

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՇԻՆԱՐԱՐՈՒԹՅԱՆ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ԱՐՄԵՆ ՎԱԼԵՐԻԿԻ ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

**ՏԱՐԲԵՐ ՄԱԿԱՐԴԱԿՆԵՐԻ ՏՐԱՆՍՊՈՐՏԱՅԻՆ ՀԱՆԳՈՒՅՑՆԵՐԻ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ՈՒՂՂՎԱԾ ԵՐԵՎԱՆ ՔԱՂԱՔՈՒՄ
ԽՃՈՂՈՒՄԱՅԻՆ ԻՐԱՎԻՃԱԿՆԵՐԻ ՆՎԱԶԵՑՄԱՆԸ**

Ե.23.03 - «Շենքերի և կառույցների ճարտարագիտական (էներգետիկ,
հիդրավլիկական և այլն) ապահովում» մասնագիտությամբ
տեխնիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման
ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ, КУЛЬТУРЫ И СПОРТА
РЕСПУБЛИКИ АРМЕНИЯ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
АРМЕНИИ

ԱՐՄԵՆՅԱՆ ԱՐՄԵՆ ՎԱԼԵՐԻԿՈՎԻՉ

**Исследование влияния разноуровневых транспортных развязок, направленное на
снижение заторовых ситуаций в городе Ереване**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.23.03 – “Инженерное (энергетическое, гидравлическое и др) обеспечение зданий и
сооружений”

ЕРЕВАН 2022

Ատենախոսության թեման հաստատվել է Ճարտարապետության և շինարարության
Հայաստանի ազգային համալսարանում

Գիտական ղեկավար՝ տեխ. գիտ. դոկտոր, պրոֆեսոր
Ե. Վ. Վարդանյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ տ.գ.դ., պրոֆեսոր Գ.Ս. Երիցյան
տ.գ.թ. Ս. Ա. Ներսիսյան
Առաջատար կազմակերպություն՝ Հայաստանի ազգային ագրարային
համալսարան (ՀԱԱՀ)

Պաշտպանությունը կայանալու է 2022թ.-ի դեկտեմբերի 13-ին ժամը 14⁰⁰-ին
Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանին
(ՃՇՀԱՀ) կից գործող ՀՀ ԲՈԿ-ի 030 մասնագիտական խորհրդում:

Հասցեն՝ 0009, ք. Երևան, Տերյան փ. 105:

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ-ի գիտական գրադարանում:

Հասցեն՝ 0079, ք. Երևան, Մառի փող. 17/1:

Սեղմագրին կարելի է ծանոթանալ ՃՇՀԱՀ-ի պաշտոնական կայքում՝

www.nuaca.am

Սեղմագիրն առաքված է 2022թ.-ի նոյեմբերի 1-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար՝

տ.գ.դ., պրոֆեսոր

Է.Հ. Խաչատրյան

Тема диссертации утверждена в Национальном университете архитектуры и строительства
Армении

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Е.В. Варданян
Официальные оппоненты: Д.т.н., профессор Г.С. Ерицян
К.т.н. С.А. Нерсисян
Ведущая организация: Армянский национальный аграрный
университет (АНАУ)

Защита состоится 13-го декабря 2022 году в 14⁰⁰ ч. на заседании специализированного совета
030 ВАК РА, действующего при Национальном университете архитектуры и строительства
Армении (НУАСА).

Адрес: 0009, г. Ереван, ул. Теряна, 105:

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке НУАСА по адресу: 0079, г.
Ереван, ул. Марра 17/1.

С авторефератом можно ознакомиться на официальном сайте НУАСА: www.nuaca.am

Автореферат разослан 1-го ноября 2022 г.

Ученый секретарь специализированного совета:

д.т.н., профессор

Э. А. Хачатрян

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Աշխատանքի արդիականությունը: Տրանսպորտի հիմնական խնդիրը փոխադրումների բնագավառում տնտեսության և բնակչության պահանջների լիարժեք և ժամանակին բավարարումն է, բեռների արագ փոխադրումը և ուղևորների տեղաշարժը:

Երևան քաղաքի և ընդհանրապես աշխարհի խոշոր քաղաքներում երթևեկության անվտանգության բարձրացման հիմնախնդիրները վերջին տարիներին դարձել է ավելի հրատապ: Ճանապարհափողոցային ցանցի (ՃՓՑ) զարգացման և տրանսպորտային միջոցների պարկի թվաքանակի աճի անհամապատասխանության պայմաններում բարդացել են երթևեկության պայմանները, քաղաքային մայրուղային փողոցների վրա հաճախ առաջանում են տրանսպորտային խճողումներ (խառնակուտակային իրավիճակ):

Տարիների ընթացքում ամբողջական չլուծելով Երևան քաղաքի տրանսպորտային հիմնախնդիրները, այսօր այն կազնել է առավել բարդ խնդրի առջև՝ տրանսպորտային հոսքի աճի տեմպերին համամասնորեն չի զարգացել քաղաքային ՃՓՑ-ն, նվազել է դրա թողունակությունը, աճել են տրանսպորտային խցանումները և ճանապարհատրանսպորտային պատահարները (ՃՏՊ), անընդհատ առկա են խճողումային իրավիճակներ, իսկ խճողումները, ինչպես նաև երթևեկության ցանկացած ուշացումները բերում են տնտեսական կորուստների (ուղևորների ժամանակի կորուստ, բեռնափոխադրումների արդյունավետության նվազում և վառելիքի ծախսի ավելացում): Խճողումները հանգեցնում են նաև ճՏՊ-ների աճի: Չնայած խճողումների նշված հետևանքներին, հատկապես քաղաքներում, հանդիսանում է նրա կտրուկ բացասական ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա: Վառելիքի ծախսի ավելացումը, ավտոմոբիլների շարժիչների աշխատանքը չկայունացած և պարապ ընթացքի ռեժիմներում գործոններ են, որոնք կարող են 30% և ավել մեծացնել մարդկանց առողջության համար կործանարար հետևանքներ ունեցող շրջակա միջավայր արտանետվող վնասակար նյութերը:

Տարբեր մակարդակի փոխհատումներով ավտոմոբիլների երթևեկության ընթացքում վարորդների գործողությունները կախված են փոխներազդող տրանսպորտային հոսքերի ձևավորման պայմաններից, վարորդի կողմից էջքերի և փոխհատումի այլ տարրերի ճանապարհային պայմանների ընկալումից: Այդ իսկ պատճառով, փոխհատումներով տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության մաթեմատիկական մոդելը պետք է բավարարի «վարորդ-ավտոմոբիլ-ճանապարհային պայմաններ» համակարգային մոտեցմանը, իսկ այդ մոդելի հիմնական բնութագրիչները պետք է լինեն տրանսպորտային հոսքի արագությունը, խտությունը, ինտենսիվությունը և հոսքի կազմը:

Քանի որ տրանսպորտային հանգույցների միևնույն և տարբեր մակարդակների փոխհատումների թողունակությունները էականորեն ազդում են տրանսպորտային հոսքերի խճողումային իրավիճակների վրա, ապա տրանսպորտային հանգույցների նախագծային լուծումները պետք է ապահովեն ոչ միայն առանձին երթևեկող ավտոմոբիլների հարմարավետությունը և անվտանգությունը, այլ նաև նախագծվող կառուցվածքի բոլոր ուղղություններով տրանսպորտային հոսքերի բարձր արդյունավետ երթևեկության արագություն, հաշվի առնելով կարճ, միջին և

երկարաժամկետ հեռանկարները: Քաղաքների ուրբանիզացիայի պայմաններում տարբեր մակարդակների տրանսպորտային հանգույցների նախագծային լուծումների տարբերակների համալիր գնահատման արդյունքում, տրանսպորտային հոսքերի կանոնակարգումը և կազմակերպումը ներկայումս համարվում է առաջնահերթ խնդիր և ունի մեծ արդիականություն: Այդ իսկ պատճառով, Երևան քաղաքի համար տարբեր մակարդակների տրանսպորտային հանգույցների նախագծային լուծումների տարբերակների համալիր գնահատումը հանդիսանում է առավել հրատապ:

Հետազոտության նպատակն ու խնդիրները: Երևան քաղաքի ավտոմոբիլացման բարձր տեմպը և ՀՀ տնտեսության մեջ ավտոմոբիլային տրանսպորտի աճող դերը պահանջում են ճանապարհափողոցային ցանցի արագ զարգացման և տարբեր մակարդակների տրանսպորտային հանգույցների քանակի զգալի ավելացման: Այս պայմաններում կարևոր նշանակություն է ստանում տրանսպորտային հանգույցների նախագծերի կատարելագործման հիմնախնդիրը՝ ՃՓՑ-ի թողունակության և տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության անվտանգության բարձրացման նպատակով:

Տարբեր մակարդակների փոխհատումների նախագծման որակը որոշվում է ոչ միայն փոխհատվող ճանապարհներով, այլ նաև բոլոր միացման էջերով: Տրանսպորտային հանգույցներում միայն երթևեկության յուրաքանչյուր ուղղության բազմակողմանի գնահատումը կարող է հնարավորություն տալ ստանալ տարբեր մակարդակների տրանսպորտային փոխհատումների լուծումներ, որը կհամապատասխանի տրանսպորտային հոսքերի այժմյան պահանջներին:

Հետազոտման նպատակն է հանդիսանում տրանսպորտային հանգույցների նախագծային լուծումների գնահատման միասնական համալիր մեթոդի մշակում և նրանց նախագծումը ըստ տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության պայմանների:

Նպատակին հասնելու համար առաջադրվում են հետևյալ խնդիրները.

- ուսումնասիրվել են տարբեր մակարդակների փոխհատումներով տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության տեսական հիմքերը և հետազոտման արդյունքները կիրառել տրանսպորտային հանգույցների նախագծման ժամանակ,
- դիտարկվել են տրանսպորտային հանգույցների նախագծային լուծումների տարբերակների համալիր գնահատման մեթոդներ ըստ տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության պայմանների,
- մշակվել են հիմնական ճանապարհների և էջերի թողունակության հաշվարկի գործնական մեթոդներ, հաշվի առնելով բոլոր գործոնների ամբողջականությունը,
- մշակվել են հաշվարկի գործնական մեթոդներ տրանսպորտային հանգույցի միախառնման գոտու երթևեկության և թողունակության որոշման համար, հաշվի առնելով միախառնման գոտում նախագծային հաշվարկային արագությունը և անվտանգ երթևեկությունը:

Աշխատանքի գիտական նորույթը: Ատենախոսության հիմնական արդյունքներն ունեն տեսական, մեթոդական և կիրառական ուղղվածություն, որոնց գիտական նորույթը հետևյալն է.

- մշակվել են տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության տեսական հիմունքներ տարբեր մակարդակների փոխհատումների համար, ներառելով մի շարք վերլուծական մոդելներ: Բոլոր մշակված վերլուծական մոդելները հաշվի են առնում ճանապարհային պայմանները և ամբողջությամբ տարբերակված երթևեկության կազմը, որն էլ որոշակի ներդրում կհանդիսանա ստացվող ցուցանիշների հուսալիության բարձրացման համար:
- մշակվել է տրանսպորտային հանգույցների նախագծային լուծումների տարբերակների համալիր գնահատման մեթոդներ՝ փոխներազդող հոսքերի երթևեկության բնութագրերի վերլուծության հիման վրա,
- տրանսպորտային հանգույցների էջքերի թողունակության գնահատման ժամանակ որպես հիմնական մոդել կիրառվել է դինամիկական մոդելը, քանի դրանց թողունակության հաշվարկը հիմնավորվում է ոչ թե միջակայքերով, այլ երթևեկության խտություններով,
- առաջարկվել է միասնական, համապիտանի թողունակության հաշվարկի մեթոդ՝ երկու և ավելի տարբեր մակարդակներում բոլոր տեսակի տրանսպորտային հանգույցների համար:

Աշխատանքի գործնական նշանակությունը և արդյունքների հնարավոր ներդրումը: Աշխատանքի գործնական նշանակությունը կայանում է տրանսպորտային հանգույցների նախագծային լուծումների գնահատման հիմնավորված մեթոդների մշակումը և դրանց նախագծումը ըստ տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության պայմանների:

Տարբեր մակարդակների տրանսպորտային հանգույցների նախագծման ժամանակ տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության օրինաչափության հաշվառումը՝ տրանսպորտային հանգույցների կատարելագործման ժամանակակից ուղին է, որն ուղղված է թողունակության բարձրացմանը, երթևեկության անվտանգությանը և այդ կառույցների տրանսպորտաշահագործական որակների առավել արդյունավետ օգտագործմանը:

Երթևեկության յուրաքանչյուր ուղղության բազմակողմանի գնահատումը հնարավորություն է տալիս ստանալ տարբեր մակարդակներում փոխհատվող մայրուղային փողոցների տրանսպորտային հանգույցի նախագիծ, որը կհամապատասխանի տրանսպորտային հոսքի ժամանակակից պահանջներին:

Հետազոտության մեթոդները: Ատենախոսության մեջ առաջադրված խնդիրների լուծման համար հիմնավորվել է տրանսպորտային հանգույցների նախագծման ժամանակ հոսքերի երթևեկության դինամիկական և ստոխաստիկ (հավանական) տեսությունների համակարգային մոտեցումը: Երթևեկության հիմնական բնութագրերի գնահատման համար դիտարկվել է ավտոմոբիլային հոսքերի խճողումային պայմաններում առաջընթացիկին հետևելու տեսությունը: Մշակվել է նաև վերլուծական մոդել տրանսպորտային հանգույցի հիմնական գնահատման համար: Կատարվել է նախագծային լուծումների արդյունավետության վերլուծություն ըստ տրանսպորտային հոսքի միջին արագությունների:

Հաստատվել է երթևեկության ռեժիմների միջև կապ՝ տրանսպորտային հանգույցի հիմնական ճանապարհի գոտու վրա՝ էջքից առաջ և էջքի հատվածով: Հետազոտվել է հոսքի խճողումային խտության վրա ճանապարհային պայմանների ազդեցությունը:

Հետազոտման արդյունքները վերլուծված և ներկայացված են օրինակներով, աղյուսակների և գրաֆիկների տեսքով:

Պաշտպանության են ներկայացվում.

- տրանսպորտային հոսքերի վերլուծական մոդելները, որոնք հնարավորություն են տալիս որոշել իրար ետևից ընթացող ավտոմոբիլների միջև միջակայքերը ըստ ժամանակի և տարածության, էջքերից հիմնական ճանապարհ մուտք գործող ավտոմոբիլների արագացումները, հիմնական ճանապարհի գոտիների և էջքերի վրա խճողման և թողունակության ռեժիմներում երթևեկության խտությունները,
- ներկայացվում է մշակված վերլուծական մոդելները՝ նախագծային լուծումների արդյունավետության գնահատման համար ըստ ավտոմոբիլների հոսքի միջին արագության, թողունակության և երթևեկության հարմարավետության մակարդակի,
- փորձարարական հետազոտությունները, որոնց իրականացման նպատակը տրանսպորտային հանգույցների նախագծման ընթացքում՝ պարամետրերի տեսական կախվածության հաստատումը և որոշվող ցուցանիշների հուսալիության բարձրացումն է:

Հետազոտության արդյունքների հավաստիությունը: Ատենախոսությունում ձևակերպված գիտական դրույթների հիմնավորվածությունը և հավաստիությունը հաստատվում են հետևյալ փաստերով:

- Տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության վերաբերյալ բոլոր տեսական և փորձարարական հետազոտությունները հիմնվել են ժամանակակից հասկացությունների և այդ հոսքերի հետազոտման ընթացքում դինամիկական և ստոխաստիկ տեսությունների վրա:
- Տեսական ուսումնասիրությունները և գիտական ենթադրությունները հաստատված են բավարար քանակի փորձարարական տվյալներով:
- Ստացված տեսական հավասարումներով և կախվածություններով կատարված հաշվարկները բավարար կերպով համընկնում են ստուգիչ դիտարկումների տվյալների հետ:

Հետազոտության արդյունքների նախափորձահավանությունը: Ատենախոսության հիմնական դրույթները ներկայացվել են ՃՇՀԱՀ-ի ասպիրանտների և հայցորդների համաժողովում (12.05.2022-13.05.2022), ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարանի «Շինարարական մեքենաներ և երթևեկության կազմակերպում» ամբիոնի նիստում 08.06.2022:

Հետազոտվող թեմայի վերաբերյալ զեկուցվել է ՀՀ և Եվրոպական ներդրումային բանկի միջև ստորագրված դրամաշնորհային համաձայնագրի շրջանակներում իրականացվող «Աջակցություն Հայաստանի ճանապարհային երթևեկության անվտանգության ներդրումը» թեմայով միջազգային կոնֆերանսում, ք. Երևան, 8.10.2021թ., «Ճանապարհային նախագծային ստանդարտների առաջարկի թարմացում» թեմայով միջազգային կոնֆերանսում, ք. Երևան, 10.11.2021թ.:

Ատենախոսության հրապարակումները: Հետազոտության արդյունքներն ու հիմնական դրույթները հրապարակվել են գիտական 11 հոդվածներում:

Ատենախոսության կառուցվածքը և ծավալը: Ատենախոսության աշխատանքը շարադրված է 175 էջի վրա, պարունակում է 13 աղյուսակ և 46 նկար: Այն բաղկացած է

աշխատանքի ընդհանուր բնութագրից, 5 գլխից, եզրակացություններից, առաջարկություններից և 83 անվանումով գրականության ցանկից:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԱՄԱՌՈՏ ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Առաջին գլուխը նվիրված է հիմնախնդրի վիճակին: Նրանում առաջադրված է հետազոտման նպատակն ու խնդիրները: Ամբողջ աշխարհում տարբեր մակարդակների տրանսպորտային հանգույցների նախագծումը, որոնց նպատակն է բարձր ինտենսիվությամբ հոսքերի թողունակության ապահովումը, հանդիսանում է այդ ճանապարհների անբաժանելի մասը և տարբեր ուղղություններով տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության հաշվառումը նախագծման ժամանակ հանդիսանում է պարտադիր:

Ճանապարհափողոցային ցանցի զարգացման և տրանսպորտային միջոցների թվաքանակի անհամապատասխանության պայմաններում բարդանում են երթևեկության պայմանները, քաղաքային մայրուղային փողոցների վրա հաճախ են առաջանում տրանսպորտային խճողումներ:

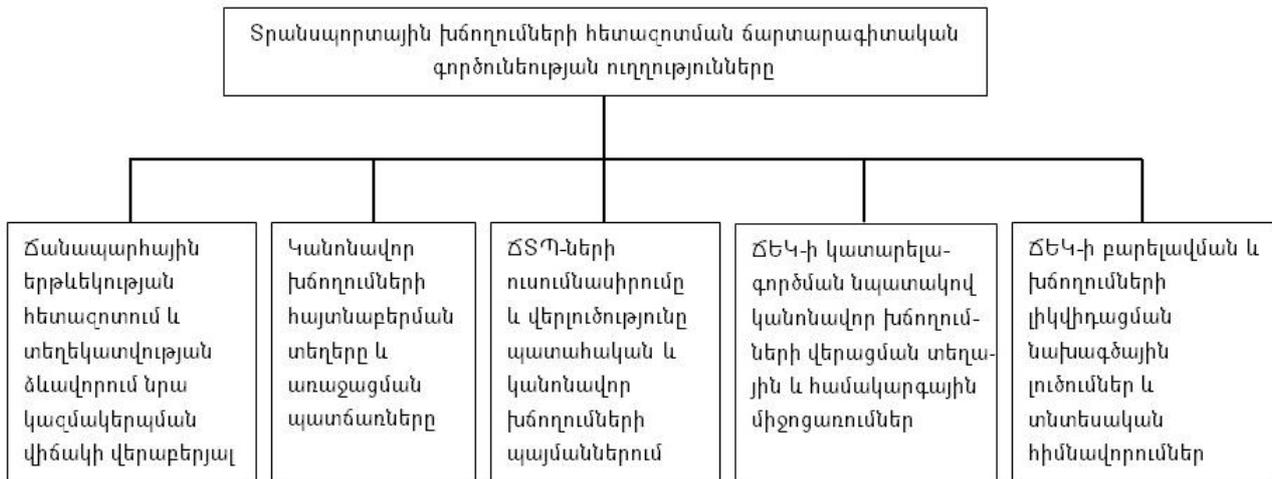
Խճողման դեպքում տրանսպորտային հոսքի առավելագույն խտացման հետևանքով հոսքի վիճակը կարող է լինել դանդաղընթաց կամ կանգնած, պատճառը՝ ավելացող տրանսպորտային հոսքի ինտենսիվությունն է, որը գերազանցում է ՃՓՑ-ի տվյալ հատվածի թողունակությանը: Անհրաժեշտ է նշել, որ խճողումային իրավիճակները իրարից բավականին տարբերվում են ըստ իրենց պատճառների և նպաստող գործոնների, ինչպես նաև ըստ մասշտաբի և տևողության: Խճողումները դասակարգվում են պատահական և կանոնավոր («բաբախող»):

Պատահական խճողումները կարող են առաջանալ ՃՓՑ-ի ցանկացած բավականին չսպասված կետերում, որի պատճառ կարող են հանդիսանալ ՃՏՊ-ները և այլ խոչընդոտները (խափանված ավտոմոբիլ, ճանապարհի, կոմունիկացիաների վթարներ և այլն): Այդ դեպքում երթևեկելի մասի թողունակությունը կարող է նվազել մինչև 50 ... 100 %:

Կանոնավոր խճողումները պատահական չեն առաջանում, նրանց առաջացման գլխավոր սկզբնաղբյուր են հանդիսանում լուսացուցային կարգավորվող խաչմերուկները, կամ երթևեկելի մասի նեղ տեղերը որոնք հնարավորություն չունեն բաց թողնելու տվյալ թվաքանակով ավտոմոբիլներ:

Քաղաքային ՃՓՑ-ի վրա տրանսպորտային խճողումների հետազոտման ճարտարագիտական գործունեությունը կարելի է ներկայացնել հետևյալ սխեմայի տեսքով (նկ. 1):

Տարբեր մակարդակների փոխհատումների նախագծման որակը որոշվում է ոչ միայն փոխհատվող ճանապարհների որակով, այլ նաև բոլոր միացման էջքերով, որոնք նախատեսված են աջ կամ ձախ շրջադարձային մեծ հոսքերի համար:



Նկ. 1. Խճողումների վերաբերյալ ճարտարագիտական գործունեության սխեման

Ամբողջ էջքի սահմաններում տրանսպորտային հոսքի երթևեկության ռեժիմի վրա ճանապարհային պայմանների ազդեցության հարցը գործնականում ամբողջական չի հետազոտվել: Տրանսպորտային հանգույցների նախագծային լուծումների տարբերակների համալիր գնահատման համար, ՃՓՑ-ի վրա անընդհատ ավտոմոբիլային բեռնվաճառության աճի պայմաններում անհրաժեշտ է կիրառել յուրահատուկ վերլուծական մոդելներ, որոնք հնարավորություն կտան որոշել փոխազդեցության մեջ գտնվող ավտոմոբիլային հոսքերի երթևեկության հիմնական բնութագրերը:

Երկրորդ գլխում հիմնավորվում է տրանսպորտային հանգույցների նախագծման ժամանակ հոսքերի երթևեկության դինամիկական և ստոխաստիկ (հավանական) տեսությունների համակարգային մոտեցումը: Երթևեկության հիմնական բնութագրերի գնահատման համար ավտոմոբիլային հոսքերի խճողումային պայմաններում դիտարկվում է առաջընթացիկին հետևելու տեսությունը: Մշակվել է նաև վերլուծական մոդել տրանսպորտային հանգույցի հիմնական ճանապարհի երթևեկելի գոտու և էջքերի թողունակության գնահատման համար:

Տրանսպորտային հոսքում տեղի ունեցող գործընթացների ֆիզիկական էության վերաբերյալ ընդհանուր պատկերացում կազմելու համար անհրաժեշտ է տարբեր ճանապարհային պայմաններում իմանալ տրանսպորտային հոսքերի խտության փոփոխման օրինաչափությունը՝ կախված երթևեկության ինտենսիվությունից, ինչպես հիմնական ճանապարհի, այնպես էլ էջքերի վրա: Ստացվել են «ինտենսիվություն-խտություն» (1) և «ինտենսիվություն-արագություն» (2) կախվածությունները՝

$$q_{min}^{max} = \frac{V_{wq} \cdot q_{ju\delta} \pm \sqrt{V_{wq}^2 \cdot q_{ju\delta}^2 - 4V_{wq} \cdot Nq_{ju\delta}}}{2V_{wq}}, \tag{1}$$

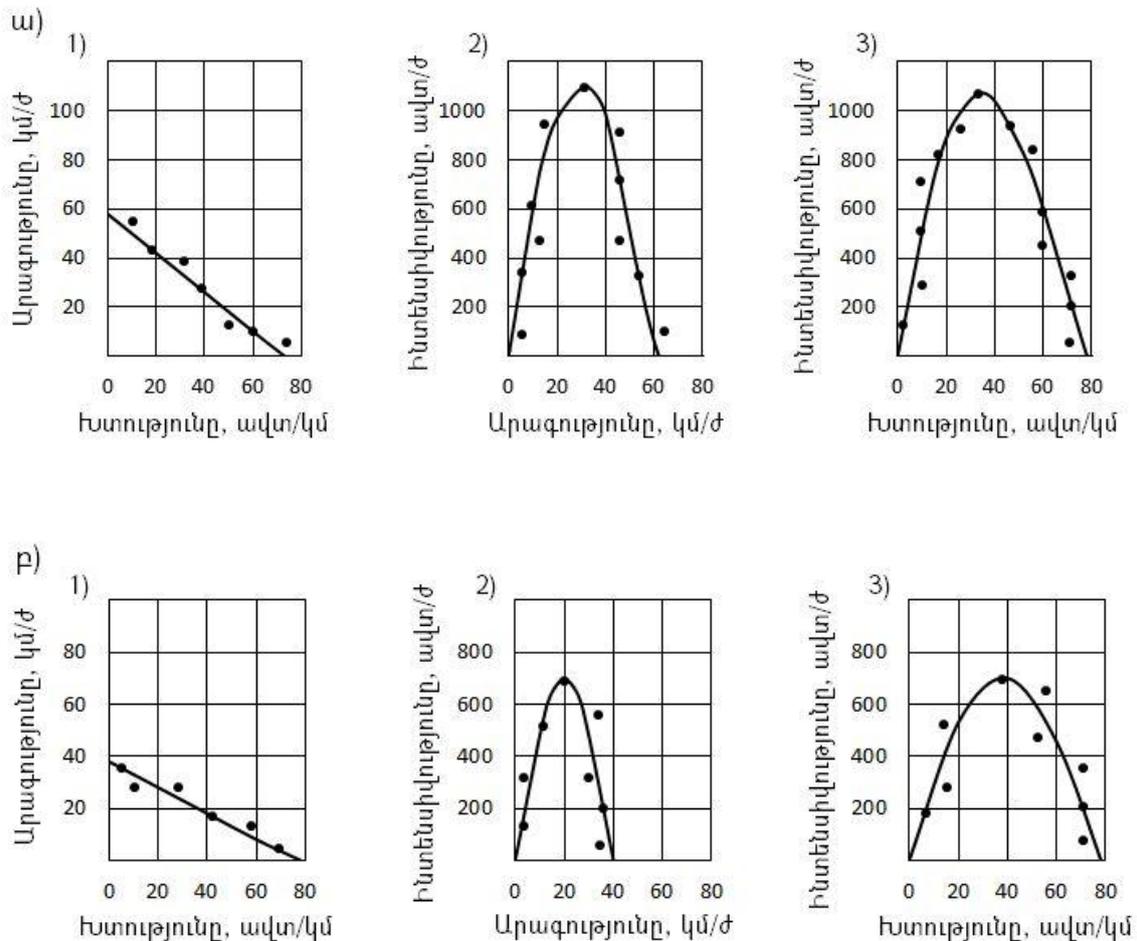
$$V_{hu.min}^{max} = \frac{V_{wq} \cdot q_{ju\delta} \pm \sqrt{V_{wq}^2 \cdot q_{ju\delta}^2 - 4V_{wq} \cdot Nq_{ju\delta}}}{2q_{ju\delta}}, \tag{2}$$

որտեղ $V_{hu.min}^{max}$ -ն հոսքի երթևեկության առավելագույն և նվազագույն արագություններն են, կմ/ժ, V_{wq} -ն ազատ երթևեկության միջին արագությունն է, կմ/ժ, q_{min}^{max} -ն երթևեկության առավելագույն և նվազագույն խտություններն են, ավտ/կմ, $q_{ju\delta}$ -ն

ճանապարհահատվածում կամ էջքի վրա խճողումային խտությունն է, ավտ/կմ, N -ը ուսումնասիրվող ուղղության երթևեկության ինտենսիվությունն է, ավտ/ժ:

Հետազոտությունները իրականացվել են Երևան քաղաքի Իսակովի պողոտայի «երեքնուկի տերև» տրանսպորտային հանգույցի վրա: Ստացված բանաձևերով (1) (2) կառուցվել են հիմնական կախվածությունների գրաֆիկները (նկ. 2, ա,բ):

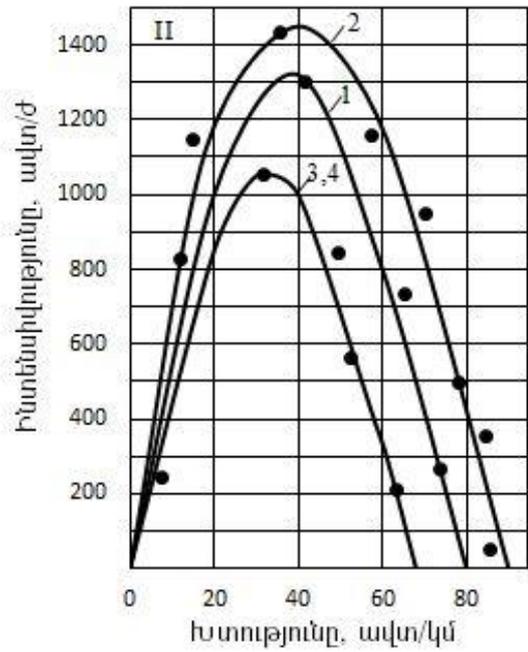
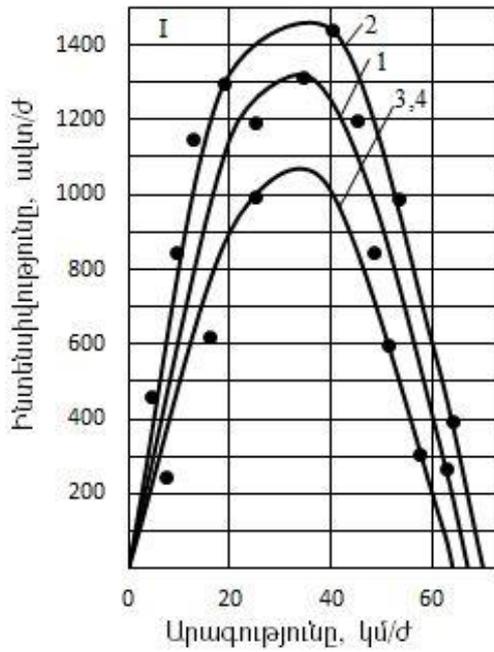
«Ինտենսիվություն-խտություն» և «ինտենսիվություն-արագություն» գրաֆիկների վրա ինտենսիվության առավելագույն արժեքները ցույց են տալիս հիմնական ճանապարհի եզրային գոտու և էջքերի առավելագույն թողունակությունները տվյալ ճանապարհային պայմանների դեպքում:



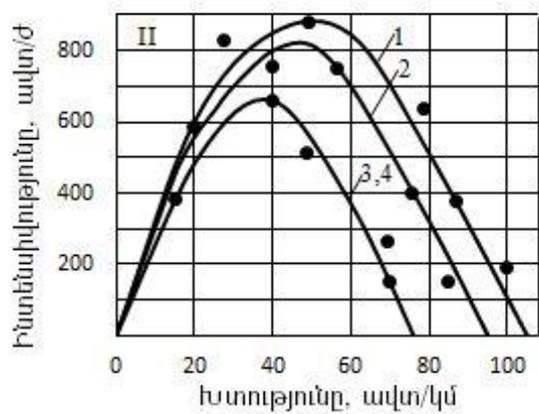
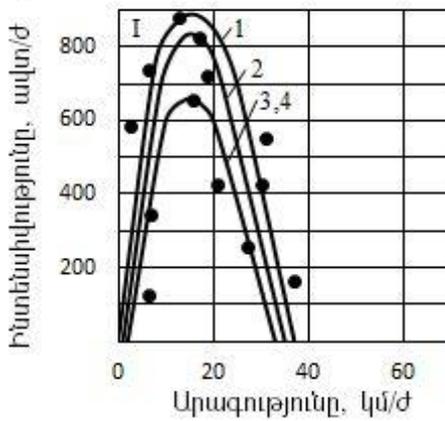
Նկ. 2. Տրանսպորտային հոսքի համար հիմնական կախվածությունները, երբ հոսքում 70 %-ը թեթև մարդափար ավտոմոբիլներ են. ա) ճանապարհի արտաքին գոտու վրա, երբ $V_{\text{ազ.}} = 60$ կմ/ժ և $q_{\text{լսճ.}} = 72$ ավտ/կմ, բ) երեքնուկի տերևի ծախ շրջադարձային էջքի վրա ($R = 60$ մ, $i = +30\%$), երբ $V_{\text{ազ.}} = 38$ կմ/ժ և $q_{\text{լսճ.}} = 79$ ավտ/կմ: 1-«արագություն-խտություն» կախվածություն, 2-«ինտենսիվություն-արագություն» կախվածություն, 3-«ինտենսիվություն-խտություն» կախվածություն:

Ուսումնասիրվել է նաև տվյալ ճանապարհային պայմանների դեպքում հոսքի կազմի ազդեցությունը երթևեկության հիմնական բնութագրիչների վրա: Տարբեր կազմերով հոսքերի համար կառուցվել է «ինտենսիվություն-արագություն» և «ինտենսիվություն-խտություն» հիմնական կախվածությունները (նկ. 3, ա,բ):

ա)



բ)



Նկ. 3. Տրանսպորտային հոսքի համար հիմնական կախվածությունները. I' «հնդենսիվություն-արագություն», II' «հնդենսիվություն-խտություն»:
ա) մայրուղային փողոցի արտաքին գոյու վրա, բ) «Երեքնուկի փերև»
փրանսպորտային հանգույցի ձախ շրջադարձային էջի վրա ($r = 35$ մ, $i = +35$ %):

Հոսքի կազմը

1.	$C_{թ.մ.} = 82 \%$	$C_{մ.ն.} = 0 \%$	$C_{թ.բ.} = 9,8 \%$
2.	$C_{թ.մ.} = 88 \%$	$C_{մ.ն.} = 0,1 \%$	$C_{թ.բ.} = 6,0 \%$
3.	$C_{թ.մ.} = 84 \%$	$C_{մ.ն.} = 0 \%$	$C_{թ.բ.} = 7,8 \%$
4.	$C_{թ.մ.} = 81 \%$	$C_{մ.ն.} = 0,1 \%$	$C_{թ.բ.} = 10 \%$

1.	$C_{մ.բ.} = 4 \%$	$C_{ծ.բ.} = 1,0 \%$	$C_{ա/բ} = 3,2 \%$
2.	$C_{մ.բ.} = 2,5 \%$	$C_{ծ.բ.} = 0,5 \%$	$C_{ա/բ} = 2,9 \%$
3.	$C_{մ.բ.} = 2,8 \%$	$C_{ծ.բ.} = 1,4 \%$	$C_{ա/բ} = 4,0 \%$
4.	$C_{մ.բ.} = 3,6 \%$	$C_{ծ.բ.} = 1,4 \%$	$C_{ա/բ} = 3,9 \%$

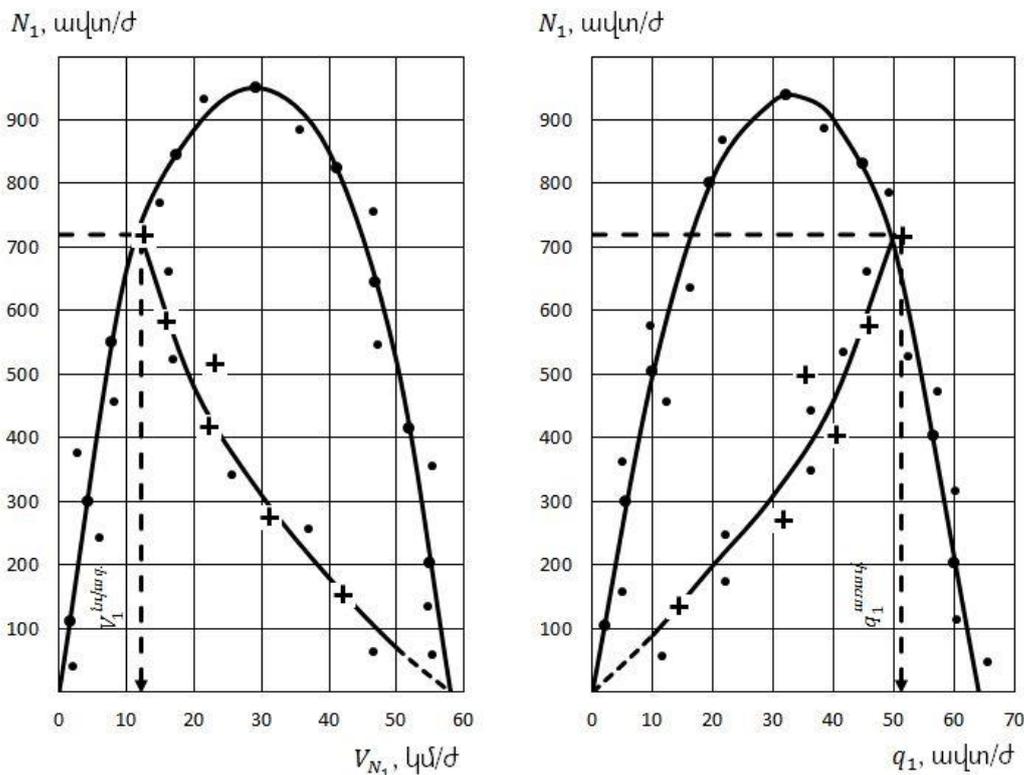
**Ծանոթություն՝ $C_{թ.թ.}$ -ի (թեթև բեռնադարի) մեջ են մտցված նաև
միկրոավորությունները, $C_{ծ.թ.}$ -ի (ծանր բեռնադարի) մեջ են մտցված նաև
ավորոգնացքները:**

Ինչպես երևում է գծանկարների (նկ. 3, ա,բ) վերլուծությունից հոսքում ավտորուսների, ծանր բեռնատարների թեկուզ փոքր ավելացումը բերում է թողունակության նվազման: Նկ. 3-ից երևում է, որ հիմնական ճանապարհի եզրային գոտու թողունակությունը կարող է լինել 1063 ... 1424 ավտ/ժ:

Հիմնական կախվածությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ եթե համարժեք են տարբեր հոսքերի խտությունները, ապա այդ հոսքերը ունեն համարժեք գծանկարներ:

Ինչպես ցույց են տվել բնական դիտարկումները, հետևում է փոխհատումի սահմաններում տարբերել առանձին խտացված խմբերի երթևեկությունը խիտ (հագեցած) հոսքերի երթևեկությունից:

Եթե էջքի վրա դիտարկվում է թողունակության ռեժիմ, իսկ շրջադարձային հոսքերի ինտենսիվությունը բավականին բարձր է, ապա ճանապարհի արտաքին գոտու վրա էջքից առաջ կազմավորվում է բարձր խտությամբ երթևեկության հերթ (նկ. 4):



Նկ. 4. «Ինտենսիվություն-արագություն» և «Ինտենսիվություն-խտություն» կախվածությունները, որոնք հաշվարկված են տրանսպորտային հանգույցի միջէջքային տեղամասի համար (առանց հաշվի առնելու էջքերի հոսքերը) և երթևեկության միջին արագությունները և խտությունները էջքից առաջ, ստացվել են դիտարկման արդյունքներով՝ երբ էջքը աշխատում է թողունակության ռեժիմում:

Թողունակության ռեժիմում էջքով և էջքից առաջ երթևեկության խտությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$q_t = q_t^{huc} \left(1 - \frac{V_{N_t}}{V_{wq,t}} \right), \quad (3)$$

որտեղ q_t^{huc} -ը էջքի վրա խճողումային խտությունն է, V_{N_t} -ը էջքով ավտոմոբիլների հոսքի միջին արագությունն է N_t ինտենսիվության դեպքում, $V_{wq,t}$ -ն էջքով ազատ երթևեկության արագությունն է: Վերլուծելով դիտարկման արդյունքները (նկ. 4) նշենք, որ էջքից առաջ հիմնական ճանապարհի արտաքին գոտու վրա անկայուն երթևեկությունը ($V_{N_1} = V_1^{min}$ և $q_{N_1} = q_1^{max}$) առաջանում է այն ժամանակահատվածում, երբ թեքվող հոսքի ինտենսիվությունը մոտավորապես հավասար է էջքի առավելագույն թողունակությանը:

Հայտնի է, որ իրար ետևից ընթացող ավտոմոբիլների միջև միջին ժամանակային միջակայքը ($\Delta t_{միջ}$) որոշվում է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\Delta t_{միջ} = \frac{3600}{N}, \quad (4)$$

կամ հաշվի առնելով, որ $N = V \cdot q$, այդ դեպքում

$$\Delta t_{միջ} = \frac{3600}{V \cdot q} = \frac{3600 q^{huc}}{q_{huc}^2 V_{wq}}, \quad (5)$$

որտեղ q_{huc} -ն ավտոմոբիլների խմբի խտությունն է, ավտ/կմ:

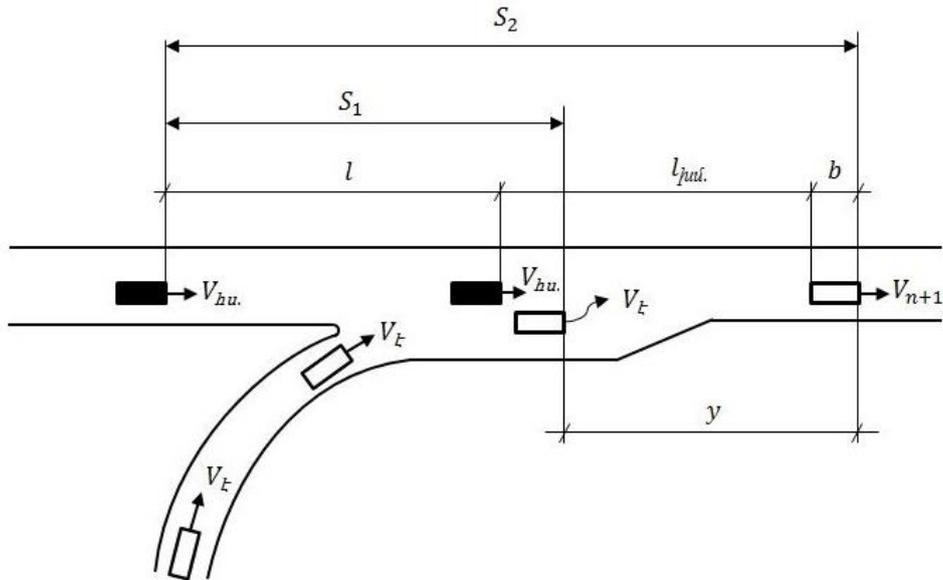
Ներկայացնենք ավտոմոբիլների խմբի $\Delta t_{միջ}$ փորձարարական հետազոտման արդյունքները (աղ. 1).

Աղյուսակ 1

$\Delta t_{միջ}$ միջակայքի որոշման

N , ավտ/ժ	V_{wq} , կմ/ժ	q^{huc} , ավտ/կմ	q_{huc} , ավտ/կմ	$\Delta t_{միջ}$, վրկ
100	62,8	68,8	10,5	36
200	62,8	68,8	14,8	18
400	62,8	68,8	20,9	9
600	62,8	68,8	25,6	6
800	62,8	68,8	29,6	4,5
1000	62,8	68,8	33,1	3,6
1080	62,8	68,8	34,4	3,3

Ուսումնասիրվել է ինչպես տարանցիկ (տվյալ դեպքում՝ հիմնական ճանապարհով երթևեկող) ավտոմոբիլի փոխազդեցությունը էջքի ավտոմոբիլի հետ, որը արդեն միախառնվում է N ինտենսիվությամբ տրանսպորտային հոսքին, այնպես էլ, երբ էջքի վրա գտնվող ավտոմոբիլի վարորդը ցանկանում է մուտք գործել դեպի հիմնական ճանապարհ, ընտրելով դրա համար հիմնական ճանապարհի ավտոմոբիլների միջև հարմարավետ միջակայք: Ընդունենք էջքի վրա ավտոմոբիլների միջև միջին հեռավորությունը հավասար է l_t -ի, իսկ այդ ավտոմոբիլների արագությունները՝ V_t : էջքի վրա առաջին ավտոմոբիլի վարորդը գնահատելով մինչև առաջին տարանցիկ ավտոմոբիլը եղած S_1 հեռավորությունը, որոշում է կայացնում սկսել միախառնման գործընթացը (նկ. 5):



Նկ. 5. Հիմնական ճանապարհի վրա ելքի հաշվարկային սխեման տարանցիկ և միախառնվող ա/մ-ների միջև S_1 հեռավորության որոշման համար:

Էջքից հիմնական ճանապարհի հոսքին միախառնվող ավտոմոբիլի երթևեկության t ժամանակամիջոցում տարանցիկ ավտոմոբիլը անցնում է l ուղին՝

$$l = \frac{V_{uh}}{3,6} t, \quad (6)$$

իսկ արագացումով երթևեկող միախառնվող ավտոմոբիլը անցնում է y ուղին՝

$$y = \frac{V_t t}{3,6} + \frac{a_t t^2}{2}, \quad (7)$$

որտեղ a_t -ն հիմնական ճանապարհի մուտք գործող ավտոմոբիլի արագացումն է, մ/վրկ²: Հաշվի առնելով, որ՝ $S_2 = l + l_{jul.} + b$ արտահայտությունը, կստանանք.

$$S_2 = 1000 \left(\frac{V_{hu}}{V_t q_t} + \frac{1}{q_{jul.}} \right) + b, \quad (8)$$

որտեղ $l_{jul.}$ -ն միախառնվող և տարանցիկ ավտոմոբիլների միջև բնութագրային հեռավորությունն է այն պահին, երբ միախառնվող ավտոմոբիլի արագացումը ավարտվել է ($l_{jul.} = 1000/q_{jul.}$), b -ն ավտոմոբիլի միջին երկարությունն է, մետր, (հաշվարկների համար ընտրում ենք $b = 5$ մետր):

Մինչ տարանցիկ ավտոմոբիլը եղած ամենափոքր S_1 հեռավորությունը համապատասխանում է այն դեպքին, երբ միախառնվող և տարանցիկ ավտոմոբիլների արագությունները արագացման պահին հավասարվում են՝ $V_t = V_{hu}$: Միախառնվող ավտոմոբիլների վարորդները միաժամանակ գնահատում են մինչ տարանցիկ ավտոմոբիլը եղած S_1 հեռավորությունը և նրա V_{hu} երթևեկության արագությունը: Այսպիսով, $V_{hu} = V_{n+1}$ դեպքում S_1 հեռավորության բանաձևը կունենա հոսկյալ տեսքը՝

$$S_1 = 500 \left(\frac{V_{hu} - V_t}{V_t q_t} + \frac{2}{q_{jul.}} \right) + b, \quad (9)$$

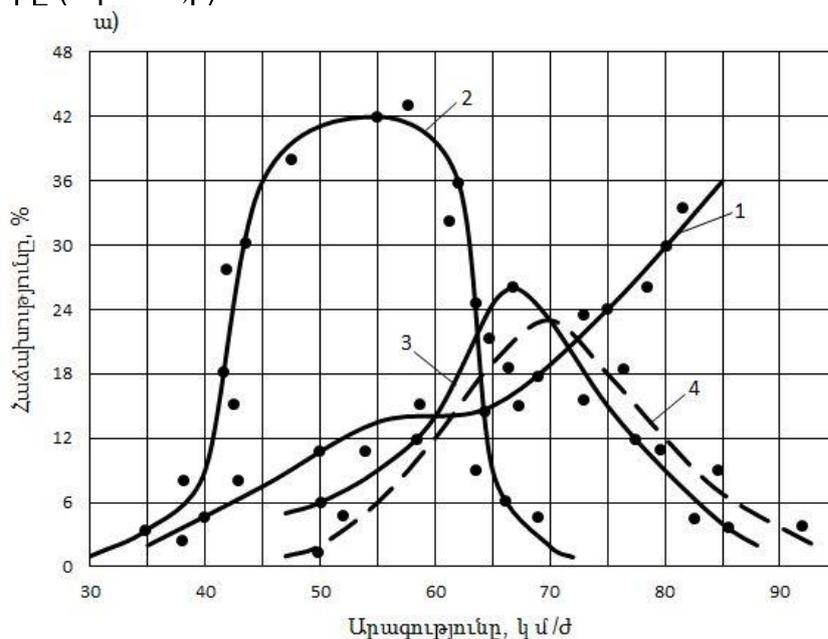
Երրորդ գլխում նկարագրվում է տարբեր մակարդակների հանգույցներում տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության օրինաչափությունների փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները: Կատարվել է նախագծային լուծումների արդյունավետության վերլուծություն ըստ տրանսպորտային հոսքի միջին արագությունների: Կապ է հաստատվել երթևեկության ռեժիմների միջև՝ տրանսպորտային հանգույցի հիմնական ճանապարհի գոտու վրա՝ էջքից առաջ և էջքի հատվածով: Հետազոտվել է հոսքի խճողումային խտության վրա ճանապարհային պայմանների ազդեցությունը:

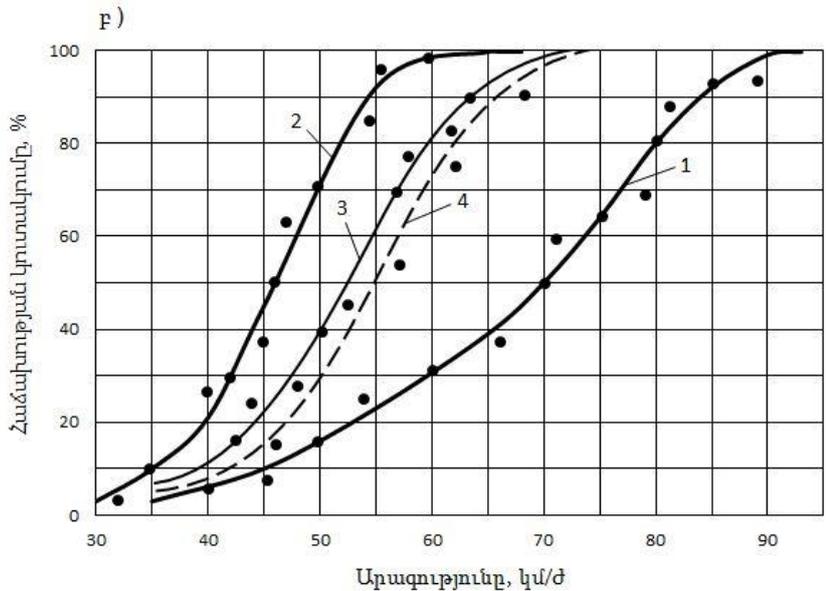
Փոխհատումի մոտեցումներում տրանսպորտային հոսքի միջին արագության և այդ հատվածների թողունակությունները գնահատելիս ազատ երթևեկության արագությունը որոշվել է ըստ Վ.Վ.Սիլյանովի մեթոդի՝

$$V_{ազ.} = \beta \cdot V_{թ.ս.}, \quad (10)$$

որտեղ $V_{թ.ս.}$ -ն միայն թեթև մարդատար ավտոմոբիլներից կազմված հոսքի ազատ երթևեկության միջին արագությունն է ճանապարհի ուղղագիծ հատվածում, երթևեկելի գոտու լայնությունը 3,5 մետր է, ճանապարհաձածկի հետ անվաղողի կառչման գործակիցը՝ 0,6 ... 0,7 է, β -ն գործակից է, որը հաշվի է առնում ճանապարհի երկրաչափական տարրերի ազդեցությունը:

Հետազոտության արդյունքներով կառուցվել են արագությունների բաշխման և կուտակման կորերը (նկ. 6 ա,բ).





Նկ. 6. Բաշխման (w) և կուտակման (p) կորերը որոշ մայրուղային փողոցների համար:

- 1 – Ծովակալ Իսակովի պող., 2 – Բագրատունյաց փող.,
3 – Եղվարդի խճուղի, 4 – Դավիթաշենի կամուրջ:**

Գրաֆիկների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ թեթև մարդատար ավտոմոբիլների ազատ երթևեկության միջին արագությունը տարբեր մակարդակների փոխհատումների սահմաններում տատանվում է 52 ... 58 կմ/ժ, իսկ առանձին մայրուղային փողոցներում՝ 68 ... 76 կմ/ժ:

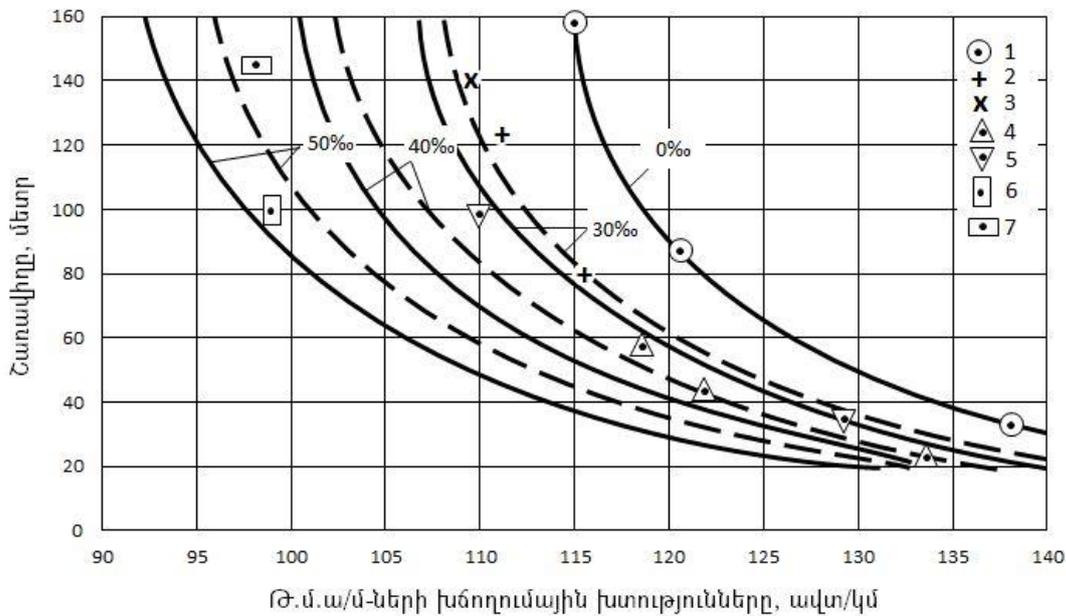
Տարբեր մակարդակների փոխհատումների սահմաններում անցումաարագացման գոտիների առկայության դեպքում ազատ երթևեկության արագությունը բարձրանում է միջինը 5,2 կմ/ժ-ով, երբ անցումաարագացման գոտին զուգակցված է հիմնական ճանապարհի հետ 8,1 կմ/ժ-ով, եթե անցումաարագացման գոտին բաժանված է հիմնական ճանապարհի գոտուց:

Դիտարկումները ցույց տվեցին, որ էջքերի վրա հոսքում 50 % և ավել թեթև մարդատար ավտոմոբիլների դեպքում խճողումային խտությունները խճողման ներձձման պահին մոտ են առավելագույն խտություններին, որոնք հաստատվում են նաև Վ.Մ.Տրիբունսկու կողմից առաջարկված բանաձևով.

$$q^{խճ.} = 81 + 0,125C, \quad (11)$$

որտեղ C -ն հոսքում թեթև մարդատար ավտոմոբիլների քանակն է, %:

Բնօրինակային դիտարկումների հիման վրա կառուցվել է թեթև մարդատար ավտոմոբիլների խճողումային խտության կախվածության գրաֆիկները ճանապարհային պայմաններից (նկ. 7).



Նկ. 7. Թ.մ.ա/մ-ների խճողումային խտության կախվածությունները ճանապարհային պայմաններից. _____ վերելքի հարվածներում, - - - - - վայրէջքի հարվածներում: 1- հորիզոնական կորի վրա, 2- +24...+27 % թեքությունների վրա, 3- -28 % թեքության վրա, 4- +34...+37 % թեքության վրա, 5- -34...-35 %, 6- +48 %, 7- -46 %:

Չորրորդ գլուխը նվիրված է տրանսպորտային հանգույցների ըստ թողունակության և երթևեկության հարմարավետության մակարդակի նախագծային արդյունավետ լուծումների գնահատմանը: Տրանսպորտային հանգույցների նախագծման ժամանակ էջքերի թողունակության հիմնական հաշվարկը կատարվում է այն պայմանով, որ բացառվեն խճողումները:

- Էջքի թողունակության հաշվարկը կատարված է հետևյալ հաջորդականությամբ.
1. որոշվել է էջքի ամբողջ L երկարությունը և փոխհատման α անկյունը,
 2. էջքի վրա հաշվարկվել է թեթև մարդատար ավտոմոբիլների ազատ երթևեկության արագությունը,
 3. որոշվել է ազատ երթևեկության միջին արագությունը էջքից առաջ,
 4. որոշվել է էջքից առաջ թեթև մարդատար ավտոմոբիլներով հոսքի խճողումային խտությունը,
 5. որոշվել է էջքից առաջ խառը հոսքի խճողման խտությունը,
 6. որոշվել է էջքի վրա երթևեկության օպտիմալ խտությունը,
 7. որոշվել է առավելագույն երթևեկության ինտենսիվությունը ըստ ճանապարհային պայմանների և հոսքի կազմի.
 8. իրականացվել է խառը տրանսպորտային հոսքերի բերումը թեթև մարդատար ավտոմոբիլների,
 9. հաշվարկվել է «ինտենսիվություն-խտություն» հիմնական կախվածությունների կորդինատները,
 10. հաշվարկվել է էջքից առաջ ճանապարհի արտաքին գոտու երթևեկության խտությունը, որը համապատասխանում է էջքի թողունակության ռեժիմին:

11. որոշվել է երթևեկության խտությունը էջքով, երբ էջքը աշխատում է թողունակության ռեժիմում,
12. հաշվարկվել է էջքի թողունակության առավելագույն ինտենսիվությունը (N_3^{max}): Հաշվարկների արդյունքները նպատակահարմար է ներկայացնել աղյուսակ 2-ի տեսքով.

Աղյուսակ 2

Ինտենսիվության (N_3^{max}) և խտությունների (q_1, q_t) մեծությունները

N_1	N_t	q_1	q_t	N_3^{max}
200	100			
300	100			
400	100			
⋮	⋮			
P_1	100			
300	200			
400	200			
500	200			
⋮	⋮			
P_1	200			
400	300			
500	300			
⋮	⋮			
P_1	300			

Այս սկզբունքով մինչև $N_t = P_t$ արժեքը:

Այն դեպքում, երբ էջքը ավարտվում է երկու կամ մի քանի հոսքերի միախառնման գոտում, էջքի թողունակության հաշվարկը անհրաժեշտ է իրականացնել հաշվի առնելով միախառնման գոտու երկարությունը և լայնությունը:

Եթե տրանսպորտային հանգույցի էջքերով նախատեսվում է բարձր ինտենսիվությամբ հոսքերի երթևեկություն, ապա պետք է ստուգել տվյալ ճանապարհային պայմաններով էջքերի հնարավորությունները այդ հոսքերի բաց թողնման համար:

Երթևեկության բեռնվածությամբ գործակիցները որոշվում են ինչպես հիմնական ճանապարհի գոտու համար (Z), այնպես էլ էջքերի համար (Z_t) և էջքից առաջ մուտքի հատվածում ($Z_{մտ.}$),

$$Z = \frac{N}{P}, \tag{12}$$

բանաձևով, որտեղ N -ը տվյալ գոտու (էջքի) վրա երթևեկության ինտենսիվությունն է, ավտ/ժ, P -ն տվյալ գոտու (էջքի) թողունակությունն է, ավտ/ժ: $Z, Z_{մտ.}, Z_t$ գործակիցների թույլատրելի արժեքները գտնվում են 0...1-ի սահմաններում:

Երթևեկության հարմարավետության մակարդակների սահմանները (հոսքերի տարբեր որակական վիճակներում) գիտականորեն հիմնավորված է մի շարք աշխատանքներում և կարող են բեռնվածության գործակիցները ընդունվել հետևյալ կերպ.

- $Z_{\text{մո.}} \leq 0,2$, հարմարավետության Ա մակարդակ, (ազատ հոսք),
- $Z_{\text{մո.}} = 0,2 \dots 0,45$, հարմարավետության Բ մակարդակ, (մասամբ կապակցված հոսք),
- $Z_{\text{մո.}} = 0,45 \dots 0,7$, հարմարավետության Գ մակարդակ, (կապակցված հոսք),
- $Z_{\text{մո.}} = 0,70 \dots 1,0$, հարմարավետության Դ մակարդակ, (խիտ, խճողումային հոսք):

Այսպիսով, տրանսպորտային հանգույցի թողունակության տակ հասկացվում է ավտոմոբիլների այն առավելագույն քանակը, որը բաց են թողնում փոխհատվող ճանապարհները՝ էջքերով հեռանկարային (հաշվարկային) երթևեկության ինտենսիվությունների դեպքում:

Հինգերորդ գլխում բերված են գործնական առաջարկություններ տրանսպորտային հանգույցների նախագծման և նրանց թողունակության բարձրացման համար:

Տրանսպորտային հանգույցների համար յուրահատուկ է այն փաստը, որ կառույցի մեկ տարրի սահմաններում ճանապարհային պայմանների փոփոխությունը բերում է հարևան տարրերի ճանապարհային պայմանների փոփոխության: Այսպես, օրինակ, «երեքնուկի տերևի» ձախ շրջադարձային էջքի միջէջքային հատվածի շառավղի չափից դուրս փոքրացումը բերում է միախառնման գոտու երկարության նվազեցման, էջքերի և հիմնական ճանապարհների երկայնական թեքությունների մեծացման, ուղիղ և կողային տեսանելիության նվազեցման, անցումային կորերից հրաժարման և միջէջքային հատվածներում անցումաարագացման գոտիների երկարությունների հարկադրական փոքրացման, իսկ դա իր հերթին հանդիսանում է հիմնական ճանապարհի և էջքերի վրա երթևեկության արագության նվազման, խտության մեծացման, միջէջքային հատվածներում երթևեկության անվտանգության գործակցի նվազման, էջքերի մուտքի հատվածների և գոտիների թողունակության անկման պատճառ:

Տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության վերլուծական մոդելավորման արդյունքներով տարբեր տեսակի տրանսպորտային հանգույցների համար հիմնական որակական ցուցանիշների նորմավորման վերաբերյալ ստացվել են հետևյալ առաջարկությունները.

- նախագծվող էջքի երթևեկության հարմարավետության մակարդակը խորհուրդ է տրվում որոշել ըստ երթևեկության հագեցվածության գործակցի,
- մուտքի հատվածներում երթևեկության հարմարավետության մակարդակները առաջարկում ենք որոշել ըստ երթևեկության բեռնվածության գործակցի,
- երթևեկության անվտանգության գործակցի ($K_{\text{ան.}}$) նվազագույն արժեքը նախագծվող տրանսպորտային հանգույցների միախառնման հատվածներում երթևեկության հարմարավետության բոլոր մակարդակների դեպքում առաջարկում ենք ընդունել ըստ աղյուսակ 3-ի.
- բարդ տրանսպորտային հանգույցներում կիսաուղիղ և ուղիղ ձախ շրջադարձային էջքերի նախագծման ժամանակ շրջանային կորերի և նրանց միաձուլման հատվածներում՝ անցումային կորերի բացակայության դեպքերում անհրաժեշտ է խուսափել հակադարձ լայնական թեքություններից,

Անվտանգության գործակցի $K_{ան}$ արժեքները

Փողոցի կարգը, որի վրա տեղաբաշխված է միախառնման հատվածը կամ որից իրականացվում է մուտքը բաշխիչ օղակը	Երթևեկության անվտանգության գործակցի նորմատիվային արժեքները միախառնման հատվածներում, որը տեղաբաշխված է	
	փողոցի վրա	բաշխիչ օղակի վրա
մայրուղային փողոց (4+4)	0,80	0,75
մայրուղային փողոց (3+3)	0,75	0,75
տեղական փողոց (2+2)	0,70	0,65
տեղական փողոց (1+1)	0,65	0,60

- միագոտի և երկգոտի միախառնման հատվածների թողունակությունը խորհուրդ է տրվում որոշել աստենախոսության 4.4 կետում մշակված մեթոդիկայով,
- մշակված վերլուծական մոդելներով տրանսպորտային հանգույցների և նրանց ցուցանիշների յուրաքանչյուր տարբերակի համար առաջարկում ենք հետազոտել.
 - փոխհատումի հիմնական ճանապարհներով իրար ետևից ընթացող ավտոմոբիլների միջև ժամանակային և ըստ հեռավորության միջակայքը,
 - էջքից ներծծվող ավտոմոբիլների արագացումները,
 - ներծծվող և տարանցիկ ավտոմոբիլների միջև միջակայքերը ըստ ժամանակի և երկարության,
 - երթևեկելի գոտիների թողունակությունները, որոնք համակցված չեն էջքերի հետ,
 - տարբեր մակարդակների տրանսպորտային հանգույցի ամբողջ թողունակությունը,
- տրանսպորտային հանգույցի, ինչպես նաև ցանկացած կառույցի նախագծման ժամանակ գնահատել տնտեսական ցուցանիշները:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Տարբեր մակարդակների տրանսպորտային հանգույցների նախագծման ժամանակ տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության օրինաչափության հաշվառումը՝ տրանսպորտային հանգույցների կատարելագործման ժամանակակից պահանջն է, որն ուղղված է թողունակության բարձրացմանը, երթևեկության անվտանգությանը և այդ կառույցների տրանսպորտաշահագործական որակների առավել արդյունավետ օգտագործմանը:
2. Նախագծվող տարբեր մակարդակների փոխհատումների արդյունավետությունը որոշվում է ոչ միայն փոխհատվող ճանապարհների (փողոցների) որակով, այլ նաև բոլոր միացնող էջքերով, որոնք նախատեսված են ավտոմոբիլային հոսքերի բաց թողնման համար:

Միայն երթևեկության յուրաքանչյուր ուղղության բազմակողմանի գնահատումը հնարավորություն կտա ստանալ տարբեր մակարդակներում փոխհատվող ճանապարհների (փողոցների) ամբողջ տրանսպորտային հանգույցի նախագիծ, որը կհամապատասխանի տրանսպորտային հոսքի ժամանակակից պահանջներին:

3. Միևնույն քանակի թեթև մարդատար ավտոմոբիլներից բաղկացած հոսքերի երթևեկության ռեժիմները էականորեն տարբերվում են հոսքում թեթև, միջին և ծանր բեռնատար ավտոմոբիլների առկայության դեպքում:

Եթե տարբեր մակարդակների փոխհատումներում փոխազդում են միաժամանակ մի քանի ավտոմոբիլային հոսքեր, ապա երթևեկության կազմերը կարող են փոփոխվել լայն սահմաններում:

Ատենախոսության մեջ մշակված «ինտենսիվություն-խտություն» և «ինտենսիվություն-արագություն» հիմնական կախվածությունների մաթեմատիկական մոդելները հիմնական ճանապարհների (փողոցների) և էջքերի համար հնարավորություն են տալիս ամբողջությամբ երթևեկության կազմը տարբերակել (դիֆերենցել):

4. Առաջընթացիկին հետևելու տեսության զարգացումը բերել է վերլուծական մոդելների, որոնցով հոսքը դիտարկվում է ամբողջությամբ, դրա հետ միասին ցույց է տրված միկրոսկոպիկ մոդելի տեսությունից մակրոսկոպիկին անցման հնարավորությունը և իրականությունը:

5. Փորձարարական հետազոտության ընդհանրացնող մեթոդիկայի կիրառումը հնարավորություն է տվել կապ հաստատել փոխազդեցության մեջ գտնվող տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության ռեժիմների միջև, ստանալ աջ ու ձախ շրջադարձային էջքերի թողունակության նոմոգրամները՝ տարբեր աստիճանի անցումաարագացման գոտիների առկայությամբ: Նոմոգրամների հաշվարկը ուղեկցվում է էջքով տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության արագության գնահատումով:

6. Առաջարկվել է բոլոր տեսակի տարբեր մակարդակների տրանսպորտային հանգույցների թողունակության հաշվարկի միասնական, համապարփակ մեթոդ:

Տնտեսապես նպատակահարմար է նախագծել տրանսպորտային հանգույցի այնպիսի տարբերակ, որի թողունակությունը անհրաժեշտ է գնահատել հաշվի առնելով փոխհատվող ճանապարհների (փողոցների) հեռանկարային ինտենսիվությունները (20 տարվա կտրվածքով) և փոխհատումի մոտեցումներում նրանց թողունակությունները:

7. Տրանսպորտային հանգույցի հիմնական ճանապարհների և էջքի վրա տրանսպորտային հոսքի երթևեկության արագությունը և խտությունը մի ամբողջ շարք գործոնների ազդեցության տակ կարող են փոփոխվել կայուն երթևեկության միջին բնութագրերից մինչև ոչ կայուն երթևեկության միջին բնութագրերի:

ԱՌԱՋԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Վերլուծական մոդելավորման հիման վրա ստացված ցուցանիշները (միախառնման գոտում երթևեկության անվտանգության նվազագույն գործակից-

- ները, ուղիղ և կորածն ձախ շրջադարձային էջքերի երաշխավորվող կորերի շառավիղները) էլքերի և մուտքերի հատվածներում երթևեկության հարմարավետության մակարդակի նորմավորումը առաջարկվում է կիրառել նախագծման ժամանակ որպես նոր նախագծային չափորոշիչներ:
2. Տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության բնութագրիչները և նրանց հիմք հանդիսացող նորմատիվային ցուցանիշները ցուցաբերում են վճռական ազդեցություն տրանսպորտային հանգույցի տարբերակի ընտրման վրա և նախագծային լուծման որակի կատարելագործման վրա: Վերլուծական մոդելավորման տվյալները որպես տրանսպորտաշահագործական և տնտեսական ցուցանիշներ լայնորեն կիրառվում են տեխնիկատնտեսական հաշվարկներում ըստ ներդրման վայրի:
 3. Հետագա հետազոտությունները պետք է ուղղված լինեն վերլուծական մոդելներում նաև եղանակային պայմանների ներառումը, որոնք ներազդում են փոխազդեցության մեջ գտնվող տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության բնութագրերի վրա:
 4. Անհրաժեշտ է նաև հետազոտությունները շարունակել էջքերից ընդհանուր հոսքին միախառնվող ավտոմոբիլների թույլատրելի արագացումների նորմավորման ուղղությամբ: Այդպիսի նորմատիվներով կարելի է սահմանափակվել կիրառելով սեպածն անցումաարագացման գոտիներ և հիմնավորելով անցումային կորերի անհրաժեշտ երկարությունները:

ԱՏԵՆԱԽՈՍՈՒԹՅԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐԸ ԵՎ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ ՀՐԱՏԱՐԱԿՎԱԾ ԵՆ ՀԵՏԵՎՅԱԼ ԳԻՏԱԿԱՆ ՀՈԴՎԱԾՆԵՐՈՒՄ

1. Մխիթարյան Լ.Ս., Քելեջյան Հ.Գ., Հարությունյան Ա.Վ. Հյուսիս-հարավ ավտոճանապարհի հատված 2-ի բետոնե ծածկի միկրոֆրեզման աշխատանքների իրականացման անհրաժեշտությունը և դրա ազդեցության գնահատումը, ՃՇՀԱՀ տեղեկագիր, Երևան 2016թ, հատոր 2, էջ 58-62:
2. Վարդանյան Ե.Վ., Հարությունյան Վ.Մ., Հարությունյան Ա.Վ. Մ6 Վանաձոր-Ալավերդի-Վրաստանի սահման միջպետական նշանակության ավտոճանապարհի անվտանգության աուդիտի իրականացում, ՃՇՀԱՀ տեղեկագիր, Երևան 2017թ, Թիվ 1, էջ 31-36:
3. Վարդանյան Ե.Վ., Հարությունյան Վ.Մ., Հարությունյան Ա.Վ. Երևան քաղաքի տրանսպորտային հիմնախնդիրների առաջնահերթ և հեռանկարային որոշ լուծումներ, ՃՇՀԱՀ տեղեկագիր, Երևան 2019թ, Թիվ 2, էջ 89-92:
4. Vardanyan E.V., Harutyunyan V.M., Harutyunyan A.V. Introduction of road technical audit in Armenia as a criterion of quality improvement, IOP conference series, Kislovodsk 2019 :

5. Հարությունյան Ա.Վ. Երևան քաղաքի մայրուղային փողոցների թողունակության բարձրացման մասնակի միջոցառումներ, ԵՃՇՊՀ ուսանողական երկրորդ գիտաժողով, Երևան 2010թ, հատոր 2, էջ 47-52:
6. Վարդանյան Ե.Վ., Հարությունյան Վ.Մ., Հարությունյան Ա.Վ. «Օղակաձև հանգույցների երթևեկության հիմնախնդիրները և թողունակության հաշվարկը», ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատանքների ժողովածու, Երևան 2020թ., հատոր 2, էջ 51-60:
7. Վարդանյան Ե.Վ., Հարությունյան Վ.Մ., Հարությունյան Ա.Վ. Տարբեր մակարդակների փոխհատումների էջքերով տրանսպորտային հոսքերի երթևեկության վերլուծություն, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատանքների ժողովածու, Երևան 2020թ., հատոր 3, էջ 109-120:
8. Vardanyan E.V., Harutyunyan V.M., Harutyunyan A.V. Organization of Yerevan City Traffic Flow Modeling Process, 13th International Conference “Contemporary Problems of Architecture and Construction”, 2021, p. 188-192, Yerevan:
9. Harutyunyan A.V. Traffic Organization Features in Transport Stream Congestion, 13th International Conference “Contemporary Problems of Architecture and Construction”, 2021, p. 183-187, Yerevan:
10. Հարությունյան Ա.Վ. Փոխհատման սահմաններում ավտոմոբիլների երթևեկության խտությունների և արագությունների ուսումնասիրումը, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ, Երևան 2021թ., հատոր 2, էջ 85-92:
11. Վարդանյան Ե.Վ., Հարությունյան Վ.Մ., Ներսեսյան Չ.Վ., Հարությունյան Ա.Վ. Երևան քաղաքում անվտանգ երթևեկության ռեժիմի հիմնավորումը, ՃՇՀԱՀ գիտական աշխատություններ, Երևան 2022թ., հատոր 2, էջ 129-140:

Исследование влияния разноуровневых транспортных развязок, направленное на снижение заторовых ситуаций в городе Ереване

РЕЗЮМЕ

Высокий темп автомобилизации в городе Ереване и возрастающая роль автомобильного транспорта в экономике РА требуют быстрого развития улично-дорожной сети (УДС) и увеличения количества разноуровневых транспортных развязок. В этих условиях придается важность вопросу совершенствования проектов транспортных развязок с целью увеличения пропускной способности УДС, повышения безопасности движения транспортных потоков и уменьшения заторовых ситуаций. Цель исследования - разработка единого комплексного метода оценивания проектных решений транспортных развязок и их проектирования соответственно с условиями движения транспортных потоков. Для решения задач, поставленных в диссертации, были обоснованы системный подход динамических и стохастических теорий движения потоков при проектировании транспортных развязок и мероприятия по пропускной способности, которые обеспечивают улучшение условий движения в заторовых местах, обеспечивая повышение безопасности и скорости движения транспортных потоков. Было исследовано влияние дорожных условий на заторовую плотность потока. Были разработаны практические методы расчета пропускной способности главных дорог транспортных развязок и съездов с учетом совокупности всех факторов. Для характеристики работ мест входов и выходов съездов, были применены качественные показатели коэффициента загрузки и уровня удобства движения.

Предлагается использовать показатели, полученные на основе аналитического моделирования, в качестве новых проектных критериев нормирования уровня удобства движения на входах и выходах транспортных развязок.

**THE STUDY OF THE IMPACT OF GRADE-SEPARATED INTERCHANGES AIMED AT
DECREASING THE CONGESTION SITUATIONS IN YEREVAN CITY**

ABSTRACT

The high rate of automobilization of Yerevan City and the growing role of automotive transport in the RA economy demand quick development of the street and road network (SRN) and increase in the number of grade-separated interchanges. In this context, the issue of improving the design of traffic interchanges gains significance, with the aim of increasing the SRN capacity, safety of traffic flows and decreasing the road congestion situations. The aim of the research is the development of a unified complex method for the assessment of design solutions of traffic interchanges and the implementation of their design according to the conditions of traffic flows. To solve the objectives of the Dissertation, the systematized approach of dynamic and stochastic theories of traffic flows during the design of traffic interchanges, as well as capacity measures have been substantiated. They ensure improvement of traffic conditions at congestion sections, providing an increase of speed and safety of traffic flows. The impact of road conditions on congestion density of traffic flows has been studied. Practical calculation methods of the capacity of main roads of traffic interchanges and exits have been developed, taking into account all the factors in their entirety. For the specifications of the works on the entrance and exit points of the road exits, the quantitative indicators - load factor and traffic convenience level have been applied.

The indicators obtained based on analytical modeling are proposed to be applied to regulate traffic convenience level at entrance and exit points of traffic interchanges as new design standards.