

**ԵՐԵՎԱՆԻ ՔԱՂԱՔԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ՆՈՐ ՀԻՐԲԻԴԱՅԻՆ ՈՒՂԱՀԱՅԱՑԱՑ
ԱՎՏՈՎԱՅԱՆՄԱՆ ՄՈԴՈՒԼՆԵՐԻ ՆԵՐԴՐՄԱՆ ԱՌԱՋԱՐԿ**

**Վալերիկ Մամիկոնի Հարությունյան¹, Արման Տիգրանի Սարգսյան²,
Խաչատուր Գազիկի Խաչատրյան², Հասմիկ Գառնիկի Հարությունյան¹**

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

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

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

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

Ներածություն

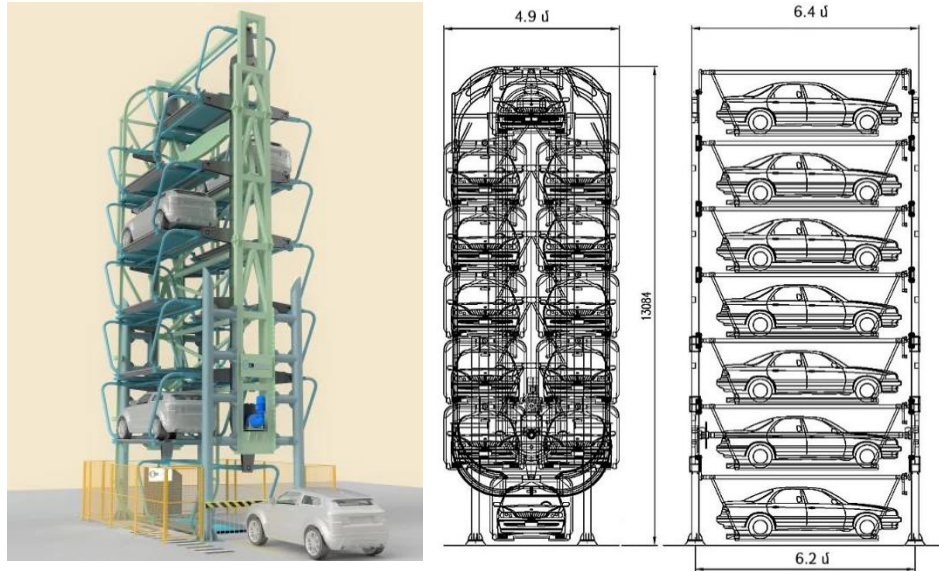
Ավտոկայանման հիմնախնդիրն այսօր դարձել է խոշոր քաղաքների ամենախնդրահարույց հարցերից մեկը՝ ոչ միայն տրանսպորտային, այլև սոցիալ-քաղաքաշինական: Երևան քաղաքի հագեցած կառուցապատման, ավտոմեքենաների թվի կայուն աճի և հասարակական տրանսպորտի բարեկարգմամբ պայմանավորված սահմանափակումների պայմաններում, խնդիրը ստացել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

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

Նյութեր և մեթոդներ

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

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



Նկ. 1. Հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլի սխեմատիկ տեսքը

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

$$C_{հիբ.} = C_{ստ.} \cdot (1 - \alpha), \tag{1}$$

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

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

Աղյուսակ 1

Մոդուլի արժեքային կառուցվածքն ըստ բաղադրիչների և խնայողության գործակիցների

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

Աղ. 1-ի շարունակություն

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

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

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

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

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

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

$$P_0 = \frac{54020 + 4680 \cdot 15}{12 \cdot 15 \cdot (252 \cdot 13)} = \frac{124700}{589680} = 0,211 \text{ \$/ժ} \approx 100 \text{ դր./ժ} :$$

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

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

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

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

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

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

$$P = P_0.(1+0,3) = 100.1,3 = 130 \text{ դր./ժամ} :$$

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

Արդյունքներ և քննարկում

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

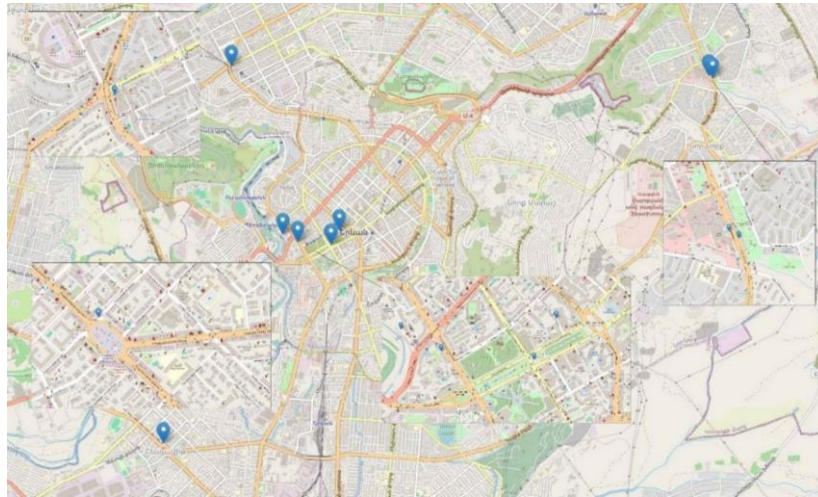
- տեղադրման նվազագույն մակերես $\approx 30...35 \text{ մ}^2$ (2 ավտոմեքենայի չափ),
- հասանելիություն հանրային տրանսպորտի կանգառներին ($\leq 150 \text{ մ}$),
- ստորգետնյա և վերգետնյա խոչընդոտների վերաբերյալ տեղեկատվության հավաքագրում:

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

Աղյուսակ 2

Հիբրիդային ուղղահայաց կայանման մոդուլների տեղակայման առաջարկվող վայրերը

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



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

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

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

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

Այս նպատակով կիրառվում է հետևյալ պարզեցված ժամանակային ֆունկցիան՝

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

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

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

Աղյուսակ 3

Ամրագրված օգտատերերի ժամանման պահերի գնահատականն ու ակտիվության կարգավիճակը

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

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

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

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

- **տարածքի արդյունավետ օգտագործում** – $30\dots35$ u^2 տարածքում ապահովում է 12 -ից 16 ավտոմեքենայի կայանում,
- **ինքնարժեքի նվազեցում** – վերամշակված մասերի կիրառմամբ սարքավորման արժեքը նվազում է շուրջ $26\dots30$ %-ով,
- **կարճ վերադարձի ժամկետ** – համաձայն միջազգային փորձի, ուղղահայաց ավտոկայանման մոդուլների ներդրումները վերադառնում են $4\dots6$ տարում,
- **սոցիալական սակագնային քաղաքականություն** – տարբեր խմբերի համար գների ճկունությունը բարձրացնում է սարքավորման կիրառելիությունը և եկամուտների կայունությունը:

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

$$\mathcal{E}_m = P \cdot V \cdot T, \tag{6}$$

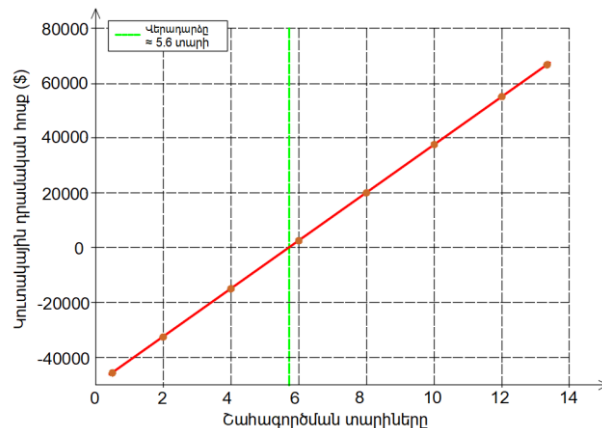
$$\mathcal{E}_m = 130 \cdot 12 \cdot 13 \cdot 252 = 5\,110\,560 \text{ } \eta\eta. \text{ (}\sim 13\,205,6 \text{ \$):}$$

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

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

Իսկ ներդրման վերադարձի ժամկետ կլինի (նկ. 3).

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



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

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

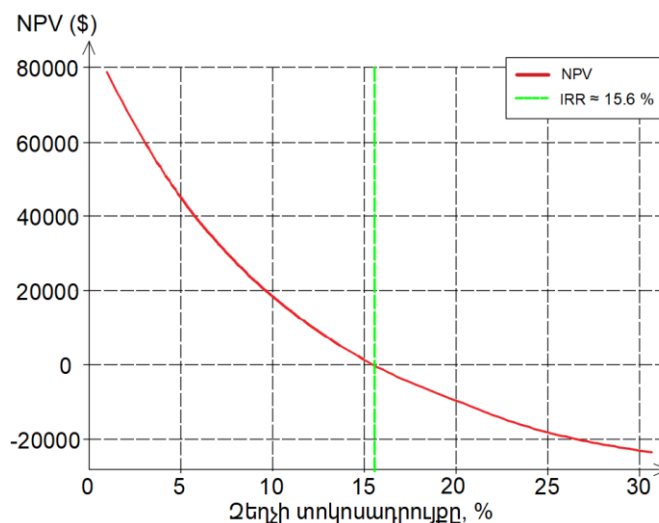
$$NPV = \sum_{t=1}^{15} \frac{C_{շահ.}}{(1+r)^t} - C_{հիբ.} = \sum_{t=1}^{15} \frac{9,605}{(1+0,10)^t} - 54 500 \approx + 18 561 \text{ USD} : \quad (9)$$

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

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

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

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



Նկ. 4. Զուտ ներկա արժեքի փոփոխությունը զեղչի տոկոսադրույքի նկատմամբ

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

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

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

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

Եզրակացություն

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

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

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

Գրականության ցանկ

- [1] **Ա.Տ. Սարգսյան, Խ.Գ. Խաչատրյան**, Երևան քաղաքի տրանսպորտային հիմնախնդիրների լուծումը ժամանակակից տեխնոլոգիաների ներդրմամբ, Ազրոգիտություն և տեխնոլոգիա 3/38 (2023) 224-230, DOI: 10.52276/25792822-2023.3-224.
- [2] **D. Shoup**, Pricing curb parking. Transportation Research Part A: Policy and Practice 154 (2021), DOI: 10.1016/j.tra.2021.04.012.
- [3] **А.Г. Кравец, А.А. Астанков, Г.А. Мокрушин**, Виртуальный ассистент водителя для поиска места на открытой парковке, Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии 2(58) (2022) 35-44.
- [4] Modern Challenges of a Capital City, <<https://evnreport.com/raw-unfiltered/modern-challenges-of-a-capital-city-part-2-transportation/>> (05.06.2025).
- [5] **П.В. Попов, А.Г. Кравец**, Алгоритм оценки уровня эффективности логистической инфраструктуры региона, Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии 3 (2021) 54–61.
- [6] Առանձին երթևեկելի գոտիներ ավտոբուսների համար, URL: <<https://hy.armradio.am/archives/497004>> (20.06.2025).
- [7] **С.Г. Гнездилов и др.**, Развитие классификации и терминологии в области механизированных автомобильных парковок. Подъемно-транспортное дело 5-6 (2009) 12–14.
- [8] **A.D. Zhukov**, Parking lots and parkings, <<https://www.stroyka.ru/Materials/>>.
- [9] Gulf Rotary Smart Rotary Parking System Parking Solution, URL: <https://hydropark.en.made-in-china.com/product/vmJpDUgluRrX/China-Gulf-Rotary-Smart-Rotary-Parking-System-Parking-Solution.html?pv_id=1j160e2lo33e&faw_id=1j160e5itb4b&bv_id=1j160kk7j669&pbv_id=1j160dih4623l> (20.06.2025).
- [10] Parkmatic Frequently Asked Questions (02.07.2025).
- [11] **S.H. Bayih, S.L. Tilahun**. Dynamic vehicle parking pricing. A review. Operations Research and Decisions 34(1) (2024) 35-59. DOI 10.37190/ord240103.
- [12] **M. Kaci, S. Merabti, Z. Layate, H. Ait Said, S. Amrane, L. Terki**, Effective smart rotary parking management in urban areas. The Journal of Engineering and Exact Sciences 10(9):20027 (2024). DOI: 10.18540/jcecv110iss9pp20027.

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

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

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

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

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

*vmh-1961@mail.ru

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

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

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

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

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

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

*vmh-1961@mail.ru

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

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

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

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

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

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

Ներկայացվել է՝ 26.01.2026թ.

Գրախոսվել է՝ 16.02.2026.

Ընդունվել է սույազրույթյան՝ 30.04.2026թ.