Մ6	Հորատահատող ցցային պատ		0,135	0,034	0,201

Եզրակացություն

Թույլ զրունտային պայմաններում բարձակային ամրացման համակարգերի երկրամեխանիկական վարքագծի թվային մոդելավորման և TOPSIS մեթոդով բազմաչափ օպտիմալացման արդյունքում հանգել ենք հետևյալ հիմնական եզրակացություններին:

• Թվային մոդելավորման արդյունքները քանակապես փաստում են, որ դիտարկվող ամրացման համակարգերի բոլոր 9 մոդելները գտնվում են նորմատիվային անվտանգ տիրույթում: Նույնիսկ 8,0 մ խորության պայմաններում առավելագույն հորիզոնական տեղափոխությունը (31,37 մ/Մ6) զգալիորեն զիջում է թույլատրելի սահմանային տեղափոխությանը ($H/100 = 80 \text{ մ/Մ}$), իսկ անվտանգության գործակիցները բարձր են: Ամրացման ընտրության խնդիրը ոչ թե ֆիզիկական փլուզման կանխման, այլ տարբեր կոնստրուկտիվ լուծումների միջև արդյունավետ տարբերակի ընտրությունն է, ինչն էլ հիմնավորում է բազմաչափ որոշումների կայացման (TOPSIS) մեթոդի կիրառման անհրաժեշտությունը:

• Պարզ է դարձել, որ կառուցվածքների սեփական մեծ քաշը կայունությունը նվազեցնող լրացուցիչ գործոն է՝ հիմնատակում հավելյալ ուղղահայաց լարումների կուտակման պատճառով 6,0 մ միջանկյալ խորության տակ հորատահատող ցցային և շպունտային պատերը կայունության ցուցանիշով գերազանցում են զգալիորեն մեծ ծռման կոշտություն ունեցող դիաֆրագմային պատին, քանի որ դիաֆրագմայի համեմատաբար մեծ տեսակարար կշիռը (15 կՆ/մ^2) առաջացնում է հավելյալ շոշափող լարումներ պատի ներքանի տակ՝ արագացնելով գրունտի սահքի դիմադրության սպառումը:

• Բազմաչափ օպտիմալացման վերջնական մատրիցը հստակ ցույց է տալիս օպտիմալության չափանիշի անցումը փորման խորության աճին զուգընթաց: 4,0 մ և 6,0 մ խորությունների տակ բացարձակ առավելություն է ստանում շպունտային պատը՝ շնորհիվ իր տեխնոլոգիական պարզության և փոքր սեփական քաշի: Սակայն 8,0 մ խորության պայմաններում, անկախ մեծ տեխնոլոգիական բարդությունից, առաջնային է դառնում դիաֆրագմային պատի բարձր ծռման կոշտությունը:

Սույն հետազոտության արդյունքների հիման վրա, թույլ գրունտային պայմաններում, տարբեր խորության փոստրակների օպտիմալ նախագծման համար առաջարկվում է հետևյալ սխեման. փորման փոքր և միջանկյալ խորությունների դեպքում (4 մ, 6 մ), բարձակային ամրացման համակարգեր ընտրելիս երաշխավորվում է շպունտային պատերի կիրառումը: Ավելի խոր փոստրակների նախագծման դեպքում (8 մ) բարձակային ամրացման համակարգ ընտրելիս առաջնահերթությունը պետք է տալ դիաֆրագմային պատին, իսկ հորատահատող ցցային պատերի կիրառումն այս խորության պայմաններում առանց հավելյալ հենարարների և գրունտային խարխիսների խորհուրդ չի տրվում:

Գրականության ցանկ

- [1] **P. Basnet, P. Adhikari, B.K. Subasna, et al.**, Evaluation of Retaining Wall with Compressible Inclusion Under Static Loading Using PLAXIS 2D, 10.1007/978-981-96-85288_20.
- [2] **P.R. Sangle, S.R. Tonapa, L. Pakalla**, Comparison of Safety Factor Using the Finite Element Method and The Janbu Method, 10.21776/ub.rekayasasipil.2026.020.02.4.
- [3] **Abdul Rahman Shaikh, Gourish Babu Ambiga, Sandeep Talekar, et al.**, Soil-Structure Interaction Using Plaxis 2D Software, International Journal of Scientific Research in Engineering and Management 09(12) (2025) 1-9.

- [4] **Ping Zhao, Yan Sun, Zhanqi Wang, et al.**, Mechanical Characteristics of Deep Excavation Support Structure with Asymmetric Load on Ground Surface, *Symmetry* 2024, 16, 1309.
- [5] **Maryam Gaber, Jamal Alsharef, Salah Hamuda, et al.**, Geotechnical Responses of Soils and Nearby Structures to Deep Excavations: Review and Case Study Analysis, *Alqalam Journal of Medical and Applied Sciences* 9(2) (2026) 324-335
- [6] **Mateusz Miszko, Matylda Tankiewicz**, The influence of Excavation Support Construction on The Settlement of Adjacent Structures, *Acta Sci. Pol. Architectura* 23 (2024) 145–156.
- [7] **Sivani P. Anil Kumar, Midhuna Mani, Sibiya Sabu, et al.**, Settlement Analysis of Soft Clay Using Plaxis 2D: A Case Study from Kochi, *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*.
- [8] **A.Z. Abu, Y.T. Bessimbayev, Z.M. Zhambakina**, Stability Analysis of Riverbank Retaining Structures using Plaxis 2D, https://doi.org/10.51885/3134-8041_JACS_2026_2_2.
- [9] **Jahangir Khazaei, Navid Sadehmiri Nejad**, Selection the appropriate retaining structure using fuzzy TOPSIS approach (Case study: Ilam city), 10.22126/amcen.2025.11033.1017.
- [10] **U. Issa, F. Saeed, Y. Miky, et al.**, Hybrid AHP-Fuzzy TOPSIS Approach for Selecting Deep Excavation Support System, *Buildings* 12(3) (2022) 295.

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ВЫЕМКИ ГРУНТА И УДЕРЖИВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ НА ПОВЕДЕНИЕ ОТКОСОВ КОТЛОВАНОВ

Айк Стёпаевич Гарибян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
haykgharibyan759@gmail.com

В данной работе исследуется поведение откосов котлованов при различных глубинах выемки грунта и типах ограждающих конструкций. Целью исследования является оценка влияния различных инженерных решений на напряженно-деформированное состояние (НДС) и коэффициент безопасности откосов. Численное моделирование выполнено методом конечных элементов (МКЭ) в программном комплексе PLAXIS 2D с использованием технологии поэтапного строительства (Staged Construction). В рамках исследования рассмотрены три системы ограждения котлованов: шпунтовая стена, буросекущая свайная стена и железобетонная «стена в грунте». Расчеты проведены для идентичных инженерно-геологических условий при трех различных глубинах выемки (4м, 6м и 8м) под воздействием статических нагрузок. Для каждого расчетного случая выполнен сравнительный анализ горизонтальных смещений, внутренних усилий (изгибающих моментов) и коэффициентов безопасности. Полученные результаты были классифицированы с помощью метода многокритериального принятия решений (TOPSIS), что обеспечило объективное и систематизированное сопоставление ограждающих конструкций на различных глубинах. В результате анализа были установлены закономерности влияния увеличения глубины разработки на напряженно-деформированное состояние откосов котлована, а также определены различия в эффективности каждой из рассматриваемых систем крепления.

Ключевые слова: *откос котлована, коэффициент безопасности, удерживающие конструкции, шпунтовая стена, буросекущие сваи, стена в грунте, TOPSIS*

INFLUENCE OF EXCAVATION DEPTH AND RETAINING SYSTEM ON THE BEHAVIOR OF EXCAVATION SLOPES

Hayk Gharibyan

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

haykgharibyan759@gmail.com

Investigated the structural behavior of excavation slopes under varying excavation depths and lateral retaining configurations. The primary objective is to evaluate the influence of different engineering solutions on the stress-strain state and the overall factor of safety (FoS) of the slopes. Numerical modeling was conducted via the finite element method (FEM) utilizing PLAXIS 2D software, adopting a staged construction sequence. The research evaluates three distinct retaining structures: a sheet pile wall, a secant pile wall, and a reinforced concrete diaphragm wall. Deterministic calculations were performed under identical geotechnical conditions across three excavation depths (4m, 6m, and 8m) subjected to static loading conditions. For each scenario, a comprehensive comparative analysis was carried out, focusing on horizontal displacements, internal structural forces (bending moments), and factors of safety. The synthesized numerical outputs were subsequently ranked using the multi-criteria decision-making (TOPSIS) method, ensuring an objective and systematic comparison of the retaining systems across the investigated depths. The analysis established the behavioral patterns of excavation slope stress-strain state under increasing depth, while quantitatively evaluating the performance differentials among the investigated retaining systems.

Keywords: *excavation slope, factor of safety, retaining structures, sheet pile wall, secant pile wall, diaphragm wall, TOPSIS*

Ղարիբյան Հայկ Ստյոպայի (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիայի և կազմակերպման ամբիոն, դասախոս, (+374)77111759, haykgharibyan759@gmail.com

Гарибян Айк Степаневич (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра Технологий и организации строительного производства, преподаватель, (+374)77111759, haykgharibyan759@gmail.com

Gharibyan Hayk (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Technology and Organisation of Construction Production, lecturer, (+374)77111759, haykgharibyan759@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 08.08.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 09.09.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

DOI: <https://doi.org/10.54338/18294200-2026.2-09>**MODELING AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION****THE MAIN ISSUES OF CHOOSING EFFECTIVE CONCRETE CURING METHODS AND PROVIDING INFORMATION ON THEIR IMPLEMENTATION****Armine Ghulyan*, Robert Noramiryan, Xachik Kirakosyan, Artur Manukyan***National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA***ghulyanarmine@mail.ru*

Improving the concrete curing and reinforced concrete structures has an important meaning in ensuring their physical and mechanical properties by design. Concrete curing measures aimed at controlling temperature and humidity ensure that sufficient water is available for concrete to achieve its desired properties. The advantages and disadvantages of existing methods of concrete curing in the climatic conditions of the Republic of Armenia are presented. Based on statistical analyses and scientific experiments, effective concrete curing schemes, technological process schedules, and technical means of automation are proposed.

Keywords: Concrete, curing, watering, efficiency, experiments, analysis

Introduction

The use of monolithic concrete in the construction industry has reached unprecedented volumes both worldwide and in the Republic of Armenia, and the quality of construction structures made from it can greatly affect the operational properties, cause a reduction in the service life of structures, and in some cases even collapse.

It is a well-known fact that freshly placed concrete requires systematic curing in certain climatic conditions, but how this curing should be carried out in the conditions of a specific construction object is not clearly defined.

Scientific and regulatory sources [1-6] indicate general parameters for concrete curing, but their practical application requires the implementation of separate studies in specific cases, which, as a rule, is not done. In particular, the codes [6] state that concrete curing should ensure the prevention of moisture evaporation and for this purpose, appropriate measures should be indicated in the Construction Management Project (CMP), which will ensure the normal hardening of concrete and the achievement of the indicators specified in the project. If the CMP is considered to be a mandatory document in the design of facilities in the Republic of Armenia, then the development of the Project of Work Production (PWP) is not mandatory, therefore, in most cases it is not developed. It turns out that construction organizations arbitrarily choose the method of concrete curing, for example, in dry and hot conditions they mainly carry out direct soaking of the concrete surface with a hose even before the construction achieves a strength of 2,5 MPa, when movement on the concrete surface is not allowed by the codes [6]. The same codes generally prohibit direct soaking of the concrete surface.

The design and construction of construction objects on the BIM platform implies a certain automation of processes, the inadmissibility of arbitrary decision-making by individuals, therefore, the development of guidelines for the implementation of construction processes, including concrete curing, is important, which is the problem of this research.

Materials and Methods

Concrete curing is a multifactorial process that includes measures carried out both in winter conditions and in dry and hot conditions. The research partially studied the methods of concrete curing in winter conditions in the Republic of Armenia, which include the electric heating of concrete with wires wrapped around the structure. The mentioned method has relatively more clearly developed guidelines with the indication of parameters.

The main problems of this research relate to the curing of concrete in dry and hot conditions.

Dry and hot climatic conditions of concreting refer to the period when the average monthly air temperature is above 25°C and the humidity is below 50 % [6].

The main research questions were:

- Comparative analysis of existing concrete curing methods in dry and hot climates, selection of the most effective methods,
- Determining the type, quantity, and arrangement of irrigation devices for selected seasons,
- Calculation of water consumption volumes and determination of intensity for watering concrete,
- Development of standard watering schedules (regimes),
- Planning experiments for different irrigation regimes,
- Conducting experiments,
- Analysis of experimental results and implementation of conclusions,
- Determination of average concrete maintenance periods in the capital of Armenia, Yerevan, based on the analysis of meteorological data for 2020-2024.

The results of a comparative analysis of existing concrete watering methods are presented in Table 1.

Table 1

Basic methods of concrete curing in dry and hot conditions

Watering method	Scope of application	Disadvantages	Advantages	Applicability in the Republic of Armenia
Ponding Method	Flat surfaces (slabs, floors)	Application only for horizontal surfaces, water evaporation in hot weather conditions, large water reserves required	Maintaining constant humidity, easy to implement, ensuring temperature stability, low labor intensity	Rarely applicable
Watering method including intensive precipitation	Vertical, horizontal surfaces, large-scale constructions	Dependence on weather conditions, uneven humidification, high labor intensity	Suitable for any surface, easy to use, automation possible	Most applicable, mainly with the use of shower heads
Wet Covering method	Vertical, horizontal, inclined surfaces	Periodic monitoring (prevention of moisture loss), not applicable in hard-to-reach places	Low risk of thermal cracking, suitable for vertical surfaces	Rarely applicable
Spraying or Fogging method	Vertical, horizontal, various surfaces	Use of special equipment, reduction of efficiency under the influence of wind	Convenience for large areas, automation possible	Not applicable
Chemical compounds method	Vertical, horizontal, various surfaces	Cost, application safety features, environmental pollution	Time saving, water saving, easy to implement, long-lasting effect	Used in rare cases

Taking into account the inadmissibility of direct surface watering as defined by the standards and the possibilities of automating the watering process, calculations of watering parameters and tests of concrete samples were performed for the sprinkling and fine-dispersion methods, with the former considering the spray and intensive rain (sprinkler) methods. These are excellent methods of curing when the ambient temperature is well above freezing and the humidity is low [7].

Considering the high workload of uniform calculations (determination of water consumption for about 100 cases of air temperature conditions of 25°C, 30°C, 35°C and relative humidity of air of 0...100 % for selected irrigation schemes), the calculations were carried out using the capabilities of artificial intelligence. The intensive precipitation method was used for a conventional 18 m x 30 m roof slab, on which the arrangement of sprinklers was selected according to the following scheme (Fig. 1):

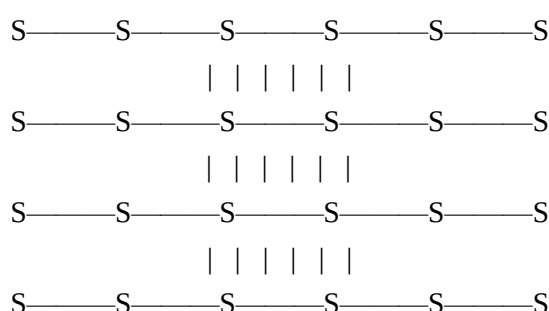


Fig. 1. The sprinklers layout on the slab for intensive precipitation method

In the case of the fine dispersion method, the number of rows was increased by 1 in both directions, i.e. the number of devices was taken as 35.

To avoid random errors and ensure the uniformity of parameters, recalculations were made for the specified intensity, so that in case of automation, the practical application of the modes would be easier.

A strip foundation with a width of 0,6 m and a total length of 192 m was considered for edge irrigation.

Results and Discussion

Based on the data obtained, water consumption graphs were compiled for different cases, which are presented below (Fig. 2-4).

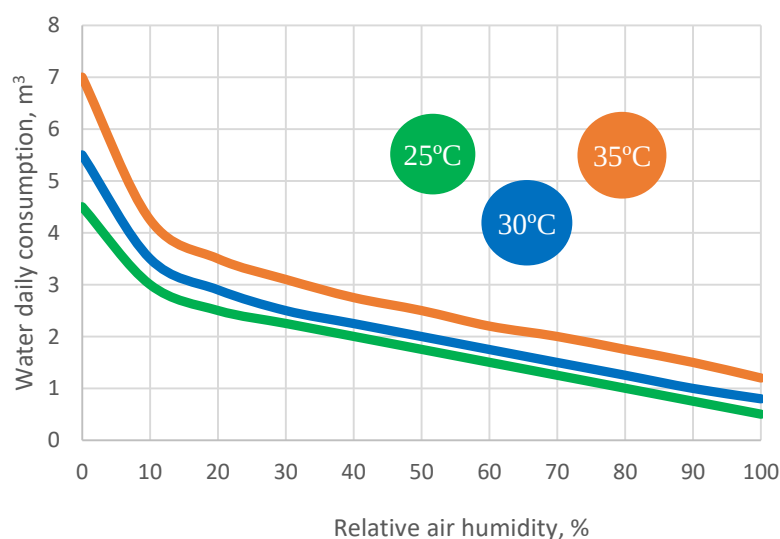


Fig. 2. Graph of calculated water consumption for irrigation of reinforced concrete foundations by hose with shower head for the average air temperatures of 25 °C, 30 °C and 35 °C

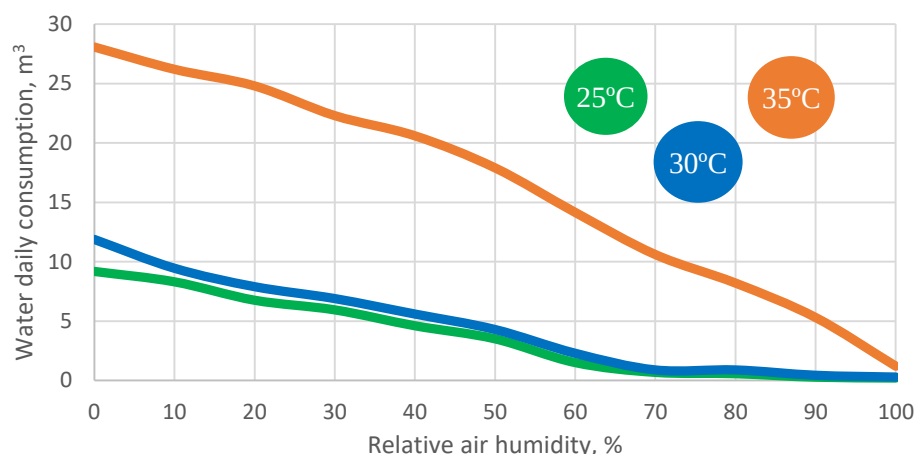


Fig. 3. Graph of calculated water consumption for irrigation of reinforced concrete slabs by the method of intensive precipitation for the average air temperatures of 25°C, 30°C and 35°C

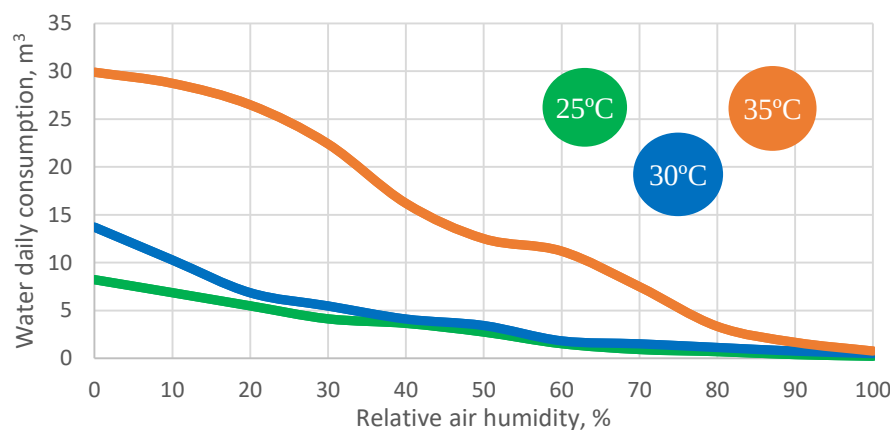


Fig. 4. Graph of calculated water consumption for irrigation of reinforced concrete slabs by the method of spraying (fogging by micro-sprinkler) for the average air temperatures of 25°C, 30°C and 35°C

Using artificial intelligence capabilities, typical schedules have been created for the graphs. In particular, the schedule presented in Table 2 has been created for the intensive precipitation season.

The analysis of the presented graphs (Fig.2-4) shows that in the case of intensive precipitation and spraying methods, a sharp increase in water consumption is observed at a temperature of 35 °C. The daily water consumption for a 18 m x 30 m cover slab increases at low humidity values to a maximum of 28 m³ in the case of intensive precipitation and up to 30 m³ in the case of spraying methods. The maximum consumptions for 1 m³ of cover slab will be 0,25 m³/day and 0,33 m³/day, respectively. At average values of humidity and temperature 30°C, water consumption will be about 0,049 m³/day in both cases, which exceeds the average values in the codes set in the 1980s by 1,5 times (0,034 m³/day).

The mentioned increase is significant, but it should be noted that when using the above methods, the level of dust on the construction site decreases, a favorable working microclimate is created

Table 2

18 x 30 m concrete covering slabs in intensive precipitation maintenance schedules

At an average daily air temperature of 25 °C									
Relative air humid, (%)	Number and times of watering during the day						Number of waterings per day	Watering intensity, (l/s)	Daily water consumpt, (m³)
	I	II	III	IV	V	VI			
0	06:00 – 06:18	09:00 – 09:18	12:00 – 12:20	15:00 – 15:18	18:00 – 18:18	21:00 – 21:18	6	1,5	9,18
10	06:00 – 06:15	09:00 – 09:15	12:00 – 12:20	15:00 – 15:15	18:00 – 18:15	21:00 – 21:12	6		8,30
20	06:00 – 06:12	09:00 – 09:12	12:00 – 12:15	15:00 – 15:12	18:00 – 18:12	21:00 – 21:12	6		6,75
30	09:00 – 09:15	12:00 – 12:12	15:00 – 15:15	18:00 – 18:12	21:00 – 21:12	–	5		5,94
40	09:00 – 09:10	12:00 – 12:10	15:00 – 15:14	18:00 – 18:10	21:00 – 21:10	–	5		4,85
50	09:00 – 09:08	12:00 – 12:08	15:00 – 15:10	18:00 – 18:08	21:00 – 21:09	–	5		3,87
60	09:00 – 09:02	13:00 – 13:02	17:00 – 17:02	21:00 – 21:02	–	–	4		0,72
70	06:00 – 06:03	12:00 – 12:02	18:00 – 18:02	–	–	–	3		0,68
80	06:00 – 06:03	18:00 – 18:03	–	–	–	–	2		0,56
90	06:00 – 06:03	–	–	–	–	–	1		0,27
At an average daily air temperature of 30 °C									
Relative air humid, (%)	Number and times of watering during the day						Number of waterings per day	Watering intensity, (l/s)	Daily water consumpt, (m³)
	I	II	III	IV	V	VI			
0	06:00 – 06:20	09:00 – 09:20	12:00 – 12:30	15:00 – 15:20	18:00 – 18:30	21:00 – 21:15	6	1,5	11,88
10	06:00 – 06:15	09:00 – 09:15	12:00 – 12:25	15:00 – 15:15	18:00 – 18:25	21:00 – 21:10	6		9,45
20	06:00 – 06:12	09:00 – 09:12	12:00 – 12:20	15:00 – 15:12	18:00 – 18:20	21:00 – 21:10	6		7,74
30	06:00 – 06:15	09:00 – 09:12	12:00 – 12:15	15:00 – 15:12	18:00 – 18:10	21:00 – 21:10	6		6,84
40	06:00 – 06:15	09:00 – 09:10	12:00 – 12:10	15:00 – 15:05	18:00 – 18:10	21:00 – 21:10	6		5,38
50	09:00 – 09:10	12:00 – 12:10	15:00 – 15:10	18:00 – 18:05	21:00 – 21:10	–	5		4,05
60	06:00 – 06:05	12:00 – 12:05	18:00 – 18:05	–	–	–	3		1,35
70	06:00 – 06:05	18:00 – 18:05	–	–	–	–	2		0,90
80	06:00 – 06:05	8:00 – 18:05	–	–	–	–	1		0,90
90	06:00 – 06:05	–	–	–	–	–	1		0,45

Table 2

18 x 30 m concrete covering slabs in intensive precipitation maintenance schedules (Continuation)

At an average daily air temperature of 35 °C															
Number and times of watering during the day													Number of waterings per day	Watering intensity, (l/s)	Daily water consumpt, (m³)
Relative air humid, (%)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
0	06:00 —	08:00 —	10:00 —	12:00 —	14:00 —	16:00 —	18:00 —	20:00 —	22:00 —	00:00 —	02:00 —	04:00 —	12	1,5	28,08
	06:20 —	08:20 —	10:20 —	12:20 —	14:20 —	16:20 —	18:20 —	20:20 —	22:20 —	00:20 —	02:20 —	04:20 —			
10	06:00 —	08:00 —	10:00 —	12:00 —	14:00 —	16:00 —	18:00 —	20:00 —	22:00 —	00:00 —	02:00 —	—	11		25,74
	06:20 —	08:20 —	10:20 —	12:20 —	14:20 —	16:20 —	18:20 —	20:20 —	22:20 —	00:20 —	02:20 —	—			
20	06:00 —	08:00 —	10:00 —	12:00 —	14:00 —	16:00 —	18:00 —	20:00 —	22:00 —	00:00 —	02:00 —	—	11		25,74
	06:20 —	08:20 —	10:20 —	12:20 —	14:20 —	16:20 —	18:20 —	20:20 —	22:20 —	00:20 —	02:20 —	—			
30	06:00 —	08:00 —	10:00 —	12:00 —	14:00 —	16:00 —	18:00 —	20:00 —	23:00 —	02:00 —	—	—	10		23,40
	06:20 —	08:20 —	10:20 —	12:20 —	14:20 —	16:20 —	18:20 —	20:20 —	23:20 —	02:20 —	—	—			
40	06:00 —	08:00 —	10:00 —	12:00 —	14:00 —	16:00 —	18:00 —	20:00 —	23:00 —	02:00 —	—	—	10		23,40
	06:20 —	08:20 —	10:20 —	12:20 —	14:20 —	16:20 —	18:20 —	20:20 —	23:20 —	02:20 —	—	—			
50	06:00 —	09:00 —	12:00 —	15:00 —	18:00 —	21:00 —	00:00 —	03:00 —	—	—	—	—	8	18,73	
	06:20 —	09:20 —	12:20 —	15:20 —	18:20 —	21:20 —	00:20 —	03:20 —	—	—	—	—			
60	06:00 —	10:00 —	14:00 —	18:00 —	22:00 —	02:00 —	—	—	—	—	—	—	6	14,15	
	06:20 —	10:20 —	14:20 —	18:20 —	22:20 —	02:20 —	—	—	—	—	—	—			
70	06:00 —	11:00 —	16:00 —	21:00 —	02:00 —	—	—	—	—	—	—	—	5	11,70	
	06:20 —	11:20 —	16:20 —	21:20 —	02:20 —	—	—	—	—	—	—	—			
80	06:00 —	12:00 —	18:00 —	00:00 —	—	—	—	—	—	—	—	—	4	9,36	
	06:20 —	12:20 —	18:20 —	00:20 —	—	—	—	—	—	—	—	—			
90	06:00 —	13:00 —	20:00 —	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	7,02	
	06:20 —	13:20 —	20:20 —	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

So, based on the analysis of water consumption, it is possible to consider the intensive precipitation method for watering the cover slabs as effective, and for watering the strip foundations, watering using hose with shower head or installing perforated rubber pipes on the cover, ensuring water supply in an automated mode. The latter method provides constant moistening and a “soft” effect on the concrete surface.

The use of perforated pipes made of rubber or other materials is also possible for watering of formwork-removed reinforced concrete walls (diaphragms). It is advisable to water the side and bottom surfaces of formwork-removed columns and beams using hoses with shower heads, as needed, within 7 days after formwork removal.

To substantiate the feasibility of watering reinforced concrete foundations by intensive precipitation and shower heads laboratory tests of the strength of concrete samples were carried out according to the schedule presented in Fig. 5.

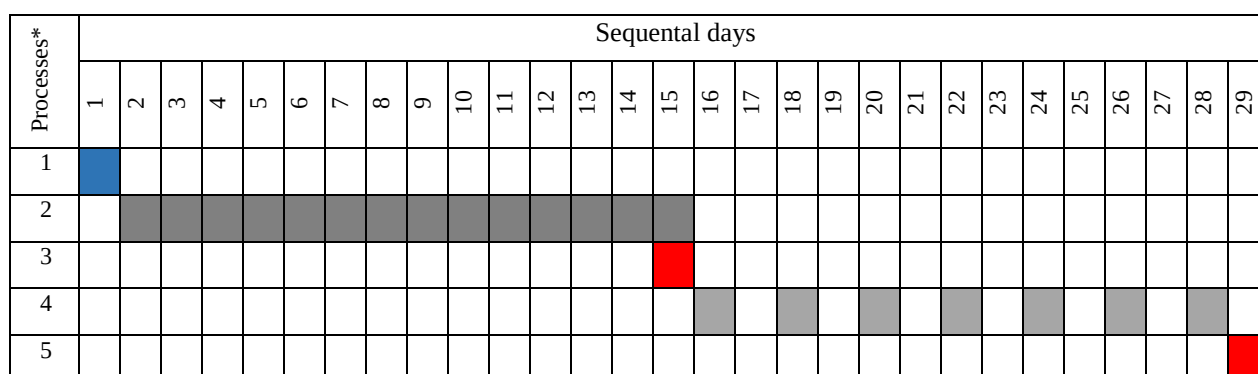


Fig. 5. Comparison of calculated water consumption graphs for curing of reinforced concrete slabs by spraying method
 *1 – sample filling, condensation, 3, 5 – sample testing
 2, 4 – specimen curing / humidification /

The number of 100mm x 100mm x 100mm concrete cube samples subjected to compressive strength tests, the curing method, and the test results are given below in Table 3.

Table 3

Description of the tested concrete samples and test results

Serial number	The code	Curing method	Test date	Compressive strength, MPa	Average mass, g
1	1-1	Intensive precipitation	15.08.2025	30,2	2385,8
2	1-2				
3	1-3				
4	1-4		29.08.2025	35,5	2379,8
5	1-5				
6	1-6				
7	2-1	Spraying or fogging by micro-sprinkler irrigation	15.08.2025	30,4	2365,0
8	2-2				
9	2-3				
10	2-4		29.08.2025	35,0	2360,0
11	2-5				
12	2-6				
13	3-1	Watering by hose with shower head	15.08.2025	32,0	2353,2
14	3-2				
15	3-3				
16	3-4		29.08.2025	34,2	2360,0
17	3-5				
18	3-6				
19	4-1	Storage in water at 20°C	15.08. 2025	28,0	2355,8
20	4-2		29.08.2025	30,2	
21	4-3	Not cured	15.08.2025	33,0	2348,0
22	4-4		29.08.2025	34,2	

The test results show that samples irrigated by intensive precipitation and spraying methods showed similar results: they achieved about 92 % of the design strength in 14 days and about 100 % in 28 days. Samples irrigated by hose with shower head achieved about 91 % of the design strength in 14 days, and about 99 % in 28 days. Paradoxically, the maximum compressive strength was demonstrated by the samples that were not cured, which achieved 102 % of the compressive strength in 14 days and 117% in 28 days, which has a logical explanation.

The water included in the composition of concrete contributes to sufficient hydration to achieve the desired properties of the concrete mortar, therefore, concrete curing measures are necessary to ensure the presence of this water until the desired properties are achieved [8, 9].

In the case of low water-cement values and low primary porosity of concrete, measures may be necessary to ensure the availability of additional water to fill the pores to assist hydration.

Both hydration water and gel water are required for the hydration of Portland cement. Cement hydration can only continue if there is sufficient water to support both the chemical reactions and to fill the pores of the gel (Neville, A.M. (1996), *Properties of Concrete*; Powers and Brownyard (1947), *Studies of the Physical Properties of Hardened Portland Cement Paste*; Young, J.F. and Mindess, S. (1981), *Concrete*. Prentice-Hall, New Jersey; Taylor, H.F.W. (1997), *Cement Chemistry*) indicate that the total amount of water required for cement hydration is 0,44 g of water per gram of cement, plus the water for setting that must be added to keep the capillary pores saturated.

In 1948, Powers demonstrated that at water-cement ratios below 0,5 and with low primary porosity, concrete treatment measures may be required to ensure that additional water is available to support hydration until the pores are saturated to a degree that will ensure that the concrete achieves its final properties. Powers confirmed that protection from evaporation alone is not sufficient; additional water introduction measures are required (The Powers Model (1948)). However, Powers also noted that not all mixtures with water-cement ratios below 0,5 require additional external water to achieve their full hydration potential [10, 11].

The paradoxical results of the tests in this study thus have an explanation. However, it should be noted that compressive strength is a volumetric indicator, and the external watering of concrete (with a penetration layer of about 2 cm) does not significantly affect the compressive strength, while such properties of concrete as wear resistance, water permeability, and corrosion resistance are largely dependent on external curing.

Visual inspection of the concrete samples showed that the untreated ones had a certain roughness of the upper surface, relatively large pores, which may indicate their self-drying.

Research indicates that one of the main problems of concretes with a low water-cement ratio is self-drying, i.e. internal drying due to water absorption during hydration (Neville, A.M. (1996), *Properties of Concrete*; Powers and Brownyard (1947), *Studies of the Physical Properties of Hardened Portland Cement Paste*; L. Parrott (1986), *Measurement and Modeling of Porosity in Drying Cement Paste*; Patel et al. (1988), *Influence of curing at different relative humidities upon compound reactions and porosity in Portland cement paste*; Spears (1983), *The 80 Percent Solution to Inadequate Curing Problems*).

During hydration, the internal water content becomes insufficient and low water-cement ratio mixtures protected from external water loss and infiltration can dry out. This problem is particularly

relevant for concretes with water-cement ratios of 0,4 and below (The Powers Model (1948); Mills, R.H. (1966) Factors Influencing Cessation of Hydration in Water Cured Cement Pastes; Bob Cather (1994) Magazine of Concrete Research; Meeks and Carino (1999), Curing of High-Performance Concrete: Report of the State-of-the-art) and is the cause of subsequent low long-term strength gains.

Self-drying in the surface layer can be eliminated by watering, but it should be taken into account that at low water-cement ratios the flowability of the mixture is so low that external water cannot penetrate into the interior of the concrete (Bob Cather (1994) Magazine of Concrete Research; Meeks and Carino (1999), Curing of High-Performance Concrete: Report of the State-of-the-art), in addition, the surface dries out additionally during self-drying due to internal migration. Therefore, the external surface of concretes with low water-cement ratios can dry out quickly, which further emphasizes the need for watering the external surface of the concrete (Pierre-Claude Aïtcin (1999), High-Performance Concrete). This also confirms that surface properties such as wear resistance and corrosion resistance can be significantly improved during wet hardening of low water-cement ratio concretes, while volumetric properties, including compressive strength, may not be sensitive to surface moisture conditions.

The research also identified possible concrete maintenance periods in Yerevan during the year, based on data from the last 10 years (2015-2024) provided by the RA "Hydrometeorology and Monitoring Center" SNCO.

Table 4 shows the monthly maximum and average air temperatures by the years.

As can be seen from the data, according to average temperatures, watering is necessary for about 4 months, but taking into account the maximum temperatures in May, June, and October, the necessary watering period can be set at 5 months, from May to October.

It is noteworthy that the analyses of both the maximum and average air temperature dynamics for the hottest months of the year (Fig. 6-9) indicate that no obvious global warming trend is observed in the Republic of Armenia. The boundary indicators (2015, 2024) have mainly decreased to 2 degrees or have not changed.

Table 4

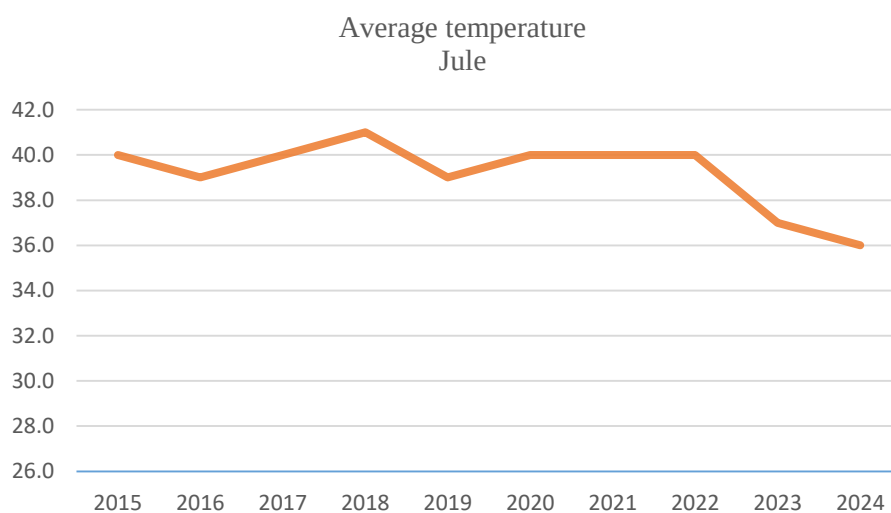
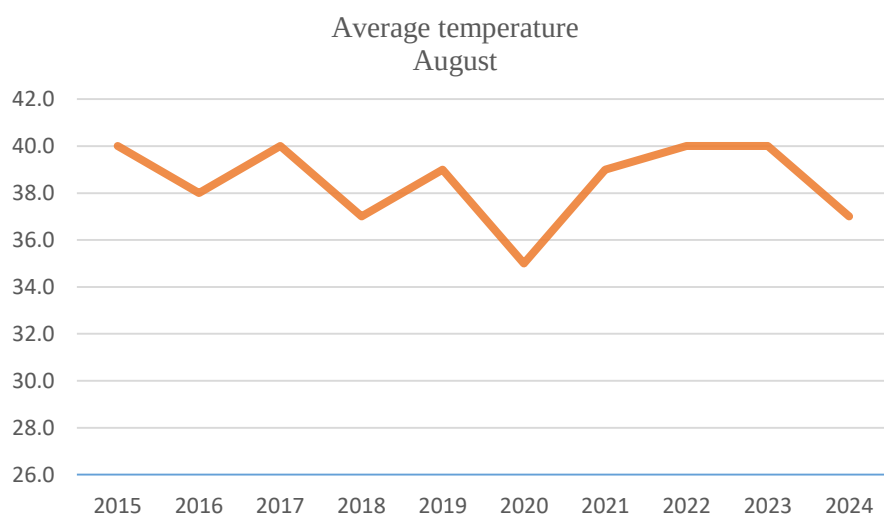
Monthly maximum and average air temperatures by the years

Months	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Maximum air temperature (°C)												
2015	12,1	13,7	17,4	26,9	30,2	38,0	40,0	40,0	35,0	28,0	16,0	8,0
2016	10,0	18,0	19,0	28,0	29,0	36,0	39,0	38,0	33,0	30,0	18,0	10,0
2017	-1,0	4,0	19,0	26,0	30,0	39,0	40,0	40,0	38,0	25,0	18,0	13,0
2018	11,0	15,0	25,0	26,0	29,0	38,0	41,0	37,0	35,0	30,0	19,0	12,0
2019	11,0	12,0	16,0	22,0	32,0	37,0	39,0	39,0	31,0	29,0	18,0	12,0
2020	11,0	14,0	20,0	24,0	32,0	35,0	40,0	35,0	36,0	27,0	25,0	9,0
2021	10,0	16,0	18,0	27,0	35,0	40,0	40,0	39,0	37,0	26,0	22,0	15,0
2022	7,0	15,0	19,0	28,0	31,0	35,0	40,0	40,0	39,0	32,0	19,0	11,0
2023	10,0	15,0	23,0	24,0	29,0	34,0	37,0	40,0	37,0	25,0	22,0	13,0
2024	12,0	14,0	20,0	30,0	29,0	36,0	36,0	37,0	35,0	28,0	17,0	11,0

Table 4

Monthly maximum and average air temperatures by the years (Continuation)

Average air temperature (°C)												
2015	0,4	3,7	6,7	11,6	16,8	23,9	27,1	26,4	23,4	13,9	6,3	-1,1
2016	-2,2	3,2	7,3	13,0	16,8	21,1	24,5	27,0	19,5	12,4	3,9	-4,4
2017	-9,5	-6,9	5,7	11,9	17,2	22,8	27,1	27,9	24,2	12,7	7,1	2,1
2018	2,0	5,4	10,4	12,9	17,5	22,5	28,5	25,3	22,6	15,4	7,1	3,3
2019	0,3	2,2	5,1	10,5	18,4	24,6	26,1	26,3	19,5	16,4	5,3	3,2
2020	-0,9	0,6	9,5	9,9	17,4	23,0	25,8	23,3	23,1	15,6	7,1	0,8
2021	-4,1	3,5	5,2	15,6	19,7	25,8	26,3	26,9	21,4	12,6	7,3	1,0
2022	-2,2	3,0	3,4	14,3	15,6	23,6	26,4	27,6	23,0	15,5	8,5	2,4
2023	-0,8	0,3	10,8	12,7	17,1	22,4	25,3	27,6	21,4	14,9	10,2	4,2
2024	1,6	3,9	7,0	16,5	15,8	23,7	25,2	26,2	21,0	13,0	6,8	1,6

**Fig. 6. Maximum air temperature indicators for Jule 2015-2024****Fig. 7. Maximum air temperature indicators for August 2015-2024**

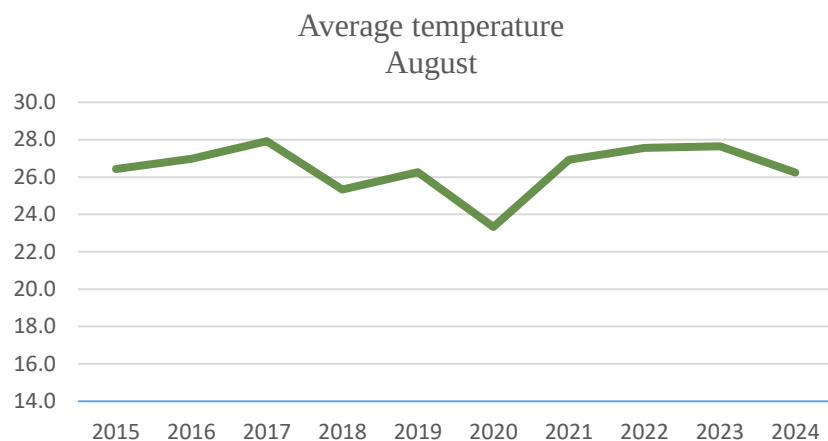


Fig. 8. Average air temperature indicators in July 2015-2024

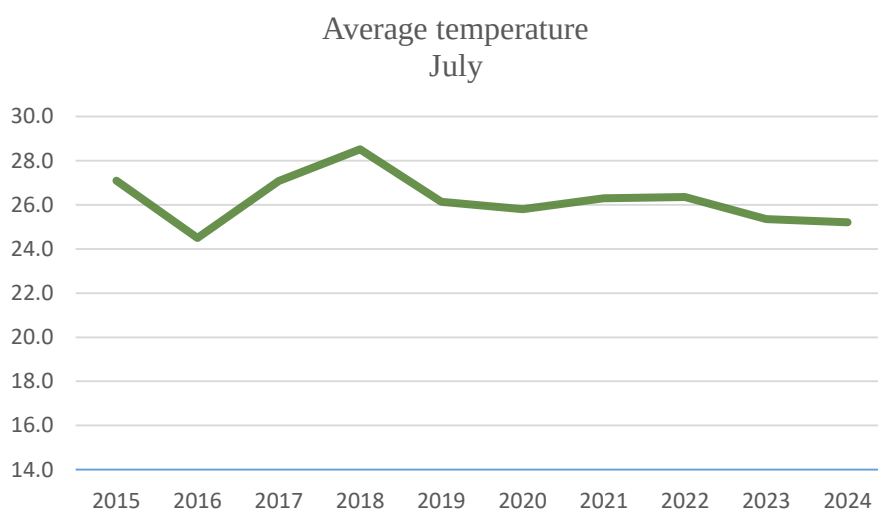


Fig. 9. Average air temperature indicators in August 2015-2024

Analysis of winter climate conditions indicates that no global changes are observed compared to 2015. Concrete maintenance during the winter months is necessary for 6 months: from January to April, November and December.

Conclusion

Concrete curing measures aimed at controlling temperature and humidity ensure that sufficient water is available for concrete to achieve its desired properties in winter and dry and hot conditions.

Taking into account the trend of automation in construction and the results of testing concrete samples prepared with a low water-cement ratio and high-strength cements it is recommended to use the intensive precipitation method for moistening reinforced concrete floor slabs and the shower irrigation method for moistening strip foundations, which provide higher than designed strength indicators at 14 and 28 days of concrete at relatively low water consumption. The intensive precipitation method also contributes to reducing dust on the construction site and creating relatively comfortable

working conditions for workers, as watering is carried out frequently and provides even, long-term hydration.

International organizations' air pollution surveys conducted in Yerevan confirm its high level, especially in the city center. We believe that the spread use of intensive precipitation concrete curing methods, in addition to solving the technical issue, will also contribute to the partial solution of current ecological problems.

Concretes with a low water-cement ratio also achieve higher than designed compressive strength under non-wetting conditions, but may self-dry and exhibit lower wear resistance, corrosion resistance, and high water permeability. The study of the influence of concrete curing on these properties is the subject of further research.

The concrete curing schedules suggested for the conditions studied will be useful to contractors, but the best source of information on the influence of the environment on the achievement of concrete properties is experience, studies of the relationship between certain weather conditions and the achievement of other concrete compositions or design properties, which will allow contractors to be prepared for changing conditions and to organize effective curing.

Studies of meteorological data over the last ten years indicate that no significant changes in average and extreme air temperatures are observed in the Republic of Armenia; the period of dry and hot conditions for concrete maintenance is about 5 months, and half a year for snowy conditions.

References

- [1] **С.М. Анпилов**, Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона [Technology of Constructing Buildings and Structures from Monolithic Reinforced], Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва, 2010, с.4.
- [2] **M. Shetty**, Concrete Technology. Theory and Practice. S. Chand and Company Limited (ISO 9001 Certified Company), Ram Nagar, New Delhi – 110 055, pp. 270-279.
- [3] **Г.К. Соколов**, Технология строительного производства [Building Production Technology], Akademia, Москва, 2008, 527 с.
- [4] **Ю.М. Баженов**, Технология бетона [Technology of Concrete], Высшая школа, Москва, 1987, 415р..
- [5] **С.А. Любишина**, Технологические процессы в строительстве: учебно-методическое пособие [Technological Processes in Construction], ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, 2023, 74 с.
- [6] **SP 435.1325800.2018**, Monolithic constructions of concrete and reinforced concrete. Rules of production and acceptance of work.
- [7] **S. Kosmatka, M. Willson**, Design and Control of Concrete Mixtures, The guide to applications, methods, and materials, Fifteenth Edition, Portland Cement Association, Engineering bulletin 001, Washington DC, pp. 166-172.
- [8] **A.M. Neville**, Properties of Concrete, Fifth Edition, Pearson Education Limited, Edinburgh, 2011, pp. 75, 287-301.
- [9] **S. Mindess, J.F. Young, D. Darwin**, Concrete (Second Edition). Upper Saddle River, NJ, 2003, pp. 4-172.
- [10] **ACI 308R-01**, Guide to Curing Concrete, Reported by ACI Committee 308, Farmington, Michigan, USA, 2008, p. 4.
- [11] **ACI 308R-16**, Guide to Curing Concrete, Reported by ACI Committee 308, Farmington, Michigan, USA, 2016, p. 4-19.

**ԲԵՏՈՆԻ ԽՆԱՄՔԻ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԻ ԸՆՏՐՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ԴՐԱՆՑ
ԲԱՐԵԼԱՎՄԱՆ ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ**

Արմինե Բագրատի Դուլյան*, Ռոբերտ Կարենի Նորամիրյան,

Խաչիկ Հայկի Կիրակոսյան, Արթուր Պետրոսի Մանուկյան

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
ghulyanarmine@mail.ru

Բետոնի պնդացման գործընթացի և երկաթբետոնե կառուցվածքների որակի բարելավումը կարևոր նշանակություն ունի նախագծային ֆիզիկամեխանիկական հատկությունների ապահովման գործում: Բետոնի խնամքի միջոցառումները, որոնք ուղղված են ջերմաստիճանի և խոնավության վերահսկմանը, ապահովում են ջրի բավարար քանակ բետոնի անհրաժեշտ հատկությունների ձեռքբերման համար: Ներկայացված են Հայաստանի Հանրապետության կլիմայական պայմաններում բետոնի պնդացման՝ գործող եղանակների առավելություններն ու թերությունները: Վիճակագրական վերլուծությունների և գիտական փորձարկումների հիման վրա առաջարկվել են բետոնի պնդացման արդյունավետ սխեմաներ, տեխնոլոգիական գործընթացի ժամանակացույցեր և ավտոմատացման տեխնիկական միջոցներ:

***Բանալի բառեր.** բետոն, պնդացում, ջրում, արդյունավետություն, փորձարկումներ, վերլուծություն*

**ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ УХОДА ЗА БЕТОНОМ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ
ПО ИХ УЛУЧШЕНИЮ**

Арминэ Багратовна Гулян*, Роберт Каренович Норамирян, Хачик Гайкович Киракосян,

Артур Петросович Манукян

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

**ghulyanarmine@mail.ru*

Совершенствование процессов выдерживания бетона и ухода за железобетонными конструкциями имеет важное значение для обеспечения их физико-механических свойств, предусмотренных проектом. уществ и недостатки существующих методов выдерживания бетона в климатических условиях Республики Армения. На основе статистического анализа и научных экспериментов предложены эффективные схемы выдерживания бетона, графики технологического процесса и технические средства автоматизации.

***Ключевые слова:** бетон, твердение, полив, эффективность, эксперименты, анализ*

Ղուլյան Արմինե Բագրատի, տ.գ.թ., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Շինարարական արտադրության տեխնոլոգիայի և կազմակերպման ամբիոն, (+375)55581051, ghulyanarmine@mail.ru, **Նորամիրյան Ռոբերտ Կարենի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Շինարարական կոնստրուկցիաների ամբիոն, մագիստրանտ, (+374)55210015, robnoram@gmail.com, **Կիրակոսյան Խաչիկ Հայկի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Ջրային համակարգերի, հիդրոտեխնիկայի և հիդրոէներգետիկայի ամբիոն, մագիստրանտ, (+374)98039151, khachik.kirakosyan2001@gmail.com, **Մանուկյան Արթուր Պետրոսի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՀՀԱՀ, Շինարարական կոնստրուկցիաների ամբիոն, ուսանող, (+374)95442112, artur_manukyan_01@bk.ru

Гулян Арминэ Багратовна, к.т.н., доцент (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Технологии и организации строительного производства, (+374)55581051, ghulyanarmine@mail.ru, **Норамирян Роберт Каренович** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Строительных конструкций, магистрант, (+374)55210015, robnoram@gmail.com, **Киракосян Хачик Гайкович** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Водных систем, гидротехники и гидроэнергетики, магистрант, (+374)98039151, khachik.kirakosyan2001@gmail.com, **Манукян Артур Петрович** (РА, г. Ереван) — НУАКА, кафедра Строительных конструкций, студент, (+374) 95442112, artur_manukyan_01@bk.ru

Ghulyan Armine, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering, Associate Professor (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Technology and Organization of Construction production (CTOCP), (+374)55581051, ghulyanarmine@mail.ru, **Noramiryan Robert** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Building Structures (CBS), student of master's degree, (+374)55210015, robnoram@gmail.com, **Kirakosyan Khachik** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Water Systems, Hydraulic Engineering and Hydropower (CWSHEH), student master's degree, (+374)98039151, khachik.kirakosyan2001@gmail.com, **Manukyan Artur** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Building Structures (CBS), student, (+374) 95442112, artur_manukyan_01@bk.ru

Ներկայացվել է՝ 07.09.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 17.09.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

CHALLENGES OF RENEWABLE ENERGY DISTRIBUTION IN MULTI-APARTMENT RESIDENTIAL BUILDINGS: EVIDENCE FROM ARMENIA (2015–2024)

Sergey Minasyan, Mariam Arakelyan*, Ashot Bagdasaryan

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

*mariamaraqelyan@nuaca.am

The study investigates deployment and distributional challenges of renewable energy sources (RES) in multi-apartment residential buildings in the Republic of Armenia. Drawing on longitudinal data from 87 buildings across Yerevan, Gyumri, and Vanadzor (2015–2024), the study quantifies the gap between actual and potential RES adoption, measures distributional inequality using the Gini coefficient, identifies key adoption barriers through a mixed-methods survey instrument, and models predictors of distribution efficiency through Ordinary Least Squares (OLS) regression and K-Means cluster analysis. Results show that the actual RES adoption rate stands at $34,2\% \pm 6,8\%$ against a technical potential of 78...85 %. The Gini coefficient ($G = 0,47$, $SD = 0,12$) reveals substantial distributional inequality. The regression model ($R^2 = 0,61$, $F(6,80) = 20,9$, $p < 0,001$) identifies automated control systems ($\beta = +0,312$, $p < 0,001$), resident awareness ($\beta = +0,224$, $p < 0,01$), and household count ($\beta = -0,178$, $p < 0,01$) as the dominant factors. Policy implications and a 2025–2027 Smart Building pilot are discussed.

Keywords: renewable energy, multi-apartment building, Gini coefficient, energy distribution, OLS regression, smart building, Armenia

Introduction

The global urgency of decarbonising the built environment has placed residential energy systems at the centre of climate policy. In Armenia, the “Green Growth 2030” strategy mandates a 35 % renewable share in the national energy mix by 2030 and 80 % by 2050 [1]. Despite photovoltaic (PV) module costs falling by more than 90 % between 2010 and 2024 [2], multi-apartment buildings remain the least-penetrated housing segment for RES.

The structural barriers are well-documented in international literature [3–5]: fragmented co-ownership, collective-action failures, metering complexity, and low tenant awareness. In the Armenian context, these barriers are compounded by an ageing housing stock (over 60 % of Yerevan’s apartment buildings pre-date 1990), weak homeowners’ association (HOA) governance, and limited access to green finance [6].

Yet empirical evidence on the magnitude and drivers of distributional inequality within these buildings is scarce, particularly in post-Soviet transition economies [7]. This study addresses that gap by combining administrative energy records, resident surveys, and statistical modelling to produce actionable estimates. The research questions are:

- what is the actual versus potential RES adoption rate, and how has it evolved since 2015?
- how unequally is RES-generated electricity distributed across households within a building?
- which building-level and socio-economic factors best predict distributional efficiency?

Materials and Methods

Study Sample and Data Sources .The sample comprises 87 multi-apartment buildings drawn from three cities: Yerevan (n = 52,0; 59,8 %), Gyumri (n = 21,0; 24,1 %), and Vanadzor (n = 14,0; 16,1 %). Buildings were selected via stratified random sampling from the national housing-stock registry, stratified by city, decade of construction (pre-1990 / 1990–2005 / post-2005), and number of storeys. Inclusion criteria required: a minimum of 12 residential units; registration in the State Housing and Communal Services database; presence of at least one PV array or independent generation unit; and complete metered consumption records for the full study period [8].

Three primary data sources were used: (1) metered electricity generation and consumption records obtained from the distribution system operator ELECTRIC NETWORKS OF ARMENIA (2015–2024) [9]; (2) building technical passports from the Ministry of Territorial Administration; and (3) a structured questionnaire administered to 563 residents across the 87 buildings (response rate: 87 %), using a five-point Likert scale to measure awareness, willingness to pay, and perceived fairness (table 1).

Key Variables and Measures

Table 1

Key barriers to RES distribution: building-level and resident-level perspectives

Barrier	Buildings citing (%)	Residents agreeing (%)	Significance
Automated control system unavailable	78,2	67,4	p < 0,001
Lack of HOA consensus	54,0	71,2	
Inequitable electricity metering	89,7	55,8	
Technical obsolescence of infrastructure	66,7	48,3	
Financial access constraints	41,4	83,1	

Distributional inequality was operationalised via the Gini coefficient (G), computed from household-level annual RES-energy receipts normalised by floor area [10]. $G = 0$ denotes perfectly equal distribution; $G = 1$ indicates complete concentration. Awareness was measured as the mean Likert score (1...5) across four knowledge items concerning RES technology, tariff structure, HOA rights, and subsidy eligibility.

Analytical Framework

Three complementary analytical methods were applied. First, descriptive statistics and a Lorenz-curve decomposition provided a baseline portrait of adoption and inequality across the sample. Second, K-Means cluster analysis ($k = 3$, determined via the elbow criterion and silhouette scores) grouped buildings into homogeneous typologies [11]. Third, OLS regression modelled G as a function of six independent variables: automated control system presence (D_1 , binary); building construction year (X_2 , continuous); pre-2000 construction dummy (D_3); share of economically active residents (X_4); resident awareness score (X_5); and receipt of state or bank subsidy (X_6 , binary). Heteroscedasticity was corrected using HC3 robust standard errors (table 2).

Table 2

OLS Regression Results — Dependent Variable: Gini Coefficient (G)

Variable	β	Std. Err.	t-stat	p-value	95 % CI
Automated control system (D_1)	+0,312	0,048	6,50	< 0,001	[0,217; 0,407]
Resident awareness (X_3)	+0,224	0,061	3,67	0,004	[0,103; 0,345]
Economically active residents (X_4)	+0,143	0,057	2,51	0,014	[0,030; 0,256]
Pre-2000 construction dummy (D_3)	+0,181	0,064	2,83	0,006	[0,054; 0,308]
Building construction year (X_2)	−0,112	0,043	−2,60	0,011	[−0,197; −0,027]
Number of households (X_6)	−0,178	0,052	−3,42	0,001	[−0,281; −0,075]
Constant	0,214	0,071	3,01	0,003	[0,073; 0,355]

Model fit: $R^2 = 0,61$; Adjusted $R^2 = 0,58$; $F(6,80) = 20,9$; $p < 0,001$, $n = 87$

Results and Discussion

RES Adoption Rates and Temporal Trends

Figure 1 presents actual RES adoption rates against the modelled technical potential for each city. Across all 87 buildings, the sample-average adoption rate in 2024 was 34,2 % $\pm$ 6,8 % (95 % CI: 31,4...37,0 %), representing less than half the technical potential of 78...85 % [12]. Yerevan recorded the highest rate (35,8 %), reflecting greater investment capacity and better HOA governance structures, while Gyumri lagged slightly at 31,4 % (fig.1).

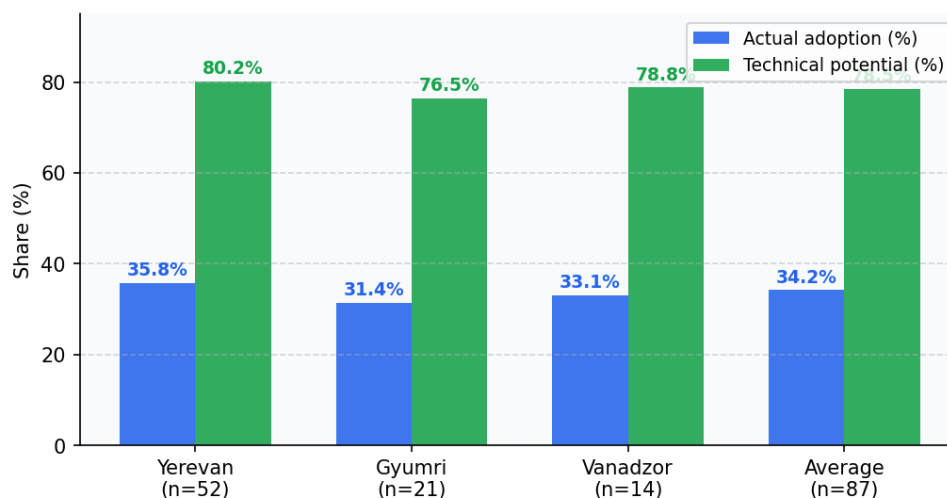


Fig. 1. Actual RES Adoption Rate vs. Technical Potential by City (2015–2024)

Fig. 2 traces the evolution of adoption over the study period. All three cities exhibited a near-linear upward trajectory from approximately 12 % in 2015, with annual incremental gains averaging 2,4 percentage points. The growth rate did not accelerate following the 2020 introduction of net-metering legislation, suggesting that regulatory reform alone is insufficient without accompanying technical and financial support [13].

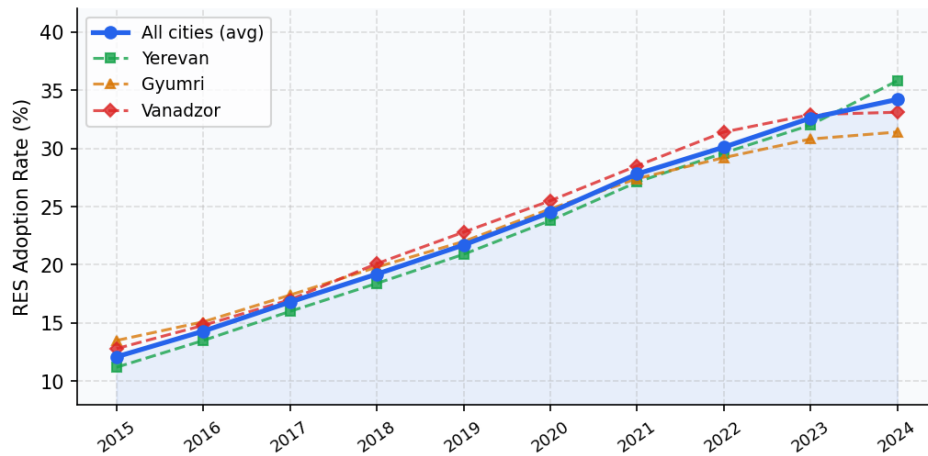


Fig. 2. RES Adoption Trend by City, 2015–2024

Distributional Inequality: Lorenz Analysis

Fig. 3 depicts the Lorenz curve for the pooled 2024 sample. The observed Gini coefficient ($G = 0,47$; $SD = 0,12$) is substantially above the comparator benchmark of $G = 0,30 \dots 0,35$ considered consistent with equitable collective energy management in the literature. The curve shows that the bottom 40 % of households received only 18 % of total RES-generated electricity, while the top 20 % captured 48 %. This skew is attributable primarily to unequal apartment-floor-area allocations, differential HOA participation, and heterogeneous appliance loads [14].

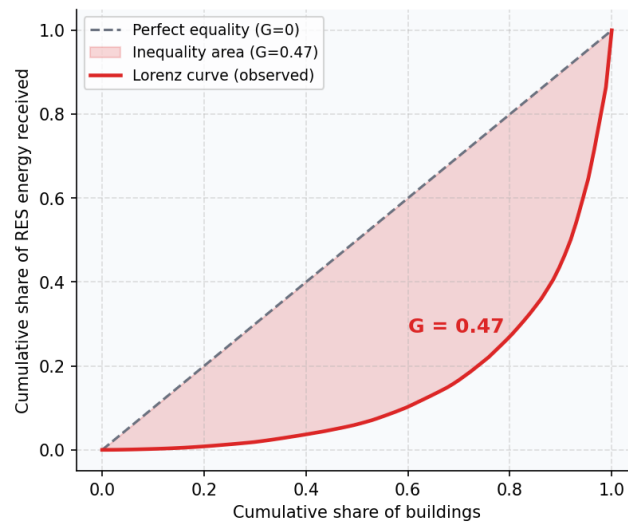


Fig. 3. Lorenz Curve of RES Energy Distribution ($G = 0,47$; $SD = 0,12$), pooled 2024 data

Cluster Typologies

K-Means analysis ($k = 3$) yielded three statistically distinct building typologies, visualised in Fig. 3:

- Cluster A — High-efficiency ($G < 0,30$; $n = 19$, mean adoption: 68,4 %): These buildings combine technical readiness (automated PV management, recent renovation) with strong social governance (active HOA, high awareness scores). They tend to be post-2000 constructions in Yerevan with 24...48 units.
- Cluster B — Intermediate ($G = 0,30 \dots 0,50$; $n = 43$; mean adoption: 38,7 %). The modal cluster. Key bottlenecks are insufficient resident awareness and the absence of transparent benefit-sharing

mechanisms. These buildings have the highest policy leverage, as targeted interventions could shift a substantial share into Cluster A (table 3).

- Cluster C — High-inequality ($G > 0,50$; $n = 25$; mean adoption: 19,2 %): Critical barriers include financial inaccessibility and unresolved legal disputes over co-ownership of rooftop space and shared infrastructure costs. Most are pre-1990 panel-construction (khrushchyovka / brezhnevka) buildings in Gyumri and Vanadzor (fig. 4).

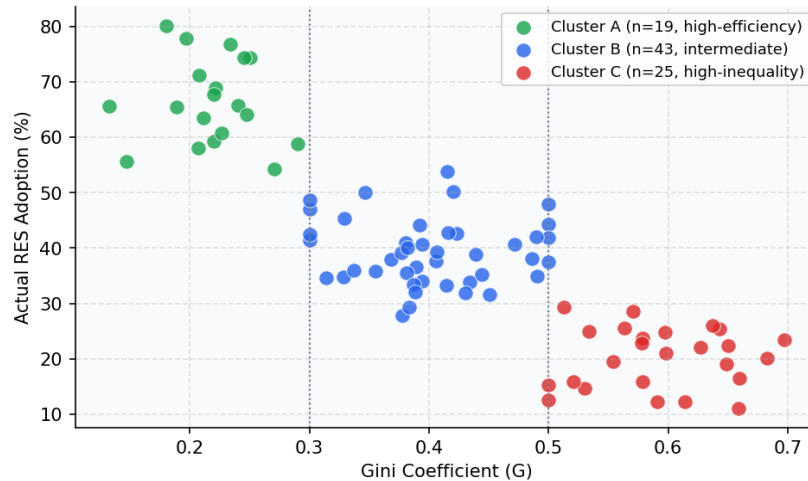


Fig. 4. K-Means Cluster Distribution ($k = 3$) by Gini Coefficient and RES Adoption Rate

Table 3

Cluster Profiles — Mean Values of Key Variables

Variable	Cluster A (n=19)	Cluster B (n=43)	Cluster C (n=25)
Mean Gini coefficient (G)	0,22	0,4	0,62
Mean RES adoption (%)	68,40	38,7	19,20
Automated control system (%)	94,70	55,8	12,0
Active HOA (%)	89,50	58,1	24,0
Mean awareness score (1–5)	4,10	3,0	1,90
Pre-2000 construction (%)	10,50	51,2	84,0
Received subsidy (%)	78,90	44,2	16,0

Regression Analysis

The OLS regression results (Table 2) explain 61% of variance in the Gini coefficient. Fig. 4 visualises the standardised coefficients. Three findings stand out:

Automated control systems ($\beta = +0,312$; $p < 0,001$) exert the strongest effect. Buildings equipped with automated distribution management show G values averaging 0,15 points lower than comparable unequipped buildings, after controlling for all other covariates. This is consistent with engineering-economics literature showing that real-time load balancing eliminates the manual-override behaviours that drive inequality [15].

Resident awareness ($\beta = +0,224$; $p < 0,01$) operates through a social-norm mechanism: higher awareness scores predict not only greater individual RES utilisation but also cooperative compliance with HOA-agreed distribution rules, reducing free-riding.

Building size ($\beta = -0,178$; $p < 0,01$) has a counter-intuitive negative sign. Larger buildings benefit from economies of scale in PV system management and governance, producing more equal per-household distribution despite the greater organizational complexity (fig. 4).

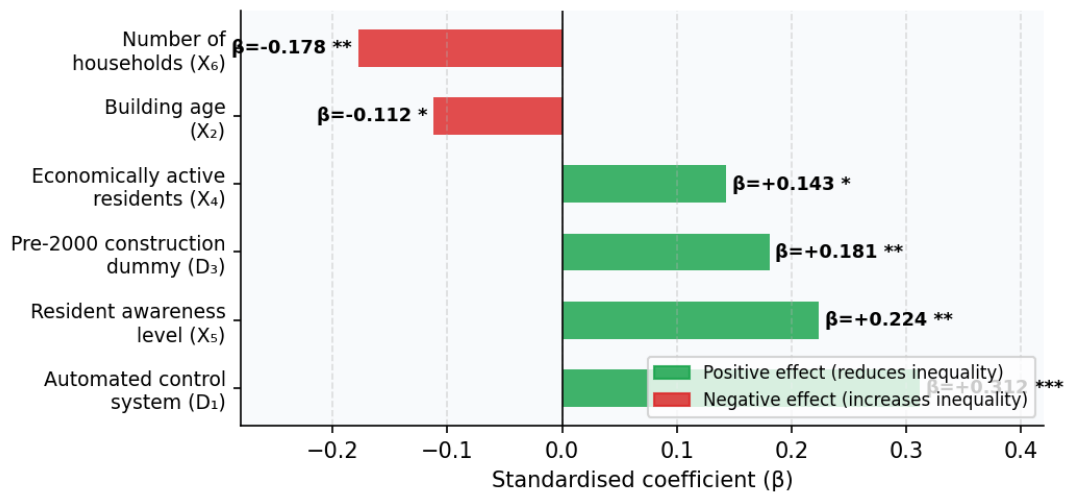


Fig. 4. Standardised OLS Coefficients for Predictors of the Gini Coefficient
(β with 95% confidence intervals; *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$)

Discussion

The 43...50 percentage-point gap between actual adoption (34,2 %) and technical potential (78...85 %) is not primarily a technology or cost problem — it is a governance and institutional problem. The Cluster A buildings demonstrate that near-70% adoption is achievable today with existing PV technology, provided that automated management and active HOA structures are in place [16]. The policy implication is clear: scaling Cluster A characteristics to Cluster B and C buildings should be the priority.

The high Gini value ($G = 0,47$) raises an equity concern that goes beyond efficiency: if RES benefits are disproportionately captured by wealthier or better-organised households within a building, the “green transition” risks deepening existing socio-economic divides rather than alleviating them. This distributional dimension has received insufficient attention in Armenian energy policy to date [17].

The finding that awareness mediates distribution efficiency suggests that social and educational interventions can complement technical ones at a fraction of the cost. A structured HOA capacity-building programme, estimated at USD 800...1200 per building, could shift a Cluster B building meaningfully towards Cluster A within one to two years — a highly cost-effective return relative to the capital expenditure of PV installations [18].

Limitations of the study include the cross-sectional nature of the regression analysis (which precludes strong causal inference), the reliance on self-reported awareness scores, and the exclusion of single-family suburban buildings from the sample. Future research should incorporate panel data designs and extend the analysis to rural multi-unit housing.

Conclusion

This study yields five principal conclusions with direct policy relevance:

1. The actual RES adoption rate of 34,2 % is less than half the technical-economic potential of 78...85%. The adoption gap is systematic and persistent across cities, construction eras, and building sizes, indicating structural rather than incidental barriers.
2. A Gini coefficient of 0,47 confirms high distributional inequality. Equity considerations must be embedded in RES deployment policy for the multi-apartment sector, not treated as a secondary concern.
3. Automated control systems are the single most powerful lever for improving both adoption rates and distributional equity. Priority public support for automated PV management installation is warranted, particularly for Cluster C buildings.
4. Resident awareness is a tractable, low-cost intermediate target. HOA capacity-building and community energy literacy programmes should be integrated into national RES deployment frameworks.
5. The 2025–2027 Smart Building pilot programme (n = 12 buildings, targets: adoption ≥ 45 %, $G \leq 0,18$) provides a scalable proof-of-concept. Rigorous mid-term evaluation is recommended to generate evidence for national rollout.

References

- [1] Government of the Republic of Armenia. Green Growth 2030 Strategy. Ministry of Environment, Yerevan, 2021.
- [2] IRENA. Renewable Power Generation Costs in 2022. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2022.
- [3] **I. Savin, S. Drews**, Collective action and renewable energy in multi-unit residential buildings: A systematic review. *Energy Research & Social Science* 78 (2021) 102130.
- [4] **K. Matschoss, & E. Heiskanen**, Making it easier for a reluctant consumer: Reducing the hurdles for adopting residential solar PV. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 72 (2017) 579–587.
- [5] **Ö. Yildiz**, Financing renewable energy infrastructures via financial citizen participation — The case of Germany. *Renewable Energy* 68 (2014) 677–685.
- [6] **C. Gini**, Variability and Mutability. Tipografia di Paolo Cuppini, Bologna, 1912.
- [7] **A.S. Avagyan, B.V. Petrosyan**, Utilisation of renewable energy in Armenia. NPUA Press, Yerevan, 2021 [In Armenian].
- [8] **V.G. Mkrtchyan**, Energy-use efficiency in multi-apartment buildings. *Energy and Industry* 4(2) (2019) 45–58 [In Armenian].
- [9] **G.A. Karapetyan**, Economic efficiency of PV systems. *Technical Intermediate Systems* 7(1) (2020) 12–28 [In Armenian].
- [10] **J.B. MacQueen**, Some methods for classification and analysis of multivariate observations. *Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* 1 (1967) 281–297.
- [11] **N. Draper, & H. Smith**, *Applied Regression Analysis* (3rd ed.). Wiley, Hoboken, NJ, 1998.
- [12] **REC Group**. Solar Irradiation Map of Armenia. REC Solar Publications, 2022.

- [13] **World Bank**. Armenia: Energy Sector Assessment. World Bank Group, Washington, D.C., 2022.
- [14] **UNDP Armenia**. Sustainable Energy for All: Armenia Progress Report. UNDP, Yerevan, 2022.
- [15] **J. Koomey, et al.** (2013). Defining a standard metric for electricity savings. Environmental Research Letters, 5(1), 014017.
- [16] **Lazard**. Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis — Version 16.0. Lazard Ltd., New York, 2023.
- [17] **H.V. Sargsyan**, Modernisation of building engineering systems. Polytechnical Bulletin 9(3) (2022) 88–102 [In Armenian].
- [18] **N.R. Voskerchyan**, Smart Grid and RES integration in urban public infrastructure. Automation and Informatics 6(2) (2023) 31–47 [In Armenian].

**ԲԱԶՄԱԲՆԱԿԱՐԱՆ ՇԵՆՔԵՐՈՒՄ ՎԵՐԱԿԱՆՔՆՎՈՂ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԲԱՇԽՄԱՆ
ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐՈՎ (2015–2024)**

Սերգեյ Աշոտի Մինասյան, Մարիամ Արմենի Առաքելյան՝ Աշոտ Գևորգի Բաղդասարյան

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

**mariamaraqelyan@nuaca.am*

Ուսումնասիրվել են վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների (ՎԷԱ) տեղակայման և բաշխման հիմնախնդիրները Հայաստանի Հանրապետության բազմաբնակարան շենքերում: Հիմնվելով Երևան, Գյումրի և Վանաձոր քաղաքների 87 շենքերի (2015–2024 թթ.) տվյալների վրա՝ ուսումնասիրությունը քանակապես գնահատում է ՎԷԱ իրական և պոտենցիալ ներդրման միջև եղած բացը, չափում է բաշխման անհավասարությունը՝ օգտվելով Ջինիի գործակից, բացահայտում ներդրման հիմնական խոչընդոտները խառը մեթոդներով հարցման գործիքի միջոցով և մոդելավորում է բաշխման արդյունավետության կանխատեսիչները՝ օգտագործելով փոքրագույն քառակուսային (OLS) ռեգրեսիոն և K_{adj} խմբային վերլուծության գործակիցները: Արդյունքները ցույց են տալիս, որ ՎԷԱ իրական ներդրման մակարդակը կազմում է $34,2 \pm 6,8 \%$ ՝ $78...85 \%$ տեխնիկական պոտենցիալի դիմաց: Ջինիի գործակիցը ($G = 0,47$, $SD = 0,12$) բացահայտում է բաշխման էական անհավասարությունը: Ռեգրեսիոն մոդելը ($R^2 = 0,61$, $F(6,8)=20,9$, $p<0,001$) որպես գերիշխող գործոններ նույնականացնում է ավտոմատ կառավարման համակարգերը ($\beta = +0,312$, $p < 0,001$), բնակիչների իրազեկվածությունը ($\beta = +0,224$, $p < 0,01$) և տնային տնտեսությունների թիվը ($\beta = -0,178$, $p < 0,01$): Քննարկվում են քաղաքականության հետևանքները և 2025–2027 թթ. «Խելացի շենք» փորձնական ծրագիրը:

Բանալի բառեր. *վերականգնվող էներգիա, բազմաբնակարան շենք, Ջինիի գործակից, էներգիայի բաշխում, OLS ռեգրեսիա, խելացի շենք, Հայաստան*

ПРОБЛЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЗДАНИЯХ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИЗ АРМЕНИИ (2015–2024)

Сергей Ашотович Минасян, Мариам Арменовна Аракелян*, Ашот Геворгович Багдасарян

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

*mariamaraqelyan@nuaca.am

Исследуются проблемы внедрения и распределения возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в многоквартирных жилых домах Республики Армения. На основе долгосрочных данных по 87 зданиям в г. Ереване, Гюмри и Ванадзоре (2015–2024 гг.) в исследовании количественно оценивается разрыв между фактическим и потенциальным внедрением ВИЭ, измеряется неравенство в распределении с помощью коэффициента Джини, определяются ключевые барьеры внедрения с помощью смешанного метода опроса и моделируются предикторы эффективности распределения с помощью методом регрессии наименьших квадратов (МНК) и кластерного анализа методом К-средних. Результаты показывают, что фактический уровень внедрения ВИЭ составляет $34,2\% \pm 6,8\%$ при техническом потенциале 78...85 %. Коэффициент Джини ($G = 0,47$, $SD = 0,12$) указывает на существенное неравенство в распределении. Регрессионная модель ($R^2 = 0,61$, $F(6,80) = 20,9$, $p < 0,001$) определяет автоматизированные системы управления ($\beta = +0,312$, $p < 0,001$), осведомленность жильцов ($\beta = +0,224$, $p < 0,01$) и количество домохозяйств ($\beta = -0,178$, $p < 0,01$) как доминирующие факторы. Обсуждаются политические последствия и пилотный проект «умного здания» на 2025–2027 годы.

Ключевые слова: возобновляемая энергия, многоквартирный дом, коэффициент Джини, распределение энергии, регрессия методом наименьших квадратов, интеллектуальное здание, Армения

Մինասյան Սերգեյ Աշոտի, և.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) – ՀՀՀՀՀՀ, ՋԳՄՈ ամբիոն, (+374)91408689, sergey.minasyan@yahoo.com, **Առաքելյան Մարիամ Արմենի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՀՀՀՀՀՀ, ՋԳՄՈ ամբիոն, haygnr@nuaca.am, (+374)77890666, mariamaraqelyan@nuaca.am, **Բաղդասարյան Աշոտ Գևորգի** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՀՀՀՀՀՀ, ՋԳՄՈ ամբիոն, byan.ashot@gmail.com, (+374)96333954, byan.ashot@gmail.com

Минасян Сергей Ашотович, д.т.н., профессор (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции, (+374)91408689, sergey.minasyan@yahoo.com, **Аракелян Мариам Арменовна** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции, соискатель, (+374)77890666, mariamaraqelyan@nuaca.am, **Багдасарян Ашот Геворгович** (РА, г. Ереван) - НУАСА, кафедра Теплогазоснабжения и вентиляции, магистр, (+374)96333954, byan.ashot@gmail.com

Minasyan Sergey, doctor of science (engineering), professor (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of ventilation, gas and heat supply, (+374)91408689, sergey.minasyan@yahoo.com, **Arakelyan Mariam** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of ventilation, gas and heat supply, postgraduate student, (+374)77890666, mariamaraqelyan@nuaca.am, **Bagdasaryan Ashot** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of ventilation, gas and heat supply, master, (+374)96333954, byan.ashot@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 10.09.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 28.09.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

**ՔԱՆԴԱԿԱԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ԱՐՎԵՍՏԱԲԱՆԱԿԱՆ ՄԵԿՆԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ
ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐԸ**

Նարե Թաթուլի Նադարյան

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
nare.nadaryan11@gmail.com*

Քանդակագործությանն առնչվող արվեստաբանական հոդվածներում գերակշռում են կենսագրական, պատմական և ոճաբանական ուսումնասիրությունները, մինչդեռ դրա արվեստաբանական մեկնաբանության մեթոդաբանական խնդիրները համեմատաբար քիչ են ուսումնասիրվել: Հոդվածում վերլուծվում են նշված խնդիրները: Առաջարկվում է, որ քանդակը պետք է դիտարկվի նաև որպես նյութի, ձևի, լույսի, տարածության, ժամանակի և դիտողի փոխազդեցության արդյունքում ձևավորվող բազմաշերտ իմաստային համակարգ: Քննարկվում է նաև արվեստաբանի դերը՝ արդյոք նա բացահայտում է ստեղծագործության իմաստը, թե մասնակցում է դրա ձևավորմանը:

***Քանալի բառեր.** քանդակագործություն, արվեստաբանական մեկնաբանություն, մեթոդաբանություն, քանդակի ընկալում, արվեստաբան*

Ներածություն

Քանդակագործության վերաբերյալ գիտական գրականության մեջ գերակշռում են կենսագրական ուսումնասիրությունները, պատմական նկարագրությունները և ոճաբանական դասակարգումները: Սակայն քանդակագործության արվեստաբանական մեկնաբանության մեթոդաբանական խնդիրների մասին համակարգված մոտեցում դեռևս չի մշակվել: Քանդակագործությունը, ի տարբերություն հարթապատկերային արվեստի, ունի ընկալման առանձնահատուկ բնույթ, որը պահանջում է յուրօրինակ մեթոդաբանական շեշտադրումներ: Հետևաբար, վերլուծությունը պետք է հաշվի առնի տարածականությունը, ծավալը, նյութը, լույսի ազդեցությունը և դիտողի դերը:

Հոդվածում փորձ է արվում վերաիմաստավորել քանդակագործության արվեստաբանական մեկնաբանության մեթոդաբանական հիմքերը: Հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ առկա արվեստաբանական ուսումնասիրություններում քանդակը հիմնականում դիտարկվում է որպես ավարտուն գեղարվեստական օբյեկտ՝ անտեսելով ընկալման գործընթացը: Աշխատանքում հիմնավորվում է, որ քանդակի ամբողջական մեկնաբանությունը չի կարող սահմանափակվել ձևական կամ ոճական նկարագրությամբ, այլ պահանջում է այնպիսի մոտեցում, որը հաշվի է առնում ընկալման բնույթը, նյութի արտահայտչական հնարավորությունները, լույսի ազդեցությունը, տարածական միջավայրը և դիտողի ակտիվ մասնակցությունը: Այս տեսանկյունից արվեստաբանը

հանդես է գալիս ոչ միայն որպես ստեղծագործության իմաստի բացահայտող, այլև որպես մեկնաբանության ակտիվ մասնակից:

Թեև աշխատանքում քննարկվող դիտարկումները հիմնված են հայկական քանդակագործության ուսումնասիրությունների վրա, բարձրացված մեթոդաբանական խնդիրները վերաբերում են քանդակագործության արվեստաբանական մեկնաբանությանը:

Նյութեր և մեթոդներ

Ուսումնասիրության տեսական հիմք են կազմում 20-րդ դ. արվեստաբանական և հերմենևտիկական մտքի հիմնարար աշխատությունները, մասնավորապես՝ Էրվին Պանոֆսկու պատկերագրական մեթոդը [1], Հայնրիխ Կյոլֆլինի ձևաբանական մոտեցումը [2], Հանս-Գեորգ Գադամերի հերմենևտիկական հայեցակարգը [3], ինչպես նաև հայ արվեստաբանների՝ քանդակագործությանը նվիրված ուսումնասիրությունները: Համեմատական վերլուծության համար ուսումնասիրվել են Բ. Զուրաբովի [4], Մ. Երզնկյանի [5], Լ. Երվանդյանի [6] և Ս. Տեր-Ներսիսյանի [7] աշխատությունները, որոնք ներկայացնում են հայկական քանդակագործության ուսումնասիրության տարբեր մոտեցումներ:

Հետազոտությունը հիմնված է տեսական վերլուծության և համեմատական ուսումնասիրման վրա: Աշխատանքում կիրառվել են հետևյալ մեթոդները.

- **համեմատական մեթոդ**՝ արվեստաբանական տարբեր մոտեցումների (կենսագրական, պատմական, ոճաբանական, ձևաբանական և հերմենևտիկական) համադրման և գնահատման նպատակով,
- **քննադատական վերլուծության մեթոդ**՝ քանդակագործությանը նվիրված ուսումնասիրությունների մեթոդաբանական առանձնահատկություններն ու սահմանափակումները բացահայտելու նպատակով,
- **հերմենևտիկական վերլուծության մեթոդ**՝ քանդակագործական ստեղծագործության իմաստի ձևավորման գործընթացը և արվեստաբանի մեկնաբանության դերը դիտարկելու նպատակով,
- **համակարգային վերլուծության մեթոդ**՝ քանդակագործական ստեղծագործությունը որպես նյութի, ձևի, տարածության, լույսի, ժամանակի և դիտողի փոխազդեցությամբ ձևավորվող ամբողջական համակարգ դիտարկելու նպատակով,
- **տեսական ընդհանրացման մեթոդ**՝ քանդակագործության արվեստաբանական մեկնաբանության առաջարկվող մեթոդաբանական շրջանակը ձևակերպելու նպատակով:

Հետազոտությունը նպատակ չունի առաջարկելու քանդակագործության պատմության նոր պարբերացում կամ ոճաբանական դասակարգում: Այն կենտրոնացած է քանդակագործական ստեղծագործության արվեստաբանական մեկնաբանության մեթոդաբանական հիմքերի վերաիմաստավորման և դրանց տեսական հիմնավորման վրա:

Արդյունքներ և քննարկում

Քանդակի ընկալման տարածական, նյութական և միջավայրային առանձնահատկությունները

Քանդակի ընկալումն առանձնանում է իր տարածական բնույթով: Ի տարբերություն հարթապատկերային արվեստների, որտեղ ստեղծագործության հիմնական կոմպոզիցիան կառուցվում է մեկ պատկերային հարթության վրա, քանդակագործության մեջ ձևը զարգանում է իրական տարածության մեջ: Կախված ստեղծագործության տեսակից, այն կարող է ընկալվել մեկ գերակշռող դիտանկյունից (ռեփեֆների դեպքում) կամ տարբեր դիտանկյուններից (բոլորաքանդակների դեպքում): Այս գործընթացում դիտողը հանդես է գալիս որպես ակտիվ մասնակից՝ ստեղծագործության շուրջ շարժվելով և այն տարբեր տեսանկյուններից ընկալելով: Հետևաբար, քանդակագործության արվեստաբանական մեկնաբանությունը պետք է հաշվի առնի ոչ միայն ստեղծագործության ձևը, այլև դրա տարածական կազմակերպումն ու դիտողի հետ փոխազդեցությունը: Արվեստաբան Ռուդոլֆ Առնհայմը ևս ընդգծում է, որ արվեստի ընկալումը պայմանավորված է տեսողական կառուցվածքով, որտեղ ձևը, հավասարակշռությունը և տարածության կազմակերպումը իմաստի ձևավորման կարևոր գործոններ են [8]:

Քանդակի մեկնաբանության մեջ կարևոր նշանակություն ունի նաև նյութը: Այն պարզապես տեխնիկական միջոց չէ, այլ ստեղծագործության արտահայտչական համակարգի բաղկացուցիչ մասը: Բրոնզի ծանրությունը, մարմարի մակերեսային հատկությունները, տուֆի կառուցվածքային առանձնահատկությունները և փայտի բնական հյուսվածքը մասնակցում են ստեղծագործության գեղարվեստական արտահայտչականության և իմաստային ընկալման ձևավորմանը: Հետևաբար, արվեստագիտական վերլուծությունը պետք է ուսումնասիրի ոչ միայն այն, թե ինչ է պատկերված, այլև այն, թե ինչպես է նյութը նպաստում ստեղծագործության գեղարվեստական կերպարի ձևավորմանը:

Քանդակի ընկալման կարևոր գործոններ են նաև լույսը և տարածական միջավայրը: Ստեղծագործության ընկալումը փոփոխվում է, կախված լուսավորությունից, դիտման դիրքից և շրջակա տարածությունից: Հատկապես մոնումենտալ քանդակներում միջավայրը դառնում է ստեղծագործության իմաստային կառուցվածքի անբաժանելի մասը, քանի որ քանդակի մասշտաբը, տեղադրությունը և ճարտարապետական կամ բնական միջավայրի հետ փոխհարաբերությունն ուղղակիորեն ազդում են դրա ընկալման վրա: Այսպիսով, քանդակը չի կարող դիտարկվել միայն որպես ավարտուն նյութական օբյեկտ: Այն հանդես է գալիս որպես փոխազդեցության գործընթաց, որտեղ ստեղծագործությունը, տարածությունը, լույսը և դիտողը համատեղ մասնակցում են իմաստի ձևավորմանը:

Այս ընկալումը համահունչ է նաև Ժամանակակից արվեստագիտության մի շարք մոտեցումներում: Մասնավորապես, ամերիկացի արվեստաբան Ռոզալինդ Կրաուսը «Քանդակագործությունն ընդլայնված դաշտում» (Sculpture in the Expanded Field) աշխատությունում ցույց է տալիս,

որ ժամանակակից քանդակագործությունը պետք է դիտարկել ոչ միայն որպես առանձին արվեստի գործ, այլև որպես տարածության և միջավայրի հետ փոխհարաբերությունների համակարգ [9]:

Քանդակագործության վերլուծության մեթոդաբանական մոտեցումները

Քանդակագործության ուսումնասիրությունը հիմնականում զարգացել է կենսագրական, պատմական և ոճաբանական ուղղություններով: Այս մոտեցումները նշանակալի ներդրում ունեն հայկական քանդակագործության պատմության և առանձին հեղինակների ստեղծագործության ուսումնասիրման գործում: Այնուամենայնիվ, դրանցից յուրաքանչյուրն ունի նաև որոշակի սահմանափակումներ, որոնք առավել ակնհայտ են դառնում, օրինակ, հայկական քանդակագործությանը նվիրված ուսումնասիրություններում:

Կենսագրական մոտեցումը կենտրոնանում է հեղինակի կյանքի և ստեղծագործական ուղու վրա: Որպես օրինակ կարելի է նշել Բ. Զուրաբովի «Արա Հարությունյան» մենագրությունը [4], որտեղ աշխատանքները ներկայացվում են քանդակագործի ստեղծագործական զարգացման փուլերին համապատասխան: Այս մոտեցումը հնարավորություն է տալիս հասկանալ հեղինակի անհատականությունը, սակայն ստեղծագործության ձևական, նյութական և տարածական առանձնահատկությունների վերլուծությանը համեմատաբար սահմանափակ ուշադրություն է դարձվում:

Պատմական մոտեցումը քանդակը մեկնաբանում է որպես տվյալ ժամանակաշրջանի մշակութային և գաղափարական գործընթացների արտահայտություն: Այն կարևոր նշանակություն ունի ստեղծագործության պատմական համատեքստը բացահայտելու համար, սակայն հիմնականում կենտրոնանում է արտաքին պայմանների նկարագրության վրա՝ համեմատաբար քիչ անդրադառնալով քանդակի պլաստիկական կառուցվածքին և տարածական կազմակերպմանը: Պատմական մոտեցման կարևոր ներկայացուցիչներից է Ս. Տեր-Ներսիսյանը, որի «Հայ արվեստ» աշխատությունը [7] քանդակագործությունը դիտարկում է պատմական զարգացման համատեքստում:

Ոճաբանական մոտեցումը կարևոր նշանակություն ունի ստեղծագործության ձևական լեզվի և ոճական պատկանելության բացահայտման համար, սակայն այն միշտ չէ, որ բավարար է քանդակի ընկալման գործընթացն ու դրա իմաստային բազմաշերտությունը մեկնաբանելու համար: Մ. Երզնկյանի «Հոդվածներ արվեստի մասին» աշխատությունում [5] հիմնական ուշադրությունը դարձվում է ոճական դասակարգմանը, մինչդեռ քանդակի ընկալման գործընթացին և դիտողի մասնակցությանը համեմատաբար սահմանափակ անդրադարձ է կատարվում:

Այսպիսով, կենսագրական, պատմական և ոճաբանական մոտեցումները կարևոր նշանակություն ունեն քանդակագործության ուսումնասիրման համար: Սակայն դրանց զուգահեռ կարող է գոյություն ունենալ նաև ստեղծագործության տարածական, նյութական և ընկալողական բնույթի վերլուծության անհրաժեշտություն: Հետևաբար, անհրաժեշտ է այնպիսի մեթոդաբանական շրջանակ, որը քանդակը կդիտարկի ոչ միայն որպես ավարտուն արվեստի գործ, այլև դիտողի հետ փոխազդեցության ընթացքում բացահայտվող գեղարվեստական համակարգ:

Այս սահմանափակումը կարելի է տեսնել նաև Բ. Զուրաբովի «Արա Հարությունյան» մենագրության մեջ ներկայացված Կոմիտասի հուշարձանի վերլուծության օրինակով: Հեղինակը մանրամասն անդրադառնում է հուշարձանի ստեղծման պատմությանը, գաղափարական հիմքերին և քանդակագործի ստեղծագործական ուղուն, մինչդեռ համեմատաբար քիչ ուշադրություն է դարձվում այն հանգամանքին, թե ինչպես են նյութը, տարածական կազմակերպումը, տեղադրության միջավայրը և դիտողի շարժման ընթացքում փոփոխվող ընկալումը մասնակցում ստեղծագործության գեղարվեստական իմաստի ձևավորմանը [4]:

Առաջարկվող մեթոդաբանական շրջանակ

Ելնելով վերը նշվածից՝ առաջարկվում է քանդակագործության արվեստաբանական մեկնաբանության քառամակարդակ մոդել:

1. **Նյութատեխնիկական մակարդակ**՝ վերաբերում է նյութի ընտրությանը, մշակման տեխնիկային և դրանց ազդեցությանը ստեղծագործության արտահայտչականության վրա:
2. **Ձևապլաստիկական մակարդակ**՝ ձևի, ծավալի, համաչափությունների, ուրվագծի և մակերևույթի մշակման առանձնահատկությունների վերլուծություն:
3. **Տարածական-միջավայրային մակարդակ**՝ քանդակի փոխհարաբերության ուսումնասիրություն շրջակա տարածության, լույսի և ճարտարապետական կամ բնական միջավայրի հետ:
4. **Ընկալողական-իմաստային մակարդակ**՝ դիտողի և քանդակի փոխազդեցության ընթացքում ձևավորվող իմաստների և դրանց հերմենևտիկական մեկնաբանության վերլուծություն:

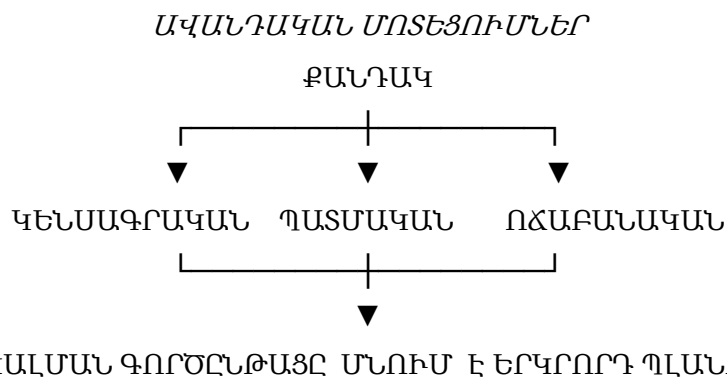
Առաջարկվող շրջանակը ենթադրում է վերլուծության հաջորդական ընթացք՝ նյութի ուսումնասիրությունից դեպի ձևի և տարածության վերլուծություն, այնուհետև՝ ստեղծագործության ընկալման և իմաստային մեկնաբանության բացահայտում: Այս մակարդակները փոխկապակցված են և ներկայացնում են վերլուծության շարժընթացը՝ նյութից դեպի իմաստ:

Հատկապես հետաքրքիր է վերջին՝ ընկալողական-իմաստային մակարդակը, քանի որ այն վերաբերում է արվեստաբանի մեկնաբանության դերին:

Մոդելի չորրորդ մակարդակը՝ ընկալողական-իմաստայինը, ուղղակիորեն բարձրացնում է արվեստաբանի դերի հարցը. արդյոք նա պարզապես բացահայտում է ստեղծագործության մեջ արդեն առկա իմաստը, թե իր մեկնաբանությամբ մասնակցում է դրա ձևավորմանը: Արվեստաբանության ավանդական մոտեցումներում արվեստաբանի հիմնական խնդիրը դիտարկվում էր որպես ստեղծագործության իմաստի բացահայտում՝ հիմնվելով հեղինակի մտադրության, պատմական համատեքստի և պատկերագրական համակարգի վերլուծության վրա: Ժամանակակից հերմենևտիկական մոտեցումները, մասնավորապես Հանս-Գեորգ Գադամերի տեսությունը [3], ցույց են տալիս, որ արվեստի ստեղծագործության իմաստը չի սահմանափակվում միայն ստեղծման պահին ձևավորված նշանակությամբ: Այն շարունակաբար վերաիմաստավոր-

վում է տարբեր պատմական, մշակութային և ընկալողական համատեքստերում: Այս տեսանկյունից արվեստաբանը ոչ թե կամայականորեն ստեղծում է իմաստ, այլ մասնակցում է դրա ձևավորմանը: Նրա մեկնաբանությունը հիմնվում է ստեղծագործության նյութական, ձևական և պատմամշակութային առանձնահատկությունների վրա, սակայն միաժամանակ հնարավորություն է տալիս բացահայտել նոր ընթերցումներ և իմաստային շերտեր: Այս մոտեցումը կարելի է դիտարկել նաև Հանս Ռոբերտ Յաուսիի արվեստաբանական հայացքներով, ըստ որի արվեստի ստեղծագործության արժեքը և ընկալումը փոխվում են տարբեր պատմամշակութային պայմաններում [10]: Հետևաբար, անհրաժեշտ է այնպիսի մեթոդաբանական շրջանակ, որը քանդակը կդիտարկի ոչ միայն որպես ավարտուն արվեստի գործ, այլև որպես դիտողի հետ փոխազդեցության ընթացքում բացահայտվող գեղարվեստական համակարգ:

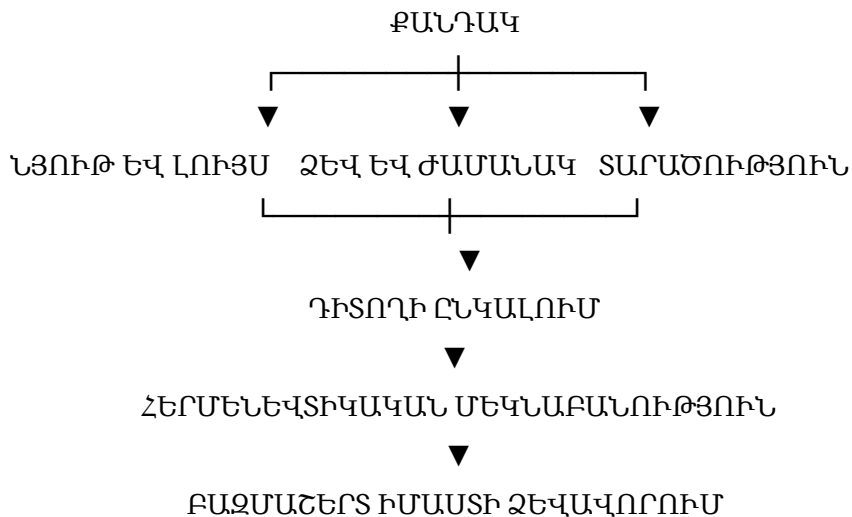
Քննարկված ավանդական մոտեցումները պայմանականորեն կարելի է ներկայացնել հետևյալ գծապատկերով:



Նկ. 1. Քանդակագործության ուսումնասիրության ավանդական մեթոդաբանական մոտեցումները

Ինչպես երևում է նկ. 1-ից, ավանդական մոտեցումները հիմնական ուշադրությունը կենտրոնացնում են հեղինակի, պատմական համատեքստի և ոճական առանձնահատկությունների ուսումնասիրության վրա: Միննույն ժամանակ համեմատաբար քիչ ուշադրություն է դարձվում քանդակագործական ստեղծագործության ընկալման գործընթացին, նյութի, տարածության և դիտողի փոխազդեցությանը, ինչը պայմանավորում է առավել համալիր մեթոդաբանական շրջանակի անհրաժեշտությունը:

Հոդվածում առաջարկվող մեթոդաբանական շրջանակը պայմանականորեն կարելի է ներկայացնել հետևյալ համակարգային մոդելով:



Նկ. 2. Քանդակագործության արվեստագիտական մեկնաբանության համակարգային մոդել

Ինչպես երևում է նկ. 2-ից, առաջարկվող համակարգային մոդելը քանդակագործական ստեղծագործությունը դիտարկում է որպես փոխկապակցված գործընթաց, որի ընթացքում նյութը, ձևը, տարածությունը, լույսը, ժամանակը և դիտողի ընկալումը հաջորդաբար մասնակցում են բազմաշերտ իմաստի ձևավորմանը: Ստեղծված մոդելը հիմնված է հողվածում ներկայացված մեթոդաբանական վերլուծության վրա: Այն համահունչ է ժամանակակից քանդակագործության տեսության այն դրույթներին, որոնց համաձայն ստեղծագործության իմաստը ձևավորվում է ոչ միայն արվեստի գործի ներքին կառուցվածքով, այլև նրա և դիտողի փոխազդեցության ընթացքում [11]: Ինչպես նշում է Հերբերտ Ռիդը, քանդակագործության արտահայտչականությունը պայմանավորված է ոչ միայն պատկերվող ձևով, այլև նյութի և ձևի փոխհարաբերությամբ [12]: Այս տեսական դրույթները լրացուցիչ հիմնավորում են հողվածում առաջարկվող համակարգային մոդելի կիրառելիությունն ու տրամաբանությունը:

Եզրակացություն

Հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ առկա մեթոդաբանական մոտեցումները լիարժեք չեն արտահայտում քանդակագործության առանձնահատկությունները: Հայկական քանդակագործությանը նվիրված ուսումնասիրությունների վերլուծությունը հաստատում է, որ կենսագրական, պատմական և ոճաբանական մոտեցումները, չնայած իրենց գիտական արժեքին, հիմնականում կենտրոնանում են ստեղծագործության պատմական, հեղինակային և ոճական բնութագրերի վրա՝ համեմատաբար քիչ ուշադրություն դարձնելով դրա տարածական, նյութական և ընկալողական առանձնահատկություններին: Միաժամանակ այս խնդիրը բնորոշ է ոչ միայն հայկական, այլև ընդհանրապես քանդակագործության արվեստաբանական ուսումնասիրությանը:

Հողվածի գիտական նորույթը քանդակագործության արվեստաբանական մեկնաբանության քառամակարդակ մեթոդաբանական շրջանակի առաջարկն է, որն առաջին անգամ համակարգված ձևով միավորում է նյութատեխնիկական, ձևապլաստիկական, տարածական-միջավայրային

և ընկալողական-իմաստային մակարդակները: Առաջարկվող մոտեցումը հնարավորություն է տալիս քանդակագործական ստեղծագործությունը դիտարկել ոչ միայն որպես ավարտուն գեղարվեստական օբյեկտ, այլ որպես նյութի, ձևի, տարածության, լույսի և դիտողի փոխազդեցության արդյունքում ձևավորվող բազմաշերտ իմաստային համակարգ:

Ուսումնասիրության արդյունքները նաև հիմնավորում են արվեստաբանի դերի վերա-իմաստավորման անհրաժեշտությունը: Արվեստաբանը հանդես է գալիս ոչ միայն որպես ստեղծագործության մեջ առկա իմաստների բացահայտող, այլև մեկնաբանության ակտիվ մասնակից, որի վերլուծությունը հիմնվում է ստեղծագործության նյութական, ձևական և պատմամշակութային առանձնահատկությունների վրա:

Գրականության ցանկ

- [1] E. Panofsky, Meaning in the Visual Arts, University of Chicago Press, 1982, 384 p.
- [2] H. Wölfflin, Principles of Art History, Dover Publications, New York, 1950, 256 p.
- [3] H.G. Gadamer, Truth and Method, Sheed and Ward, London, 1975.
- [4] Բ. Զուրաբով, Արա Հարությունյան, Մոսկվա, 1986:
- [5] Մ. Երզնկյան, Հոդվածներ արվեստի մասին, Երևան, 2016:
- [6] Լ. Երվանդյան, Հայաստանի մոնումենտալ քանդակագործության ձևավորման պատմությունը (1950-1970-ական թթ.), Հայ արվեստագիտություն 2(17) (2005) 55–64:
- [7] Ս. Տեր-Ներսիսյան, Հայ արվեստ, Երևան, 1978:
- [8] R. Arnheim, Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye. University of California Press, Berkeley, 1974.
- [9] R. Krauss, Sculpture in the Expanded Field, October 8 (1979) 30-44.
- [10] H.R. Jauss, Toward an Aesthetic of Reception. University of Minnesota Press, Minneapolis, 1982.
- [11] A. Potts, The Sculptural Imagination: Figurative, Modernist, Minimalist. Yale University Press, 2000, 432 p.
- [12] H. Read, A Concise History of Modern Sculpture, Thames & Hudson, London, 1964, 339 p.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВОВЕДЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СКУЛЬПТУРЫ

Наре Татуловна Надарян

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА
nare.nadaryan11@gmail.com

В искусствоведческих исследованиях скульптуры преобладают биографический, исторический и стилистический подходы, тогда как методологические проблемы её искусствоведческой интерпретации остаются сравнительно малоизученными. В статье анализируются указанные проблемы и предлагается рассматривать скульптуру как многослойную смысловую систему, формирующуюся в результате взаимодействия материала, формы, света, пространства, времени и зрителя. Также обсуждается роль искусствоведа: раскрывает ли он смысл произведения или же активно участвует в его формировании.

Ключевые слова: скульптура, искусствоведческая интерпретация, методология, восприятие скульптуры, искусствовед

METHODOLOGICAL CHALLENGES OF ART HISTORICAL INTERPRETATION OF SCULPTURE

Nare Nadaryan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA
nare.nadaryan11@gmail.com

Art historical research on sculpture has predominantly focused on biographical, historical, and stylistic approaches, whereas the methodological foundations of its interpretation remain comparatively underexplored. This article examines these methodological challenges and proposes a conceptual framework that considers sculpture as a multilayered system of meaning emerging through the interaction of material, form, light, space, time, and the viewer. It also addresses the role of the art historian by asking whether interpretation merely reveals the meaning of a work of art or actively contributes to its construction.

Keywords: *sculpture, art historical interpretation, methodology, perception of sculpture, art historian*

Նադարյան Նարե Թաթուլի, արվ. թեկն., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, Դիզայնի ամբիոն, (+374)98880339, *nare.nadaryan11@gmail.com*

Надарян Наре Татуловна, канд. искусств., доцент (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Дизайна, (+374)98880339, *nare.nadaryan11@gmail.com*

Nadaryan Nare, PhD in Art history, Associate Professor (RA, Yerevan) - NUACA, department of Design, (+374)98880339, *nare.nadaryan11@gmail.com*

Ներկայացվել է՝ 15.06.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 31.07.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

ՀՀ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅԱՆ ԿԱՐԻՔՆԵՐԻ ՀԱՄԱՐ ՆԱՎԻԳԱՑԻՈՆ ՌԵՖԵՐԵՆՑ ԿԱՑԱՆՆԵՐԻ ՑԱՆՑԻ ՍՏԵՂԾՄԱՆ ՀԻՄՆԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԸ

Հովսեփ Սերգեյի Պետրոսյան¹, Մանուկ Ռազմիկի Վարդանյան, Վալերի Ալեքսանդրի
Ալեքսանյան², Ստեփան Կարենի Պետրոսյան¹, Ֆրեդ Ֆուրմանի Ախոյան³

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

²ՀՀ ԳԱԱ Էկոլոգոնոսֆերային հետազոտությունների կենտրոն, ք. Երևան, ՀՀ

³Երևանի պետական համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

Hovsep-petrosyan@mail.ru

Հիմնավորվել և մշակվել է ՀՀ սահմանամերձ գոտիներում պաշտպանության և անվտանգության կարիքների համար նավիգացիոն մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցի ստեղծման նախագիծ, որտեղ տրված են ռեֆերենց ցանցի սխեման, առանձին կայանների տեղերի ընտրության պայմանները, սահմանված է ցանցի դիտարկման փուլերը, դիտարկման ժամանակահատվածը: Ըստ դիտարկման օրերի և սեսիաների ռեֆերենց կայանների ցանցի գեոկապակցման համար որպես ելային տվյալներ ընդունել ՀՀ-ում գործող 12 մշտական գործող կայանների և հանրապետության տարածքի մոտակայքում նույն ժամանակահատվածի մինչև 2000 կմ շառավղով առկա ITRF կայանների կոորդինատները: Նավիգացիոն ռեֆերենց ցանցի հավասարեցման և հավասարակշռման աշխատանքները կիրականացվի Bernese GNSS v5.0 ծրագրային փաթեթով: Ռեֆերենց կայանների վերջնական հաշվարկված կոորդինատների ճշտության աստիճանի գնահատման համար դրանք պետք է համեմատել հավասարակշռման ընթացքում ներգրավված ITRF կայանների ITRF20-ի կոորդինատների հետ: Տրված են GNSS ռեֆերենց կայանի և ալեհավաքի տեղի ընտրության, ազդանշանների տվյալների ընդունման երկաթե պահարանները՝ փոշուց և խոնավությունից պաշտպանվածության, սերվերի տեղադրման և վարման պայմանները: Քարտեզագրագեոդեզիական և ինժեներական աշխատանքների կատարման համար դիտարկված ժամանակահատվածի հաշվարկված կոորդինատները Հելմերտի եղանակով փոխակերպել ՀՀ ԱԳՑ (Ազգային գեոդեզիական ցանց) կոորդինատային համակարգ (ARMREF02): Նախատեսված ցանցը կարող է ապահովել ՀՀ ողջ տարածքում միասնական ավտոմատացված թվային ձկուն գեոդեզիական կոորդինատային համակարգ, որը կարող է բարձր ճշտությամբ ՀՀ պաշտպանության, անվտանգության, տնտեսական և գիտական ոլորտներում ռազմական, ուսումնավարական, նախագծային, գործնական, երկրատեղեկատվական և նավիգացիոն համակարգերի համար ապահովել անհրաժեշտ գեոդեզիական տվյալներ: Դրանով զգալի կբարձրանա աշխատանքի արտադրողականությունը, կկրճատվեն նախագծային և գործնական աշխատանքների ծախսերը և կատարման ժամանակահատվածը, մասնագիտական անձնակազմի քանակը, կապահովվի բազային կայանների անվտանգությունը, գեոդեզիական և քարտեզագրության գործունեություն իրականացնողները կունենան ավտոմատացված բազմաչափ, բազմաշերտ տեղեկատվական համակարգ:

Բանալի բառեր. ռեֆերենց կայան, ITRF ցանց, Ազգային գեոդեզիական ցանց, կոորդինատային համակարգերի փոխակերպում, Bernese GNSS ծրագրային փաթեթ, կոորդինատներ, նավիգացիոն ցանցի ղեկավարման կենտրոն

Ներածություն

Միջազգային փորձը ցույց է տալիս, որ արբանյակային ռեֆերենց կայաններով ցանցերի ներդրումը տնտեսապես շահութաբեր է և դրանց կիրառման ընթացքում ստացված նյութերն ունեն բարձր որակ: Բացի դրանից, նշված արբանյակային տեխնոլոգիան հնարավորություն է ընձեռում կատարել շուրջօրյա չափագրման աշխատանքներ՝ անկախ եղանակային անբարենպաստ պայմաններից:

Ժամանակակից տեխնոլոգիաների կիրառման առավելությունը կայանում է ոչ միայն չափագրման ավտոմատացման, որակի և ճշտության աստիճանի բարձրացման, աշխատաժամանակի և մարդկային ներուժի կրճատման, անբարենանպաստ եղանակների և շուրջօրյա աշխատանքների կատարման գործում, այլ նաև չափագրողների կողմից մարդկային գործոնով պայմանավորված սխալների բացառման մեջ: Ելնելով արբանյակային տեխնոլոգիաների նշված բոլոր դրական առանձնահատկություններից և զարգացած երկրներում իրական ժամանակում մշտական գործող ռեֆերենց կայանների աշխատանքի առաջատար փորձի արդյունավետությունից՝ անհրաժեշտություն է առաջանում ՀՀ պետական և ազգային գեոդեզիական ցանցի վիճակը բարելավելու նպատակով այն արդիականացնել՝ հանրապետության սահմանամերձ գոտիներում ստեղծել նավիգացիոն մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանց:

Նյութեր և մեթոդներ

Ելնելով աշխարհում և հատկապես Անդրկովկասի հանրապետություններում ներկայիս աշխարհա- և ռազմաքաղաքական իրավիճակից, անհրաժեշտություն է առաջանում Հայաստանի Հանրապետության պաշտպանության, անվտանգության և տնտեսության զարգացման համար ՀՀ սահմանամերձ գոտիներում ստեղծել նավիգացիոն մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանց (ՆՄԳՌԿՑ):

Այդ նպատակին հասնելու համար անհրաժեշտ է լուծել հետևյալ խնդիրները.

- ուսումնասիրել աշխարհի տարբեր երկրների կողմից ստեղծված նավիգացիոն մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցերի ստեղծման միջազգային փորձը և կախված ՀՀ տարածքի աշխարհագրական դիրքի առանձնահատկություններից, մշակել ՀՀ սահմանամերձ գոտիներում նավիգացիոն մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցի սխեման՝ համաձայն ընտրված առաջատար մեթոդների,

- կազմել ռեֆերենց ցանցի կայանների տեղերի ընտրություն,
- կախված ռեֆերենց կայանի տեղադրման տեղանքի առանձնահատկությունից մշակել կայանի տեղադրման նաագիծ,

- սահմանել ռեֆերենց ցանցի միաժամանակյա դիտարկման ժամանակը և փուլերի քանակը,

- մշակել ռեֆերենց ցանցի կայանների դիտարկման տվյալներն ըստ դիտարկման սեսիաների,

- ըստ դիտարկման փուլերի հավասարակշռել ռեֆերենց կայանների ցանցը, որպես ելային տվյալներ ընդունելով ՀՀ-ում 12 մշտական գործող կայանները և հանրապետության տարածքի մոտակայքում նույն ժամանակահատվածի մինչև 2000 *կմ* շառավղով առկա ITRF կայանների տվյալները (BUCU 11401M001, DYNG 12602M006, GLSV 12356M001, KIT3 12334M001, KTVL 12337M003, MDVJ 12309M005, MIKL 12335M001, NICO 14302M001, POLV 12336M001, SOLA 20101M001, TEHN 20404M002) և հաշվարկել դրանց կոորդինատները, օգտագործելով Bernese GNSS v5.0 ծրագրային փաթեթը [1-3],

- ստացված ռեֆերենց կայանների կոորդինատները համեմատել հավասարակշռման ընթացքում ներգրավված ITRF կայանների ITRF2020 հետ,

- նախագծով նախատեսված ժամանակահատվածում դիտարկված և հավասարակշռված ու հաշվարկված կոորդինատները Հելմերտի եղանակով փոխակերպել ՀՀ ԱԳՑ կոորդինատային համակարգ (ARMREF02)՝ օգտագործելով այդ համակարգում գործող 12 ռեֆերենց կայանների կոորդինատները: Փոխակերպված կոորդինատները համեմատել Երկրի ռոտացիոն միջազգային ծառայության (ITRS) ITRF2020 համակարգի IGS ցանցի կայանների կոորդինատների հետ, այնուհետ քարտեզագրական գործունեություն իրականացնելու համար անցում կատարել 2002.9 ժամանակահատվածում ստեղծված ԱԳՑ համակարգին,

- պատվիրատուի տարածքում տեղադրել ՆՄԳՌԿՑ-ի ղեկավարման կենտրոնը:

Նավիգացիոն մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցի նախագծի կազմման համար հիմք են հանդիսացել աշխարհի զարգացած երկրների փորձը, ՀՀ-ում գործող WGS-84 կոորդինատային համակարգում ստեղծված ԱԳՑ-ի հիմնակետերը, մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցը, ՀՀ տարածքի և սահմանակից տարածաշրջանների 1:10000 – 1:100000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզները և 1:2000 մասշտաբի հատակագծերը, գեոկապակցման համար հանրապետության տարածքի մոտակայքում՝ մինչև 2000 *կմ* շառավղով առկա ITRF20 կայանների կոորդինատային տվյալները: Նախագծի մշակման համար օգտագործվել են [3, 5-9] աղբյուրերում տրված մեթոդների պահանջներով:

Արդյունքներ և քննարկում

Մշտական գործող ռեֆերենց ցանցի կայանների քանակությունը, կախված տարածքի մեծությունից, կետերի միջև եղած հեռավորությունից և կայանների վերածածկույթից որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$N = \frac{L \cdot W}{(2R - O)^2}, \quad (1)$$

որտեղ N -ը կայանների թիվն է, L -ը՝ տարածքի լայնությունը, W -ն՝ տարածքի երկարությունը, h , R -ը շառավիղն է, O -ն՝ կայանների միջև վերածածկույթը, h [4, 5]:

(1) բանաձևով հաշվարկվել են որոշ չափերի տարածքներում ռեֆերենց կայանների քանակի որոշման տվյալներ՝ ըստ տարածքի լայնության և երկարության, որոնք տրված են աղյուսակում:

Աղյուսակ

Մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցի կետերի քանակի որոշման տվյալներ

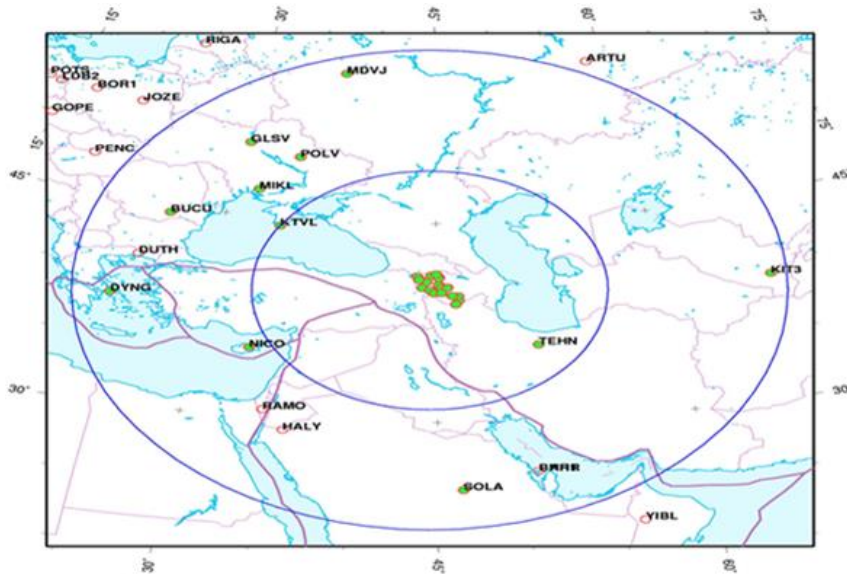
Հ/հ	L , կմ	W , կմ	Տարածքի մակերեսը, կմ	Շառավիղը, R , կմ	Վերածածկույթը, O , կմ	N
1	100	100	10000	40	5	1,8
2	200	200	40000	40		7,1
3	300	300	90000	40		16,0
4	400	400	160000	40		28,4
5	500	500	250000	40		44,4

ՀՀ սահմանամերձ և անվտանգության գոտիների ընդգրկման տարածքները գտնվում են աղ. 1-ի 3-րդ և 4-րդ տողերի միջակայքում ($16,0 + 28,4 = 44,4 : 2 = 22,2$ կայան), այսինքն, ներկայումս առկա 12 գործող (նկ. 1) և նախագծվող 10 ռեֆերենց կայանները տեսականորեն լիարժեք բավարարում են տարածաշրջանի պահանջարկը (նկ. 2):

Ելնելով վերը նշվածից՝ ՀՀ ՆՄԳՌԿՑ կայանների միջև եղած հեռավորությունն ընդունելով ըստ աղ. 1-ի տվյալների մոտ 80 կմ, իսկ վերածածկույթը՝ մինչև 5 կմ, կազմում ստացվում է 22 ռեֆերենց կայան: Նշված պարամետրերով ռեֆերենց ցանցի սխեման մշակվել է ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի 1:100 000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզների վրա:

ՆՄԳՌԿՑ-ի նախագծման հիմնական փուլերն են.

1. երկրաչափության վերլուծություն. աշխատանքային տարածքը չպետք է տարածվի բազային կայանի ցանցի արտաքին պարագծից այն կողմ,
2. տեղանքի ընտրություն. լեռնային տարածքներում (օրինակ՝ Հայաստանի տարածաշրջանում) կամ խիտ քաղաքային տարածքներում կայանի խտությունը մեծացվում է՝ ռադիոստվերները և ազդանշանի անդրադարձումները վերացնելու համար,
3. սարքավորումների պահանջներ. կայանները պետք է պահպանեն բազմահաճախական ուղղման ալիքների ընդունում (GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo) և ունենան հուսալի կապ (Ինտերնետ) [6]:



Նկ. 1. ՆՄԳՌԿՑ-ն ITRF ցանցին կապակցման սխեման

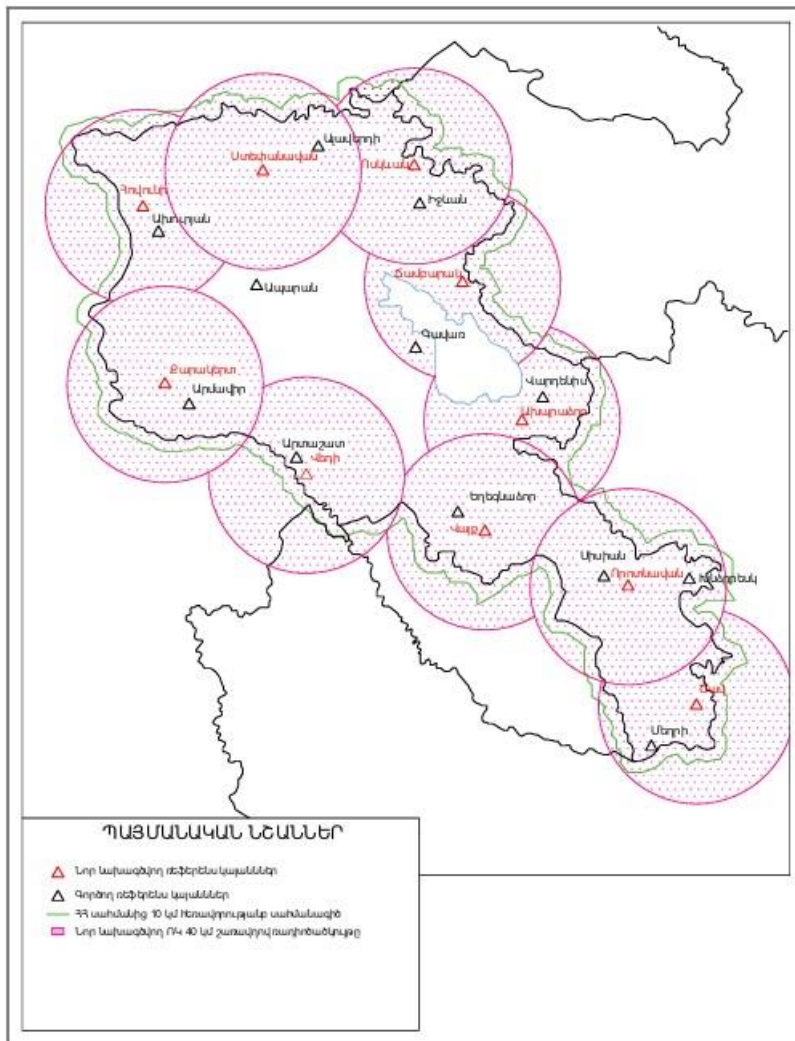
Համաձայն մշակված սխեմայի ռեֆերենց կայանների մոտավոր տեղերի ընտրման համար օգտագործվել են 1:10000 և 1:25000 մասշտաբի տեղագրական քարտեզները (նկ. 2):

Մշտական GNSS ռեֆերենց կայանի ստեղծումը ներառում է 5 հիմնական փուլ՝ պահպանման անվտանգ տեղի ընտրություն (երկարատև շահագործվող շենքի տանիք), կոշտ տեղադրված ալեհավաքի տեղադրում, GNSS ընդունիչի տեղադրում, ուղղիչ փոխանցման կարգավորում (NTRIP սերվեր) և գեոդեզիական կարգաբերում գործող կոորդինատային համակարգում:

Ռեֆերենց կայանները տեղադրվում են Հայաստանի Հանրապետության ֆիզիկական և իրավաբանական անձանց կողմից՝ գեոդեզիական և քարտեզագրական գործունեություն իրականացնելու համար և բաղկացած են ընդունիչից, GNSS ալեհավաքից, անխափան սնուցման աղբյուրից, երկաթե պահարանից, հեռահաղորդակցության սարքավորումներից (կապի սարքավորումներ) և շանթարգելիչ ձողից:

Ընդունիչը միաժամանակ ստանում է ազդանշաններ առնվազն 10 (տասը) արբանյակներից և տեղադրվում է ներսում կամ շենքում հաստուկ երկաթե պահարաններում՝ փոշուց և խոնավությունից պաշտպանված:

Ռեֆերենց կայանները կայծակից պաշտպանելու համար տեղադրվում են կայծակնային պաշտպանիչ ձողեր:



Նկ. 2. ՀՀ տարածքի սահմանամերձ գոտու ՆՄԳՌԿՑ-ի ստեղծման սխեման

Ռեֆերենց ցանցի կայանների տեղերի ընտրությունը կատարվում է առաջին փուլով գրասենյակային պայմաններում 1:10000 մասշտաբի քարտեզներով ու 1:2000 մասշտաբի հատակագծերով, իսկ երկրորդ փուլում՝ առաջին փուլով նախատեսված տարածքներում դաշտային հետազննական աշխատանքներով, որի արդյունքում տեղանքում ճշտված կայանի տեղադիրքը պետք է ապահովի հետևյալ պայմաններ.

- ռեֆերենց կայանի կառուցման տնտեսական նպատակահարմարությունը,
- ռեֆերենց կայանի երկարատև պահպանության ապահովությունը,
- ռեֆերենց կայանին ավտոմեքենաներով մոտենալու մատչելիությունը,
- դիտարկման համար էլեկտրասնուցման և կապի գծերին միանալու հնարավորությունը,
- հիմնակետի դիրքը հորիզոնի նկատմամբ՝ 10° -ից բարձր արգելքների բացակայությունը,
- անդրադարձնող մակերևույթների բացակայությունը,
- էլեկտրամագնիսական խանգարումների բացակայությունը (ռադիոկայաններ, բարձրավոլտ լարման հոսանքագծեր և այլն):

Նշված պայմանները հստակեցնելու և հետագայում ռադիոծածկույթի անխափան պայմաններ ստեղծելու համար անհրաժեշտ է ռեֆերենց կայանների նախնական ընտրված տեղերում կատարել 24 ժամյա GPS դիտարկումներ [7]: Դրանով մեկ անգամ ևս ապահովվում է այդ կայանների տեղադիրքի անխափան աշխատանքի անվտանգությունը:

Տեղագնման արդյունքները ստանալուց հետո ներկայացվում են հետևյալ փաստաթղթերը՝ ռեֆերենց կայանների տեղաբաշխման տեղերի ուրվանկարներն ու նկարագրությունները, դրանց լուսանկարները և 1:500 կամ 1:200 մասշտաբի հատակագծեր՝ տեղադրման նախագիծ կազմելու համար, բարձունքային կապակցման համար ելային հենանիշերի համարը, դասը, նիշը և նիվելիրացման ընթացքի երկարությունը [8, 9]-ի պահանջներով, տեղադրման տեղերի գրունտների երկրաբանական և հիդրոլոգիական հետազոտման նյութերը, արբանյակային ազդանշանների անցման խոչընդոտների դիագրամները, տրանսպորտով կետին մոտենալու սխեման [7, 10]:

Համաձայն նավիգացիոն դիֆերենցիալ ցանցի կազմված սխեմայով ընտրված յուրաքանչյուր ռեֆերենց կայանի տեղադրման համար պետք է կազմվի տեխնիկական նախագիծ, որում ներկայացվելու է հիմնակետի տեղադրումը՝ համաձայն նկ. 3-ում տրված տեսակների, որոնք պետք է համապատասխանեն [10] հրահանգի և [11] ՀՍՍ 226-2002-ի պահանջներին: Կայանը պետք է ապահովված լինի անխափան էլեկտրական հոսանքով և բջջային ու ռադիո կապով, ինչպես նաև անվտանգ և հուսալի պահպանությամբ:



Նկ. 3. GPS ռեֆերենց ցանցի կայանների տեղադրման տեսակներ

Սերվերը պետք է տեղադրվի ռեֆերենց ցանցը շահագործող ծառայության շենքի առանձին սենյակում, որը ապահովված կլինի անխափան էլեկտրականության սնուցման աղբյուրով, բջջային և ռադիո կապով, ինչպես նաև կողմնակի անձանց մուտքի արգելափակումով:

Ծրագիրը, որն աշխատում է սերվերի վրա, հաշվարկում է պահանջվող RTK/DGPS տվյալները շարունակաբար ստանդարտ RTCM ձևաչափով կամ սեփական ձևաչափեր (Leica, CMR, CMR+) օգտվողներին փոխանցելու համար շարժական ընդունիչներ: Սերվերում տեղադրված ծրագրային ապահովումն անընդհատ վերլուծում է տվյալների «իրավիճակը» և մոդելավորում սխալները: Անընդհատ շարունակաբար հաշվարկվում են ուղղումները: Մի անգամ ստեղծված և շահագործման հանձնված սերվերի ծրագրային փաթեթը լիովին ավտոմատ կերպով ապահովում է ռեֆերենց կայանների աշխատանքը: Այդ ցանցը հզոր գործիք է օգտագործման համար [12, 13]:

Հաշվի առնելով, որ ՀՀ ԱԳՑ-ի 0-ական դասի դիտարկման տևողությունը կազմել է 5x24 ժամ տևողությամբ, իսկ ՆՄԳՌԿՑ-ի դիտարկումը 20x24 ժամ տևողությամբ և ռեֆերենց կայանների կոորդինատների հաշվարկման արդյունքում երկու դեպքերում էլ պլանային ճշտությունը կազմել է 1 սմ, իսկ բարձունքայինը՝ մինչև 2 սմ [1-3], այդ իսկ պատճառով առաջարկվում է նախագծվող նավիգացիոն ռեֆերենց ցանցի դիտարկման ժամանակը սահմանել 10 փուլ՝ 10x24 ժամ տևողությամբ: ՆՄԳՌԿՑ-ի կոորդինատների առավել բարձր ճշտություն ապահովելու համար նպատակահարմար է համարվում դիտարկումներն իրականացնել տարվա զարնանային կամ աշնանային գիշերահավասարի ժամանակահատվածում [14]:

Դիտարկումների իրականացման համար կազմվում է աշխատանքների ժամանակացույց և այն տրամադրվում է աշխատանքային խմբերին: Խմբերին պետք է ապահովել դիտարկումների համար անհրաժեշտ գործիքներով՝ ավտոմեքենաներով, լիցքավորման մարտկոցներով, գեներատորներով, ինչպես նաև տեղեկատվությունը փոխանցելու հատուկ պայմանավորվածությամբ (չնախատեսված խափանումները հարթելու համար): Համաձայն դիտարկումների իրականացման աշխատանքային գրաֆիկի, աշխատանքային խմբերը դիտարկումները պետք է սկսեն միաժամանակ, աշխատակազմի կողմից պետք է հսկվեն սնուցման մարտկոցների վիճակները, հիշողության քարտերի վիճակը և անհրաժեշտության դեպքում փոխարինվեն նորերով: Դիտարկված 24 ժամյա յուրաքանչյուր փուլի ավարտից հետո՝ ընդմիջման ժամին, համակարգչի օգնությամբ դատարկել հիշողության քարտերը և տվյալները գրանցել, ստացված տվյալները փոխակերպել RINEX միջազգային ֆորմատի ֆայլերի՝ հետագա մշակման և հաշվարկման աշխատանքներ կատարելու համար [15]:

Առաջին փուլում մշակվում են ռեֆերենց ցանցի կայանների դիտարկման տվյալներն ըստ դիտարկման օրերի և փուլերի: Հաշվարկվում են դրանց կոորդինատները, օգտագործելով Bernese GNSS v5.0 ծրագրային փաթեթը [16] (նկ. 1): Այնուհետ հաշվարկվում է սեսիաների հաշվարկման արդյունքում ստացված ռեֆերենց կայանների կոորդինատների միջին թվաբանականը, որոնք կհանդիսանան այդ կայանների վերջնական կոորդինատները: Ռեֆերենց կայանների վերջնական հաշվարկված կոորդինատների ճշտության աստիճանի գնահատման համար անհրաժեշտ են դրանք համեմատել հավասարակշռման ընթացքում ներգրավված ITRF կայանների ITRF2020 հետ [17]: Դրանց տարբերությունը պլանային բաղադրամասում չպետք է գերազանցի 1,0...1,5 սմ, իսկ բարձունքայինը՝ 2 սմ:

Քարտեզագրագեոդեզիական և ինժեներական աշխատանքների կատարման համար անհրաժեշտ է դիտարկված ժամանակահատվածի հավասարակշռված ու հաշվարկված կոորդինատները Հելմերտի եղանակով փոխակերպել ՀՀ ԱԳՑ կոորդինատային համակարգ (ARMREF02)՝ օգտագործելով այդ համակարգում գործող 12 ռեֆերենց կայանների կոորդինատները: Դա հիմնավորվում է նրանով, որ ՀՀ պետական մասշտաբային շարքի տեղագրական քարտեզներն ու հատակագծերը ստեղծվել են 2002,9 ժամանակահատվածի ուղղանկյուն կոորդինատային համակարգում Գաուս Կրյուգերի պրոյեկցիայում [18]:

Նավիգացիոն ռեֆերենց կայանների GNSS ցանցի ստեղծման արդյունքում կստացվի հետևյալը.

1. ՀՀ պաշտպանության և անվտանգության կարիքների համար բարձր ճշտություն ապահովող ռեֆերենց ցանց,
2. ՀՀ տարածքի սահմանագծման և սահմանագատման գործընթացի ժամանակ սահմանամերձ գոտիներում արբանյակային դիրքորոշման կայանների հետ փոխադարձ հուսալի տեղեկատվության փոխանակում, ՀՀ պետական սահմանի սահմանագծի սահմանագծման համար սահմանամերձ գոտու լայնքով տարբեր մասշտաբների տեղագրական քարտեզների և հատակագծերի ստեղծման և սահմանագատման համար սահմանայինների ճշգրիտ տեղադրման հնարավորություն,
3. ՀՀ պաշտպանության և անվտանգության կարիքների համար առկա հողատարածքների և շինությունների չափագրման աշխատանքների բարձր ճշտության թվային ելակետային ավտոմատացված տեղեկատվական կոորդինատային հիմք (կադաստրային հատակագծերի ստեղծում, շենքերի և շինությունների նախագծման համար հանութային հատակագծերի ստեղծում, նշահարման աշխատանքների իրականացում, կատարողական հանութայինների ստեղծում և այլ քարտեզագրագեոդեզիական աշխատանքների կատարում),
4. ՀՀ պաշտպանության և անվտանգության կարիքների համար բարձր ճշտության տեղային և հատուկ գեոդեզիական ցանցերի ստեղծման հնարավորություն,
5. ՀՀ սահմանապահ ստորաբաժանումների նավիգացիոն համակարգերի ապահովում,
6. ՀՀ զինված ուժերի տեղակայման և տեղաշարժերի երկրատեղեկատվական համակարգերի ստեղծման և վարման հնարավորություն,
7. ՀՀ պաշտպանության և անվտանգության կարիքների համար ճշգրիտ և հուսալի տեղագրական թարմ քարտեզներով ապահովում,
8. որոնողական և փրկարարական գործունեության գործառույթներում ճշգրիտ տեղորոշման ապահովում,
9. ՀՀ պաշտպանության և անվտանգության կարիքների համար տեխնիկական միջոցների դիրքորոշման համակարգի տեղորոշման մշտադիտարկում,
10. ՀՀ պաշտպանության և անվտանգության կարիքների համար օգտագործվող անօդաչու թռչող սարքերին իրական ժամանակում ճիշտ գեոկապակցված աերոտիեզերանկարներով և օրթոֆոտոհատակագծերով ապահովում:

Եզրակացություն

Մշակված նավիգացիոն մշտական գործող ռեֆերենց կայանների ցանցը բաղկացած է 10 ռեֆերենց կայաններից, որոնց միջև հեռավորությունը 80 կմ է, այսինքն կայանների շառավիղը ընդունվել է 40 կմ, վերածածկույթը՝ 5 կմ, իսկ ՀՀ պետական սահմանագծից դուրս ծածկույթը՝ մինչև 5 կմ: Ռեֆերենց ցանցը կապակցվում է ՀՀ տարածաշրջանի մոտակայքում մինչև 2000 կմ

շառավղով գտնվող 11 ITRF կայաններին, հավասարակշռման աշխատանքներում ներգրավվելու են Կադաստրի կոմիտեի համակարգում գործող 12 ռեֆերենց կայանները: Նորաստեղծ ռեֆերենց ցանցը կունենա մեկ սերվեր, որը կարող է սպասարկել մինչև 500 օգտագործողների: Նախագիծը մշակվել է ԲՏԱ նախարարության «Գեոկոսմոս» ՓԲԸ-ում, այն համաձայնեցված է ՀՀ պաշտպանության նախարարության և Ռազմաարդյունաբերության կոմիտեի համապատասխան մասնագետների հետ:

Գրականության ցանկ

- [1] Zero-order network of Armenia, AM2-4-2. Swedesurvey, 2003, 52 p.
- [2] 1st Order Network of Armenia: Ref. No. 2002-004115. - SWEDESURVEY, 2003, 161 p.
- [3] Armenia Continuous Operating Reference Stations Coordinates Computation Report. Yerevan, 2013, 21 p.
- [4] <https://www.google.com/search>
- [5] **Հ.Ս.Պետրոսյան**, Հայաստանի պետական և ազգային գեոդեզիական ցանցերի հիմնական դրույթներ (մենագրություն). ՃՇՀԱՀ, Երևան, 2019, 196 էջ:
- [6] Правила установки постоянно действующих референционных станций, Приказ Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан от 14 марта 2023 года № 91/НК.
- [7] **Հ.Ս. Պետրոսյան**, Արբանյակային և էլեկտրոնային տեխնոլոգիաները գեոդեզիայում, մենագրություն. Երևան, 2022, 360 էջ:
- [8] 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 մասշտաբի տեղագրական հանույթների հրահանգ:
- [9] I, II, III և IV դասերի նիվելիրացման հրահանգ:
- [10] Պետական արբանյակային (Դարբըլու-Ջի-Էս-84 (WGS-84) կոորդինատային համակարգում) գեոդեզիական ցանցի կառուցման հրահանգ:
- [11] Գեոդեզիական կետերի կենտրոնների և արտաքին մետաղական նշանների ՀՍ 226-2002:
- [12] **Կ.Մ. Անտոնովիչ**, Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии, том 1. ФГУП Картеоцентр, Москва, 2005, 333 с.
- [13] **Կ.Մ. Անտոնովիչ**, Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии, том 2. ФГУП Картеоцентр, Москва, 2005, 359 с.
- [14] [https://hy.wikipedia.org/wiki/ Գիշերահավասար](https://hy.wikipedia.org/wiki/Գիշերահավասար):
- [15] <https://ru.wikipedia.org/wiki/RINEX> .
- [16] https://www.google.com/search?q=Bernese+GNSS+v5.0&rlz=1C1IXYC_ru
- [17] <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2024-12/eurocontrol-coordinate-reference-systems-basic-user-guide.pdf>
- [18] **Հ.Ս. Պետրոսյան, Մ.Ռ. Վարդանյան, Ս.Հ. Պետրոսյան**, ՀՀ պետական մասշտաբային շաբթի տեղագրական քարտեզները ՏԿ-42 կոորդինատային համակարգից WGS-84 համակարգ անցման աշխատանքների վերլուծությունը. ՃՇՀԱՀ Գիտական աշխատություններ Հ.2(83) (2022) 79-80:

ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ СЕТИ НАВИГАЦИОННЫХ РЕФЕРЕНЦНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ НУЖД ОБОРОНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ РА

**Овсеп Сергеевич Петросян^{1*}, Манук Размикович Варданян, Валерий Александрович
Алексанян², Степан Каренович Петросян¹, Фред Ферденантович Ахоян³**

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

²НАН РА Центр экологоноосферных исследований, г. Ереван, РА

³Ереванский государственный университет, г. Ереван, РА

*hovsep-petrosyan@mail.ru

Обоснован и разработан проект создания сети стационарных навигационных опорных станций для нужд обороны и безопасности в приграничных зонах Республики Армения, который предусматривает схему опорной сети, условия выбора мест для отдельных станций, сеансы наблюдения сети и периоды наблюдения. В соответствии с днями и сеансами наблюдения, в качестве исходных данных для геопривязки сети опорных станций следует использовать координаты 12 стационарных станций, действующих в Республике Армения, и станций ITRF, расположенных в радиусе до 2000 км вблизи территории республики за тот же период. Уравнивание и уравнивание навигационной опорной сети должны осуществляться с использованием программного пакета Bernese GNSS v5.0. Для оценки точности окончательно рассчитанных координат опорных станций их сравнивают с координатами ITRF20 станций ITRF, участвующих в процессе уравнивания. Приведены условия выбора местоположения опорной станции GNSS и антенны, железных шкафов для приема данных сигнала, защищенных от пыли и влаги, а также установки и эксплуатации сервера. Для выполнения картографических, геодезических и инженерных работ рассчитанные координаты периода наблюдений преобразуются методом Гельмерта в систему координат РА НГС (ARMREF02). Планируемая сеть может обеспечить единую автоматизированную цифровую гибкую геодезическую систему координат на всей территории Республики Армения, которая сможет предоставлять необходимые геодезические данные с высокой точностью для оборонных, образовательных, проектных, практических, географических информационных и навигационных систем в оборонной, охранной, экономической и научной сферах Республики Армения. Это значительно повысит производительность труда, сократит затраты и время на проектные и практические работы, количество квалифицированного персонала и обеспечит безопасность базовых станций. Кроме того, лица, осуществляющие геодезические и картографические работы, будут иметь в своем распоряжении автоматизированную многомерную многослойную информационную систему.

Ключевые слова: опорная станция, сеть ITRF, национальная геодезическая сеть, преобразование системы координат, программный пакет Bernese GNSS, координаты, центр управления навигационной сетью

RATIONALE FOR THE CREATION OF A NETWORK OF NAVIGATION REFERENCE STATIONS FOR THE NEEDS OF THE DEFENSE AND SECURITY OF THE REPUBLIC OF ARMENIA

Hovsep Petrosyan^{1*}, Manuk Vardanyan, Valeri Aleksanyan², Stepan Petrosyan¹, Fred Akhoyan³

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

²*Center for Ecological-Noosphere Studies of the NAS RA, Yerevan, RA*

³*Yerevan State University, Yerevan, RA*

**hovsep-petrosyan@mail.ru*

A project for the creation of a network of fixed navigation reference stations for defense and security needs in the border zones of the Republic of Armenia has been substantiated and developed. The project includes a reference network layout, site selection criteria for individual stations, network observation sessions, and observation periods. Based on the observation days and sessions, the coordinates of 12 fixed stations operating in the Republic of Armenia and ITRF stations located within a radius of up to 2000 km near the territory of the Republic for the same period should be used as the initial data for georeferencing the network of reference stations. Adjustment and balancing of the navigation reference network should be performed using the Bernese GNSS v5.0 software package. To assess the accuracy of the final calculated coordinates of the reference stations, they are compared with the ITRF20 coordinates of the ITRF stations involved in the adjustment process. The selection criteria for the GNSS reference station and antenna location, dust- and moisture-protected metal cabinets for signal reception, and server installation and operation are provided. For cartographic, geodetic, and engineering work, the calculated coordinates for the observation period are transformed into the RA NGS (ARMREF02) coordinate system using the Helmert method. The planned network can provide a unified, automated, digital, flexible geodetic coordinate system throughout the Republic of Armenia, capable of providing the necessary high-precision geodetic data for defense, educational, design, practical, geographic information, and navigation systems in the defense, security, economic, and scientific fields of the Republic of Armenia. This will significantly increase labor productivity, reduce the costs and time of design and practical work, reduce the number of qualified personnel, and ensure the security of base stations. In addition, those performing geodetic and cartographic work will have access to an automated multidimensional, multilayered information system.

Keywords: *reference station, ITRF network, national geodetic network, coordinate system transformation, Bernese GNSS software package, coordinates, navigation network control center*

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, **Ալեքսանյան Վալերի Ալեքսանդրի, գ.գ.դ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՀՀ ԳԱԱ, Էկոլոգոնոսֆերային հետազոտությունների կենտրոն, գիտաշխատող, (374)97231111, valerialeksanyan49@mail.ru, **Պետրոսյան Ստեփան Կարենի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Մեծամոր) – ՃՇՀԱՀ, Ինժեներական գեոդեզիայի ամբիոն, դասախոս, (374)94722055, **Ախոյան Ֆրեդ Ֆուրմանի** (ՀՀ, ք. Մեծամոր) – Երևանի պետական համալսարան, ասպիրանտ, (+374)77788719, fred.akhoian@gmail.com
Петросян Овсен Сергеевич, д.т.н. (РА, г. Ереван) - НУАСА, старший научный сотрудник, (+374)93999060, hovsep-petrosyan@mail.ru, **Варданян Манук Размикович, д.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) – (+374)93337777,

m.vard1@yahoo.com, Алексанян Валерий Александрович, д.с.-х.н., доцент (РА, г. Ереван)- НАН РА, Центр экологоноосферных исследований, научный сотрудник, (374)97231111, valerialeksanyan49@mail.ru, Петросян Степан Каренович, канд.техн.наук (РА, г. Мецамор) – НУАСА, кафедра Инженерной геодезии, преподаватель, (374)94722055, Ахоян Фред Фурманович (РА, г. Мецамор) – Ереванский государственный университет, аспирант, (+374)77788719, fred.akhoian@gmail.com
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*, **Petrosyan Stepan, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering** (RA, Metsamor) – NUASA, Department of Engineering Geodesy, lecturer, (374)94722055, **Akhoyan Fred** (RA, Metsamor) -Yerevan State University, postgraduate student, (+374)77788719, *fred.akhoian@gmail.com*

Ներկայացվել է՝ 23.06.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 23.07.2026թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

ԼԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՅԻ ԳՈՐԾՈՆԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳԱԶԱՏՐԱՆՍՈՐՏԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ԿՐՈՂՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՎՐԱ

Միհրան Գրիգորի Ստակյան*, Նարինե Վիլիկի Փիրումյան, Անգին Վիկտորի Մարտիրոսյան,
Աշոտ Յուրիի Սաֆարյան

Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ
*stakyan.mihran@yandex.ru

Դիտարկվում են գազատրանսպորտային համակարգի պատասխանատու էլեմենտների հոգնաձային դիմադրության բարձրացման հարցերը, որոնց մակերևույթները շրջազրույթի սկզբունքով գործող ամրացնող սարքով ենթարկված են մակերևույթային պլաստիկ դեֆորմացման: Հաշվի առնելով տարատեսակ գործոնների և դրանց համակցության տարբերակների ազդեցության լայն շրջանակը, պատասխանատու էլեմենտների կրողունակության բարձրացման անհրաժեշտ մակարդակին հասնելու համար դասակարգված և ձևակերպված են առաջադրված խնդիրներն ամրացնող տեխնոլոգիայի տեսակի ճշտման, օգտագործվող կոնստրուկցիոն նյութերի, էլեմենտների երկրաչափական պարամետրերի և բեռնվածության ռեժիմների վերաբերյալ, որոնք թույլ են տալիս նախկինում իրականացված համանման հետազոտություններից ընտրել անհրաժեշտ տվյալներ ստացված լուծումների օպտիմալացման և դրանց կիրառման համար: Բացահայտված է խողովակաշարի պատասխանատու էլեմենտներում հոգնաձային երևույթների գերակա բնույթը (~75 %), ինչի կապակցությամբ դասակարգված են ազդող գործոնները (արտաքին և ներքին): Կիրառելով համակարգային վերլուծության մեթոդը՝ հոգնաձային երևույթներին առնչվող գործոնները ներկայացված են տարբեր համակցություններով և քանակներով, որոնցից գերակա տարբերակների համար ձևակերպված են փոխկապակցված ռեգրեսիոն պարամետրական հավասարումների երեք համակարգեր, որոնք էլեմենտների կրողունակության մաթեմատիկական մոդելներն են: Նշված հավասարումների կիրառմամբ հնարավոր է արագ հաշվարկել պարամետրեր՝ հաշվա-տեխնոլոգիական գործողություններում ուղիղ և հակադարձ խնդիրների լուծման նպատակով:

Բանալի բառեր. գազատրանսպորտային համակարգ, խողովակաշար, ազդող գործոն, հոգնաձային ամրություն, մաթեմատիկական մոդել

Ներածություն

Արդյունաբերական զարգացած երկրների տնտեսության արդի փուլում արտադրական գործունեության բնույթի և ուղղվածության փոփոխության ընդհանուր միտումները, բնական պաշարների ինտենսիվ շահագործումից անցումը ենթակառուցվածքների և արտադրության մրցունակ և բարձր արտադրամիջոցների թողարկմանը խթանել են նորարարական մշակումների

ստեղծում և արտադրությունում այդ գործընթացների համալիր կիրառում (հաշվարկ և նախագծում, արտադրական և փորձարկման տեխնոլոգիաներ, շահագործում, փորձաքննում և տեխնիկական սպասարկում): Կոնստրուկցիաների թողարկման աճով նախանշված միտումներն առաջին հերթին ենթադրում են նոր տեխնոլոգիական գործընթացների մշակում և կատարելագործում, որոնք ապահովում են արտադրողականության, աշխատանքային արագությունների և հզորության, ինչպես նաև նշված միջոցների և տեսակարար էներգազինվածության բարձրացումը (դրանց նյութատարության իջեցման հետ միաժամանակ):

Վերոհիշյալ նպատակին հասնելու կարևոր ուղղություններից է արդյունավետ տեխնոլոգիական գործընթացների կիրառումը, որոնք բարձրացնում են կոնստրուկցիաների պատասխանատու կառուցվածքային էլեմենտների կրողունակությունը: Արտադրությունում այդպիսին են համարվում ամրացնող տեխնոլոգիաները, իսկ դրանցից՝ էլեմենտների աշխատանքային մակերևույթների և լարվածության կուտակիչներով առկա առանձին հատվածների մակերևույթային պլաստիկ դեֆորմացման (ՄՊԴ) մեթոդը [1-6], որոնք տարբեր վնասակար երևույթների համալիր ազդեցության պատճառով (հոգնածություն, ծերացում, մաշվածություն, կոռոզիոն միջավայր, ջերմաստիճանային տատանումներ և այլն) առավել հակված են քայքայման:

Ամրացնող տեխնոլոգիաների լայնորեն օգտագործումը շինարարության և հարակից բնագավառներում հանգեցրել է տարբեր կոնստրուկցիաների ուժային հանգույցներում պատասխանատու էլեմենտների կրողունակության էական աճի և համեմատաբար ցածր ինքնարժեքի՝ ցածր և միջին ածխածնային կոնստրուկցիոն պողպատների լայն կիրառման շնորհիվ, որը վերջին տասնամյակներում արտադրամիջոցների զանգվածային արտադրության և կոնստրուկցիոն նյութերի գնողունակության անընդհատ աճի պայմաններում ապահովում է բարձր արտադրողական, հուսալի և համեմատաբար ցածր ինքնարժեքի կոնստրուկցիաների թողարկումը: Նշված բնագավառում ներկայումս իրականացվել են լայնածավալ հետազոտություններ, որոնք հիմնականում փորձարարական բնույթ են կրել և անմիջականորեն վերաբերում են որոշակի դասի կոնստրուկցիաների և տեխնոլոգիական սարքավորումների բեռնվածության ռեժիմների և տարաբնույթ բացասական գործոնների ազդեցության հնարավորինս նվազեցմանը:

Նյութեր և մեթոդներ

Նախկինում իրականացվել է գիտագործնական հետաքրքրություն ներկայացնող ուսումնասիրությունների զգալի ծավալ, որը կիրառելի է ընդհանուր դասի կոնստրուկցիաների և տեխնոլոգիական սարքավորումների էլեմենտների և հանգույցների համար: Ընդ որում, մանրամասն ուսումնասիրվել է մետաղագիտական, նախագծակոնստրուկտորական, տեխնոլոգիական և շահագործական բնույթի գործոններից յուրաքանչյուրի եզակի ազդեցությունը նշված էլեմենտների և հանգույցների կրողունակության ցուցանիշների վրա՝ ՄՊԴ-ի տարբեր տեսակների կիրառման դեպքում [7-10]: Կատարված աշխատանքների յուրահատկությունը, հատուկ բնույթը և ուղղվա-

ծությունը՝ դա նախօրոք ընտրված և որոշակի բնույթի ամրացման տեխնոլոգիայի իրականացումն է՝ նշված դասի էլեմենտների համար, հաշվի առնելով բեռնվածության ռեժիմները և շրջակա միջավայրի ազդեցությունը, որոնք թելադրված են դրանց աշխատանքային պայմաններով:

Վերջին տասնամյակում ԱՊՀ անդամ երկրների գիտահետազոտական ինստիտուտներում և հետազոտական կենտրոններում իրականացվել են մշակված մակերևույթի վրա տարբեր ֆիզիկական մեթոդների ազդեցությամբ ամրացնող տեխնոլոգիաների կատարելագործմանը և նորերի մշակմանն ուղղված զգալի ծավալի ուսումնասիրություններ [11-15]: Դրանց տարբերիչ յուրահատկությունը՝ դա աշխատանքների նեղ մասնագիտական ուղղվածությունն է, որը նպատակ ունի լուծել շահագործական բնույթի որոշակի մասնավոր խնդիր (աշխատանքային արագություններ, բեռնվածության և արտադրողականության բարձրացում, կոնստրուկցիայի ծառայության ժամկետի երկարացում և այլն), որտեղ բացակայում են ստացված տվյալների դասակարգման, համակարգման և օպտիմալացման գործընթացները՝ դրանք այլ բնագավառներում կիրառելու համար:

Կոնստրուկցիայի շահագործական հուսալիության ապահովումը, հաշվի առնելով վերը նշված գործոնների ողջ համալիրը, համատեղ գործունեության դեպքում շատ բարդ խնդիր է և ընդունելով, որ կոնստրուկցիաների խափանումների մոտ 70...75 % -ը տեղի է ունենում էլեմենտների հոգնածային վնասվածքների և կոտրվածքների հետևանքով, ուսումնասիրության տվյալ փուլում կդիտարկվեն ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառմամբ հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների բարձրացման հարցերը [16-18]:

Կատարված աշխատանքների գերակշիռ մասը, որոնց արդյունքները հիմնականում ստացվել են փորձարարական եղանակով, միայն քանակական գնահատումներ են պարունակում կամ էլ առաջադրված են ամրացման նոր տեխնոլոգիաներ և գործիքամիջոցներ: Այդ հետազոտությունների ճնշող մեծամասնություններում դիտարկվել են եզակի ազդող գործոնի (բեռնվածքային, կոնստրուկցիոն, տեխնոլոգիական, շահագործական և այլն) որակական և քանակական գնահատումները: Սակայն կոնստրուկցիոն տարրերի իրական աշխատանքային ռեժիմները բնութագրվում են միաժամանակ ազդող մի քանի գործոնների համակցությամբ, որոնցից յուրաքանչյուրն իր մասնաբաժինն ունի այդ էլեմենտների կրողունակության փոփոխման գործընթացում՝ գումարային արդյունքով նվազեցնելով կամ էլ բարձրացնելով հոգնածային դիմադրության ցուցանիշները:

Նշված միջոցառումների համալիր և տարբեր զուգորդումներով դիտարկումը, ինչպես նաև դրանցից որևէ մեկի առաջնայնության ընդունումը կոնստրուկցիաների նախագծման և խոշոր խմբաքանակներով թողարկման պայմաններում առաջադրում են այդ գործընթացների մաթեմատիկական մոդելավորում և դիտարկվող միջոցառումների ցուցանիշների օպտիմալացում: Դա թույլ կտա բնագավառի հետազոտություններում հիմնախնդիրների լուծման համար ընդունված դիֆերենցիալ սկզբունքից անցում կատարել նշված միջոցառումների համալիր և համակարգված

դիտարկման մեթոդիկային, բացահայտել դիտարկվող պարամետրերի միջև ֆունկցիոնալ կապեր և առաջադրել ամրացման օպտիմալ գործընթացներ:

Հաշվի առնելով տարատեսակ գործոնների և դրանց համակցության տարբերակների ազդեցության համեմատաբար լայն շրջանակը, պատասխանատու էլեմենտների կրողունակության բարձրացման անհրաժեշտ մակարդակին հասնելու համար անհրաժեշտ է դասակարգել և հստակեցնել առաջադրված խնդիրն ըստ ամրացնող տեխնոլոգիայի տեսակի, օգտագործվող կոնստրուկցիոն նյութերի, էլեմենտների խմբերի և դրանց բեռնվածության ռեժիմների, որոնք թույլ են տալիս նախկինում իրականացված հետազոտություններից ընտրել անհրաժեշտ տվյալներ ստացված լուծումների օպտիմալացման համար և դրանք կիրառել համապատասխան դասի կոնստրուկցիաների և տեխնոլոգիական սարքավորումների նկատմամբ:

Որպես հետազոտման առարկա դիտարկվել են պատասխանատու և ծանրաբեռնված էլեմենտների հոգնածային դիմադրության բարձրացման հարցերը: Դրանց կրողունակության հաշվարկներում օգտագործվում են հարաբերական գործակիցներ, որոնք հաշվի են առնում կոնստրուկցիոն տարրերի երկրաչափական պարամետրերը ($K_{d\sigma}$), լարումների կուտակումները (K_{σ}), ամրացման տեխնոլոգիան ($K_{\nu\sigma}$) և գումարային գործակիցը ($K_{\sigma D}$), որոնց համար ընդհանրական է $\bar{\sigma}_{R(\nu)}$ նախնական դիմացկունության սահմանը [19, 20]:

Նշված գործակիցներն ունեն համասեռ կառուցվածք և փոխկապակցված են, որն էլ թելադրում է դրանց դասակարգման և համակարգված ուսումնասիրման անհրաժեշտություն, որը բխում է արտադրական պայմաններում առաջադրված հաշվադրաֆիկական և տեխնոլոգիական գործընթացներում դրանց օպտիմալ արժեքների որոշման պահանջից:

Այս նկատառումներից ելնելով՝ դիտարկված են ազդող գործոնների համակցությունները, որոնք ըստ համակարգային վերլուծության մեթոդի և կոնստրուկցիայի վրա ներգործման սկզբունքի, կարելի է ներկայացնել հետևյալ ենթախմբերով՝

- արտաքին գործոններ – մթնոլորտային ներգործումներ, ջրային տարածքների ազդեցություն, ջերմաստիճանային տատանումներ (օրական և կիսամյակային), բեռնվածության ռեժիմներ,
- ներքին գործոններ – երկրաչափական պարամետրեր (d, l), լարումների կոնցենտրացիա (α_{σ}), ամրացման տեխնոլոգիաներ (Δh):

Նշված գործոնները հանդես են գալիս համալիր կարգով և տարբեր համակցություններով, որոնցից ներքին գործոնները մարդկային գործունեության արդյունք են, որի պատճառով կարելի է կատարել դրանց կարգավորումները: Գործոնների համալիր ազդեցության պայմաններում անհրաժեշտ է նաև դրանցից ընտրել առաջնայինները, որոնք գերակա նշանակություն ունեն մնացածների նկատմամբ և բնորոշում են էլեմենտի կրողունակության մակարդակը տվյալ խմբաքանակում՝ մյուս գործոնների պարամետրերի փոփոխման դեպքում: Դրանց համապատասխանող առաջնային գործոններն են. էլեմենտների հիմնական երկրաչափական պարամետրերը (d, l), եզրագծի ձևից առաջացող լարումների կուտակումները (α_{σ}) և աշխատանքային մակերևույթների

ամրացված շերտի տվյալները $(\Delta h, HV_{max})$, որոնք ձևավորում են այդ մեծությունների առաջնային ենթախմբի կազմը: 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 [21-23]՝

$$\Phi_5[(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma), (K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}, \bar{\sigma}_{R(v)})] = 0, \quad (1)$$

որը գործնական հաշվարկներում օգտագործվում է ռեգրեսիայի պարամետրական հավասարումների համակարգի տեսքով:

(1) ֆունկցիայի կառուցվածքը և տեսքը կախված են առաջադրված հետազոտության հիմնախնդրի լուծման առանձնահատկություններից, որոնք թելադրում են (1)-ում ընդգրկված մեծությունների ենթախմբերի ձևավորումը, իսկ ենթախմբերի ներսում՝ այդ մեծությունների դասակարգումն ըստ հետազոտվող գործոնի առաջնահերթության 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: Արդյունքում ստացվում են ֆունկցիաների երեք խմբեր, որոնք լիովին բավարարում են ամրացման արդյունքի քանակական գնահատումը ցանկացած ձևի և չափի էլեմենտների համար՝

I	II	III	
$K_{d\sigma} = f_1(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{d\sigma} = \varphi_1(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$K_\sigma = f_2(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_\sigma = \varphi_2(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_\sigma = \psi_2(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$K_{v\sigma} = f_3(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{v\sigma} = \varphi_3(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{v\sigma} = \psi_3(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$K_{\sigma D} = f_4(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{\sigma D} = \varphi_4(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$K_{\sigma D} = \psi_4(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	
$\bar{\sigma}_{R(v)} = f_5(\Delta h, d, \bar{\alpha}_\sigma),$	$\bar{\sigma}_{R(v)} = \varphi_5(d, \Delta h, \bar{\alpha}_\sigma),$	$\bar{\sigma}_{R(v)} = \psi_5(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d),$	(2)
$(x = \Delta h),$	$(x = d),$	$(x = \bar{\alpha}_\sigma):$	

(2)-ում ֆունկցիաների I համակարգի համար առաջնային է ընդունված ամրացնող տեխնոլոգիայի գործոնը, II-ում՝ կոնստրուկցիոն տարրերի հիմնական երկրաչափական պարամետրերը, իսկ III-ում՝ լարումների կուտակման երևույթը: Նշված ֆունկցիաների կապը թույլ է տալիս յուրաքանչյուր որոշակի դեպքի համար, հաշվի առնելով ներկայացված գործոններից գերակշռողին, որը գործնական հետաքրքրություն է ներկայացնում, կատարել դրա քանակական գնահատումը:

Արդյունքներ և քննարկում

$K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ և $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի փոփոխման բնույթը լարումների կուտակման գործոնից

Տվյալ աշխատանքում որպես առաջնային գործոն դիտարկվում է լարումների կուտակման էֆեկտը $\bar{\alpha}_\sigma$, որը նշված գործակիցներից կոնստրուկցիոն էլեմենտների հոգնածային դիմադրու-

թյան վրա առավելագույն ազդեցությունն ունի և դրա կարգավորումն ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառման դեպքում լուրջ գիտագործնական նշանակություն է ձեռք բերում: Որպես օրինակ աղ. 1-ում ներկայացված են այդ հավասարումները $K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիայի համար:

Գազատրանսպորտային համակարգի (ԳՏՀ) ուժային հանգույցներում տեղադրված միջին ածխածնային պողպատե կոնստրուկցիոն էլեմենտների համար ($d_0 = 25 \dots 50$ մմ) $K_{d\sigma}, K_\sigma, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ գործակիցները փոփոխվում են հետևյալ սահմաններում. $K_{d\sigma} = 0,88 \dots 0,78, K_\sigma = 1,55 \dots 2,60, r/d = 0,1 \dots 0,025, K_{v\sigma} = 1,0 \dots 1,9$ [24-27], այսինքն՝ էլեմենտների կրողունակության վրա ազդող հիմնական գործակիցները K_σ և $K_{v\sigma}$ -ն են:

Քանի որ երկրաչափական և լարումների կուտակման գործոններն առկա են բոլոր էլեմենտներում, դրանց բացասական ազդագերծումն արդյունավետ կերպով կարելի է իրականացնել աշխատանքային մակերևույթների որոշակի Δh խորությամբ մակակոփման միջոցով, որը կապահովի $K_{\sigma D} \leq 1$ կամ $K_\sigma / K_{\sigma D} \approx 1$ պայմանը: Այդ նպատակով դիտարկված են աղ. 1-ում ներկայացված տվյալները և յուրաքանչյուր $\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h$ և $d = 7,5 \dots 20,0$ մմ արժեքի համար համեմատված են $K_\sigma / K_{\sigma D}, K_{v\sigma}$ և $K_{\sigma D}$ գործակիցների միջակայքերը (աղ. 2, տրված է նաև միջնարժեքային դիմացկունության սահմանի փոփոխությունը՝ $\delta \bar{\sigma}_{R(v)} = (K_{\sigma D} - 1) \cdot 100 \%$) [4]:

Աղյուսակ 1

$K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիայի ռեգրեսիայի հավասարումները ($R^2 = 1,0$)

N°	$d, \text{մմ}$	Δh	$K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma)$ ռեգրեսիայի հավասարումները, $d = 7,5 \dots 20,0$ մմ, $\Delta h = 0 \dots 0,15$ մմ, ($x = \bar{\alpha}_\sigma$)
1	7,5	0	$K_{d\sigma} = 1,0$
2		0,05	$K_{d\sigma} = 1,0$
3		0,10	$K_{d\sigma} = 1,0$
4		0,15	$K_{d\sigma} = 1,0$
5	10	0	$K_{d\sigma} = 0,0712x^3 - 0,4023x^2 + 0,7055x + 0,5515$
6		0,05	$K_{d\sigma} = 0,0907x^3 - 0,5360x^2 + 0,9883x + 0,4080$
7		0,10	$K_{d\sigma} = 0,1897x^3 - 1,0629x^2 + 1,8441x - 0,0260$
8		0,15	$K_{d\sigma} = 0,1379x^3 - 0,7863x^2 + 1,3914x + 0,0220$
9	15	0	$K_{d\sigma} = 0,1310x^3 - 0,7349x^2 + 1,2778x + 0,1800$
10		0,05	$K_{d\sigma} = 0,2362x^3 - 1,3848x^2 + 2,5272x - 0,4897$
11		0,10	$K_{d\sigma} = 0,3017x^3 - 1,6895x^2 + 2,9311x - 0,6403$
12		0,15	$K_{d\sigma} = 0,2122x^3 - 1,2008x^2 + 2,1127x - 0,2102$
13	20	0	$K_{d\sigma} = 0,2556x^3 - 1,4278x^2 + 2,4740x - 0,4888$
14		0,05	$K_{d\sigma} = 0,2693x^3 - 1,5813x^2 + 2,8952x - 0,7212$
15		0,10	$K_{d\sigma} = 0,3691x^3 - 2,0819x^2 + 3,6449x - 1,0542$
16		0,15	$K_{d\sigma} = 0,2061x^3 - 1,1684x^2 + 2,0671x - 0,2028$

Դիտարկվող $\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d$ պարամետրերի միջակայքերի համար ամրացման գործակցի $K_{v\sigma} = 1,20 \dots 1,79$ արժեքներն ազդագրվում են երկրաչափական և լարումների կուտակման գործոնները, իսկ որոշ դեպքերում նույնիսկ ապահովում են $\bar{\sigma}_R > \bar{\sigma}_{R0}$ պայմանը, ինչը ոչ միայն վկայում է նշված գործոնների ազդեցությունների փոխադարձ հավասարակշռման, այլ նաև ամրացման տեխնոլոգիական որոշ ռեժիմների դեպքում ելման արժեքների նկատմամբ էլեմենտների դիմացկունության սահմանների գերազանցման մասին [12]:

Հարթ էլեմենտների համար ($\bar{\alpha}_\sigma = 1,00$) տրամագծի աճի պատճառով $\bar{\sigma}_{R(v)}$ դիմացկունության սահմանի նվազումը հասնում է 23 %-ի, իսկ $\Delta h = 0,15$ մմ մակակոփումն ապահովում է ոչ միայն $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի արժեքի վերականգնում, այլ նաև որոշակի աճ 10...13 %-ի սահմաններում: Այս երևույթն առավել ցայտուն է հանդես գալիս լարումների կուտակման միջին մակարդակներում ($\bar{\alpha}_\sigma = 1,25 \dots 1,75$): Եթե չմակակոփված էլեմենտների դիմացկունության սահմանը նվազում է 46...95 %-ով, ամրացման դեպքում ($\Delta h = 0,15$ մմ) այն վերականգնվում և 8...13 %-ով գերազանցում է ելքային տվյալները: Լարումների կուտակման բարձր մակարդակի դեպքում ($\bar{\alpha}_\sigma = 2,75$) չամրացված էլեմենտների $\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի անկումը նշանակվում է՝ 156...200 %, որն առաջադրում է ամրացման տեխնոլոգիայի պարտադիր կիրառումն այդ հանգույցների կրողունակության անհրաժեշտ աստիճանն ապահովելու նպատակով: Ըստ տվյալների՝ $\Delta h = 0,15$ մմ-ում անկումը նվազում և հասնում է 6...14 %-ի, իսկ $\Delta h > 0,15$ մմ-ի դեպքում նույնիսկ հնարավոր է ելքային տվյալների գերազանցում:

Աղյուսակ 2

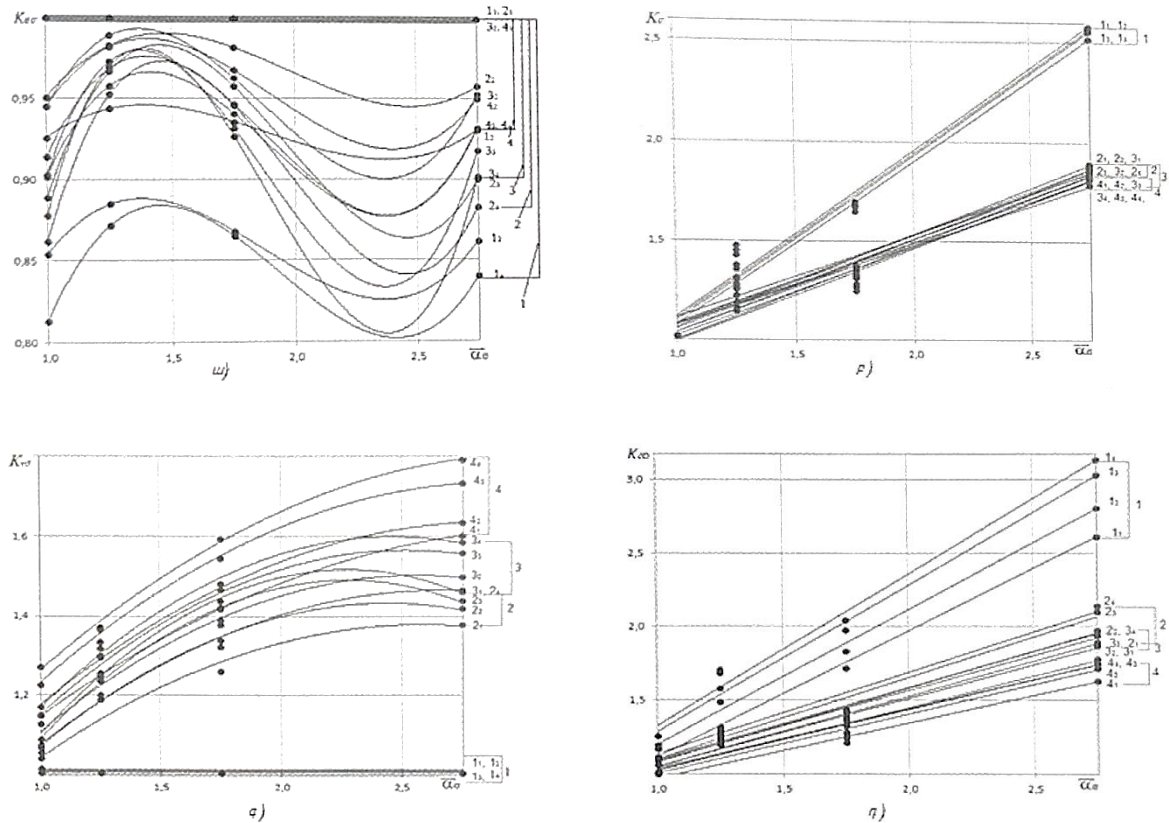
$K_\sigma / K_{\sigma D}, K_{v\sigma}, K_{\sigma D}$ գործակիցների և $\delta\bar{\sigma}_{R(v)}$ -ի միջակայքային արժեքները $d = 7,5 \dots 20,0$ մմ-ի դեպքում

№	$\bar{\alpha}_\sigma$	$\Delta h, \text{մմ}$	$K_\sigma / K_{d\sigma}$	$K_{v\sigma}$	$K_{\sigma D}$	$\delta\bar{\sigma}_{R(v)}$
1	1,00	0	1,00...1,23	1,00	1,00...1,23	0...+ 23
		0,05	1,00...0,86	1,01...1,07	0,99...1,08	-1...+ 8
		0,10	1,00...0,88	1,07...1,15	0,94...0,99	-6...- 1
		0,15	1,00...0,90	1,15...1,27	0,87...0,90	-13...- 10
2	1,25	0	1,46...1,56	1,00	1,46...1,57	+46...+ 56
		0,05	1,24...1,18	1,19...1,30	1,05...0,91	+5...- 9
		0,10	1,30...1,21	1,20...1,34	1,08...0,91	+8...- 9
		0,15	1,34...1,32	1,25...1,37	1,07...0,96	+7...- 4
3	1,75	0	1,68...1,95	1,00	1,68...1,95	+68...+ 95
		0,05	1,35...1,30	1,26...1,42	1,07...0,91	+7...- 9
		0,10	1,34...1,36	1,34...1,48	1,00...0,92	0...- 8
		0,15	1,36...1,38	1,42...1,60	0,96...0,87	-4...- 13
4	2,75	0	2,56...3,00	1,00	2,56...3,00	+156...+ 200
		0,05	1,88...2,07	1,38...1,46	1,36...1,42	+36...+ 42
		0,10	1,86...2,01	1,47...1,59	1,27...1,26	+27...+ 26
		0,15	1,83...1,90	1,60...1,79	1,14...1,06	+14...+ 6

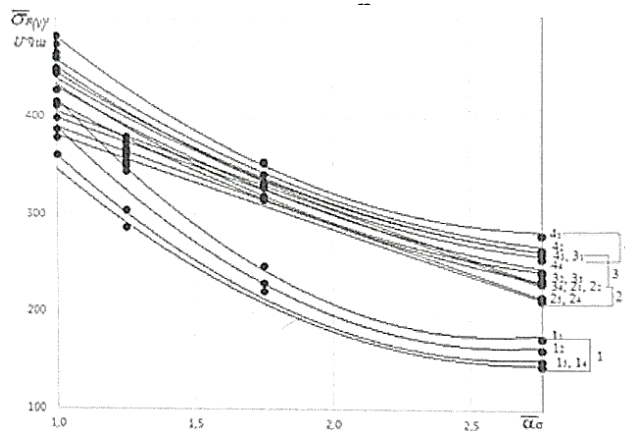
Տվյալները վկայում են նաև ամրացնող տեխնոլոգիաների մեկ այլ առանձնահատուկ դրսևորման մասին. դրանց արդյունավետությունը զգալիորեն աճում է երկրաչափական և լարումների

կուտակման գործոնների ներգործման աստիճանի բարձրացման հետ մեկտեղ, որը շատ է կարևորվում մեծ հզորության և բարձր արտադրողական ԳՏՀ-ի ուժային հանգույցներում ամրացման տեխնոլոգիաների կիրառման գործընթացներում օպտիմալ տեխնոլոգիական ռեժիմներ ընտրելու հարցում:

Նույն սկզբունքով կազմված և դիտարկված են (2)-ի III համակարգի պարամետրական ֆունկցիաներն ըստ $\bar{\alpha}_\sigma$ արգումենտի և $\Delta h, d$ պարամետրերի (նկ.1, 2):



Նկ. 1. Ֆունկցիաների փոփոխությունը՝ $\omega - K_{d\sigma} = \psi_1(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$, $\rho - K_\sigma = \psi_2(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$, $\alpha - K_{v\sigma} = \psi_3(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$, $\eta - K_{\sigma D} = \psi_4(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$: Եզրային նշանակումներն ըստ տրամագծի՝ $(1_1, \dots, 1_4) - 7,5$ մմ, $(1_1, \dots, 2_4) - 10,0$ մմ, $(3_1, \dots, 3_4) - 15,0$ մմ, $(4_1, \dots, 4_4) - 20,0$ մմ



Նկ. 2. $\bar{\sigma}_{R(v)} = \psi_5(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիաների փոփոխությունը (նշանակումները նույնն են, ինչ նկ. 1-ում)

Որպես առանձնահատկություն կարելի է նշել $K_\sigma = \psi_2(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիայի ուղղագծային փոփոխությունը (նկ. 1բ), որն, անկասկած, բխում է K_σ -ի և $\bar{\alpha}_\sigma$ -ի փոխադարձ կապի հայտնի արտահայտությունից՝ $K_\sigma = 1 + q_\sigma(\alpha_\sigma - 1)$, ուր q_σ -ի արժեքը յուրաքանչյուր կոնստրուկցիոն պողպատի մակնիշի համար հաստատուն մեծություն է: Այդ պատճառով $K_{\nu\sigma} = \psi_3(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիայի ցածր գրադիենտի առկայությամբ (նկ. 1գ) գրեթե զծային օրենքով է փոփոխվում, ինչպես նաև $K_{\sigma D} = \psi_4(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիան (նկ. 1դ), $\bar{\sigma}_{R(\nu)} = \psi_5(\bar{\alpha}_\sigma, \Delta h, d)$ ֆունկցիոնալ կապը $d > 10$ մմ տրամագծային միջակայքի համար (նկ. 2):

Եզրակացություն

Աշխատանքը նվիրված է ՄՊԴ-ի կիրառմամբ ԳՏՀ-ի պատասխանատու էլեմենտների հոգնածային դիմադրության գործակիցների և դիմացկունության սահմանների ընդհանրական գնահատման հարցերին և ձևակերպվել է համապատասխան մաթեմատիկական մոդել, նույն ձևով կիրառելով հավասարումների համակարգերում առաջադրված արգումենտների առաջնայնության սկզբունքը: Ընտրված են գործնական նշանակություն ունեցող հավասարումների համակարգերի տարբերակներ, որոնց համար հետազոտվել են գործակիցների և դիմացկունության սահմանների փոփոխման առանձնահատկությունները: Ցույց է տրված, որ ամրացման գործոնն առաջնային է, որին հետևում են լարումների կուտակման, ապա և երկրաչափական գործոնները: Հաշվի առնելով գործակիցների ներքին կառուցվածքային կապերը, ձևավորվել են փոխկապակցված պարամետրական հավասարումներ, իսկ դրանց միջոցով՝ երեք ամփոփիչ համակարգեր, նշված մեծությունների օպտիմալ և փոխկապակցված արժեքների համալիր որոշման համար: Հնարավոր է լուծել նաև ուղիղ և հակադարձ բնույթի խնդիրներ, որը հնարավոր է միայն ազդող գործոնների համալիր գնահատման դեպքում:

Ներկայացված է էլեմենտների ամրացման գործընթացի ընդհանուր մաթեմատիկական մոդելը բազմապարամետրական ֆունկցիայի տեսքով, որը գործնական կիրառման համար փոխարինված է պարամետրական հավասարումների համակարգով: Առաջադրված է հավասարումների պարամետրերից մեկի, որպես արգումենտի, առաջնայնության սկզբունքը, որը բխում է արտադրության պահանջներից: Ցույց է տրված, որ ՄՊԴ-ի շնորհիվ էլեմենտների դիմացկունության սահմանի աճը զգալիորեն ազդազերծում է մասշտաբային գործոնի և լարումների կուտակման համալիր ազդեցությունը:

Գրականության ցանկ

- [1] **Я.И. Барац, Л.Р. Милованова**, Обработка поверхностей отверстий методом поверхностно-пластического деформирования с образованием регулярного микрорельефа, Металлообработка 3 (2006) 28-34.
- [2] **С.А. Власов, Т.А. Рыбинская**, Упрочнение деталей поверхностным пластическим деформированием, Студенческая наука XXI века: Мат. VIII Междунар. студенч. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 25 янв. 2016 г.) Т. 2 (1 (8)) (2016) 56-57, ЦНС «Интерактив плюс», Чебоксары.

- [3] **В.Я. Герасимов, В.Ф. Губанов**, Применение неразрушающих методов контроля качества механической обработки цилиндрических поверхностей деталей, Изв. вузов. Машиностроение 11 (2005) 58-62.
- [4] **U.Ahrens**, Beanspruchungsabhängiges Umwandlungsverhalten und Umwandlungsplastizität niedrig legierter Stähle mit unterschiedlich hohen Kohlenstoffgehalten: Dissertation, University of Paderborn, 2003.
- [5] **В.Ф. Губанов**, Параметры шероховатости выглаженных поверхностей. Упрочняющие технологии и покрытия 11 (2010) 6-9.
- [6] **В.Ф. Губанов и др.**, Технология обработки обкатовыглаживанием. Ремонт, восстановление, модернизация 11 (2008) 36-38.
- [7] **А.В. Ежелев, И.Н. Бобровский, А.А. Лукьянов**, Анализ способов обработки поверхностно-пластическим деформированием. Фундаментальные исследования 6-3 (2012) 642-646.
- [8] **И.М. Жарский и др.**, Технологические методы обеспечения надежности машин, Высшая школа, Минск, 2010, 336 с.
- [9] **А.И. Мозгунова**, Разработка и исследование рациональных режимов поверхностного пластического деформирования в комбинированных методах упрочнения деталей: дисс. ... канд. техн. наук., Волгоград, 2006, 178 с.
- [10] **А.М. Нежинский**, Совершенствование технологии обработки поверхностей деталей машин методами поверхностно-пластического деформирования. Технология машиностроения 10 (2007) 13-22.
- [11] **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.
- [12] **М.Е. Попов и др.**, Технологические процессы поверхностного пластического деформирования: Моногр. Изд-во ИрГТУ, Иркутск, 2007, 404 с.
- [13] **Т.Ю. Степанова**, Технология поверхностного упрочнения деталей машин, Иваново, 2009, 64 с.
- [14] **А.Г. Суслов, Р.В. Гуров**, Проектирование операций отделочно-упрочняющей обработки поверхностно-пластическим деформированием. Упрочняющие технологии и покрытия 3 (2010) 14 - 17.
- [15] **M. Dalgic, A. Irretier Zoch HW.**, Transformation plasticity at different phase transformation of a through hardening bearing steel. Int. Journ. Microstruct. Mater. Prop. 3-1 (2008) 49-64.
- [16] **С.А. Силантьев**, Повышение эффективности статико-импульсной обработки управлением технологическими режимами и параметрами генератора импульсов: автореф. дисс. ... канд. техн. наук, Орел, 2003, 18 с.
- [17] **Д.В. Соловьев, А.В. Киричек, А.Г. Лазуткин**, Технология и оборудования статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием, Библиот. технолога. Машиностроение, Москва, 2004, 288 с.
- [18] **T. Kasuya, R. Hamamura, H. Murakawa**, Martensite transformation of a Cr–Ni type weld metal and its application to analysis of welded joints, Weld World 58 (2014) 477–489.
- [19] **В.П. Когаев**, Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени, Машиностроение, Москва, 2003, 232 с.
- [20] **М.С. Торосян, М.Г. Стакян**, Учет комплексного воздействия упрочняющих технологий на сопротивление усталости валов транспортных средств, в: Сб. мат. междунар. науч.-практ. конф.: “Логистика, транспорт, экология”, 28-29 окт., Ереван, 2016, 97-105.
- [21] **Մ.Ս. Թորոսյան, Մ.Գ. Ստակյան**, Մերենամասերի հոգնածային դիմադրության ցուցանիշների փոխադարձ կապն ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառման դեպքում. Հայաստանի ճարտ. ակադ. լրաբեր 14(1) (2017) 90-95:

- [22] Ն.Վ. Փիրումյան, Մ.Ս. Թորոսյան, Մ.Գ. Ստակյան, Մեքենամասերի հոգնածային դիմադրության բարձրացումը ամրացնող տեխնոլոգիաների կիրառմամբ. ՀՀՀԱՀ տեղեկագիր 1(62) (2019) 31-39:
- [23] М.С. Торосян, М.Г. Стакян, Исследование воздействия упрочняющих технологий на показатели сопротивления усталости валов. Вестн. НПУА. Сб. научн. статей Ч. 2 (Чартарагет, Ереван, 2017) 526-537.
- [24] В.И. Бутенко и др., Возможности и перспективы отделочно-упрочняющей обработки деталей многоконтактным виброударным инструментом, Изв. ЮФУ. Технические науки 9 (53) (2005) 146.
- [25] В.А. Горохов, Высокоэффективные, ресурсосберегающие и экологически чистые технологии и оснащение обработки поверхностным пластическим деформированием. Тяжелое машиностроение 7 (2004) 27-30.
- [26] А.Ф. Дашенко, В.С. Кравчук, В.Д. Иоргачев, Несущая способность упрочнения деталей машин, Астропринт, Одесса, 2004, 160 с.
- [27] И.М. Жарский и др., Технологические методы обеспечения надежности машин, Высшая школа, Минск, 2010, 336 с.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Мигран Григорьевич Стакян*, Нарине Виликовна Пирумян, Ангин Викторвна Мартиросян, Ашот Юрьевич Сафарян

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

*stakyan.mihran@yandex.ru

Рассмотрены вопросы повышения усталостной прочности ответственных элементов газотранспортной системы, поверхности которых подвергаются пластической деформации упрочняющим устройством, действующим по принципу круговой обкатки. Учитывая широкий спектр воздействия разнохарактерных факторов и вариантов их сочетания, для достижения необходимого уровня несущей способности ответственных элементов классифицированы и оформлены задачи для уточнения вида упрочняющей технологии, конструкционных материалов, геометрических параметров элементов и режимов нагружения, что позволяет из ранее выполненных подобных исследований выбрать необходимые данные для полученных решений и их применения. Выявлен приоритетный характер (около 75%) усталостных явлений в ответственных элементах трубопровода, в связи с чем классифицированы действующие факторы (внешние и внутренние). Применяя метод системного анализа, факторы, соответствующие усталостным явлениям, представлены с различными числом и сочетаниями, из которых для приоритетных вариантов оформлены три системы взаимосвязанных регрессионных параметрических уравнений, которые являются математической моделью несущей способности элементов. Применением указанных уравнений возможно быстро рассчитывать необходимые параметры в проектно-технологических процедурах газотранспортной системы с целью решения прямых и обратных задач.

Ключевые слова: газотранспортная система, трубопровод, действующий фактор, усталостная прочность, математическая модель

STRESS CONCENTRATION FACTOR IMPACT ON BEARING CAPACITY OF ELEMENTS OF GAS TRANSPORTATION SYSTEM

Mihran Stakyan*, Narine Pirumyan, Angin Martirosyan, Ashot Safaryan

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

*stakyan.mihran@yandex.ru

The issues of increasing the fatigue strength of critical elements of the gas transportation system, the surfaces of which are subjected to plastic deformation by a hardening device operating under the principle of circular rolling, have been considered. Taking into account the wide range of impact of various factors and options of their combinations, in order to achieve the required level of bearing capacity of the critical elements, the tasks have been classified and formulated to clarify the type of hardening techniques, structural materials, geometric parameters of the elements, and loading modes, which makes it possible to select the necessary data from previously conducted similar studies for the obtained solutions and their application. The priority nature (approximately 75%) of fatigue phenomena in critical pipeline elements has been revealed; thus, the acting factors (both external and internal) were classified. Using the system analysis method, the factors corresponding to the fatigue phenomena were represented in various quantities and combinations, from which three systems of interrelated regression parametric equations were developed for the priority options; these equations are a mathematical model of the bearing capacity of the elements. Using the specified equations, it is possible to quickly calculate the necessary parameters in the design and technological procedures of a gas transportation system to solve direct and inverse problems.

Keywords: gas transportation system, pipeline, acting factor, fatigue strength, mathematical model

Ստակյան Միհրան Գրիգորի, տ.գ.դ., պրոֆեսոր (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ավագ գիտաշխատող, (+374)10554362, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Փիրումյան Նարինե Վիլիկի, տ.գ.թ.** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ավագ գիտաշխատող, (+374)77700901, pirumyan@gmail.com, **Մարտիրոսյան Անգին Վիկտորի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Մաթեմատիկայի, շինարարական մեխանիկայի և ֆիզիկայի դեպարտամենտ, (+374)94762396, angin84@mail.ru, **Սաֆարյան Աշոտ Յուրիի, ճ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) - ՃՇՀԱՀ, Ճարտարապետության տեսության, պատմության և ժառանգության ամբիոն, (+374)77700904, ayusafaryan@gmail.com

Стакян Мигран Григорьевич, д.т.н., профессор (РА, г. Ереван) - НУАКА, старший научный сотрудник, (+374)10554362, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Пирумян Нарине Виликовна, к.т.н.** (РА, г. Ереван) - НУАКА, старший научный сотрудник, (+374)77700901, pirumyan@gmail.com, **Мартirosян Ангин Викторовна, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Математики, строительной механики и физики, (+374)94762396, angin84@mail.ru, **Сафарян Ашот Юрьевич, к.архит., доцент** (РА, г. Ереван) - НУАКА, кафедра Теории, истории и наследия архитектуры, (+374)77700904, ayusafaryan@gmail.com

Stakyan Mihran, Doctor of Science (engineering), professor (RA, Yerevan) - NUACA, Senior scientific researcher, (+374)10554362, (+374)33554560, stakyan.mihran@yandex.ru, **Pirumyan Narine, doctor of philosophy (Ph.D) in Engineering** (RA, Yerevan) - NUACA, Senior scientific researcher, (+374)77700901, pirumyan@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, **Safaryan Ashot, doctor of philosophy (Ph.D) in Architecture, Associate Professor** (RA, Yerevan) - NUACA, Chair of Theory, History, and Heritage of Architecture, (+374)77700904, ayusafaryan@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 11.06.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 22.07.2026.

Ընդունվել է տպագրության՝ 30.09.2026թ.

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.	Ալեքսանյան Արմենուհի Ալբերտի Ք. Երևանի 20-րդ դարի ճարտարապետական ժառանգության պահպանության ոլորտում առկա իրավական բացերը _____	3
2.	Ալեքսանյան Արմենուհի Ալբերտի, Հովսեփյան Արա Հրայրի Ք. Երևանի 20-րդ դարի շենքերի պահպանության և վերակառուցման հակասությունները _____	19
3.	Աղաջանյան Հերմինե Ալբերտի, Հայրապետյան Սաթենիկ Մելյանի Շինարարական լոգիստիկայի կազմակերպչատեխնոլոգիական արդիականացումը BIM-ի կիրառմամբ. ուսումնասիրություն Հայաստանի օրինակով _____	35
4.	Գևորգյան Անի Համբարձումի, Կոբեյան Վահան Սուրիկի, Հակոբյան Մարիաննա Պողոսի Հայաստանի և Թուրքիայի ջրամբարների պատվարների սեյսմիկ անվտանգության համեմատական գնահատում _____	43
5.	Կրոյան Սամվել Զալիբեկի, Մարգարյան Ժորա Սմբատի, Կրոյան Նարեկ Սամվելի ՀՀ բնակավայրերի կադաստրային քարտեզներում հայտնաբերված սխալների ուղղումն օրթոֆոտոհատակագծերի կիրառմամբ _____	55
6.	Հայրապետյան Աննա Հայրապետի Ավտոճանապարհների անվտանգության տարրերի ազդեցությունը ճանապարհատրանսպորտային պատահարների ծանրության աստիճանի նվազեցման վրա _____	65
7.	Հարությունյան Վալերիկ Մամիկոնի, Մոսիկյան Կարապետ Հակոբի, Ներսիսյան Սամվել Արամի, Հայրապետյան Աննա Հայրապետի Լեռնային ճանապարհներին ավտոգնացքների վթարայնության ռիսկերի գնահատումը _____	74
8.	Ղարիբյան Հայկ Ստյոպայի Փոստրակների շեփերի վարքագծի վրա փորման խորության և ամրացման համակարգի ազդեցությունը _____	81
9.	Ղուլյան Արմինե Բագրատի, Նորամիրյան Ռոբերտ Կարենի, Կիրակոսյան Խաչիկ Հայկի, Մանուկյան Արթուր Պետրոսի Բետոնի խնամքի արդյունավետ եղանակների ընտրություն և դրանց բարելավման առաջարկություններ _____	95
10.	Մինասյան Սերգեյ Աշոտի, Առաքելյան Մարիամ Արմենի, Բաղդասարյան Աշոտ Գևորգի Բազմաբնակարան շենքերում վերականգնվող էներգիայի բաշխման հիմնախնդիրները Հայաստանի տվյալներով (2015–2024) _____	109
11.	Նադարյան Նարե Թաթուլի Քանդակագործության արվեստաբանական մեկնաբանության հիմնախնդիրները _____	118
12.	Պետրոսյան Հովսեփ Սերգեյի, Վարդանյան Մանուկ Ռազմիկի, Ալեքսանյան Վալերի Ալեքսանդրի, Պետրոսյան Ստեփան Կարենի, Ախոյան Ֆրեդ Ֆուրմանի ՀՀ պաշտպանության և անվտանգության կարիքների համար նավիգացիոն ռեֆերենց կայանների ցանցի ստեղծման հիմնավորումները _____	127
13.	Ստակյան Միհրան Գրիգորի, Փիրումյան Նարինե Վիլիկի, Մարտիրոսյան Անգին Վիկտորի, Սաֆարյան Աշոտ Յուրիի Լարումների կոնցենտրացիայի գործոնի ազդեցությունը գազատրանսպորտային համակարգի էլեմենտների կրողունակության վրա _____	140
	Հեղինակներին _____	155

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.	Алексанян Арменуи Альбертовна Правовые пробелы в сфере сохранения архитектурного наследия г. Еревана 20-го века _____	3
2.	Алексанян Арменуи Альбертовна, Овсепян Ара Грайрович Противоречия при сохранении и реконструкции зданий 20-го века в г. Ереване _____	19
3.	Агаджанян Эрмине Альбертовна, Айрапетян Сатеник Сейрановна Организационно-технологическая модернизация строительной логистики на основе BIM: исследование на примере Армении _____	35
4.	Геворгян Ани Амбарцумовна, Кобелян Ваган Суренович, Акопян Марианна Погосовна Сравнительная оценка сейсмической безопасности плотин Армении и Турции _____	43
5.	Кроян Самвел Залибекович, Маргарян Жора Смбагович, Кроян Нарек Самвелович Исправление ошибок, обнаруженных на кадастровых картах населенных пунктов РА с помощью ортофотопланов _____	55
6.	Айрапетян Анна Айрапетовна Влияние элементов безопасности автомобильных дорог на снижение степени тяжести дорожно-транспортных происшествий _____	65
7.	Арутюнян Валерик Мамиконович, Мосикян Карапет Акопович, Нерсисян Самвел Арамович, Айрапетян Анна Айрапетовна Оценка рисков аварийности автопоездов на горных автомобильных дорогах _____	74
8.	Гарибян Айк Стёпаевич Влияние глубины выемки грунта и удерживающей системы на поведение откосов котлованов _____	81
9.	Гулян Арминэ Багратовна, Норамирян Роберт Каренович, Киракосян Хачик Гайкович, Манукян Артур Петрович Выбор эффективных методов ухода за бетоном и предложения по их улучшению _____	95
10.	Минасян Сергей Ашотович, Аракелян Мариам Арменовна, Багдасарян Ашот Геворгович Проблемы распределения возобновляемой энергии в многоквартирных зданиях на основе данных из Армении (2015–2024) _____	109
11.	Надарян Наре Татуловна Методологические проблемы искусствоведческой интерпретации скульптуры _____	118
12.	Петросян Овсеп Сергеевич, Варданян Манук Размикевич, Алексанян Валерий Александрович, Петросян Степан Каренович, Ахоян Фред Фурманович Обоснование создания сети навигационных референчных станций для нужд обороны и безопасности РА _____	127
13.	Стакян Мигран Григорьевич, Пирумян Нарине Виликовна, Мартirosян Ангин Викторовна, Сафарян Ашот Юрьевич Влияние фактора концентрации напряжений на несущую способность элементов газотранспортной системы _____	140
	Авторам _____	159

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.	Aleksanyan Armenuhi	
	Legal gaps in the preservation of Yerevan's 20th-century architectural heritage _____	3
2.	Aleksanyan Armenuhi, Hovsepyan Ara	
	Contradictions of the preservation and reconstruction of 20th - century buildings in Yerevan _____	19
3.	Aghajanyan Hermine, Hayrapetyan Satenik	
	BIM-based organizational and technological modernization of construction logistics: a case study of Armenia _____	35
4.	Gevorgyan Ani, Kobelyan Vahan, Hakobyan Marianna	
	Comparative seismic safety assessment of dams in Armenia and Turkey _____	43
5.	Kroyan Samvel, Margaryan Jora, Kroyan Narek	
	Correction of errors detected in the cadastral maps of settlements in the Republic of Armenia using orthophotoplans _____	55
6.	Hayrapetyan Anna	
	The impact of road safety elements on reducing the severity of road traffic accidents _____	65
7.	Harutyunyan Valerik, Mosikyan Karapet, Nersisyan Samvel, Hayrapetyan Anna	
	Assessment of accident risks of trucks on mountain roads _____	74
8.	Gharibyan Hayk	
	Influence of excavation depth and retaining system on the behavior of excavation slopes _____	81
9.	Ghulyan Armine, Noramiryan Robert, Kirakosyan Khachik, Manukyan Artur	
	The main issues of choosing effective concrete curing methods and providing information on their implementation _____	95
10.	Minasyan Sergey, Arakelyan Mariam, Bagdasaryan Ashot	
	Challenges of renewable energy distribution in multi-apartment residential buildings: evidence from Armenia (2015–2024) _____	109
11.	Nadaryan Nare	
	Methodological challenges of art historical interpretation of sculpture _____	118
12.	Petrosyan Hovsep, Vardanyan Manuk, Petrosyan Stepan, Akhoyan Fred	
	Rationale for the creation of a network of navigation reference stations for the needs of the defense and security of the Republic of Armenia _____	127
13.	Stakyan Mibran, Pirumyan Narine, Martirosyan Angin, Safaryan Ashot	
	Stress concentration factor impact on bearing capacity of elements of gas transportation system _____	140
	To the authors _____	163

Համարի պատասխանատու՝

Արմենուհի Ալեքսանյան

Խմբագրում, սրբագրում, համակարգչային ձևավորում՝

Արմենուհի Ալեքսանյան
Զարուհի Մուրադյան
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