

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Амангелдыев Омар Бахитулы

«Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды жобалау»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

 Е. Таштай

« 29 » 05 2024 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды  
жобалау»

6B06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Орындаған:



А.О. Амангелдыев

Пікір беруші

М.Тынышбаев атындағы АЛТ  
университеті, PhD, Ақпараттық және  
коммуникациялық технологиялар  
кафедрасының меңгерушісі

 Қасымова Д.Т.

« 29 » 05 2024 ж.

Ғылыми жетекші

ҚазҰТЗУ, т.ғ.м, Электроника,  
телекоммуникация және ғарыштық  
технологиялар кафедрасының  
аға оқытушысы

 Марксұлы С.

« 28 » 05 2024 ж.

Алматы 2024 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

6B06201 Телекоммуникация

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

Е. Таштай

« 9 » 12 2023 ж.

**Дипломдық жұмыс орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Амангелдыев Омар Бахитулы  
Тақырыбы «Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды  
жобалау»

Университет ректорының «04» желтоқсан 2023 ж. №548-П бұйрығымен  
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «30» сәуір 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы берілістері:

1) Сенсорға негізделген анықтау технологиясы; 2) Кептелістерді  
болдырмау әдістерінің қысқаша мазмұны; 3) GLOSA туралы қысқаша мәлімет;  
4) Апаттық көліктің басымдылығын алгоритмдерді

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Сенсорлы датчикті қолдану; б) Инфрақызыл пассивті датчикті  
құрылғыға қосу арқылы объектіні анықтау; г) Arduino Nano құрылғысы  
арқылы шағын бағдаршам орнатылған макет дайындау.

Сызбалық материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс):

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер: 1) Internet of Things with Python by Gaston C.  
Hillar. Publisher: Packt Publishing (May 20, 2016) Language: English Paperback:  
388 pages ISBN-10: 1785881388 ISBN-13: 978-1785881381 2) Основы  
электроники и цифровой схемотехники Автор: Богомолов С. А. Год: 2014  
Издательство: Академия Серия: Профессиональное образование 3) Изучаем  
программирование на Python. Автор Бэрри П. ISBN 978-5-699-98595-1  
Издательство Эксмо 4) Виктор Петин "Arduino и Raspberry Pi в проектах  
Internet of Things. 2-е изд." 5) Полещук Николай Николаевич, Самоучитель  
AutoCAD (2019).

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫСТЫ (ЖОБАНЫ) ДАЙЫНДАУ  
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге және кеңесшілерге көрсету мерзімі	Ескерту
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	04.01.2024 - 01.02.2024	<i>Орындалады</i>
Теориялық ақпарат	01.02.2024 - 01.03.2024	<i>Орындалады</i>
Жабдықтар жұмысының есебі және жұмысты рәсімдеу	01.03.2024 - 30.05.2024	<i>Орындалады</i>

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа(жобаға) қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер (аты, әкесінің аты, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Диплом жұмысының тақырыбын талдау	Марксұлы С. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, т.ғ.м.	<i>1.03.2024</i>	<i>[Signature]</i>
Теориялық ақпарат	Марксұлы С. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, т.ғ.м.	<i>30.04.2024</i>	<i>[Signature]</i>
Норма бақылау	Досбаев Ж.М. ЭТЖҒТ каф.аға оқытушысы, PhD	<i>29.05.2024</i>	<i>[Signature]</i>

Ғылыми жетекшісі

*[Signature]*

Марксұлы С.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

*[Signature]*

Амангельдыев О.Б.

Күні «01» желтоқсан 2023 ж.

## **АНДАТПА**

Ұяшық тарату моделі математикалық формализміне байланысты қалалық трафик желілерінің өнімділігін бағалау үшін пайдалы. Бұл дипломдық жобада апагтан туындаған кептелістерді бақылау стратегияларын әзірлеу үшін СТМ қолдану зерттеледі және осы стратегиялардың тиімділігі бағаланады. Екінші жағынан, Timed Petri желілері (TPN) дискретті оқиғалар жүйелерінде жұмыс істейді, өйткені олар модельдеу күші мен талдау мүмкіндігі арасындағы теңгерімді қамтамасыз етеді. Бұл жұмыс бағдаршамның ауыспалы басқару жүйелерін модельдеу үшін әзірленген TPNs пайдалануға бағытталған. Ұсынылып отырған әдістердің бір артықшылығы – бағдаршамның күйін, жағдайлар мен оқиғалар бойынша анық көрсетілген, соның нәтижесінде алдын ала таңдау фазасы өзгереді.

## **АННОТАЦИЯ**

Модель распределения ячеек полезна для оценки производительности городских транспортных сетей благодаря своему математическому формализму. В этом дипломном проекте исследуется применение СТМ для разработки стратегий по контролю заторов, вызванных стихийными бедствиями, и оценивается эффективность этих стратегий. С другой стороны, временные сети Петри (TPN) работают с системами дискретных событий, поскольку они обеспечивают баланс между возможностями моделирования и возможностями анализа. Данная работа посвящена использованию разработанных ТПС для моделирования систем управления переменными светофорами. Одним из преимуществ предложенных методов является то, что состояние светофора четко обозначается условиями и событиями, в результате чего фаза предварительного выбора меняется.

## **ANNOTATION**

The cell distribution model is useful for assessing the performance of urban transport networks due to its mathematical formalism. This thesis project examines the application of CTM to develop strategies to control congestion caused by natural disasters and evaluates the effectiveness of these strategies. On the other hand, temporal Petri nets (TPNs) work with discrete event systems because they provide a balance between modeling capabilities and analysis capabilities. This work is devoted to the use of the developed TPS for modeling control systems for variable traffic lights. One of the advantages of the proposed methods is that the traffic light state is clearly indicated by conditions and events, causing the preselection phase to change.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Қиылыстарды басқарудың тиімді және қауіпсіз стратегиялары	9
1.1 Қиылыстарды басқару	9
1.2 Қауіпсіздік және қиылыстағы соқтығысты анықтау	12
1.3 Сенсорға негізделген анықтау технологиясы	13
1.4 Көруді анықтау технологиясы	14
1.5 Қалыпты емес ақпарат туралы ескерту	15
1.6 Кептелісті анықтау және кептелісті болдырмау	17
1.7 Жасыл шам оңтайландырылған жылдамдық туралы кеңес (GLOSA)	23
1.8 Траекторияны жоспарлау	27
1.9 Апаттық көліктің басымдығы	33
2 Көлік кептелісін азайту үшін смарт жүйені әзірлеу	37
2.1 Көлік кептелісін азайту	37
2.2 Көлік кептелісіне шолу	38
2.3 Ұсынылған жүйенің тұжырымдасы	40
2.4 Ұсынылған жүйе құрылымы	42
2.5 Аппараттық құралдарды енгізу	43
3 Петри торларын қолдану арқылы екі жақты тор желісінің кептелістерінің алдын алу үшін ауыспалы бағдаршамдарды басқару жүйелерін жобалау	50
3.1 Бағдаршамның басқару жүйесін өзгерту	50
3.2 СТМ берілу моделіне шолу	53
3.3 Кептелістерді тарату және таратуды модельдеу	54
3.4 Бағдаршамды басқару жүйелерінің TPN моделін жобалау	60
3.5 Тұтас жүйе TPNs моделін талдау	65
Қорытынды	68
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	69

## КІРІСПЕ

Көлік кептелісі көптеген ірі қалаларда өсіп келе жатқан проблема болып табылады, өйткені көліктер саны өсіп келеді. Көлік құралдарының көбеюімен бүкіл әлемде көліктердің кешігуі және қалалық артериялардағы көлік кептелісі артып келеді. Сондықтан тасымалдаудың тиімділігін арттыру үшін стратегиялық талдау әдістеріне ие болу өте маңызды. Интеллектуалды көлік жүйесі (ITS) тасымалдау жүйесінің тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруда маңызды рөл атқара алады. Әрине, ITS технологиялары жол-көлік оқиғасын анықтау және тексеру [1]–[3], апатты жою логистикасы [4] және апатты сымсыз байланыс [5] сияқты кептеліс мәселелерінде қолданылады. Сонымен қатар, Фигейредо және т.б. [6] ITS симуляторы арқылы автожол қозғалысын талдау. Екінші жағынан, көлік кептелісі проблемасы, әсіресе, қалалық жерде көлік апаты болған кезде, басты мәселеге айналды.

Автокөлік оқиғалары қалалық желінің үлкен учаскелеріне таралатын кептелістерді тудыруы мүмкін. Демек, кептелістің пайда болу және өсу процесін зерттеу қажет. Кептеліс келесі үш себептің бірімен туындауы мүмкін екенін түсінеміз [7]: (1) уақытша кедергі, (2) тұрақты сыйымдылық шектеуі және (3) сұраныстың стохастикалық ауытқуы. Бұл жерде біз тек (1) немесе (2) бойынша жіктелуі мүмкін желілік желі апатынан туындаған көлік кептелісіне ғана назар аударамыз. Qi және т.б. [8] аварияға негізделген кептеліс көлік кептелісінің бір түрі екенін атап көрсетті. Оқиға дер кезінде жойылмаса, бұл ағынның жоғарғы жағындағы көліктердің үлкен кептеліске әкелуі мүмкін. Көптеген зерттеу жұмыстары әртүрлі апатқа негізделген кептеліс мәселелерімен талқыланды, мысалы, Райт пен Роберт [7] қарапайым аналитикалық модельді ұсынды және Роберт [9] ұсынған апатты модельдеу модельдері апатқа негізделген кептелістің пайда болуына және өсуіне негізделген. Сонымен қатар, Роберт-Оренштейн және т.б. [10] жазатайым оқиғаларға негізделген басқару стратегиясын статикалық алдын алу және динамикалық басқару стратегияларына бөлуге болатынын атап өтті. Статикалық алдын алу стратегиясы кептелістің таралуын азайту үшін жол орналасуы мүмкіндіктерін қалай пайдалануға болатынына қатысты мәселелер. Кептелістің таралуын баяулату үшін динамикалық басқару стратегиясын жалдауға болады. Даганзо [11] желілік трафикті талдау үшін СТМ ұсынды және бұл әдіс кептеліс мәселесін шешу үшін қолданылуы мүмкін. Жақында Лонг және т.б. [12] СТМ бір жақты желілердегі трафик ағынына қарағанда желілік трафик ағынын шынайы түрде модельдейтінін айтты [9], [13]–[15]. Әсіресе, олар СТМ кеңейтті және оны екі жақты желілік желілерде апатқа негізделген кептелістің таралуын модельдеу үшін пайдаланды. Сонымен қатар, екі жақты жолдар бір жақты жолдарға қарағанда қалалық көлік желілерінде жиі кездеседі [16]. Соған қарамастан, Qi et al. [8] сонымен қатар дисперсиялық апаттан туындаған кептелістерді бақылау стратегияларын ұсынды және осы стратегиялардың тиімділігін бағалады. Екінші жағынан, Роберт-Оренштейн және т.б. [10] көлік кептелісі мәселелерін шешу үшін әртүрлі стратегияларды әзірледі.

# 1 Қиылыстарды басқарудың тиімді және қауіпсіз стратегиялары

## 1.1 Қиылыстарды басқару

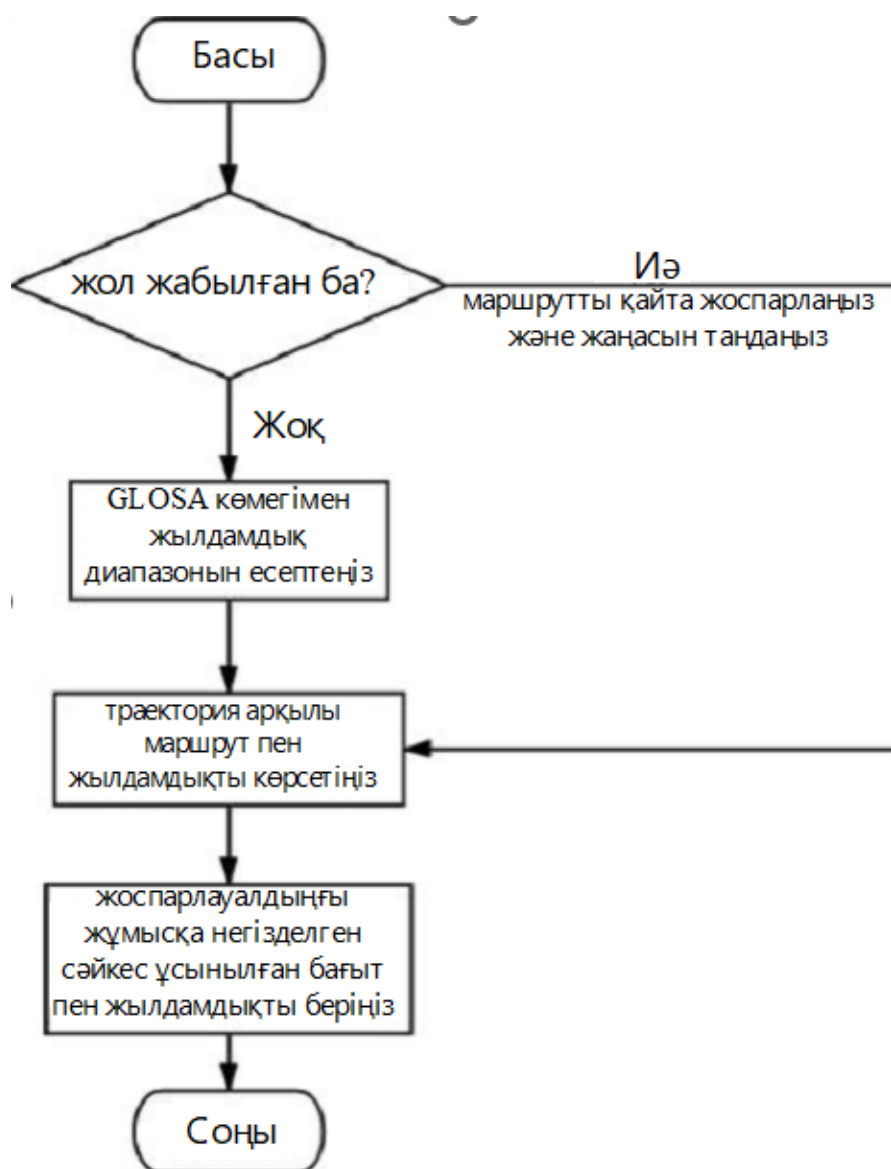
Қиылыстарды басқару – қозғалысқа қатысушылардың әртүрлі мінез-құлқына байланысты интеллектуалды көлік жүйесіндегі күрделі оқиға. Бұл мақалада, ең алдымен, көлік құралдары өткелден өткен кезде тиімділікті арттыруға немесе қауіпсіздікке кепілдік беруге бағытталған қиылысу көріністері бойынша соңғы зерттеулерге шолу жасалады. Бұл зерттеулер сәйкесінше тиімділік пен қауіпсіздік тұрғысынан зерттеледі. Біріншіден, кептелістерді болдырмау, жасыл жарықпен оңтайландырылған жылдамдық туралы кеңес (GLOSA), траекторияны жоспарлау және авариялық көлік құралының басымдылығын алдын ала бақылауды қоса алғанда, төрт көріністен тиімділікке бағытталған, қиылыстарды басқару шолуына соңғы үлестер. Сонымен қатар, қауіпсіздік санатында қиылыстардың соқтығыстарын анықтау және қалыптан тыс ақпаратты ескерту бойынша зерттеулер зерттеледі. Зерттелетін жұмыстарда ұсынылған жылдамдық пен маршрутты басқарудың сәйкес алгоритмдері талқыланады.

Урбанизация мен автокөліктерге иелік етудің өсуімен қиылыс жолдағы ең орталық орындардың біріне айналды, онда жол-көлік оқиғалары мен кептелістердің саны жылдан жылға артып келеді. NHTSA Ұлттық орталығы [1] жүргізушімен байланысты сыни себептерге байланысты қиылысқа қатысты 756 570 апаттың ең жиі кездесетін сыни себептері жеткіліксіз қадағалау (44,1%), басқа біреудің әрекетін жалған болжау (8,4%), кедергі келтіретін көрініспен бұрылғанын анықтады. 7,8%, заңсыз маневр (6,8%), ішкі алаңдаушылық (5,7%), алшақтықты немесе басқалардың жылдамдығын дұрыс бағаламау (5,5%). Тергеу нәтижесінде көлік кептелісіне байланысты жол жүрудің кешігуі жүргізушілердің 3 миллиард галлоннан астам жанар-жағармайды ысырап етуіне әкеліп соқтырғанын және жолаушыларды көліктерінде 7 миллиардқа жуық қосымша сағатқа қалдырғанын анықтады – қарбалас сағатта 42 сағат [2]. Осылайша, қауіпсіздікті қамтамасыз ету, қозғалыс тиімділігін арттыру, ресурстарды үнемдеу және ластануды азайту қажет.

Қазіргі уақытта екі негізгі көліктен барлығына (V2X) технологиясы бар, олардың негізгі қолдануы әртүрлі автомобиль, телекоммуникация және көлік салаларындағы негізгі ойыншылармен қамтамасыз етілген ITS-ке бағытталған: арнайы қысқа қашықтықтағы байланыс (DSRC) және ұялы көлік -to-everything (C-V2X), сәйкесінше IEEE 802.11p және 3GPP LTE/5G NR негізінде. [3] Интеллектуалды қозғалыс жүйесінің (ITS) дамуы және жолда қолданылатын ақылды көліктер жиынтығына сілтеме жасайтын Vehicular Adhoc Networks (VANETs) пайда болуы [4] көліктердің басқалармен байланысуына және тиімділігін айтарлықтай арттыруға көмектеседі. өтетін жол айрығы. V2X желілік жүйесі сымсыз байланыс технологиясы арқылы ақпарат алмасуды жүзеге асырады. V2X төрт негізгі санатты қамтиды: көліктен көлікке (V2V), көліктен инфрақұрылымға (V2I), көліктен жаяу жүргіншіге (V2P) және көліктен желіге



(V2N). Осы төрт түрдің ынтымақтастығы автономды жүргізу мен интеллектуалды тасымалдауға қол жеткізу үшін маңызды қадам болып табылады. ITS жүйесіне V2X көлік желісін қолдану кезінде жүйе радиожілік сәйкестендіру (RFID), датчиктер және т.б. арқылы жиналған көлік құралының күйі туралы ақпаратты (орнына, жылдамдығына, бағытына және т.б.) айналадағы көліктерге дәл жіберуі керек. көліктер мен жол бойындағы қондырғылар (RSU), көлік құралдары және көлік құралдары, сонымен бірге басқа байланыс әдістері [5] нақты уақытта. Ақпарат жиналғаннан кейін деректерді талдау және өңдеу арқылы тиімді хабарлама алынады. Сәйкес траекториялар мен жылдамдықтар сәйкес алгоритмдер арқылы есептеледі, бұл көлік құралын басқару үшін ақылды шешім қабылдауға негіз береді.



1.1-сурет – Қиылысқа жабу кезіндегі процесс

Сахналар тақтаның екі классификациясына бөлінеді: Қауіпсіздік және тиімділік. Бұл жұмыстың идеясы 1.1-суретте көрсетілген. Қиылысқа жақындаған

кезде көліктердің қиылыстан қауіпсіз өтуіне кепілдік бере отырып, жасырын қауіпті анықтау үшін соқтығысты анықтау және қалыптан тыс ақпаратты ескерту алгоритмдері жұмыс істей бастайды. Жоғарыда аталған екі қолданба оны орындауға арналған. Сенсорлар кептелістің бар-жоғын анықтайды, содан кейін жүйе оны болдырмау үшін алгоритмдерді пайдаланады. RSU бағдаршам туралы ақпаратты жібергеннен кейін, Green Light Optimized Speed Advisory (GLOSA) қиылыстан тоқтаусыз өту жылдамдығын есептейді. Жылдамдық туралы кеңес беру алгоритмдеріне қатысты көрсеткіштер төменде келтірілген. Қолданылатын бағытты табу үшін траекторияны жоспарлау алгоритмдері маңызды рөл атқарады және сәйкес маршруттарды береді. GLOSA және траекторияны жоспарлау әдістерін біріктіре отырып, біз жүргізушіге жақсырақ жүргізу тәжірибесін беретін қиылыстан өту бағыты мен жылдамдығын ала аламыз. Жедел жәрдем көліктерінің ерекшелігін түсіну үшін қағазда жедел жәрдем, полиция машиналары және т.б. қиылыстан тез өту үшін қалай көмектесуге болатыны туралы үш әдіс берілген.

Осы әдістердің негізінде көліктің қиылыстан қауіпсіз әрі жылдам өтуіне көмектесетін жаңа әдіс ұсынылды. Біз негізгі алгоритмдерді салыстырамыз және әр көріністе салыстырмалы түрде жақсы әдістерді таңдаймыз. Көру негізінде анықтау арзанырақ және ауқымы кеңірек және оның дамуы неғұрлым жетілген, кедергілерді анықтауға көмектесу үшін осы әдісті пайдалану пайдалы. Көлік құралының қалыптан тыс ескертуі, басқаруды жоғалту туралы ескерту және қауіпті орын туралы ескерту де камераның көмегімен аяқталады. Кескінді өңдеумен біріктірілген VANET кептелістерді болдырмау үшін жақсы жол жағдайында пайдалы болуы мүмкін. GLOSA бөлігі алгоритмдерді бағалауға арналған көрсеткіштерге назар аударады. Сонымен қатар, LOSB-F қиылыстан тоқтаусыз өтуге көмектесу үшін таңдалған. Траекторияны жоспарлау үшін маршрут үшін Q-learning таңдалады. Қорытынды бөлім - бұл ерекше жағдай. Бағдаршам да, көліктер де оған мойынсұну үшін хабарлама алады және апаттық көліктерге қиылыстан өтуге көмектеседі. Қытай ақпараттық-коммуникациялық технологиялар академиясының өнімділік критерийлері 1.1-кестеде келтірілген. Бұл құжаттың негізгі мақсаттары:

#### Кесте 1.1 – Сынақ көріністерінің орындалу критерийлері

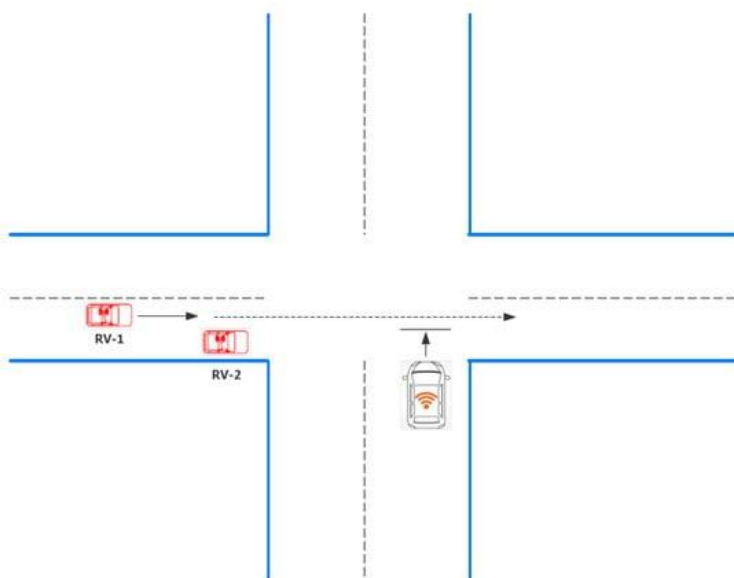
Критерийлер	Деректер ауқымы
NV жылдамдығы	0–130 км/с
Байланыс қашықтығы	$\geq 300$ м
Позиция дәлдігі	$\leq 5$ м

1. Жолдағы қышқылдардың санын азайту;
2. Көлік қозғалысын реттеп, кептелістерді болдырмау;
3. Қауіпсіз жүргізу үшін ақпараттың берілуін қамтамасыз ету және көлік құралдарының өту жылдамдығының тиімділігін арттыру.

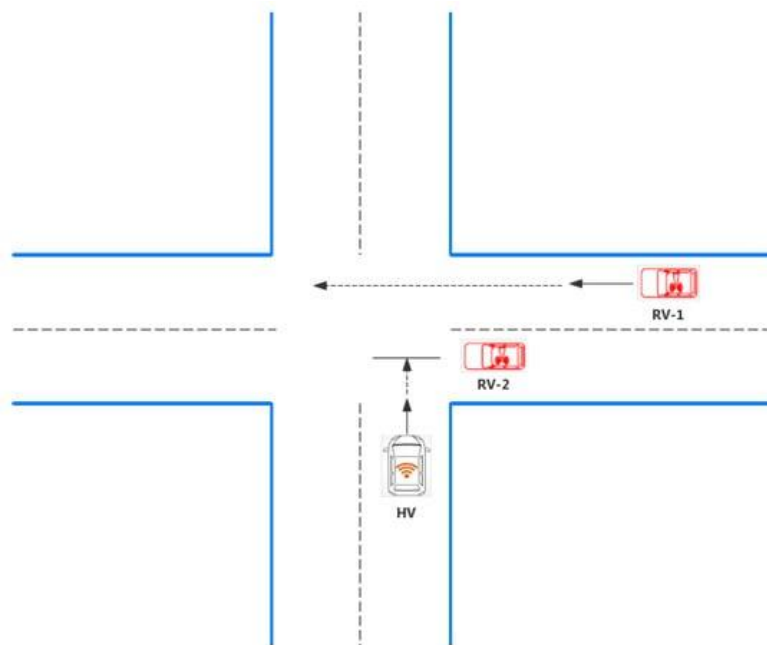
## 1.2 Қауіпсіздік және қиылыстағы соқтығысты анықтау

Көлік жүргізу кезінде максималды қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін біз қиылыстағы соқтығыстарды анықтауды және қалыптан тыс ақпаратты ескертуді үздіксіз пайдалануымыз керек. Төменде тиімділікті арттыру және жол кептелісін азайтудың бірнеше жолы қысқаша берілген.

Соңғы жылдары жол-көлік оқиғаларынан қайтыс болғандар саны тұрақты өсуді жалғастырып, 2016 жылы 1,35 миллионға жетті [6]. Зейіннің болмауы, шаршау және мінез-құлықтың жетілмегендігі жол-көлік оқиғаларының негізгі себептері болып табылады. Сондықтан, жүргізушіні келе жатқан соқтығыс туралы ескерту үшін қиылыстағы соқтығыс туралы ескерту енгізілген. Қиылыстардағы ескертулердің екі негізгі сценарийі бар: ҚТ қиылыстан басталады және HV және RV қиылысына бір уақытта жетелейді, ол 1.2-суретте және 1.3-суретте көрсетілген. Әртүрлі кіріс сигналдарының негізінде жиі қолданылатын кедергі анықтау екі түрге бөлінеді: сенсорлық және көру негізіндегі. Сенсорға негізделген қауіпті нысананы анықтау жүйесі тамаша өнімділікке қол жеткізді және сенсорлардың қоршаған ортаны сезіну қабілеті үшін автономды жүргізуде кеңінен қолданылды. Дегенмен, лазерлік радар сенсорлары ауқымды қолданбаларға қол жеткізу үшін тым қымбат, және олардың объект санаттарын анықтау мүмкіндігі шектеулі. Сондықтан визуалды ақпарат нақты автономды жүргізу жүйесінде өте маңызды. Адамның визуалды қабылдауынан шабыттанған, көру негізіндегі қауіпті нысананы анықтау жүйесі кедергілерді тікелей анықтау үшін көліктегі камераны пайдаланады [7]. Келесі екі анықтау әдістемесі бөлек енгізіледі және 1.2-кесте осы екі жолды салыстырады.



1.2-сурет – VT қиылыстан басталады



1.3-сурет – HV және RV қиылысына бір уақытта жетеді.

### 1.3 Сенсорға негізделген анықтау технологиясы

Кептеліс кезінде бұрын айтылғандай, сенсорлар негізінен жол ақпаратын жинау үшін пайдаланылады және біз оны жолдың жағдайын анықтау үшін таңдаймыз. Сенсорлар технологияларындағы жетістіктер көлік желілерінде нақты уақыт режимінде жоғары дәлдіктегі кеңістік-уақыт деректерін жинауға мүмкіндік береді. Мысалы, көше бойымен кеңістікте бөлінген және сыртқы анықталған желі арқылы байланыса алатын жылдамдық датчиктерінің жиынтығы. Жылдамдық сенсоры белгілі бір уақыт аралығында көліктің орташа жылдамдығын бақылайды және жергілікті болжамды жасау үшін шекті мәнге негізделген әдісті пайдаланады. Әрбір сенсор өзінің жергілікті болжамдарын көршілерімен алмасады және соңғы болжамды жасау үшін салмақты көпшілік біріктіру ережесін пайдалана отырып, алған жергілікті болжамдарды біріктіреді [8]. Дегенмен, бұл әдіс қазіргі уақытта қолдау көрсетілмейтін көлік инфрақұрылымы туралы болжамдар жасайды және анықтау кешігуі мен жалған дабыл жылдамдығын нақты модельдемейді. Ясита Варахена Лиянаж және т.б. екі сатылы әдісті ұсыныңыз. Бірінші кезеңде әрбір сенсор Bayesian ең жылдам өзгерістерді анықтау құрылымын пайдаланып шешім шығарады. Екінші кезеңде сенсордың жеке шешімдері топтастыру шығындары мен қате жіктеу шығындары арасындағы айырбастауды оңтайландыратын оңтайлы тоқтату әдісімен біріктіріледі [9]. Ұсынылған екі сатылы тәсіл соңғы үлгімен салыстырғанда анықтаудың орташа кешігуі мен жалған дабыл ықтималдығын сәйкесінше 65,2% және 87% жақсартуға қол жеткізеді. Liyanage [10] жылдамдық сенсорларына негізделген автожол апаттарын нақты уақыт режимінде дәл анықтау үшін Bayesian ең жылдам өзгерістерді анықтау құрылымын ұсынады. Сенсорлар

арасындағы кеңістіктік корреляцияны пайдалану және ұсынылған шешімнің беріктігін жақсарту үшін төрт біріктіру схемасы да ұсынылады. Біз соқтығысты анықтаудың екінші әдісін таңдаймыз.

Кесте 1.2 – Соқтығысты анықтау жолдарын салыстыру

Анықтау әдістері	Құрал	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Сенсорға негізделген анықтау [8,9]	радар, лазер, лидар және т.б.	Қауіпсіз; аз есептеу ресурстарымен қашықтықты тікелей өлшеу	Қымбат, қысқа диапазон, дәлдігі аз
Көру негізінде анықтау [11,12]	камера	арзан; кеңірек диапазон	Қосымша есептеулер; жақын маңдағы ғимараттардың, көпірлердің немесе ағаштардың көлеңкелерінен әсер етеді

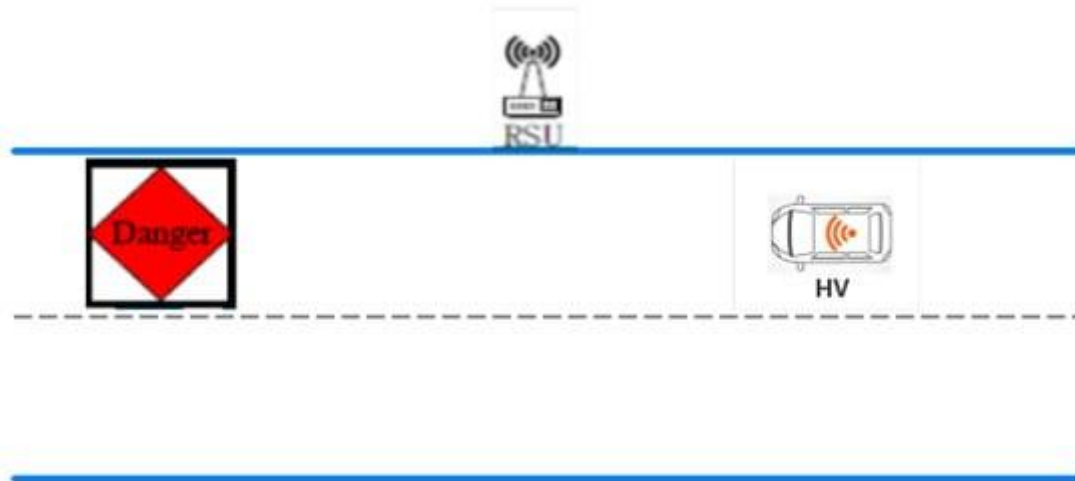
#### 1.4 Көруді анықтау технологиясы

Көру негізіндегі анықтау технологиясы әдетте көліктің алдындағы камераны жабдықтайды, себебі камера сенсорға қарағанда арзанырақ және нысан санаттарын, нысан арақашықтықтарын, жол белгілерін және сигналдарды қоса алғанда, көбірек қозғалыс ақпаратын түсіре алады. Мақсатты анықтау кедергілері әдетте машиналық оқыту әдісінде болады, мұнда типтік әдіс әдетте ұсынылған аймақтан, алынған ұсынылған аймақтың ерекшеліктерінен және мақсатты танудан тұрады. Анықтау жылдамдығын жақсарту үшін мақсатты анықтау әдісі [11] ұсынылады. Ол мақсатты тікелей анықтау үшін ұсынылған аймақты, мүмкіндікті шығаруды және мақсатты тануды үлгіге біріктіреді. Үштен-соңғы тәсілді автономды жүргізу кезінде мақсатты анықтау үшін табиғи түрде пайдалануға болады және КИТТІ сияқты нақты автономды жүргізу деректер жинақтарында расталады. Осы негізде конволюционды нейрондық желіге (CNN) негізделген көп тапсырмалы оқыту әдісі берілген [12], ол нысананы анықтауды қашықтықты болжаумен біріктіреді. Қашықтықты болжауды жеңілдету үшін қашықтықты регрессия мәселесі үздіксіз қашықтықты дискреттеу арқылы жіктеу есебіне түрлендіріледі. Объектілер класы мен қашықтық класының декарттық туындысына сәйкес модельдің бірлескен оңтайландыру мақсаты одан әрі ұсынылады. Нысанды CNN көмегімен оңтайландыру нысананы анықтауды да, қашықтықты жіктеуді де ескере отырып, бір линзалы көп қорапты детекторға ұқсас. Тәжірибе екі тапсырма тәуелсіз болмаған кезде ұсынылған декарттық өнімге негізделген комбинация стратегиясы дәстүрлі MTL-дегі сызықтық көп тапсырмаларды біріктіру

стратегиясына қарағанда жақсырақ екенін математикалық түрде дәлелдейді. Жүйелік эксперименттер ұсынылған әдіс SSD нысанасын анықтаудың қолданыстағы әдісінен және дәстүрлі MTL әдісінен жоғары екенін көрсетеді. Бұл жүйеде сирек кеңістіктік-уақыттық мүмкіндіктерді үйренуге арналған өздігінен реттелетін итеративті қатты шекті (ST-IHT) алгоритмін және анықтауға арналған салмақты экстремалды оқыту машинасын (W-ELM) қамтитын жол-көлік оқиғасын анықтау әдісі ұсынылған [13]. Сонымен қатар, баптау дәлдігін жақсарту үшін Липшиц коэффициенттерінің кандидаттық мәнін адаптивті табу үшін екі нүктелік іздеу стратегиясы ұсынылады.

## 1.5 Қалыпты емес ақпарат туралы ескерту

1.4-суретте көрсетілгендей, жүргізуші көлікті басқарған кезде олар кейде ақаулы көліктер мен түпсіз шұңқырлар сияқты әдеттен тыс ақпаратқа тап болады. Осы уақытта «жүргізушіге» айту үшін жол жағдайын анықтау үшін қабылдаушы көлік (HV) қажет. Төменде үш қалыптан тыс жағдай сипатталған.



1.4-сурет – RSU ҚТ қауіптілігін еске салады

### 1.5.1 Қалыпты емес көлік туралы ескерту (AVW)

Қозғалыс кезінде қашықтағы көлік құралы (RV) ақау туралы ескерту шамын қосқанда, HV қабылданған хабарламаның мазмұнына қарай оның қалыпты емес көлік құралына тиесілі екенін таниды. AVW функциясы анықталған қалыптан тыс көлік көліктің жүру бағытына әсер етуі мүмкін кезде HV жүргізушісіне қауіпті жағдай туралы ескертеді. Бұл қолданба қалалық және қала маңындағы қарапайым жолдар, тас жол қиылыстары және ілмектер мен магистральдардың кіреберістері ортасындағы қалыптан тыс көлік құралдары туралы ескертулерге қолданылады. Лей Сонг және т.б. [7] көлік ішіндегі бақылау жүйесіне (IVMS) негізделген көлік аномалиясын анықтаудың жаңа жүйесін ұсынады. Видео көліктің алдыңғы жағында орнатылған камера арқылы

түсірілген. Жүйе арқылы алынған жол қозғалысы туралы ақпарат қалыпты емес көліктерді анықтау үшін GPS және электронды карталармен біріктіріледі. Жүйені полиция көліктеріне, автобустарға, тіпті жеке көліктерге орнатуға болады.

### 1.5.2 Бақылау жоғалту туралы ескерту (CLW)

RV тежеуге қарсы тежеу жүйесі (ABS), шанақ орнықтылық жүйесі (BSS), тартқышты басқару жүйесі (TCS) және жолақтың ауытқуы туралы ескерту жүйесі (LOW) функциясы арқылы іске қосылғанда, негізгі көлік (HV) Қабылданған хабарламаның мазмұны көлік құралының бақылаудан шығып кеткенін және HV жүргізу бағытына әсер етуі мүмкін екенін анықтағанда жүргізушіге ескертеді. Cuong Nguyen Khas және т.б. [14] Жүргізушіге интеллектуалды көмек жүйесі (IDAS) үшін көлік әрекетін талдау жүйесін ұсынады. Біріншіден, кадрды бағалау қозғалатын нысананың барлық қозғалыс векторларында орындалады. Қауіпсіз қозғалатын көліктердің көпшілігі жаңа ұсынылған шекті ауқымды және ROI параметрлерін пайдалану арқылы жойылады. K-means кластерлеу алгоритмі қалыпсыз үміткер көліктердің сегменттерін алу үшін қалған қозғалыс векторларын кластерлеу үшін қолданылады. Қолдау векторлық машиналары (SVMs) және әртүрлі мүмкіндіктер сияқты үйренген алгоритм көліктік емес үміткер көліктерді жою үшін сегменттелген үміткер көліктерді жіктеу үшін пайдаланылады. Эксперименттік нәтижелер әдіс түнгі қозғалыс кезінде негізгі басқару көлігінің алдында қалыптан тыс қозғалатын көліктерді анықтай алатынын көрсетеді. 1.3-кестеде әдеттен тыс ақпарат ескертуінің үш түрі келтірілген.

Кесте 1.3 – Қалыпты емес ақпараттық ескертудің үш түрі

Түрлері	Қолдану сценарийі	Қолдану аймағы	Мысалдар
Көлік құралының қалыпты емес ескертуі	Радар, лазер, лидар және т.б.	Қиылыстар; қалалардың және қала маңындағы жолдар	IVMS [7]
Бақылауды жоғалту туралы ескерту	ABS, ESP, TCS және RV LDW	Қалалар мен қала маңындағы жолдар	IDAS [14]
Қауіпті орын туралы ескерту	Ықтимал қауіпті жағдай (мысалы, жол бетінің тесіктері)	Жолдың бұрылыстары; жолдың нашар жағдайы	Алмасу сервері [15]

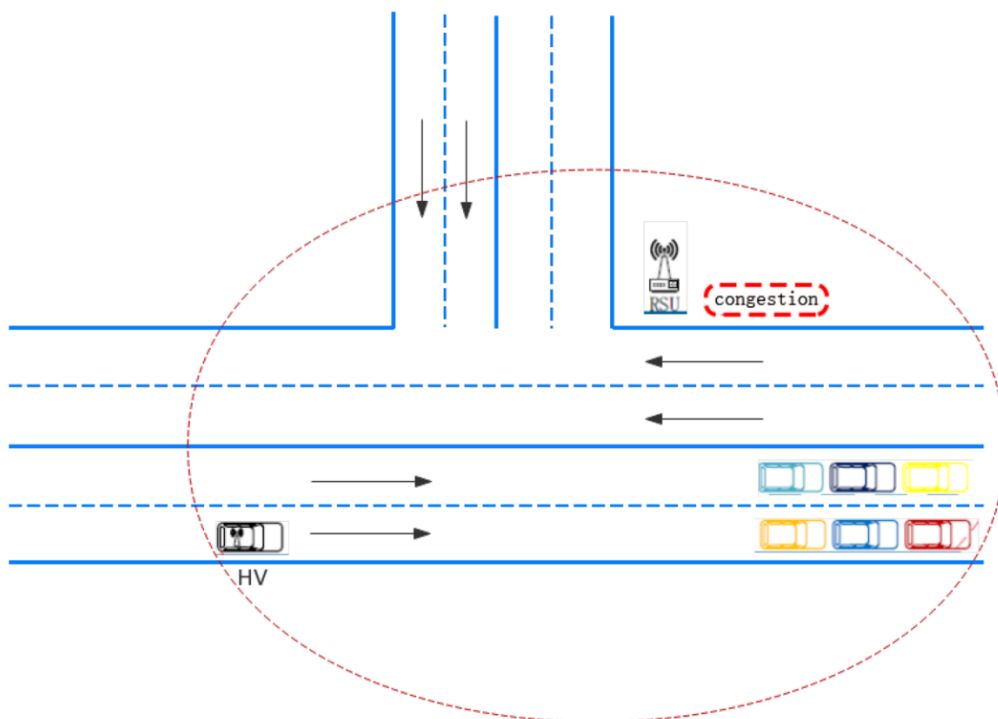
### 1.5.3 Қауіпті орын туралы ескерту (HLW)

ҚТ ықтимал қауіпті жағдайларға (мысалы, көпірдің астында терең су, жолдағы терең шұңқырлар, дымқыл жолдар, алдыңғы жағындағы күрт

бұрылыстар және т.б.) барғанда және апатқа ұшырау қаупі бар болса, HLW жүргізушіге ескертеді. . Еуропалық Одақтың NordicWay жобасы (Еуропалық Одақтың CEF-бағдарламасымен қаржыландырылатын алмасу сервері (еуропалық жабдыққа қосылған)), әртүрлі өндірушілердің көліктері арасындағы байланыстың бір-бірімен және қоршаған инфрақұрылыммен және жол операторларымен шекараны кесіп өтуге мүмкіндік береді. орнату, енгізу және оны сәтті сынақтан өткізу [15]. Жоба жол инженерлік ескертулеріне (ТМА-жүк машиналары, автокөлік аттенюаторлары), қауіпті орын туралы ескертулерге (қауіпті шамдар қосылған көліктер) және ылғалды жол ескертулеріне (ESP немесе ABS қосылған көліктер) қызмет көрсету арқылы байланыс арнасының функционалдығын көрсетеді. Жоба мұны Швеция мен Норвегияның шекаралас аймақтарында, сондай-ақ Швеция мен Данияның шекаралас аймақтарында көрсетеді.

### 1.6 Кептелісті анықтау және кептелісті болдырмау

Жол кептелісі қазіргі қоғамда бензинді ысырап ету, тиімділікке әсер ету және жүргізушілерді тітіркендіргіш сияқты маңызды экономикалық және әлеуметтік салдарларға ие [16]. Көлік құралдарының көбеюімен жол кептелісі барған сайын күрделі сипатқа ие болды, ол 1.5-суретте көрсетілген, сондықтан көлік жүргізу кезінде кептеліс туралы ескертулерді қолдану қажет болды. Бұл бөлім жолдағы кептелістерді анықтау әдістеріне және көліктерге кептелістерді болдырмауға қалай көмектесуге бағытталған.



1.5-сурет – ТЖ алдындағы кептелістің әдеттегі көрінісі



### 1.6.1 Кептелісті анықтау

Кез келген көлік торабы жүйесінде жолдың кептелуін анықтау үшін біртұтас технологияны қолдану айтарлықтай қателіктерге ие. Қазіргі уақытта кептелісті анықтау үшін қолданылатын негізгі анықтау технологиялары негізінен үш санатқа бөлінеді: кескінді өңдеу, сезу әдістері және зонд-көлік құралдарына негізделген әдістер.

Кескінді өңдеу идеясы көліктердің тығыздығын есептеу үшін камера немесе бейне арқылы нақты уақыттағы кескіндерді түсіру болып табылады, осылайша кептеліс пайда болады ма деген қорытынды жасайды. Кескінді өңдеу негізінен үш әдістен тұрады: Біріншісі - сыртқы мүмкіндіктер туралы толық ақпарат беретін фондық экстракция, бірақ мәселе бұл әдіс жарықтандыру мен сыртқы оқиғаларға байланысты өзгерістерге ерекше сезімтал. Бұл мәселені шешу үшін Ли және т.б. фондық экстракцияның бейімделген жаңартуын енгізу және көп кадрлы орташа әдісті біріктіретін тарихи статистикаға негізделген жетілдірілген алгоритмді ұсыну [17]. [18] автор бірнеше фондық кескіндерді пайдалана отырып, жол фонының мүмкіндігін талдау арқылы кептеліс оқиғаларын шығару әдісін әзірледі. Фондық кескінді алу үш қатардағы кадрда айырмашылықты орындау арқылы орындалады. Алынған фондық кескінде кептелістерді анықтау үшін бұрыш мүмкіндігі талданады. Тәжірибе нәтижелері алгоритмнің сенімді және нақты уақыт режимінде екенін көрсетеді. Сонымен қатар, CCTV (тұйық теледидар) жүйесінде дәйекті кадрларды беру арасындағы кросс-корреляция жұмысынан кептеліс күйін бағалау схемасы ұсынылған [19]. Бұл әдіс сынақтары күннің әртүрлі уақытында стандартталған деректер жиынында жүзеге асырылады. Осылайша, алынған нәтижелер кептеліс туралы ескертуге мүмкіндік береді. Қарапайым фондық кескінді алу қалалық трафик бейнелерінде тұрақсыз, сондықтан жақсартылған алгоритм қарапайым мультикадрлық орташа әдісті пайдалану кезінде кескіннің бұлыңғырлығын және трафик шыңында қадағалау қиындықтарын жеңеді. Background Local Binary Pattern (BGLBP) өнді шығару кезінде пайда болатын жарықтандырудың көптеген өзгерістерін өңдейді және алгоритм үш түрлі жолмен бағаланады [20]. Нәтижелер фондық экстракция бұрынғыға қарағанда дәлірек болатынын көрсетеді. Математикалық морфология шеңберіне сәйкес келетін жаңа әдіс [21] Морфологиялық текстуралық контраст (МТС) деп аталатын жақында жасалған текстуралық дескрипторға негізделген. Бұл жұмыста авторлар ашық және күңгірт ерекшеліктерді бөлек өңдеу үшін ашық және қараңғы үстіңгі қалпақ түрлендірулерін қолданды. Шығарылған ашық және күңгірт мүмкіндіктер текстураның құрамдас бөліктерін анықтау үшін МТС операторына бағынады, олар өз кезегінде бастапқы кіріс кескінінің текстураланған бөліктерін жақсарту үшін пайдаланылады. Кейіннен бұл әдіс кіріс кескінінің екі жақсартылған нұсқасынан бөлек ашық және күңгірт құрылымды аймақтарды сегменттеу үшін қолданылады және сегментацияның соңғы нәтижесін құру үшін алынған ішінара сегменттеу нәтижелері біріктіріледі.

Соған қарамастан, көзқарасқа негізделген тәсіл жарықтандыру, көлеңкелер, тербелген ағаштар және қозғалатын бұлттардан туындаған күрделі өзгерістерге тап болады. Сондықтан авторлар жоғарыда аталған мәселелерді шешу үшін фондық модельдеуді қолданбай фондық және алдыңғы сегментті сегменттеуді жүзеге асыратын нақты уақыттағы алгоритмді [22] ұсынады. Бірінші қадамда жылдам жарықтандыру өзгерістеріне әсер етпестен қозғалатын нысандарды жылдам анықтау үшін жақсартылған блок негізіндегі кадр айырмашылығы әдісі орнатылады. Келесі қадамда мақсатты аймақты дәл алу үшін қос алдыңғы қатардағы біріктіру әдісі пайдаланылады. Үшінші қадамда текстураға негізделген мақсатты сегменттеу әдісі пайдаланылады, ол әрбір автокөлікті біріктірілген алдыңғы қатардағы кескін дақтарынан бөліп, көлеңкелерді жояды. Төртінші қадамда жылжымалы ағаштан немесе қозғалатын бұлттан туындаған жалған мақсатты аймақты жою үшін қозғалыс энтропиясы тұжырымдамасына негізделген жалған алдыңғы сүзгілеу әдісі ұсынылады. Соңында, әрбір анықталған мақсатты бақылау үшін текстураға негізделген мақсатты бақылау әдісі пайдаланылады, содан кейін трафик ағынын есептеу үшін виртуалды цикл детекторын қолданады. Дегенмен, апаттар мен маңызды оқиғаларға келетін болсақ, деректерді жинау фондық немесе алдыңғы қатарлы болуы мүмкін. Аэрофотосуреттерді пайдалану бұл мәселені шеше алады. Сондықтан біз спутниктерді жоғары ажыратымдылықтағы кескіндерді алу үшін пайдаланамыз және кептелістің болуын болжау үшін фотосуреттер негізінде трафик тығыздығын талдаймыз. Интерполяция алгоритмдері, интерполяциямен жойылған толқындық, толқындық нөлдік толтырулар (WZP) және гибридті толқындық декомпозиция (HWD) сияқты Agiel кескіндерін жақсарту әдістері трафик тығыздығын есептеу дәлдігін жақсарта алады [23].

Магистральда трафиктің жоғары көлемі мен жылдам жылдамдығына байланысты сенсорлық технология кеңінен қолданылады, сондай-ақ бітелудің сирек кездесетінін анықтау үшін кескінді өңдеу технологиясы қолданылады. Сенсорлар инвазивті және инвазивті емес болып жіктеледі. Инвазивті емес технологиялар бейне кескінді өңдеуге, оптикаға және ультрадыбысқа, сондай-ақ лидар мен микротолқынды радарға негізделген. Индуктивті контур, магнитометр және қысымды ажыратқыш түрлері ағымдағы интрузивті технологиялардың үш негізгі түрі болып табылады. Жол инфрақұрылымының таңдалған нүктелерінде орнатылған индуктивті цикл (IL) сенсорлары қозғалысты тиімді басқару және белгілі бір нүктеде өтіп бара жатқан көлікті есептеу үшін қосымшада көлік құралын анонимді бақылау үшін пайдаланылуы мүмкін. Дегенмен, әртүрлі сигналдарды баптау жүйелері (SCS) көлік құралдарының магниттік қолтаңбасы (VMS) арасындағы диспропорцияларды тудырады. Кедергі SCS-тен VMS және генератор негізіндегі SCS арасындағы үйлесімділікті арттыру тәсілі ұсынылады. Кедергі SCS-тен үйлесімді VMS өндіру үшін генератор негізіндегі SCS-тің дұрыс электрлік моделі қолданылады [24]. [25], авторлар k-құралдарын кластерлеуге негізделген автоматты калибрлеу алгоритмін қолданатын бір чипті микрокомпьютер индуктивті контурлы көлік сенсорына негізделген әдісті ұсынады. Схема қарапайым және сигналды өңдеу қарқынды есептеу қуатын

кажет етпейді және оны арзан микроконтроллерде жүзеге асыруға болады. Индуктивті ілмектер үнемді шешім болып табылады, бірақ олар нашар жол жабындарына орнатылған кезде ақаулық деңгейі жоғары, нәтижесінде жолдың қызмет ету мерзімі қысқарады және техникалық қызмет көрсету және жөндеу кезінде көлік қозғалысына кедергі келтіреді. Магниттік сенсорлар ауа райы жағдайларына әсер етпейді және кең ауқымды орналастыруға және трафик туралы ақпаратты алу үшін уақытты анықтауға жарамды, осылайша басқа технологияларға қарағанда тұрақты және сенімді анықтау деректерін қамтамасыз етеді. Авторлар [26] көп функционалды сымсыз магниттік сенсорды енгізеді және ауа-райы ортасы мен көлік ағынының ортасынан туындаған «Ояну әсері» деп аталатын дрейфті шешу үшін балама, тиімді және дәл анықтау әдісін ұсынады. Басқа қағаз SCAN және Decision Algorithm (SDA) өнімділігін жақсартады [27]. Магниттік сенсорларға негізделген жаңа алгоритм аналогты-сандық сигналдан кейін сигнал/шуыл қатынасын (SNR) жақсарту үшін екі жолақты жылжымалы орташа сүзгіні қосады. түрлендіру. Жақсартылған математикалық мүмкіндіктер көлік бағдары мен классификациясының қосымша мүмкіндіктерін алуға мүмкіндік береді. Ұсынылған алгоритмнің өнімділігі белгіленген жол учаскесінде нақты уақыттағы далалық тәжірибелер арқылы бағаланады. Нәтижелер жол бойындағы магниттік сенсорлардың көлік құралын анықтауды, санауды, жол жүру уақытының индексін және төмен жылдамдықта және көп қозғалыс жағдайында жіктеуді жақсарту алатынын көрсетеді. Сонымен қатар, акустикалық сенсорлар көлік сенсорларының басқа түрлеріне қарағанда арзанырақ болғандықтан және акустикалық сипаттамалар жарық, ауа-райы және т.б. сияқты қоршаған орта өзгерістеріне төзімді болғандықтан, жол бойындағы дыбыстық сигналдарды жинау үшін кросс-микрофондық массивтер қолданылады [28]. Кірістірілген жолақты анықтау модулі жолақ орнын автоматты түрде анықтайды. Соңында, жиналған сигналдар мен анықталған жолақтар негізінде жол жағдайлары мен қозғалыс сапасын көрсететін әртүрлі өлшем индекстері шығарылады.

Зондты көлікке негізделген әдістер негізінен екі технологияны пайдаланады: GPS негізіндегі және смартфонға негізделген технологиялар. Автокөлік GPS-ін кеңінен қолдану жол қозғалысы туралы деректерді алуға және блоктау туралы ақпаратты анықтауға мүмкіндік береді. Нақты уақытта трафик жағдайын бақылау үшін арзан GPS жабдығын пайдалана отырып, [29] жұмыс нақты уақыттағы трафикті бағалаудың жаңа әдісін ұсынады, ол GPS деректерінің 98%-дан астамын қызмет көрсету маршруттарымен сәтті сәйкестендіреді. Трафик желісін бағалау нәтижесі әдістің орынды практикалық екендігін және көлік туралы дәлірек ақпарат алуға болатынын көрсетеді, осылайша біз кептелістерді болдырмау үшін алгоритмді уақтылы пайдалана аламыз, осылайша трафик ағынын жеңілдетеміз. Смартфондардың дамуымен смартфондарда GPS қолдану кеңінен тарады. Смартфондармен жазылған ұжымдық интеллект көмегімен жол бетінің кедір-бұдырын және жүргізу тәртібін сезіну, анықтау және визуализациялау үшін сенсорлық деректер платформасы ұсынылады [30]. Авторлар Хайдарабад пен Үндістандағы әртүрлі жолдардан нақты көлік жүргізу

жазбаларын жинап, жол жағдайлары мен жүргізу мінез-құлқы тұрғысынан көрнекі жағдайдағы елеулі айырмашылықтарды салыстырды.

Ағымдағы кескінді өңдеу технологиясының пайымдау дәлдігі төмен болғандықтан және GPS жүктеуі пайдаланушының орналасқан жерінің құпиялылығын ашып, осылайша зиянды шабуылды тудыруы мүмкін болғандықтан, сенсор осы құжатта анықтау құралы ретінде таңдалған.

### 1.6.2. Кептелісті болдырмау

Көлік кептелісі артып келе жатқандықтан, қозғалысты басқаруда кептелістерді болдырмау технологиясының қажеттілігі артып келеді. Бұл технологиялар көлік кептелісін болдырмау үшін әртүрлі әдістер мен стратегияларды пайдаланады. Бұл жиі қолданылатын әдістерге болжау алгоритмін, VANET және сигнал уақытын оңтайландыруды пайдалану кіреді, бұл жалпы жол желілеріндегі кептелістерді болжау және болдырмау үшін.

Жүргізушіге болжау алгоритмін пайдалану арқылы маршруттың адам көп шоғырланатын жерден адам көп емес аймаққа өзгертілгені туралы хабарлауға болады, осылайша көлікті бұру сияқты стратегиялар кептелістерді болдырмау үшін тамаша таңдау болып табылады. Ху және т.б. [31] кептелістерді болжау және болдырмау үшін нақты қалалық трафик симуляциялық моделін (AUTM) ұсынады. AUTM жүйесіндегі картаны және тасымалдауды (MT) түрлендіру әдісі нақты қалалық ұялы кеңістікті алу және кеңістіктік эволюция ережелерін пайдалана отырып көлік динамикасын оңтайландыру үшін қолданылады. Авторлар бірнеше нақты қалаларда көптеген эксперименттік модельдеу жұмыстарын жүргізеді және нәтижелер көлік кептелісін болжау дәлдігі 89%-дан асатынын көрсетеді. Дегенмен, көлік ағынын жақсарту үшін бағдаршамның динамикалық стратегиясын қалай қолдану керектігі қарастырылмаған. Зерттеуде [32] авторлар кеңейтілген динамикалық трафик желісін болжау және навигация моделін ұсынады. Статикалық желіні өзек ретінде қарастыратын дәстүрлі ең қысқа жол алгоритмімен салыстырғанда, бұл жетекші әдістің бірінші бөлігі ықтимал кептелістерді қарастырады, тәуліктің әртүрлі уақыттары үшін оңтайлы жүргізу ұсынысын береді, тепе-теңдік Марков тізбегі моделін жобалайды және бұл әдіс қаладағы кептелістерді жеңілдету үшін көліктерді жөнелту үшін қолданылады. Терең оқытудағы біріктіру операциясынан шабыттана отырып, қалалық жол қозғалысы желісіндегі кептеліс деректеріне арналған ұсыну құрылымы [33] ұсынылады. Рамка торға негізделген қалалық жол қозғалысы желісін бөлуден және жиынтық мәндерге бірнеше мәндерді азайтатын біріктіру операциясынан тұрады. Сондай-ақ әрбір тордағы (MAV) ең үлкен мәнді есептеу үшін біріктіру әрекетін пайдалануды ұсынамыз. Кептеліс карталарының өңделмеген суреттері түрлендіріліп, көлік кептелісін болжау кезінде ұсынудың негізділігін бағалау үшін Кеңістіктік-уақыттық кептелісті болжау желісіне (STCN) кіріс ретінде пайдаланылатын матрицалар сериясы ретінде түрлендіріледі. М. А. Abdelwahab және т.б. [34] қозғалыс траекториясын терең қалдықты үйренуге және бейне динамикалық модельдеуге негізделген көлік

кептелісін анықтаудың жылдам және сенімді әдісін ұсынды. Бұл әдіс қозғалыс және терең текстура мүмкіндіктерін тиімді пайдаланады, бар әдістердің шектеулерін еңсереді және текстура мүмкіндіктерінің эволюциясын модельдеу арқылы трафик бейнесіндегі негізгі құрылымды түсіру үшін тиімді бейнелеуді оқыту әдісін пайдаланады. Бұл ұсыну барлық ауа райы жағдайында анықтау нәтижелерін айтарлықтай жақсартуды қамтамасыз етеді.

Болжау алгоритмінің негізгі идеясы трафиктің нақты уақыт сипатына сәйкес келмейтін алдыңғы тарихи деректерге негізделген болжау болып табылады. VANET толық қолданбасы бұл мәселені шешеді. Қосылған көлік деректеріне негізделген нақты уақыттағы кезек ұзақтығын бағалау әдісі ұсынылған [35]. Зонд деректері қосылған көліктердің (CV) тоқтау күйін анықтау үшін пайдаланылады. Осы негізде қиылыстағы кезек процесін сипаттау үшін тоқтау уақыты мен түйіндемелердің позициясына негізделген кезек ұзақтығының уақыт сериясы белгіленеді. Статистикалық орташа трафик ағынын, кезек ұзақтығының уақыт қатарын және ағымдағы циклдегі нақты уақыттағы түйіндеменің келу сипаттамаларының тоқтау күйін ескере отырып, критикалық кезек уақытын болжау үшін сызықтық фитинг әдісін және Марков моделін пайдалану пайдалы болады. нақты уақыттағы кезек ұзақтығын бағалаңыз. Басқа құжат қашықтықты өлшеу сенсорларымен жабдықталған желілік көліктер үшін кезек ұзындығын бағалауды зерттейді [30]. Алдыңғы формуланы кеңейту арқылы жердегі ақиқат кезек ұзындығын талап етпей, кезек ұзындығын бағалау үшін қарапайым қосу және ойнату үлгісі орнатылады. Бұл әдісті іске асыру оңай және фазалық ұзындығы белгілі бағдаршамның айналмалы кезегінде қолдануға болады. Алынған модель трафикті микроскопиялық модельдеу деректерінің көмегімен бағаланды.

Бағдаршамды интеллектуалды басқару төтенше жағдайда көлік кептелісін жеңілдетеді және болашақта кептелістерді болдырмайды. Көптеген алгоритмдер трафик ағынын жақсарту үшін сигнал уақыты үшін оңтайландырылған. Вишу Гупта және т.б. бағдаршамның жасыл жану ретін бақылау және бағдаршамның жасыл жанған уақытын өзгерту арқылы кептеліс оқиғаларын басқару үшін бағдаршамдарды интеллектуалды басқару әдісін ұсыну. Бұл жұмыста Hopfield Neural Network (HNN) бір қиылыстың (түйіннің) оңтайлы бағдаршам тізбегін алу үшін пайдаланылады және төрт фазалы жол желісіндегі бағдаршамдардың оңтайлы жасыл уақытын шешу үшін генетикалық алгоритм қолданылады [31].

Кептелістерді болдырмаудың қысқаша мазмұны 1.4-кестеде көрсетілген. Жол кептелісін тексеру және болжау үшін VANET негізіндегі алгоритм таңдалады, себебі болжау алгоритмінің нақты уақыттағы өнімділігі барабар емес және интеллектуалды бағдаршамдарды іске асыру қиын.

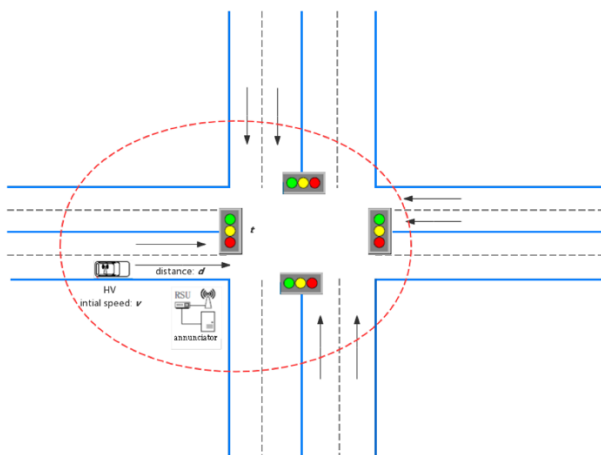
Кесте 1.4 – Кептелістерді болдырмау әдістерінің қысқаша мазмұны

Түр	Үлгі	Негізгі технология	Артықшылықтары	Жақсарту керек
Болжау алгоритмінің қолдану	AUTM [31]	Карта және тасымалдау; оңтайландырылған кеңістіктік эволюция ережелері; кептелістерді болдырмаудың маршруттау алгоритмі	Кептеліс болжамы 89%-дан астам	AUTM-де неғұрлым шынайы мүмкіндіктерді қарастыру; бағдаршамның динамикалық стратегиясын қолдану; нақты уақытта қысқа
	Жетілдірілген динамикалық трафик желісін болжау және навигация үлгісі [32]	Марковтың тепе-теңдік тізбегі моделі; уақытқа тәуелді навигация алгоритмі	Орташа жылдамдық жақсарды	Желінің бейімделуі және беріктігі; желіні нақты уақыт режиміне айналдыру; өзін-өзі жаңарту
VANET	Нақты уақыттағы кезек ұзақтығын бағалау әдісі [35]	Нақты уақыттағы түйіндемені бағалау үшін Марков үлгісін пайдалану; нақты уақыттағы кезек ұзақтығын бағалау	Кездейсоқтықты өңдеуде жақсы өнімділік; нақты уақыттағы кезек ұзақтығын бағалаудағы жоғары дәлдік	Кезекте әртүрлі түйіндемені таратудан туындаған кезекті бағалау дәлдігінің әсері

### 1.7 Жасыл шам оңтайландырылған жылдамдық туралы кеңес (GLOSA)

GLOSA жүйесі CO<sub>2</sub> шығарындыларын және отын шығынын азайтуға және қиылыстарда қажетсіз тоқтауларды болдырмауға әсер етеді. GLOSA екі жағдайға бөлінеді: сигнал шамы және сигнал шамы жоқ. Ешбір сигнал шамы

взводтың ойына жақын болмағандықтан, осы тарауда тек сигнал шамы талқыланады, ол 1.6-суретте көрсетілген. Көлік қиылысына жақындаған кезде, GLOSA жүйесі ағымдағы және болашақ бағдаршамдарға негізделген ақылға қонымды ұсынылған жылдамдықты береді. Бұл жүйелер әртүрлі модельдеу арқылы бағаланды. Жүйенің техникалық бағалау элементтері мен қоршаған ортаны бағалау элементтері, сондай-ақ бірнеше негізгі GLOSA алгоритмдері енгізіледі.



1.6-сурет – Жасыл толқын жылдамдығын бағыттаушы көрініс.

Нақты тестілеудегі және соған байланысты жұмыстағы тәжірибеге сүйене отырып, Stahlmann et al. GLOSA жүйесін техникалық бағалауға арналған жаңадан жасалған метрикалардың толық жинағын анықтаңыз, соның ішінде кешігу, түпкілікті кідіріс, хабарды жеткізу коэффициенті, пакетті жеткізу коэффициенті, болжамның тұрақтылығы және ақпарат қашықтығы. Олар GLOSA жүйесінің жұмысына қажетті барлық тиісті жүйе құрамдастарын, соның ішінде жүйе мен байланыс өнімділігін, сондай-ақ қолданбаға қатысты шаралар мен инфрақұрылым аспектілерін қамтиды. Олар бірге GLOSA өнімділігін жан-жақты бағалауға және талдауға мүмкіндік береді [18].

Жоғарыда келтірілген критерийлер алгоритмді оңтайландыру үшін ұсынылған техникалық стандарттар болып табылады, бірақ нақты модельдеуде біз интуитивті стандарттарды қарастырамыз: CO<sub>2</sub> шығарындысы, отын шығыны және саяхат уақыты. Тығыздығы жоғары трафик жағдайында да [19] қағаз GLOSA отын үнемдеуді жақсартып, көмірқышқыл газының шығарындыларын орта есеппен шамамен 10%-ға азайта алатынын көрсетеді. Әйтсе де GLOSA әр уақытта жұмыс істей алмаса да, модельдеу нәтижелері сағатына трафик 400-ден асқанда GLOSA біз қалаған әсерді жоғалтатынын және кәдімгі көліктерге қарағанда қоршаған ортаға зиянсыз болатынын көрсетеді.

### 1.7.1 GLOSA үш алгоритмі

VANET көмегімен OBU көлігі PCY-дан ақпарат алуға және қиылыстағы бағдаршамның уақыт жоспарын алдын ала білуге, сол арқылы қиылыстан өтетін көліктің жылдамдығын анықтауға, қызыл шамды болдырмауға жауап береді. әртүрлі алгоритмдерге. Жасыл толқын жылдамдығы әдетте сигнал уақыты мен сигнал шамының қашықтығы негізінде есептеледі, сондықтан біз теорияда негізгі есептеу формулаларын және нақты іске асыруда әртүрлі әдістерді енгіземіз.

1.6-суретте көрсетілгендей,  $d$  – қиылысқа дейінгі қашықтық,  $v$  – бастапқы жылдамдық,  $t$  – бағдаршамға жету уақыты және келесі жасыл фазаға қалған уақыт (сәйкесінше  $t_{red}$  немесе  $t_{yellow}+p_{tt}$  және). (1.1)–(1.3) [20] арқылы берілген үдеу, қозғалыстың негізгі ережелері:

$$d=v*t+1/2*a*t^2 \quad (1.1)$$

Бағдаршамға ( $tTL$ ) жету уақытын (1.2) көрсетілгендей есептеуге болады:

$$tTL=\{d/v,-v/a+(v^2/a+2d/a),a=0a\neq 0\}. \quad (1.2)$$

Қызыл жарық фазасы үшін мақсатты жылдамдық ( $vt$ ) (1.3) арқылы есептеледі:

$$vt=(2*d)/t-v. \quad (1.3)$$

Осы тендеулерге сүйене отырып, алдыңғылар көптеген әртүрлі алгоритмдерді ұсынады. Қазіргі уақытта сатылымдағы бірқатар кәдімгі көліктер Weilai ES8, Ford Co-Pilot360TM және BMW 5 сериясы сияқты адаптивті круиздік бақылау (ACC) қосалқы жүйелерімен жабдықталған. Сигнализацияланған қиылыста жүріп бара жатқан ACC жабдығына қосылған көлікті жиі жүргізуші сигнализацияланған қиылыс шектеулерін ескермей қабылдайды және көлік жылдамдығы анық өзгереді. Осы мәселеге жауап ретінде, ACC жүйесінің жоғарғы контроллері ретінде алдағы бағдаршам туралы ақпаратты пайдалана отырып, Qi және т.б. [21] V2X байланысына негізделген экологиялық қозғаушы интеллектуалды болжау үлгісін (IDM) ұсынады. IDM-де қарастырылатын қиылысу сигналын шектеу мәселесі үшін ол қызыл шам жанғанға дейін виртуалды алдыңғы көлік ретінде пайдаланылады және жасыл шам жанған кезде оны шешуге ешқандай кедергі жоқ. Қиылыста бос жүріс уақытын қысқарту үшін келу уақыты мен төменгі ағындағы кезектің ағызу уақытын болжау үшін қиылысу үлгісі әдісі ұсынылады. Мақалада сонымен қатар біріктірілген сигнал фазасы мен уақытын (SPaT) және көлік күйіндегі шектеулерді шешу үшін баяулау стратегиясымен біріктірілген эко-жүргізуші моделі ұсынылады. Сандық модельдеу эко-жетектелген модель арқылы жасалған жылдамдық профилі сигнализацияланған қиылыстардың жанында бос жүріс уақытын және отын



шығынын азайтуға мүмкіндік беретін жылдамдық кеңесшісі екенін көрсетеді. Бірыңғай өнімділікке қол жеткізе отырып, түйіндеме ізбасарлары көшбасшының жылдамдығын және аралық уақытын қадағалай алуын қамтамасыз ету үшін V2X желі топологиясын ескере отырып, сәйкестікке негізделген түйіндеме кезек үлгісі ұсынылады. Көшбасшының орташа күтілетін жылдамдығын анықтау және көшбасшының қызыл шамның жануына жол бермеу үшін сары жарықтың ұзақтығын ескере отырып, екі қиылысатын шешім әдісі ұсынылды. Үшбұрыш қисығы мен логистикалық қисыққа негізделген қауіпсіз және энергияны үнемдеуге бағытталған SAM резюме жетекшісін қозғалыстың жылдамдығы траекториясын жоспарлау үшін кезектен жасыл шам толығымен сөнген кезде тұрақты қозғалыс тәртібі бар сигнализацияланған қиылысқа жақындауға және одан шығуға бағыттау үшін пайдаланылады. CV жетекшісі.

Электрлік көліктер кездесетін негізгі кедергілер салыстырмалы түрде қысқа қашықтық, жеткіліксіз инфрақұрылым және ұзақ қашықтыққа саяхаттау қиындығы болып табылады. Батареялар мен басқа технологиялардың дамуы болашақ көліктерге осы қиындықтарды жеңуге мүмкіндік бергенімен, энергияны үнемдейтін көлік жүргізу тәртібін қабылдау арқылы энергияны тұтынуды азайту қажет. Жетілдірілген зондтау технологияларының және V2X технологиясының пайда болуы қауіпсіздік пен энергияны үнемдейтін қолданбалардың жаңа мүмкіндіктерін ашады. Модельді болжамды оңтайландыру әдісі ұсынылады [43], мұнда қуат жүйесінің моделі, бағдарлам реттілігі және басқа көлік құралдары энергия тиімділігінің жылдамдығын және шектеулі оңтайландыру диапазонында ауысу профилін есептеу үшін пайдаланылады және фазалық алдыңғы және артқы динамикалық бағдарламалау әдісі болып табылады. оңтайландыру үшін қолданылады.

Микроскопиялық эко-жылдамдықты басқару алгоритмдері [44] зерттеулер инфрақұрылымды бақылауға бағытталған осы саладағы бар зерттеулердің көпшілігіне ұқсамайды. Авторлар жолдағы бірнеше қиылыстарды байланыстыратын және бірнеше көліктерге орналастырылған аспаптық көліктер кезегі (IV) тұжырымдамасын пайдаланады, ол «тоқтату және бару» жүргізу тәртібі мен микроскопиялық жанармай мен шығарынды үлгілеріне негізделген ашкөз алгоритмді ұсынады. . Модельдеуде жеті алгоритм енгізілген және салыстырылған және нәтижелерді салыстыру 5-кестеде көрсетілген. Модель отын шығынын және парниктік газдар шығарындыларын азайту үшін жылдамдық траекториясын береді. Мақсат – отын шығыны мен шығарындыларды (көмірсутектер мен COx) азайту үшін әрбір көліктің жылдамдығын микро деңгейде бақылау. Алға және артқа динамикалық бағдарламалау моделін болжамды оңтайландыру әдісін қолдану арқылы энергияны үнемдейтін ауыспалы жылдамдық пен жылжу траекториясының бір түрі алынады. Оқиғалар көкжиегінің ұзақтығы шектеулі болғандықтан, тарихтың ең төменгі жиынтық құнын пайдалана отырып, тәуелсіз уақытша инвариантты көмекші оқиға көкжиегін жасау әдісі ұсынылады. Көмекші горизонт кәдімгі горизонттағы оңтайлы траекторияның оңтайлы терминалдық әрекетін жақсы алыс қашықтыққа бағалау үшін қолданылады. Бұл әдісті

оңтайландыру мәселелерінің әртүрлі түрлеріне қолдануға болады, бірақ назар электр көліктерінің болжамды энергия тиімділігін оңтайландыруға бағытталған.

Кесте 1.5 – GLOSA өнімділігін салыстыру

Алгоритм	CO22 шығарындыларын азайту	Жанармай шығынын азайту	Саяхат уақытын қысқарту
IDM және эко-жүргізуші моделін кеңейту	7.9%	2.3%	1.5%
Модельді болжамды оңтайландыру тәсілі	6.2%	9%	4.1%
GDA	6.8%	7.1%	6.8%
MCG	5.7%	4.2%	3.4%
MCG-EA	6.1%	2.1%	2.4%
LOSB-F	6.3%	1.5%	2.0%
LOSB-E	6.4%	2.5%	1.7%

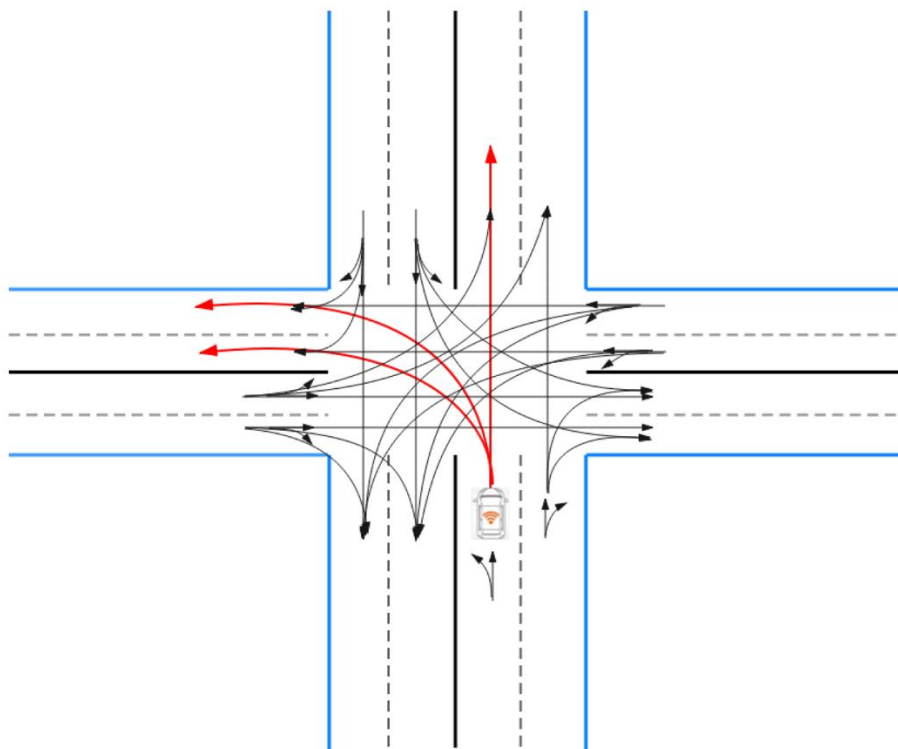
### 1.7.2 GLOSA туралы қысқаша мәлімет

Алгоритмдерді бағалауға арналған бірнеше метрикаға, соның ішінде техникалық және анағұрлым интуитивті критерийлерге, CO22 эмиссиясына, отын шығынына және саяхат уақытына назар аударуым керек. Содан кейін алгоритмдердің үш түрі салыстырылады: бірі ACC негізінде, екіншісі ашкөз алгоритм, екіншісі динамикалық бағдарламалау. Бұл алгоритмдердің барлығы жасыл толқын қозғалысы үшін жақсы күйді көрсетеді, бірақ нақты көріністегі жол жағдайы сияқты бірнеше факторлар ескерілмейді. Кейінгі алгоритмдер нәтижелерді анықтама үшін құндырақ ету үшін нақты кедергі факторларын ескере алады. Көліктердің қиылыстан тоқтаусыз өтуіне кепілдік беру үшін қолайлы жылдамдықты есептеу үшін [14] LOSB-F алгоритмдерін де таңдаймыз.

## 1.8 Траекторияны жоспарлау

1.7-суретте көрсетілген жергілікті жоспарлау үшін траекторияны жоспарлау әдістерін қолдана отырып, жасыл толқынның рұқсатын алғаннан кейін көліктер қиылыстан өтеді. Автоматтандырылған жол көліктері үшін траекторияны жоспарлаушы әртүрлі уақыт шкалаларының талаптарына жауап беруі керек. Біріншіден, бірнеше секунд ішінде ол жолдың барлық қатысушылары үшін соқтығысусыз траекторияға және ақылға қонымды қауіпсіздік шегі мен жайлылыққа кепілдік беруі керек [17]. Траекторияны жоспарлау жұмысының негізгі мақсаты – жүргізушісіз көлікті қиылыстан өту үшін соқтығыспай басқару, көліктің үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету және қиылыстан өтудің күту уақытын қысқарту [18]. Траекторияны жоспарлау

әдістері негізінен екі санатқа бөлінеді: Дәстүрлі алгоритмдер және күшейтілген оқытуға негізделген әдістер.



1.7-сурет – Траекторияны жоспарлау

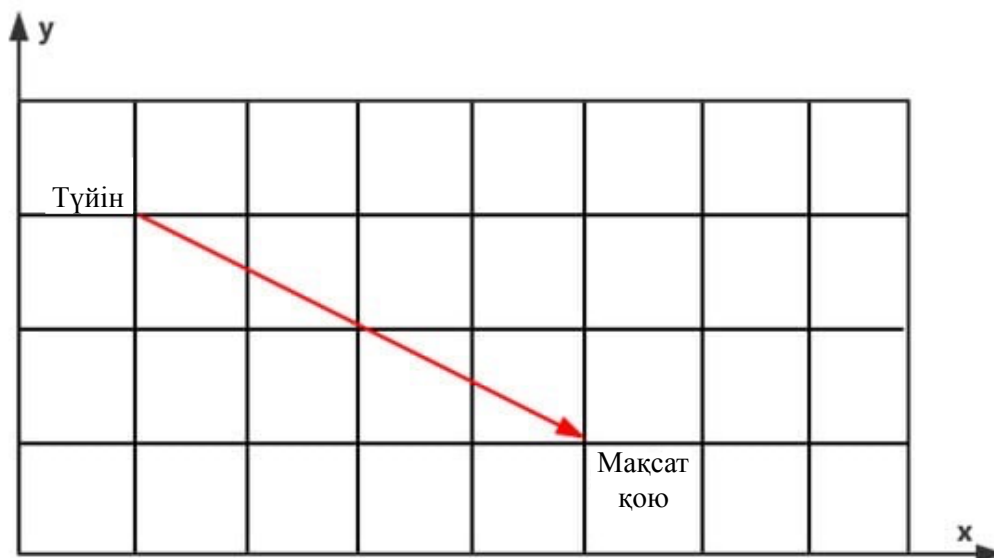
Траекторияны жоспарлаудың дәстүрлі алгоритмдерін графикалық іздеуге және іріктеуге негізделген технологияларға бөлуге болады. Графикті іздеу әдістері уақыт өте келе көлік күйін қамтамасыз ету үшін жолды жоспарлау техникасын кеңейтеді. Автономды көліктердің ішінде траекторияны жоспарлау әдістеріне негізделген графикалық іздеу әдістері ең жиі қолданылатын күй торы, серпімді жолақ (EB) және A жұлдызы [19]. Күй торы – іздеу графигі, оның шыңдары күйлерді, ал жиектері роботтың кинематикалық шектеулерін қанағаттандыратын күйлерді қосатын жолдарды көрсетеді. Барлық шыңдарды қосу үшін бірдей жолды қолдануға болатындай етіп шыңдар әдеттегідей орналастырылған. Бұл мемлекеттік тор тек шешімде болуы мүмкін мемлекеттерді көрсету арқылы жолды жоспарлауды қамтуы керек. Сонымен қатар, күй торын динамикалық ортаға уақыт пен жылдамдық өлшемдерін ұлғайту арқылы кеңейту керек. Күй торлары позиция, жылдамдық және жеделдету сияқты бірнеше өлшемдерді өңдей алады және жергілікті жоспарлау мен динамикалық орталар үшін қолайлы. Дегенмен, олардың есептеу шығындары жоғары, себебі ол диаграммадағы барлық мүмкін шешімді бағалайды. Серпімді жолақты оңтайландыру техникасына негізделген жолды жоспарлау әдісі [20] күй кеңістігін көрсету үшін серпімді түйіндері мен жиектері бар графикті пайдаланады. Серпімді түйіндер көрші кеңістіктік түйіндерді қосу үшін кеңістіктік түйінге ішкі жиекті және сыртқы жиекті қосу арқылы анықталады. Модельге негізделген болжамды басқару әдісі [21] соқтығысуды

болдырмау үшін оңтайлы траекторияны құру үшін қолданылады. Көптеген жағдайларда авариялық тежеуді орындау мүмкін емес. Соқтығысты болдырмаудың қауіпсіздік факторы көлік құралының әрбір қозғалыс сатысында жүзеге асырылады, ал тежегіш пен рульдік бұрыш арасындағы сызықты емес шектеулер көлік құралының апаттық қозғалысын жоспарлау үшін белгіленеді. Шешімнің тиімділігі әртүрлі сценарийлерді модельдеу арқылы бағаланады, ол практикалық автономды көлік мәселелерін қолданбалы зерттеу бағытын көрсетеді. Уақыттың серпімділік жолағы (ТЕВ) [22] шеңберіне негізделген көлік құралдарының соқтығысудан аулақ болу үшін соқтығысуды оңтайлы жоспарлау мәселесі зерттелді. Соқтығысты болдырмау траекториясы бірнеше жергілікті оңтайландыру мақсаттарының ТЕВ оңтайландыру арқылы беріледі. Алынған траектория қарапайым тежеу мен жолақты ауыстыру арасындағы ең жақсы ымыраға, ең тегіс жолға соқтығысуды болдырмайды. ТЕВ көлік динамикасын, жол шекараларын, статикалық кедергілерді және қозғалатын көліктер қоятын шектеулерді қарастыратындықтан, бұл әдіс жалпы сыни траектория жағдайлары үшін жарамды. Көлік құралының күнә процесі үшін кедергілерді болдырмау траекториясын жоспарлау әдісі [23] көлік құралының кузовының бекітілген рамалық жүйесінде үздіксіз қисықтық және шамамен нөлдік бойлық үдеумен траекторияны жоспарлау үшін пайдаланылуы мүмкін. Әрі қарай, әрбір ішкі жүйенің сипаттамаларына сәйкес, толық жетекті рульдік басқарудың ішкі жүйесінің траекториясын қадағалау алгоритмдері және жұмыс істеп тұрған көлік құралының бойлық ішкі жүйесі сәйкесінше сингулярлы емес терминалды сырғыту режимін басқару және басқару арқылы құрастырылады. кірістірілген қанықтыру әдісі. Ляпунов тұрақтылық теориясының мағынасында тұйық жүйенің бақылау қателігінің тұрақтылығы мен асимптотикалық жинақтылығы дәлелденді. А-жұлдызының алгоритмі әдетте жолды жоспарлау немесе құрылымсыз траекторияны жоспарлау үшін қолданылады. Фассбендер және т.б. жол траекториясын жоспарлау үшін түйінді кеңейтетін екі жаңа А жұлдызы [24] деп аталатын әдісті ұсыныңыз. Бірінші схема көліктің ағымдағы түйінін тікелей мақсатты түйінге қоса отырып, сандық оңтайландыру арқылы траекторияны табуға тырысады. Екінші опция қысқа жағын генерациялау үшін таза бақылау контроллерін пайдаланады (ол көлікті бүкіл жағдайдың анықтамалық жолы бойымен бағыттайды). Негізгі алгоритм формуласы [25] төмендегідей көрсетілген:

$$f(n)=g(n)+h(n) \quad (1.4)$$

Операция кезінде  $A^*$  алгоритмі келесі жолы өтетін түйін ретінде басымдылық кезектен ең төменгі ( $n$ ) мәні (ең жоғары басымдылық) бар түйінді таңдайды.  $N$  түйінді білдіреді; ( $n$ ) -  $n$  түйінінің жан-жақты басымдығы;  $g(n)$  - бастапқы нүктеден бастап  $n$  құны; және  $h(n)$  -  $n$  түйінінің соңғы нүктеден қашықтығының күтілетін құны, бұл да  $A^*$  алгоритмінің эвристикалық функциясы.

Эвристикалық функцияға келетін болсақ  $h(n)$  үш негізгі функция бар. Бірінші түрі – Манхэттендік қашықтық. 1.8-суретте көрсетілгендей түйіннен мақсатқа дейінгі қашықтықты есептеуіміз керек. Есептеу келесідей. D екі іргелес түйіндер арасындағы қозғалыс құнын білдіреді, ол әдетте тұрақты тұрақты болып табылады.



1.8-сурет – Түйіннен мақсатқа дейін

Таңдауға негізделген технология автомобильдің ағымдағы күйі мен келесі мақсатты күй арасындағы байланысты табу үшін күй кеңістігін кездейсоқ таңдайды. Автономды көліктерде траекторияны жоспарлау әдістеріне негізделген таңдаудың ең жиі қолданылатын әдісі - жылдам зерттелетін кездейсоқ ағаш (RRT). Траекторияны құруға арналған RRT әдісі автомобильдің ағымдағы күйінен іздеу ағашын қадамдық түрде құру үшін күй кеңістігіндегі кездейсоқ таңдауды пайдаланады. Әрбір кездейсоқ күй үшін кездейсоқ күйге мүмкіндігінше жақын жана күйді жасау үшін ағаштың ең жақын шыңына басқару пәрмені қолданылады. Ағаштың әрбір шыңы күйді білдіреді және әрбір бағытталған жиек күйді кеңейтуге арналған пәрменді білдіреді. Үміткерлердің траекториялары әртүрлі критерийлер бойынша бағаланады. Таңдауға негізделген RRT әдісі жоғары өлшемді кеңістік үшін төмен есептеу құнына ие және шешім бар және уақыт жеткілікті болғанша, шешім әрқашан шыға алады. Алайда нәтижелер үздіксіз және тұрақты емес. Дәрекі траектория іріктеуді іздеуді жоспарлаушы арқылы алынады, содан кейін ол сандық оңтайландыру арқылы оңтайландырылады. Негізгі ағынды таңдауды іздеуді жоспарлаушылардың арасында іріктеу операцияларының көпшілігі икемді емес. Егер сынама алу тығыздығы төмен болса, ерітінді сөзсіз сәтсіздікке ұшырайды; іріктеу тығыздығы жоғары болса, өлшем қарғысы пайда болады. Бұл мақалада авторлар траекторияны іздеуге арналған жетілдірілген RRT\* алгоритмін ұсынады, ол өрескел траекторияны алу үшін іріктеу іздеуді жоспарлаушыны пайдаланады, содан кейін траекторияны іздеудің іріктеу икемділігін жақсарту

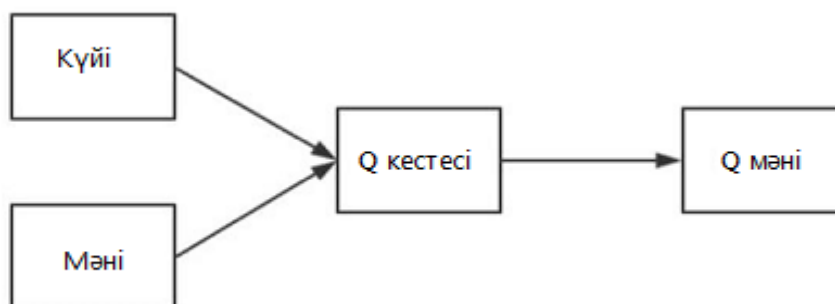
және жою үшін оны сандық оңтайландыру арқылы оңтайландырады. іздеудің кездейсоқтығы. Дәрекі траекторияларды нақтылау үшін квадраттық бағдарламалауға (QP) негізделген жаңа тегістегіш ұсынылады.

Оқытуды күшейту (RL) әдетте екі бөліктен тұрады: Агент және орта. Кадр 1.9-суретте көрсетілген. Екі бөліктің өзара әрекеттесуі келесідей:  $st$  күйінің ортасында болатын агент  $rt$  сыйлығын алу және  $st+1$  күйіне кіру әрекетін таңдайды. Жүргізушісіз көлік саласындағы RL ұшқышсыз көліктер белгісіз орта туралы білім алу үшін қоршаған ортамен үнемі әрекеттесу үшін өздерінің сенсорларын пайдаланады дегенді білдіреді. RL қоршаған ортамен өзара әрекеттесу арқылы сынақ және қате арқылы онлайн режимінде оқудың, әрекет пен бағалау ортасында білім алудың және іс-әрекет жоспарын жетілдірудің артықшылығына ие. Жұмыс үш әдісті ұсынады: Лездік айырмашылық әдісі, Sarsa әдісі және Q-оқыту, ол ортадан тиімдірек модельден тәуелсіз алгоритм болып табылады және оны онлайн режимінде үйренуге болады.



1.9-сурет Оқытуды күшейту шеңбері

Жолы мен бағанасы сәйкесінше күй мәнін және әрекет Q-оқыту өзегі болып табылатын Q-кестесі 1.10-суретте көрсетілген. Осылайша, Q-кестесінің  $Q(s,a)$  мәнін өлшеу үшін пайдаланылады. «a» әрекетін қабылдайтын күй жақсы.



1.10-сурет – Q-learning процесі

Оқыту процесінде алгоритм Q кестесін жаңарту үшін Беллман теңдеуін пайдаланады. Формула келесідей:

$$Q(s,a)=r+\gamma*\max[Q(s',a')]. \quad (1.8)$$

RL стохастикалық динамикалық ортада траекторияны жоспарлауда тиімді болғанымен, бұл алгоритмнің конвергенциясын жылдамдату, ғарыштық күрделілікті азайту және қоршаған ортада оқу қабілетін жақсартуда қиындық және зерттеу мәселесі болып табылады. Нейрондық желіге негізделген оқытуды күшейту сақтау орнының жеткіліксіздігі мәселесін жақсарта алады, нейрондық желі арқылы Q функциясына жақындайды және ұшқышсыз көліктің күйін алғаннан кейін Q мәнін үнемі жаңартады. Нейрондық желілер BP алгоритмі бойынша оқытылады және жолды жоспарлау аяқталды.

Жоғарыда аталған алгоритмдерден басқа, жолды жоспарлау саласына ақпаратты оңтайландырудың әртүрлі интеллектуалды әдістері де енгізілген. Интеллектуалды су тамшылары алгоритмі, құмырсқалар колониясының алгоритмі және шатыр алгоритмі [14] барлығы белгілі бір дәрежеде алгоритм жұмысын жақсартады және траекторияны жоспарлау сапасын арттырады.

1.6-кесте алгоритмдерді үш аспекті бойынша салыстырады: нақты уақыттағы өнімділік, сенімділік және уақыт күрделілігі. Дәстүрлі алгоритмдегі RRT алгоритмінің нақты уақыттағы өнімділігі мен беріктігі жақсырақ, ал A\* іздеу жылдамдығы жылдамырақ екенін көруге болады; күшейтілген оқытуға негізделген алгоритм дәстүрлі алгоритммен салыстырғанда нақты уақыттағы және беріктікте белгілі бір жақсартуға ие, бірақ уақыт күрделілігі нашар.

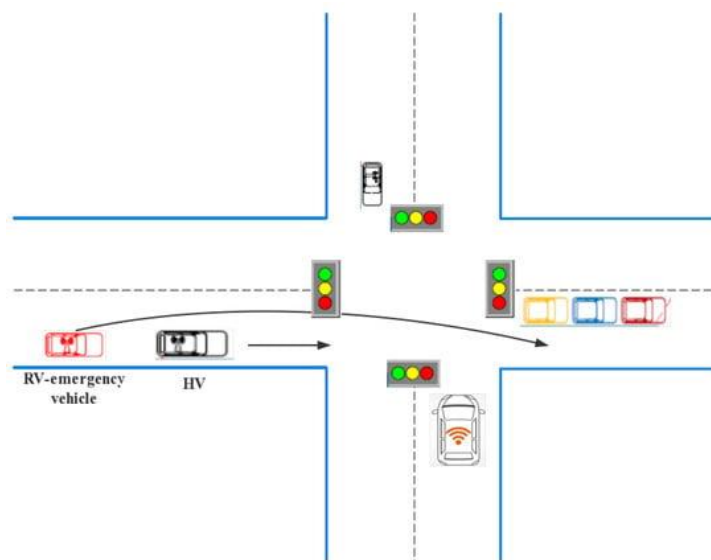
Кесте 1.6 – Траекторияны жоспарлау алгоритмдерінің орындалуы

Алгоритм	Нақты уақыт	Тұрақтылық	Уақыттың күрделілігі
Мемлекеттік топ	85%	++	++++
EB	75%	+	++++
A*	88%	++	+++
RRT	79%	++	++
Q-learning	90%	+++++	++

Бұл бөлім негізінен траекторияны жоспарлаудың бірнеше жалпы алгоритмдерін енгізеді және олардың өнімділігін салыстырады. Қазіргі уақытта A\* алгоритмі және Q-learning негізіндегі жоспарлау әдісі жиі қолданылады. Салыстырмалы түрде айтатын болсақ, Q-learning өнімділігі жақсарды, сондықтан біз болашақ зерттеулерде Q-learning негізіндегі сәйкес алгоритмдерді оңтайландыруға назар аудара аламыз.

## 1.9 Апаттық көліктің басымдығы

Бұл бөлім белгілі бір көлікті ұсынады: Апаттық көлік. Статистика 1.11-суретте көрсетілгендей, төтенше жағдайлар көліктері басқа жол пайдаланушыларға қарағанда, тапсырмаларды орындаған кезде, әсіресе қиылыстарда апатқа ұшырайтынын көрсетеді. Күн сайын он мыңдаған жедел жәрдем көліктерінің тапсырмаларды орындауына тең. Әрбір тапсырма үлкен уақыт қысымымен орындалады, өйткені жергілікті жауап беру уақыты кіріс қоңырау мен құтқару тобының келуі арасындағы максималды уақыт айырмашылығын бақылайды. Төтенше жағдайдағы көлікті алдын алу жүйесі өрт сөндіру көліктері мен жедел жәрдем көліктері сияқты апаттық көліктерге қиылысқа жақындаған кезде жасыл бағдаршам белгілерін сұрауға және алуға мүмкіндік береді. Төтенше жағдайдағы көлік құралын алдын алу (EVP) бағдаршамның қалыпты уақытын белгілеу операцияларын тоқтататын оқшауланған және келісілген сигнал қиылыстарында маршрут бойымен жасыл белдеумен қамтамасыз етеді. EVP EV көліктерінің қиылыста тоқтамай немесе күтпестен өтуіне мүмкіндік береді, бұл жол жүру уақытын қысқартуы және жүйедегі басқа көліктермен қақтығыстарды азайтуы мүмкін.



1.11-сурет – Төтенше жағдайдағы көлікті жоспарлаудың басымдығы.

Ма және т.б. әртүрлі бағыттағы EV сигналдарының басымдылығын зерттеп, белгілі бір уақыт ішінде міндетті түрде бірдей қиылыстан өтеді және көп агент негізіндегі көп агентті EV сигналының басымдылығын басқару жүйесін ұсыныңыз. Жүйеге фазалық агент және басқару агенті импортталады, ал анық емес логика теориясы әртүрлі агенттердің ішкі логикасын және модульдер арасындағы үйлестіру механизмін жүзеге асыру үшін қолданылады. Dynamic Preemption Algorithm (DPA) авариялық көліктердің қиылыстан аз кідіріспен тоқтаусыз өтуіне мүмкіндік беру үшін жеткілікті жасыл шамды қамтамасыз ету үшін жол бойындағы әрбір қиылыста бағдаршамның циклін реттеу идеясына



негізделген. Алгоритм жедел жәрдем көлігін белгілі бір жерде анықтауы керек, содан кейін EV-ден алынған жаһандық позициялау жүйесінің (GPS) ақпаратына негізделген бағдарламаның фазасы кезеңінде алдын ала тандаудың басталуы керек нақты секундтарды шешуі керек. Позиция шешімі екі маңызды талаптың арасындағы тепе-теңдікті сақтауы керек: Бірі – авариялық көліктің ең аз жол жүру уақыты оның теориялық бос жүру уақытына шамамен тең болуы керек, екіншісі – басқа көліктер үшін қосымша кідіріс минимумға жетуі керек немесе бірдей қиылысында жеткілікті шамалы.

Жоғарыда аталғандарды салыстыру алгоритмдері 1.7-кестеде көрсетілген. Өзірленген алдын алу стратегияларының көпшілігі бір қиылысуға негізделген. Бұл стратегиялар қиылыстарды бір-бірлеп жергілікті анықтауға және тазалауға негізделген және апаттық көлік анықталғанға дейін сигналдың алдын алу процесін бастау мүмкін емес; қиылысында тән кідірістерді болдырмау мүмкін емес. Бұл сигналды алдын алу стратегиясын апаттық көліктерді анықтағаннан кейін ғана бастауға болады, бұл көбінесе қиылыстардың сөзсіз кешігуіне әкеледі. Му және т.б. Қиылыстарда апаттық көліктердің кешігуін азайту үшін Timed Colored Petri Nets (TCPN) деп аталатын сигналды алдын ала бақылау әдісін ұсыныңыз. TCPN трафик ағынының үлгісін, қозғалыс сигналының дисплейін, фазалық коммутация үлгісін және қозғалыс сигналын ауыстыруды басқару моделін орнату үшін қолданылады. Қалалық көлік желісінің моделі үш қосалқы модельден тұрады. Төтенше жағдайдағы көлік құралын алдын ала оңтайландыруды басқару жүйесі жобаланған, оның ішінде мониторинг ішкі жүйесі, фазалық уақытты анықтау ішкі жүйесі және фазалық коммутацияны басқару ішкі жүйесі. Луати және т.б. қалалық қиылыстар арқылы апаттық көліктердің өтуін жеңілдететін әдісті [10] ұсыныңыз. Олар алдын ала технологияға және көп агенттік жүйелерге сүйенеді. Бенчмаркинг және талдау VISSIM трафикті модельдеу бағдарламалық құралының көмегімен жүзеге асырылады. Дипломдық жұмыста желі өнімділігін бағалау үшін бірнеше көрсеткіштер қарастырылады, соның ішінде кідіріс, саяхат уақыты, көлік кезегін толтыру, аялдамалар саны, жүріп өткен қашықтық және жылдамдық.

Кесте 1.7 – Апаттық көліктің басымдылығын алгоритмдерді салыстыру

Алгоритм	Әдіс	Нәтиже
Көп агентті EV сигналының басымдылығын басқару жүйесі	анық емес логика теориясы; фазалық агент және басқару агенті	Өту уақыты 16,4%-ға, ал тоқтау уақыты 8,21%-ға азаяды.
DPA	Нақты уақыттағы басқару тәсіліне негізделген ациклдік сигнал операциясы; Көлік құралдарын іздеу алгоритмі (PVS)	Кешігу 12,51%-ға азайды

TCPN	Көлік қозғалысының моделін құру; қозғалыс сигналының дисплейі және фазалық коммутация моделі және бағдаршамның ауысуын басқару моделі	Дәстүрлі әдіспен салыстырғанда ең жоғары жақсарту көрсеткіші 29,49% құрайды.
Бөлінген қозғалыс сигналын басқару жүйесі (TSCS)	LQF-MWM жорамалдары, алдын ала алу техникасы; көп агенттік жүйе	Жүйе MAS-P-OSBFX-240S және MAS-P-OSBFX-60S салыстырғанда жалпы саяхат уақытын 11,7% және 27,02% қысқартады.

Бұл құжат көліктен көлікке және көліктен инфрақұрылымға коммуникацияларды жылдам дамыту арқылы қиылыстардың қауіпсіздігі мен тиімділікті арттыруға бағытталған. Сондай-ақ қиылыстарды басқару әдістеріне шолу берілген және олардың барлығы қозғалыс жағдайын жақсарту үшін пайдалы. Қиылыстан өту үшін пайдалы шешімді құру үшін әрбір көріністен салыстырмалы түрде жақсы әдіс таңдалды.

Болашақта виртуалды бағдаршамдар қозғалыс қысымын жеңілдетудің тартымды және өзара тәсіліне айналуы ықтимал. Қосылған көліктер мен жол бойындағы бөлімшелер арасындағы интеллектуалды ынтымақтастық инновациялық сигналсыз қиылыстар арқылы жол қауіпсіздігі мен көлік қозғалысын басқарудың жаңа мүмкіндіктерін береді. Біз көлік құралдарының қайшылықты қарым-қатынастарын ескере отырып, бүкіл жол желісіндегі қақтығыссыз геометриялық топологияны құра аламыз. Динамикалық сигнализацияланбаған қиылыс ортасынан туындаған күрделі трафик ақпаратымен күресу үшін деректерге негізделген қиылыстарды басқару стратегияларын қамтамасыз ету үшін V2X коммуникациялық технологияларымен бірге жасанды интеллект (AI) шешімдері ұсынылады. Көлік қозғалысын жоспарлау үшін қолданылған AI технологияларына күшейтетін оқыту, жасанды нейрондық желілер және мульти-агент жүйелері кіреді. Осы үш бағыттағы алгоритмдерді бөлек немесе бірге қолдануға болады. Қиылыс менеджері мен көліктер әдетте интеллектуалды агенттер ретінде қарастырылады. Нақты әлемде жобаланған виртуалды трафик моделі арқылы немесе практикалық трафик ортасын пайдалана отырып, агенттер әртүрлі жағдайларда алынған кері байланыс негізінде оңтайлы жоспарлау стратегиясын ала алады. Сигнализацияланбаған қиылыстарды басқару тетіктері жол қауіпсіздігіне қол жеткізу және қозғалысты басқару тиімділігін арттыру үшін әртүрлі AI технологияларын пайдалана алады.

## 2 Көлік кептелісін азайту үшін смарт жүйені әзірлеу

### 2.1 Көлік кептелісін азайту

Көлік кептелісі – Алматы сияқты дамушы елдерде жиі кездесетін құбылыс. Бұл еліміздің мегаполис қалаларының көпшілігіндегі квотидтік сценарий. Көлік көп болғандықтан, адамдар бос жұмыс кестесінен құнды уақыттарын жоғалтады. Жол қозғалысына қатысушылардың саны үнемі өсіп келе жатқандықтан және ресурстар шектеулі болғандықтан, қозғалысты басқарудың интеллектуалды автоматтандырылған жүйесі өте маңызды. Сондықтан осы өсіп келе жатқан сұранысты неғұрлым жақсырақ қанағаттандыру үшін қозғалысты басқару жүйелерін модельдеу және оңтайландыру қажеттілігі туындайды. Бұл жұмыста жол қозғалысын басқарудың автоматтандырылған жүйесі ұсынылады. Бұл мақсатқа жету үшін, біріншіден, Алматы қаласы үшін көлік қозғалысын басқарудың және басқарудың автоматтандырылған жүйесін әзірлеуге қойылатын талаптарды анықтау үшін жартылай құрылымдық сұхбаттар мен бақылаулар арқылы сұранысты анықтау зерттеуі жүргізілді. Екіншіден, анықталған талаптарды ескере отырып, трафикті басқарудың прототиптік автоматтандырылған жүйесі әзірленді. Үшіншіден, ұсынылған жүйе зертханалық ортада 7 қатысушымен бағаланып, жүйенің Алматы қаласындағы көлік кептелісін бақылау үшін тиімді және тиімді екендігі анықталды.

Алматы халқы көп, кептеліс көп және ең көп қалалардың бірі болып табылады [21]. Бұл қалада шамамен 2 миллионға жуық адам тұрады [4], ал Алматыда 470 мыңға жуық автокөлік тіркелген [1]. Жол қозғалысын басқару жүйесінің немқұрайлылығынан, стратегиялық жоспарлаудың және көлік инфрақұрылымының тиісті нысандарының жоқтығынан қала ішінде үлкен кептеліс байқалады; осылайша адамдар өздерінің маңызды жұмыстарын сағынып қалады немесе тіпті белгіленген уақытта тиісті межелі жерге жете алмайды [24].

Бұл жол қозғалысының негізгі себептерінің бірі - жол қозғалысы ережелерін бұзу. Тар жолдар, қажетсіз басып озулар, заңсыз автотұрақтар, көбінесе қарбалас уақытта жүру (8.00-ден 11.00-ге дейін және 16.00-20.00) және т.б. қалалардағы кептелістің негізгі себептері болып табылады. Жауапсыз жүргізушілер жолақ ауыстыру, жылдамдықты бұзу, қарсы жақтан басып озу сияқты жол қозғалысы ережелерін үнемі бұзады.

Тағы бір мәселе басты жолдағы жарықтан туындап отыр. Кейде тұманға[6] немесе қатты жаңбырға байланысты жолды дұрыс көру қиынға соғады, бұл мәселеге қарамастан, қозғалысты басқару жүйесі сол ауа-райында жарықты қосуға мүмкіндік бермейді. Қауіпсіздік мақсатында сол күнгірт жарықта адамдар көліктерін баяу айдай бастайды. Бұл сондай-ақ қараңғы ауа-райында көлік қозғалысын тудыруы мүмкін[5].

## 2.2 Көлік кептелісіне шолу

Бұл бөлім қысқаша осыған байланысты жұмысты таныстырады. Тиісті әдебиеттерді білу үшін сәйкес іздеу жолдарын пайдаланып ACM сандық кітапханасы, Google Scholar, IEEE Explorer, Researchgate және ScienceDirect сияқты негізгі ғылыми дерекқорлар іздестірілді.

RFID тегтері көптеген трафик мәселелерін шешу үшін пайдаланылды. Мысалы, RFID белгілі бір уақыт аралығындағы тасымалдау жиілігін және көлік кептелісін анықтау үшін және сәйкесінше [28] жол сигналдарын басқару үшін пайдаланылды. Бірақ бұл жүйе айналма жолдар үшін емес, тек бір бағыттағы жолдардағы кептелісті бақылай алады. Тағы да RFID негізіндегі автотұрақтарды басқару жүйесі Пархи және т.б.[23] ұсынған. мұнда төлемді тіркеу және шығу уақытын салыстырып тексеру арқылы жасауға болады. Бірақ жүйе тұрақтан шыққаннан кейін төлеуге мүмкіндік береді, содан кейін одан әрі тіркеу үшін айыппұлды төлейді, бұл тұрақ қажеттілігінің тапшылығына көмектеспейді; сондықтан жүйені кез келген адам пайдалана алады. Басқа зерттеуде Саху және т.б.[26] қауіпсіздікті арттыру үшін жүйе SMS негізіндегі аутентификация арқылы пайдаланушымен өзара әрекеттесетін GSM негізіндегі тұрақ жүйесін ұсынды.

Жылдамдықты бақылау және басып озу проблемаларын болдырмау үшін Barcel et al. [7] «суперблок» аймақтары қаланың көлік қозғалысы ең тығыз аймақтарында орналастырылатын жүйені енгізді. Автокөліктер суперблокқа кірген сайын, мұндай проблемаларды болдырмау үшін олар белгіленген жылдамдықты сақтауы керек. Жылдамдықтың қозғалыс қауіпсіздігіне әсерін Нильсон және Горан [22] зерттеп, одан әрі Вон және Дэвид [31], Таккер және Каушал [29], Фудзи және Ютака [11] қарастырған. Олар жылдамдықты GPS, спутник немесе таратқыш арқылы алатын және максималды жылдамдық шегімен салыстырылатын шешімдерді ұсынды.

Гимараттардың кезек күтуі мен көлік ағынының кешігуі көлік айрықтарында анық байқалады. Кимбер және Холлис [17] сигналдар мен айналма жолдардың кезек ұзындығы мен орташа көлік ағынына әсерін анықтауға тырысты. Нәтижесінде олар көлік жылдамдығы азайған және кептеліс азайғандықтан, айналма жолдар жақсы балама болып көрінетінін анықтады [10]. Тағы да Трoutбек [30] көлік құралдарының мінез-құлқы айналым ағынының ұлғаюымен өзгертінін зерттеді, ал Маусock & Hall [20] 4 қолды айналма жолдардағы жаяу жүргіншілер үшін апаттар мен қауіпсіздікті талқылады. Бұл зерттеулердің ешқайсысы көлік қозғалысына кедергі келтіретін бөлгіштер мен жолақтар туралы талқыламады.

Калифорниядан жиналған нақты уақыттағы деректерді пайдалана отырып, Лопес және т.б. [18] Калифорнияның 9 км ұзындықтағы кептелістерді болжай алатын гибридті модельді ойлап тапты. Деви және

т.б. [9] кептеліс жолына кірмес бұрын көліктерді хабардар ететін IoT негізіндегі ақылды қала үшін машиналық оқыту негізінде көлік кептелісін болжауды енгізді. Лв және т.б. [19] трафик ағынының жалпы мүмкіндіктерін сіңіру үшін жинақталған автоматты кодтаушы моделі пайдаланылған терең оқытуға негізделген трафик ағынын болжауды ұсынды. Тағы да, Сумро және т.б. [27] ақылды қаладағы көлік кептелісін азайту үшін IoT және AI біріктіретін жүйені ұсынды. Инновациялық трафик көлемі мен көлік құралының классификациясын бақылау жүйесі Хуанг және т.б. [14]. Олар алгоритмді ұсынып, тәжірибелері арқылы акселерометрдің дәл бақылау мен жіктеу үшін жеткілікті екенін дәлелдеді.

Білікті қозғалыс жүйесін ұйымдастыру жақсы бөлінген электрмен жабдықтауды қажет ететіндіктен, қаланың қозғалыс жүйесін жоспарлаумен қатар энергияны қажет ететін көптеген түсініктер енгізілді [8,25]. Бірақ бұл жүйелердің ешқайсысы бұл қуатты қозғалысты қамтамасыз ету үшін немесе көше шамдары үшін пайдалануды ұсынбайды.

Қорытындылай келе, трафикті басқарудың смарт жүйесін енгізудің көптеген жолдары бар, бірақ олардың көпшілігі басқа мәселелерді елемей, бір аспектіні шешуге бағытталған. Осылайша, бұл зерттеу қауіпсіздікті қамтамасыз ету, энергияны үнемдеу және әрбір жазаны есепке алу үшін өзін-өзі басқаратын қозғалысты басқару жүйесін дамытуға бағытталған.

Пайдаланушы талаптарын түсіну кез келген пайдалы бағдарламалық қамтамасыз ету жүйесін әзірлеу үшін ең маңызды міндет болып табылады [16,15,12]. Талапты анықтауды зерттеу жартылай құрылымдық сұхбат және бақылау арқылы жүргізілді.

Алдымен қатысушылар сұхбаттың мақсаты туралы түсіндірілді және анонимділік пен зерттеу этикасын сақтауға жазбаша келісімін алды. Сұхбат барысында қатысушыларға қала ішіндегі жаппай кептелістерге әкеліп соқтырған мәселелерге қатысты бірнеше сұрақтар қойылды. Бұдан басқа, олар қалай тұрақты саяхаттайды, көліктің қай түрін таңдайды, көліктеріне тұрақ табуда қаншалықты қиындықтарға тап болды (егер бар болса), жылдамдықты арттыру мен жарықтың аздығынан апаттарды қаншалықты жиі байқады, сияқты басқа да сұрақтар. Әңгімелесу сессияларында олар жолдардағы көлік қозғалысының көп бөлігін қай жерде кездестіретінін сұрады. Сұхбат жауаптары жазылып, кейін талдау үшін транскрипцияланды.

Талдау барысында берген жауаптар мен бақылаулар негізінде жол қозғалысы жүйесі тудырған келесі қолайсыздықтар анықталды:

а) Көлік құралына кіруді басқару: Қазіргі қозғалыс жүйесінде ауыр көліктердің кіру уақытының қатаң және жылдам ережесі жоқ. Сондықтан, автобустар немесе жүк көліктері қарбалас уақытта елордаға тез кіре алады (8.00-ден 11.00-ге дейін және таңғы сағат 8.00-ден 11.00-ге дейін).

16.00 - 20.00). Бұл Алматы қаласында үлкен көлік кептелісін тудырады.

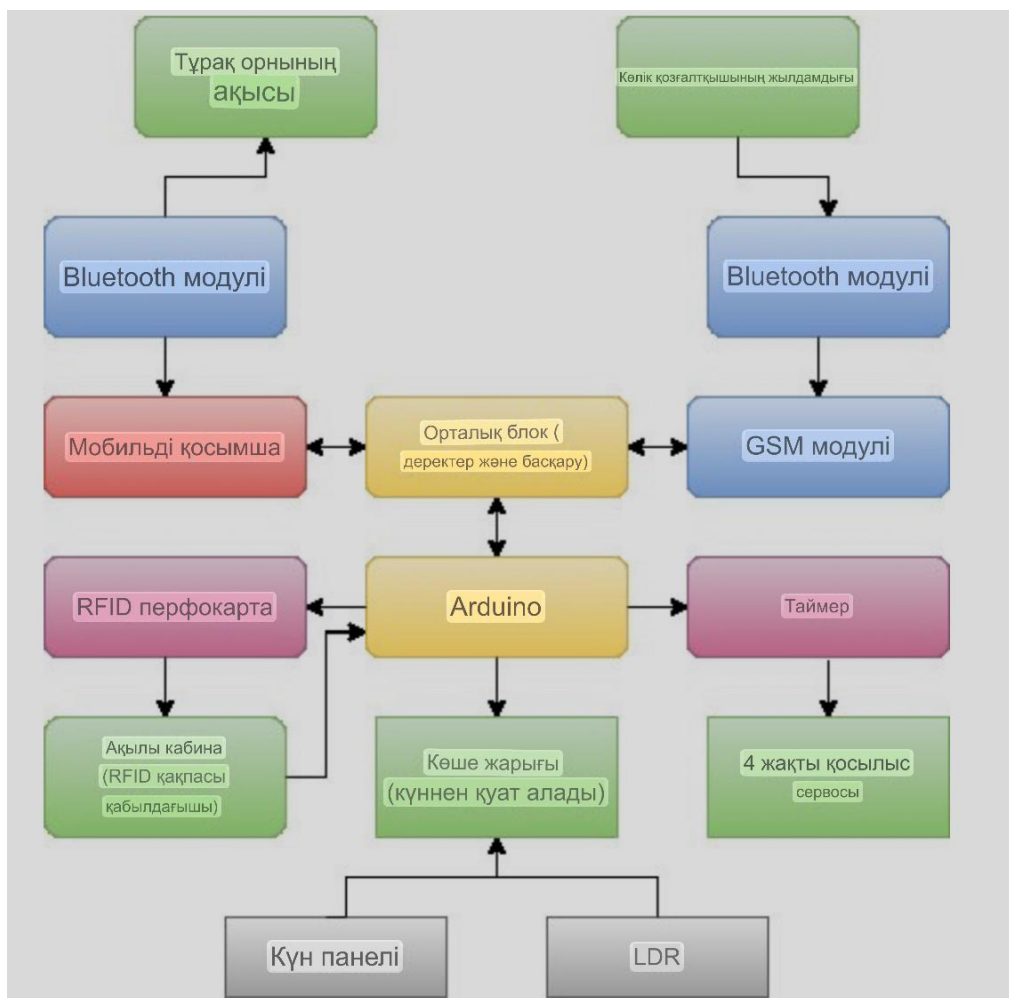
б) Жүргізушінің ереже бұзуға бейімділігі: Алматы қаласында жүргізушілердің көпшілігі ережені ескермей басқа көліктерді басып озуға тырысады. Олар жолда жылдамдықты шектеу белгілерін сақтамайды. Жолаушыларды тасымалдайтын қоғамдық автобустар жолдың ортасында қосымша жолаушыларды алып кетпеу үшін автобустарын тоқтатады, бұл Алматыдағы кептелістің негізгі себептерінің бірі болып табылады.

Надан жүргізушілер мен тұрақтардың сәйкессіздігі: Жүргізушілер де көлік қою ережелерін сақтамайды. Көліктерін жол жиегіне қойып, көшелерді тар етіп, басқа көліктер дұрыс жүре алмайды. а) 4 жақты жолдардағы шамадан тыс кептеліс: 4 жақты жол айрығында жүргізушілер жиі дұрыс бұрылыстарды жасауға тырысады, бұл көшелерде күрделі және кептелістерге толы жағдайды тудырады. Көптеген қозғалыссыз көшелер мен тас жолдарда оңға бұрылуға болмайтын белгілер бар. Жауапсыз және білімсіз жүргізушілер бұл ережелерді жиі бұзады, өйткені олар діттеген жеріне ерте жетемін. Бірақ олар ерте келудің орнына жолдың ортасында жаппай көлік қозғалысын тудырады.

б) Күңгірт жарық пен тұманды ауа-райының салдарынан болатын апаттар: жаңбырлы маусымда жиі өте күңгірт жарық болады, ал қыста таңертең үлкен тұман болады. Бірақ жүргізушілерге айқын көрініс беру үшін жарықты қосудың автоматтандырылған жүйесі жоқ. Күннің бұлыңғырлығы мен тұманның салдарынан жүргізушілер жолдың қарсы бетінен келе жатқан басқа көліктерді көре алмайды.

### **2.3 Ұсынылған жүйенің тұжырымдасы**

Анықталған талаптарды шешу үшін ұсынылып отырған жүйенің тұжырымдамалық негізі 2.1-суретте көрсетілген. Тұжырымдамалық база бес белгіден тұрады:



2.1-сурет – Ұсынылған жүйенің тұжырымдамалық негізі

а) Қаланың кіру нүктесінде ақы төлеу пункті (яғни, Gate RFID қабылдағыш) болады. Жүйе тек тіркелген көліктердің қалаға кіруіне мүмкіндік береді. Егер қандай да бір көлік сол елордаға тіркелмеген болса, оған кіруге рұқсат етілмейді. Тіркелмеген көлік бұл мүмкіндікті тіркелгеннен кейін алады. Тіркелгеннен кейін әрбір көлік смарт-картаға ие болады (яғни, RFID картасы). Олар картаны кез келген уақытта кез келген ақы төлеу пунктінен толтыра алады. Бұл көліктердің қандай да бір ережелерді бұзғанын тексеру үшін қажет. Олар ережені бұзса, смарт-картадан белгілі бір сома кесіледі.

б) Тұрақ ақысы ұсынылған жүйемен автоматты түрде алынады. Бұл жүйе Android қолданбасы арқылы автоматтандырылады. Әрбір автотұрақта ақы төлеу пункті болады. Автокөлік тұраққа кіргеннен кейін оның смарт-картасынан белгілі бір ақша сомасы кесіледі.

с) Жылдамдықты шектеуді жүйе қозғалтқыш жылдамдығын орталық блокта сақталған стандартты жылдамдық шегімен тексеру арқылы тексереді. Кез келген көлік жылдамдықты шектеу ережесін бұзса, айыппұл салынады.

д) 4 жақты түйіннің ортасындағы конвульсияны басқару үшін жұп

автоматты жолақ енгізіледі. Ол жол ережесін бұзып, ешбір көлік оңға бұрылмайтындай етіп 4 жақты жол айрығын екі бағытта жасайды.

е) Күн энергиясы ақы төлеу пункттерінде және көше шамдарында пайдаланылады. Көше жарығы LDR және Solar арқылы күндізгі жарықтың төмен қарқындылығын анықтаса, автоматты түрде қосылады.

Бұл жабдықтың барлығы arduino арқылы басқарылады. Шығыстар тексеріліп, серверде сақталған деректермен сәйкестендіріледі.

## 2.4 Ұсынылған жүйе құрылымы

Ұсынылған трафикті басқару мен басқарудың автоматтандырылған жүйесі екі бөлікке әзірленді: аппараттық бөліктің прототиптік нұсқасы және мобильді қосымша. Қажетті аппараттық құрамдас бөліктер I кестеде көрсетілген. Мобильді қосымша Android Studio бағдарламасымен құрастырылған, ал пайдаланушы интерфейстері базалық XML белгілеу арқылы жасалған және PHP дерекқорды MySQL серверіне қосу үшін пайдаланылған.

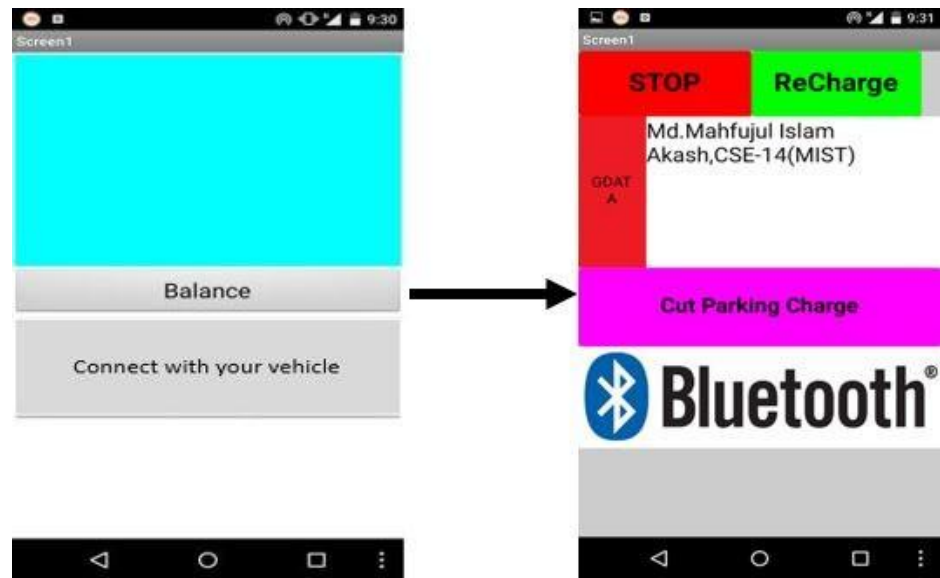
Ұсынылған тұрақ жүйесі үшін Android мобильді қосымшасы жасалды. Қолданба Android Studio деп аталатын Android әзірлеу платформасында жасалған.

Кесте 2.1 – Жүйенің қажетті компоненттері

Функциялар	Құрамдас бөліктер
Толық жүйені басқару	Arduino Mega
Көліктің прототипін жасау	Arduino Uno
Жазалау туралы SMS хабарлама	GSM
і) Көлік құралының аутентификациясы және ақы төлеу орны	RFID картасы және оқу құралы
Көліктен орталық блокқа жылдамдық шегін жинау	Bluetooth модулі
4 жақты түйінге арналған автоматтандырылған жолақты басқару	Сервомоторлар
і) Көше шамдары, ақы алу пункті және жолақты бақылау	Күн панелі, жарықдиодты, LDR

Қолданбаны әзірлеу үшін Java бағдарламалау тілі пайдаланылды, себебі оны Android Studio жақсы қолдайды. Мобильді қосымшаның пайдаланушы интерфейсі Extensible Markup Language (XML) тілінен жасалған, себебі пішім адам және машина оқи алады. Ұсынылған қолданба арқылы тұраққа арналған UI дизайны 2.2-суретте көрсетілген.



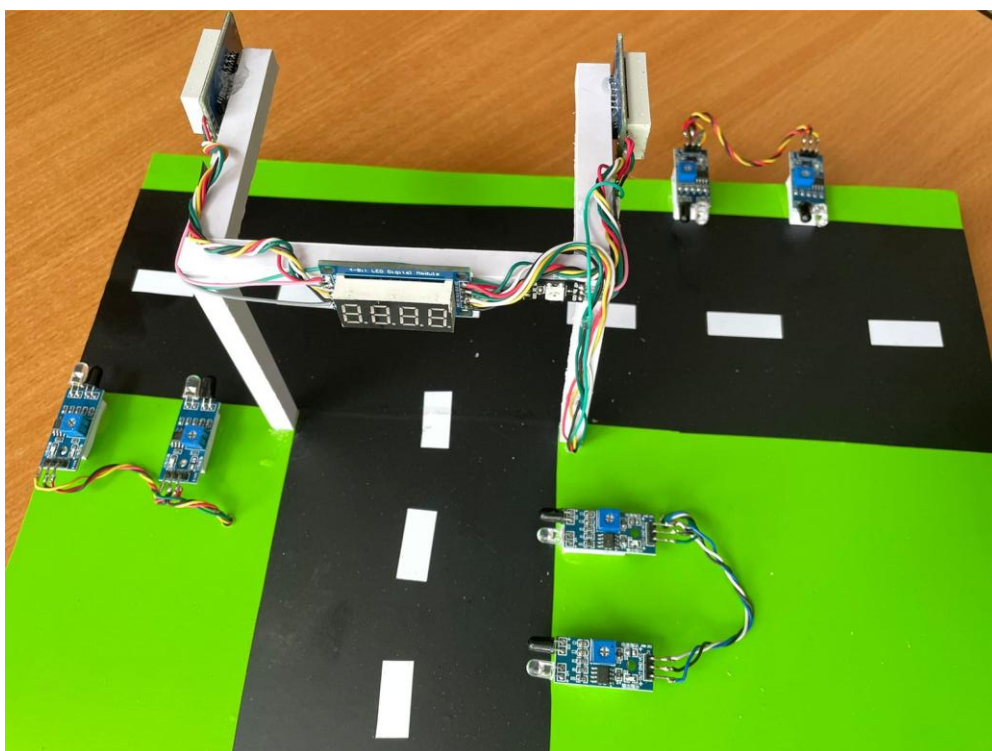


2.2-сурет – Мобильді қосымшаның пайдаланушы интерфейстері

Ұсынылған жүйеде деректер базасы ретінде MySQL қолданылды, ең танымал және кеңінен қолданылатын деректер базасы. Тұлғаны тіркеу процесінен кейін оның жеке басын MySQL серверіндегі ЕРЕКШЕ КІЛТІ қадағалайды. MySQL серверінде әртүрлі иелеріне әртүрлі ақпарат алу үшін бірнеше жолдар бөлінген. Көлік иелерінің ақпаратын, олардың қалаға келу уақытын, соңғы кету уақытын, жылдамдық шегінен өту жазбаларын, тұрақ ақысын және т.б. сақтау үшін ашық бастапқы сервер конфигурацияланған. PHP серверлік сценарий тілі болып табылады. бұл MySQL дерекқор серверін Android Studio бағдарламасына қосу үшін пайдаланылады.

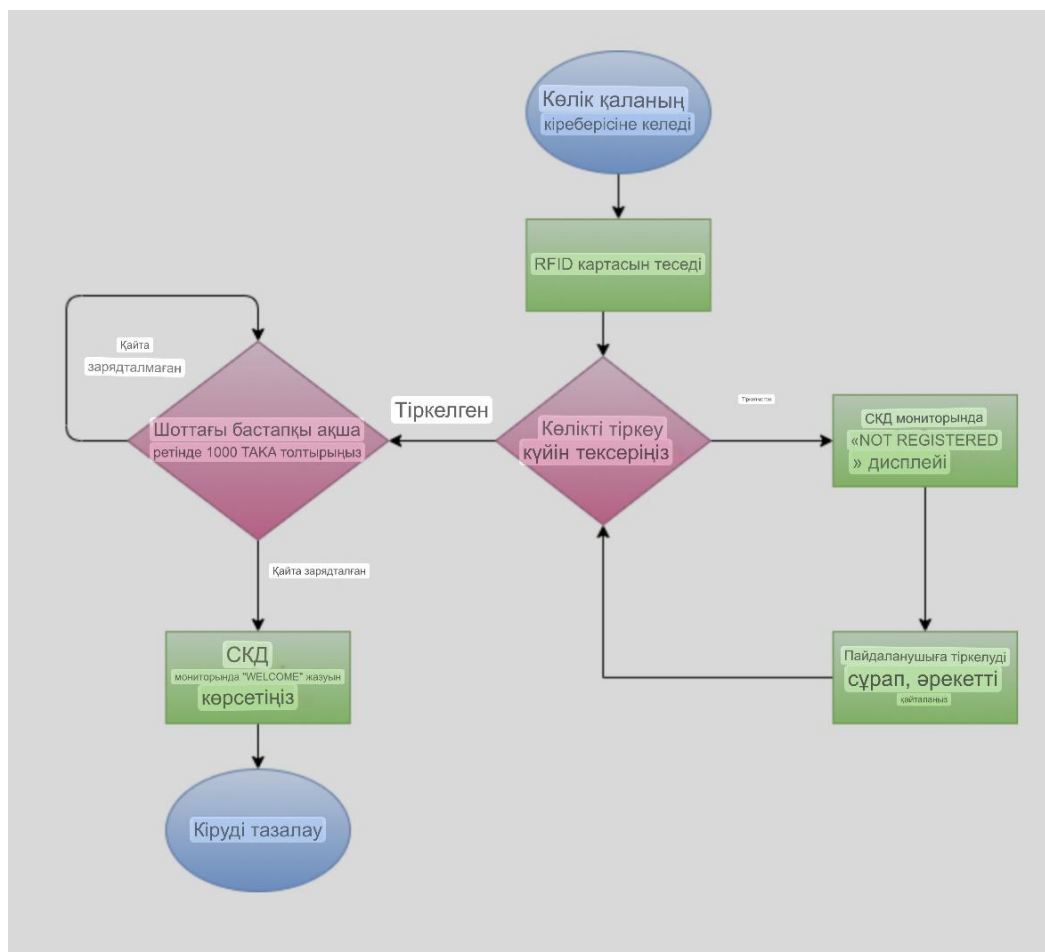
## 2.5 Аппараттық құралдарды енгізу

Аппараттық жүйенің прототиптік іске асырылуы 2.3-суретте көрсетілген. Қаланың кіре берісінде біз ақы алу пунктін орнаттық. Қалаға кіру жүйесінің блок-схемасы 2.4-суретте көрсетілген. Мұнда әрбір автокөлік қала ішінде жүруге рұқсат алу үшін белгіленген ақша сомасын төлеуі керек. Бастапқыда біз қалаға кіру үшін белгіленген сома ретінде 1000 ТАКА қарастырдық. Смарт RFID картасы әрбір көлік иесіне беріледі, олар қалаға кірер алдында оны теседі. Кез келген көлік бұрын тіркелмеген болса, бұл көлік бірден смарт перфокартамен тіркеледі.



2.3-сурет – Орындалған жүйенің прототипі

Біз ұсынған жүйенің тұрақ жүйесі 2.5-суретте көрсетілген. Автотұраққа кіре берісте ақы алу пункті болады. Егер кез келген адам көлікті сол жерге қоямын десе, ақы алушы мобильді қосымшаны Bluetooth арқылы қосады. Смарт-картадан белгілі бір ақша сомасы алынады, ал сома көлік иесінің телефонында көрсетіледі. Есептегіш орнатылған, ол көлік тұрақ ішінде қанша уақыт өткізетінін тексеріп, соған сәйкес зарядталады. Прототипте біз кіреберістің алдында көлік иесінен 30 ТАКА алатынымызды, содан кейін тұрақтың әрбір сағаты үшін смарт-картадан 40 ТАКА алатынымызды ойладық. Сондай-ақ, көлік иесінің автотұраққа кемінде 8 сағат тұруына жеткілікті теңгерімінің бар-жоғы тексеріледі.

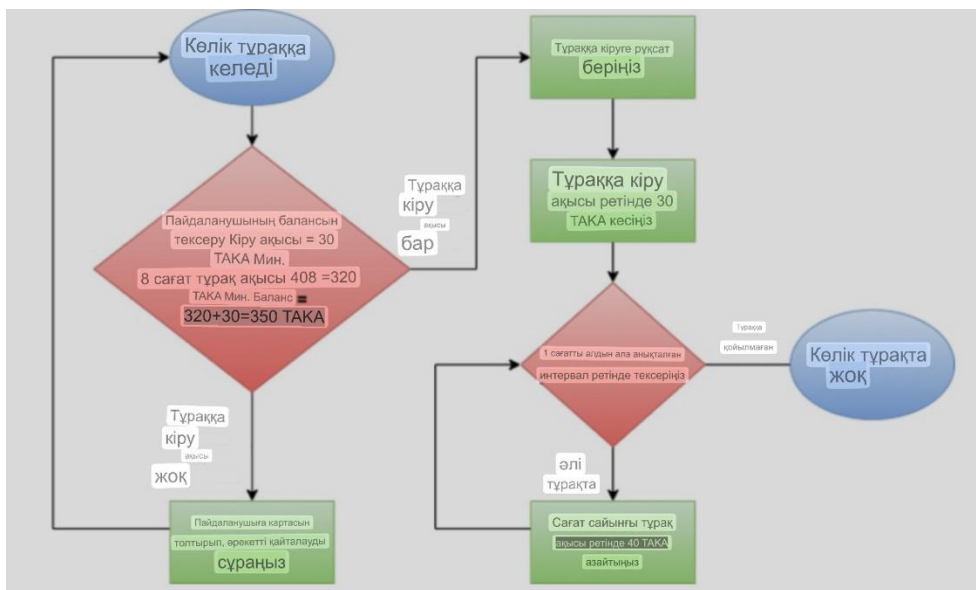


2.4-сурет – Қалаға кіру жүйесінің блок-схемасы

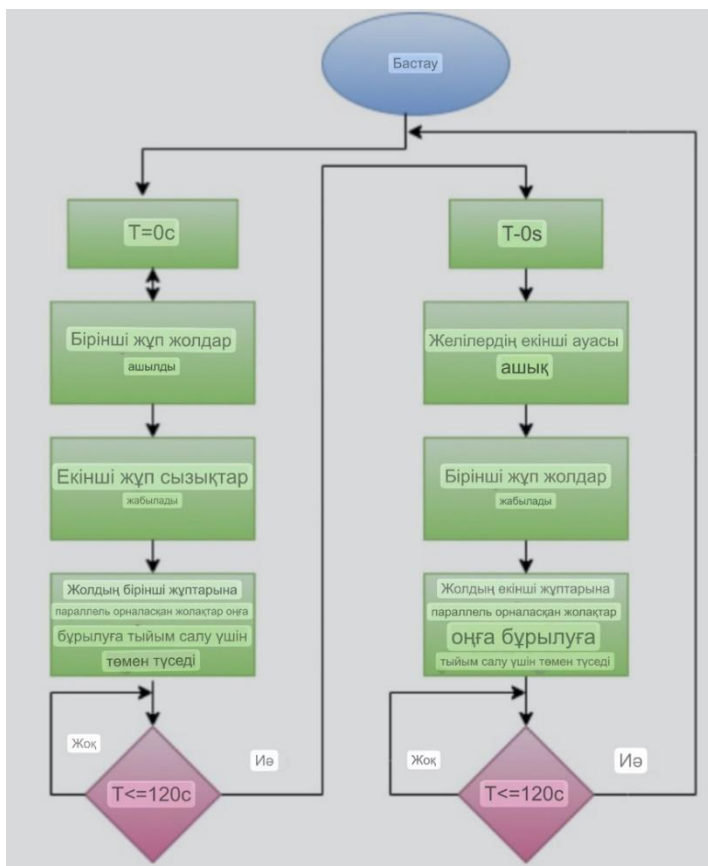
Әрбір айналма немесе 4 жақты жол айрығы үшін әр жұп жолға жолақтар қосылады. Қарама-қарсы жолдардың 1-жұбы ашық болғанда, оңға бұрылуға тыйым салу үшін жолақ осы қарама-қарсы сызықтарға параллель түседі, себебі бұл оңға бұрылу ортаңғы нүктеде қажетсіз қозғалысты тудырады, ал басқа қарама-қарсы жұптарда керісінше қолданылады. жолақтар (2.6-суретті қараңыз). Мұнда біз медитация жасаймыз, уақыт шегі 4 жақты тораптағы әрбір жолақ үшін 120 секунд.

Блок-схема 2.7-суретте көрсетілгендей, ұсынылған жүйе жылдамдық шегін қалай басқаратынын көрсетеді. Жүргізушілер қандай да бір себептермен жылдамдықты бұзса, оларға белгіленген мөлшерде айыппұл салынады. Есептегіш олардың осы ережені қанша рет бұзғаны тексеріледі. Көлік құралының доңғалағынан біз доңғалақтың айналу жылдамдығын (минутына айналуын) есептейміз. Шекті айн/мин орнатылады. Кез келген доңғалақ осы шектен асып кетсе, бұл көліктің жылдамдығын кесіп өткенін білдіреді. Bluetooth модулінің көмегімен орталық блоктағы GSM модуліне хабарлама жіберіледі. Бұл ережені бұзғандардың санын қадағалап, сол көлік иесінің смарт-картасынан белгілі бір соманы кесіп тастайды және иесінің ұялы телефонына хабарлама жіберіледі. Біздің прототипте біз жылдамдық шегі ретінде 200

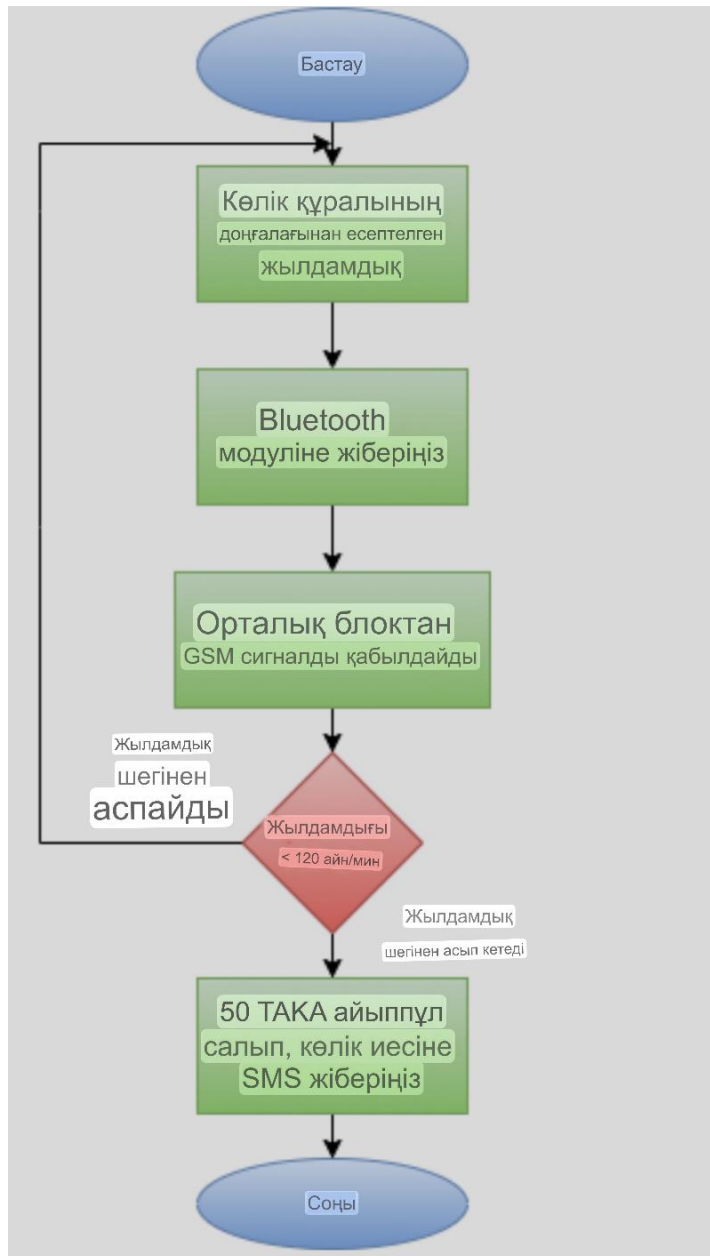
айн / мин қарастырдық. Кез келген көлік иесі 200 айн/мин шегін аттаса, жылдамдықты бұзғаны үшін 50 ТАКА алынады. Бір уақытта иесінің ұялы телефон нөміріне оның жылдамдықты бұзғаны және айыппұл салынғаны туралы SMS жіберіледі.



2.5-сурет – Автотұрақ жүйесінің блок-схемасы



2.6-сурет – Төрт жақты қозғалыс жүйесінің блок-схемасы



2.7-сурет – Жылдамдықты шектеудің блок-схемасы

Бүкіл жүйе күн панелін пайдалану және көше шамдары үшін тұтынылатын энергияны пайдалану арқылы электр қуатын тұтынудың дәстүрлі тәсіліне қысымды төмендетумен бірге, сонымен қатар жер асты автотұрақтары мен ақы алу кабиналарына осы электр энергиясын жеткізу үшін трафикті басқарудың ақылды жүйесін ұсынады.

Жеңіл салмақты бағалау зерттеуі [13] авторлар институтының бағдарламалық инженерия зертханасында 57 қатысушымен (елу студент пен жеті оқытушы) қайталанған тәсілге сәйкес жүргізілді. Бастапқыда қатысушыларға зерттеудің мақсаты туралы қысқаша ақпарат берілді, содан кейін 3-4 минут ішінде жүйені көрсетеді. Осыдан кейін қатысушыларға әр функцияны орындау ұсынылды. II кестеде

жинақталған жүйенің функционалдығын бағалау үшін сынақ жағдайларының жинағы дайындалды. Бұл зерттеудің нәтижелері II кестеде де көрсетілген.

Нәтиже көрсеткендей, қатысушылардың ең көп саны бірінші әрекетінде тапсырмалардың максималды санын орындады. Мысалы, кіруге тіркелу және бар бақылау сынағы бірінші әрекетте 80% орындалды. Дегенмен, жылдамдық сынағы тұрақты айналымды үнемі сақтамағандықтан көп сәтсіздіктерге ұшырады. Тағы да, Solar Energy басқа мүмкіндіктерге қарағанда салыстырмалы түрде жақсы жұмыс істейді, тіпті кейде зарядтаудың болмауына байланысты сәтсіздікке ұшырайды.

Кесте 2.2 – Ұсынылған жүйенің бағалау кестесі

Функционалдылық	Сынақ оқиғасы	Сәттілік деңгейі (n=57)	Бақылау/қорытындылар
Кіру кезінде тіркелу	Көлікке кірген кезде смарт-карта	98.2%	(i) Тіркелмеген көліктер болмауы керек
Тұрақ ақысы	стенде сырғытылады. Пайдаланушы тіркелген болса, "Рұқсат етілген" көрсетіледі. Олай болмаса, «Тіркелмеген» көрсетіледі.	82.4%	қалаға кіруге рұқсат берді. Тіркелген мүше болғаннан кейін олар кіруге рұқсат алады.
Жылдамдық сынағы	Көлік тұраққа кірген кезде ақылы менеджер қолданбада тұрақ ақысын азайту үшін есептегішті іске қосады. Қолданушыға ақшаның жоқтығы туралы SMS арқылы хабарланады.	71.9%	(ii) Қалаға кіру үшін смарт-карта болуы керек.
Күн энергиясының сынағы	Автокөліктің жылдамдығын тексеру үшін шекті айн/мин бекітілген. Егер қандай да бір көлік бұзса, ол ережені бұзған болып есептеледі. Егер жылдамдық бұзылса, жүргізушіге ескерту үшін SMS жіберіледі.	91.2%	(i) Ағымдағы сома жеткіліксіз болса
Жолақты бақылау сынағы	Күн энергиясы көше шамдарына қуат беру үшін қолданылады. Ол үшін күндізгі жарықта күн панелі зарядталады және түнде көше шамдарын жағу үшін қолданылады.	100%	ең төменгі тұрақ ақысын қысқарту мүмкін болмаған жағдайда, ол пайдаланушыға несиелерді толтыру туралы хабарлама жібереді.

Бағалау зерттеуі ұсынылып отырған жүйенің қозғалысты бақылау және басқару үшін тиімді және тиімді екенін көрсетті. Бұл жүйе қозғалысты басқару жүйесінің процесін автоматтандырады, осылайша уақытты, шығындарды және күш-жігерді үнемдейді. Ұсынылып отырған жүйе тұрғындарды жол қозғалысы ережелері туралы көбірек білуге және күн энергиясын пайдаланатын төрт жақты тораптардағы кептелістерді азайтуға көмектеседі.

Бұл зерттеудің кейбір шектеулері де бар. Ұсынылған жүйе жолдағы көлікті анықтай алмайды және қозғалыс жолағын ауыстыратын, қажетсіз басып озатын және қозғалыссыз тас жолда артқа беріліс жасайтын көліктерді таба алмады. Тағы да автотұрақ жүйесі кеңістікті оңтайландырып, тиімдірек болуы керек еді. Соңында жүйенің тек прототипі әзірленді.

Болашақ жұмыс жүйені тиімдірек ету үшін осы шектеулермен жұмыс істеуге баса назар аударады. PIR сенсоры арқылы қозғалысты анықтау бізге көше шамдарын тиімдірек пайдалануға көмектеседі. Тұрақ жүйесін тиімдірек ету үшін жақын жерде тұрақ орнын жылдам табуға арналған автотұрақ қолданбасы енгізіледі.

### **3 Петри торларын қолдану арқылы екі жақты тор желісінің кептелістерінің алдын алу үшін ауыспалы бағдаршамдарды басқару жүйелерін жобалау**

#### **3.1 Бағдаршамның басқару жүйесін өзгерту**

Ұяшық тарату моделі (СТМ) математикалық формализміне байланысты қалалық трафик желілерінің өнімділігін бағалау үшін пайдалы. Бұл бөлімде апаттан туындаған кептелістерді бақылау стратегияларын әзірлеу үшін СТМ қолдану зерттеледі және осы стратегиялардың тиімділігі бағаланады. Екінші жағынан, Timed Petri желілері (TPN) дискретті оқиғалар жүйелерінде жұмыс істейді, өйткені олар модельдеу күші мен талдау мүмкіндігі арасындағы теңгерімді қамтамасыз етеді. Бұл жұмыс бағдаршамның ауыспалы басқару жүйелерін модельдеу үшін әзірленген TPNs пайдалануға бағытталған. Ұсынылып отырған әдістердің бір артықшылығы – бағдаршамның мінез-құлқы жағдайлар мен оқиғалар бойынша анық көрсетілген, соның нәтижесінде алдын ала таңдау фазасы өзгереді. Сонымен қатар, бұл құжат жол-көлік оқиғасы бағытында қозғалыс ағынының алдын алу арқылы кептелістің таралуын жоюдың жаңа бақылау стратегиясын ұсынады. Талдау уақыт ақпараты бар қол жетімділік графигі арқылы модельдер трафиктің өту фазасын қалай орындайтынын көрсету үшін орындалады. Ұсынылған модельдің өміршеңдігі мен қайтымдылығы тексерілді. Біздің білуімізше, бұл айнымалы фазалық бағдаршамның басқару жүйесін модельдеу және оларды толық болдырмау мақсатында оның апат сценарийлерін анықтау үшін TPN қолданатын алғашқы жұмыс. Бұл жолдардың қиылысуымен байланысты қозғалыс қауіпсіздігінің соңғы озық технологиясына көмектеседі.

Көлік кептелісі көптеген ірі қалаларда өсіп келе жатқан проблема болып табылады, өйткені көліктер саны өсіп келеді. Көлік құралдарының көбеюімен бүкіл әлемде көліктердің кешігуі және қалалық артериялардағы көлік кептелісі артып келеді. Сондықтан тасымалдаудың тиімділігін арттыру үшін стратегиялық талдау әдістеріне ие болу өте маңызды. Интеллектуалды көлік жүйесі (ITS) тасымалдау жүйесінің тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруда маңызды рөл атқара алады. Әрине, ITS технологиялары жол-көлік оқиғасын анықтау және тексеру [1]–[3], апатты жою логистикасы [4] және апатты сымсыз байланыс [5] сияқты кептеліс мәселелерінде қолданылады. Сонымен қатар, Фигейредо және т.б. [6] ITS симуляторы арқылы автожол қозғалысын талдау. Екінші жағынан, көлік кептелісі проблемасы, әсіресе, қалалық жерде көлік апаты болған кезде, басты мәселеге айналды.

Автокөлік оқиғалары қалалық желінің үлкен учаскелеріне таралатын кептелістерді тудыруы мүмкін. Демек, кептелістің пайда болу және өсу процесін зерттеу қажет. Кептеліс келесі үш себептің бірімен туындауы мүмкін екенін түсінеміз [7]: (1) уақытша кедергі, (2) тұрақты сыйымдылық шектеуі және (3) сұраныстың стохастикалық ауытқуы. Бұл жерде біз тек (1) немесе (2) бойынша жіктелуі мүмкін желілік желі апатынан туындаған көлік кептелісіне ғана назар



аударамыз. Qi және т.б. [8] аварияға негізделген кептеліс көлік кептелісінің бір түрі екенін атап көрсетті. Оқиға дер кезінде жойылмаса, бұл ағынның жоғарғы жағындағы көліктердің үлкен кептеліске әкелуі мүмкін. Көптеген зерттеу жұмыстары әртүрлі апатқа негізделген кептеліс мәселелерімен талқыланды, мысалы, Райт пен Роберг [7] қарапайым аналитикалық модельді ұсынды және Роберг [9] ұсынған апатты модельдеу модельдері апатқа негізделген кептелістің пайда болуына және өсуіне негізделген. Сонымен қатар, Роберг-Оренштейн және т.б. [10] жазатайым оқиғаларға негізделген басқару стратегиясын статикалық алдын алу және динамикалық басқару стратегияларына бөлуге болатынын атап өтті. Статикалық алдын алу стратегиясы кептелістің таралуын азайту үшін жол орналасуы мүмкіндіктерін қалай пайдалануға болатынына қатысты мәселелер. Кептелістің таралуын баяулату үшін динамикалық басқару стратегиясын жалдауға болады. Даганзо [11] желілік трафикті талдау үшін СТМ ұсынды және бұл әдіс кептеліс мәселесін шешу үшін қолданылуы мүмкін. Жақында Лонг және т.б. [12] СТМ бір жақты желілердегі трафик ағынына қарағанда желілік трафик ағынын шынайы түрде модельдейтінін айтты [9], [13]–[15]. Әсіресе, олар СТМ кеңейтті және оны екі жақты желілік желілерде апатқа негізделген кептелістің таралуын модельдеу үшін пайдаланды. Сонымен қатар, екі жақты жолдар бір жақты жолдарға қарағанда қалалық көлік желілерінде жиі кездеседі [16]. Соған қарамастан, Qi et al. [8] сонымен қатар дисперсиялық апаттан туындаған кептелістерді бақылау стратегияларын ұсынды және осы стратегиялардың тиімділігін бағалады. Екінші жағынан, Роберг-Оренштейн және т.б. [10] көлік кептелісі мәселелерін шешу үшін әртүрлі стратегияларды әзірледі.

Қозғалыс тиімділігін арттыру үшін әртүрлі бағдаршамдарды басқару стратегияларын әзірлеуге көп жұмыс жұмсалды. Олар үш санатқа бөлінеді: (1) белгіленген уақыттағы, (2) қозғалысқа жауап беретін және (3) болжамды басқару стратегиялары. Біріншісі қолданыстағы қалалық көлік жүйелерінің көпшілігінде кеңінен қолданылады, өйткені оны енгізу және басқару оңай. Дегенмен, белгіленген уақыттың кемшілігі нақты уақыт деректеріне емес, тарихи трафик ағынының деректеріне негізделген. Екіншісі, мысалы, Li et. Сигнал уақытының жақсырақ жоспарын табу үшін тереңдетілген оқыту әдісін қолданыңыз [17]. Үшіншісі – желінің болашақтағы трафик әрекетін болжайтын оңтайлы басқару стратегиясы [18]. Сонымен қатар, бір қиылысты басқару және жалпы желілік бақылау үшін бағдаршамның екі стратегиясы ұсынылады, мысалы, бағдаршамды ауыстыру схемасының оңтайлы үлгісімен сипатталған кезек ұзындықтарын азайту [19] және ауқымды [19] трафикті басқаруды кең ауқымда қолдану. 20]–[26]. Өкінішке орай, қолданыстағы басқару стратегияларының көпшілігі төмен/орта трафик ағыны мен тұрақты жағдайлар үшін ғана жарамды. Жазатайым оқиға көлік кептелісіне байланысты жоғарыда көрсетілген бақылау стратегияларын тез жарамсыз етуі мүмкін екенін ескеріңіз. Жазатайым оқиғаларға негізделген қалалық кептелістер мәселесін шешу үшін жол полициясының көмегімен көлік ағынын бұру негізінен алдын алу әдістері қолданылады. Әдетте тыйым салынған бағдаршамдар [9], [16] жол қозғалысына

қатысушылардың кептеліс аймақтарына кірмейтіні туралы хабарлау үшін қабылданады. Бір қызығы, екі зерттеу [8], [12] және бұл жұмыс екі жақты желі желісінде оқиғаға негізделген кептелістерді қалай таратуға бағытталған. Long және т.б. [12] кептелістердің таралуының гауһар тәрізді кеңістіктік топологиясын алып, гауһар тәрізді аймаққа барлық көліктердің кіруіне тыйым салатын гауһар тасты басқару стратегиясын ұсынды. Жақында Ци және т.б. [8] екі түрдегі сигналдарды, яғни тыйым салу және ескерту сигналдарын, сондай-ақ жазатайым оқиғалардан туындаған кептелістерді болдырмау үшін жол қиылыстарындағы дәстүрлі бағдаршамдармен ынтымақтастықты пайдаланыңыз. Дегенмен, олардың ескерту сигналдарын пайдаланатын апаттық бағдаршамды басқару стратегиялары жол көліктерінің айтарлықтай пайызы ескерту сигналының ережелерін сақтайтынына кепілдік бере алмайды. Бұл жұмыста әр ұяшықтағы көліктердің санына сәйкес кептеліс мәселесін талдау үшін СТМ негізіндегі әдіс қолданылады. Біз сондай-ақ СТМ негізіндегі басқару стратегияларын жүзеге асыру үшін жаңа бағдаршам TPNs басқару жүйесінің үлгісін ұсынамыз.

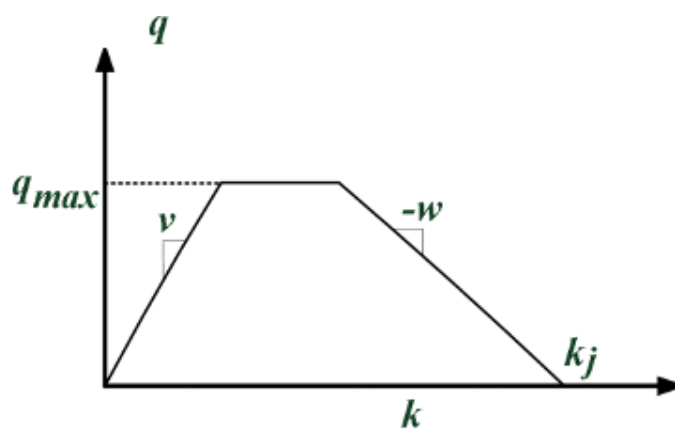
Бұл зерттеуде біз бағдаршамның басқару жүйесінің ұзақтығын өзгертуге тырыстық. Біздің бақылау стратегиямыз апат бағытына қарай қозғалыс ағынының формасын болдырмайды деп үміттенеміз. Бағдаршамды басқару жүйеміз бағдаршам ұзақтығы бойынша екі кезеңнен тұрады: 1) стратегиясыз және 2) H -стратегиясы. Біріншісі қалыпты жағдайлар үшін қалыпты бағдаршам ұзақтығын пайдаланады, ал H -стратегиясы апаттар үшін бағдаршам ұзақтығын пайдаланады. Бағдаршамды басқару жүйелері жаяу жүргіншілер мен көлік құралдарының қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыру үшін тасымалдауды реттей, хабардар етіп, бағыттап алады [27]. Кептелістерді азайтудың әртүрлі әдістемелері [7]–[10], [9], [12]–[16], [27] ұсынылды. Сәйкес емес модельдеу құралы жол қозғалысын басқару жүйелерінің өнімділік көрсеткіштерін бағалауды қиындатады, мысалы, апат сценарийлерінде бағдаршамның ұзақтығын автоматты түрде азайту/ұлғайту. Петри торлары (PNs) әр түрлі дискретті оқиғалар жүйелерінің (DES) жарықтандырылған модельдеу құралы болып табылады [28]–[36]. Әсіресе, олардың формализмі модельдеу мен басқару логикасын көрсетудің нақты құралын қамтамасыз етеді. PN [26], [27] және [25], [27], [28]-де орындалғандай қозғалысты басқару жүйелерін модельдеу үшін сәтті қолданылды. Дегенмен, дәстүрлі PN өтпелі атудың нақты уақытын анықтау мүмкіндігіне ие емес. Демек, TPNs олардың мүмкіндіктерін ілгерілету үшін ұсынылады [38]. Жақында TPNs желілік трафикті басқару жүйелерінде [24]–[26] және темір жол өткеліндегі қозғалысты басқару жұмыстарында [27] сәтті қолданылды. Сонымен қатар, Хуан және т.б. Бағдаршамды басқару жүйелерінде модельдеу үшін уақыттық түсті PNs (TCPNs) сәтті қолданылды [27], [28]. Өкінішке орай, бар зерттеулерде бағдаршамның ұзақтығы мәселелері қарастырылмаған. Атап айтқанда, Xu et. al [29] IoV үлкен деректерін автономды көліктерде қолдануды зерттейді.

### 3.2 СТМ берілу моделіне шолу

Біздің білуімізше, Даганзо [11], [30] көлік ағыны  $q$  мен тығыздық  $k$  арасындағы келесі қатынасты қабылдау арқылы Lighthill-Whitham-Richards (LWR) моделін [31], [32] жақсарту үшін түпнұсқа СТМ ұсынды. 3.1-суретте көрсетілгендей:

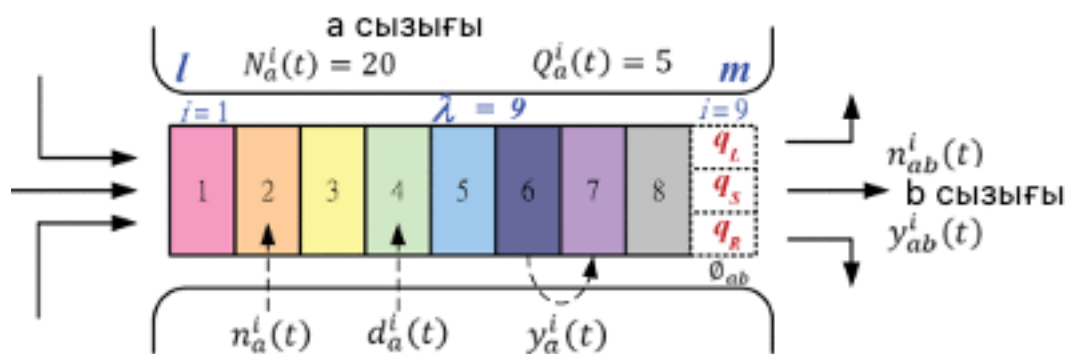
$$q = \min\{vk, q_{\max}, w(k_j - k)\}, 0 \leq k \leq k_j. \quad (3.1)$$

мұндағы  $v$  - еркін ағынның жылдамдығы және  $w$  - барлық кері қозғалатын толқындардың жылдамдығы, ал  $q_{\max}$  және  $k_j$  сәйкесінше максималды рұқсат етілген ағын мен кептеліс тығыздығын білдіреді.



3.1-сурет – Жалпыланған СТМ үшін ағынның тығыздығының қатынасы

Бұл зерттеуде біз кептелістерді бақылау саясатымыз арқылы модельдеу нәтижелерін көрсету үшін  $8 \times 8$  екі жақты тор желісін  $G=(C,A)$  қолданамыз.  $C$  – түйіндер жиыны,  $A$  – байланыстар жиыны;  $a=(l,m)$  -  $l$  және  $m$  түйіндерінен құралған звено;  $A_l$   $l$  түйініне арналған сілтемелер жиынын білдіреді;  $B_m$   $m$  түйініне шығатын сілтемелер жиынын білдіреді. Мұнда әрбір сілтеме  $\lambda$  ұяшықтарына дискреттеледі және уақыт бір  $\delta$  уақыт интервалындағы еркін ағын трафигі арқылы ұяшық ұзындығы аралықтарға бөлінеді. 3.2-суретте көрсетілгендей, Link  $a$  екі ерекше аймаққа бөлінген [16]: көліктер олардың бұрылу қозғалысына сәйкес ұйымдастырылған төменгі ағындағы кезек қоймасы және бұрылыс қозғалыстары араласатын жоғары ағынды резервуар. Белгілі бір ұяшық үшін, яғни 9-шы ұяшық үшін төменгі кезекті сақтау аймағы үш бөлімнен тұрады, яғни бөлінген кезек аймақтарын құрайтын  $qL$ ,  $qS$  және  $qR$ . I кестеде негізінен Long және т.б. алынған белгілер көрсетілген. [16].



3.2-сурет – Екі жақты тор желісіндегі a буынының компоненттері

Ыңғайлы болу үшін біз ықшам түрде СТМ [16] енгіземіз. СТМ мәліметтері келесідей сипатталады.

$$y_i(t) = \min \{n_{i-1}(t), Q_i(t), w(N_i(t) - n_i(t)) / v\} \quad (3.2)$$

$$n_i(t+1) = n_i(t) + y_i(t) - y_{i+1}(t) \quad (3.3)$$

мұндағы  $y_i(t)$  –  $t$  уақыт аралығы кезінде  $i$  ұяшығына түсетін көліктер саны,  $n_i(t)$  –  $t$  –ге дейінгі  $i$  ұяшығындағы көліктер саны,  $N_i(t)$  – ішінде болуы мүмкін көліктердің ең көп санын білдіреді.  $t$  кезінде  $i$  ұяшығы, ал  $Q_i(t)$   $t$  кезінде  $i$  ұяшығындағы кіріс сыйымдылығын білдіреді.

Мұнда ағынның формуласын үш санатқа жіктеуге болады: жоғарғы су қоймасының ағыны ( $i=1$ ), жоғары ағынды ұяшықтардың ағыны ( $1 < i \leq 8$ ) және арналанған төменгі ағынды кезек аймағының кірісі ( $i=\lambda$ ). Біз бағдаршамның жобаланған стратегиясын көрсету үшін қозғалыс ағынының жолағын өзгерту әрекетінің әсерін қарастырамыз. Кіріс формуласы келесідей ұсынылған:

1) Жоғарғы ағындағы ұяшықтардың ағыны:

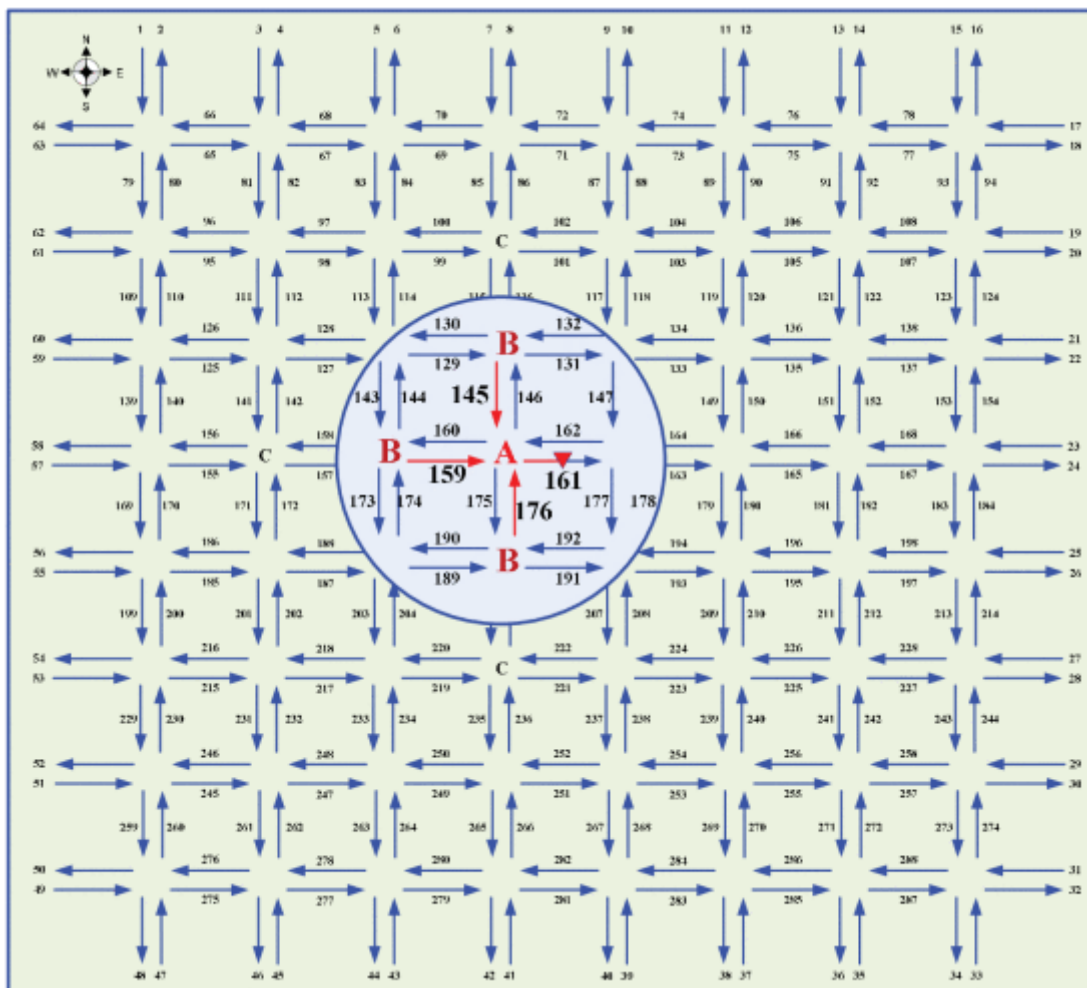
Жоғарғы ағынды ұяшықтардың ағынын есептеуге болады:

$$y_a^i(t) = \min \{n^{i-1}_a(t), Q_a^i(t), w(N_a^i(t) - n_a^i(t)) / v, 1 < i \leq 8\} \quad (3.4)$$

### 3.3 Кептелістерді тарату және таратуды модельдеу

Бұл бөлім СТМ негізіндегі басқару стратегиясына негізделген бағдаршамды басқару жүйесі үшін ТРН үлгісін жобалау жолын сипаттайды. Біз MATLAB платформасын уақыт-қадам әдісі арқылы кептелістің таралуы және дисперсиясы үшін трафикті модельдеу ортасын жобалау үшін қолданамыз. Модельдеу ортасы СТМ-ге негізделген және нақты трафик динамикасын егжей-тегжейлі түсіре алады. Ыңғайлы болу үшін біз апат кезінде кептелістің таралуын және бақылау саясатымыз белсенді болған кезде кептелістің қалай таралатынын көрсету үшін екі жақты  $8 \times 8$  торлы трафик желісін саламыз (яғни, 3.3-сурет).

Төңкерілген үшбұрыштың орны 161-ші звенода апат орын алғанын көрсетеді. 3.3-сурет 288 буыннан тұрады; әрбір сілтеме 9 ұяшыққа бөлінген және әрбір сілтеме екі бөлек аймаққа бөлінген: жоғары және төменгі ағын аумақтары. [16] нәтижелеріне сәйкес канализацияланған төмен қарай кезек аймағы өте қысқа болғанда кептеліс уақыты қысқарады. Демек, біз жоғарыдағы су қоймасы сегіз ұяшықтан (яғни,  $i=1, \dots, 8$ ) және арналанған кезек аймағы бір ғана ұяшықтан (яғни  $i=9$ ) тұрады деп есептейміз.



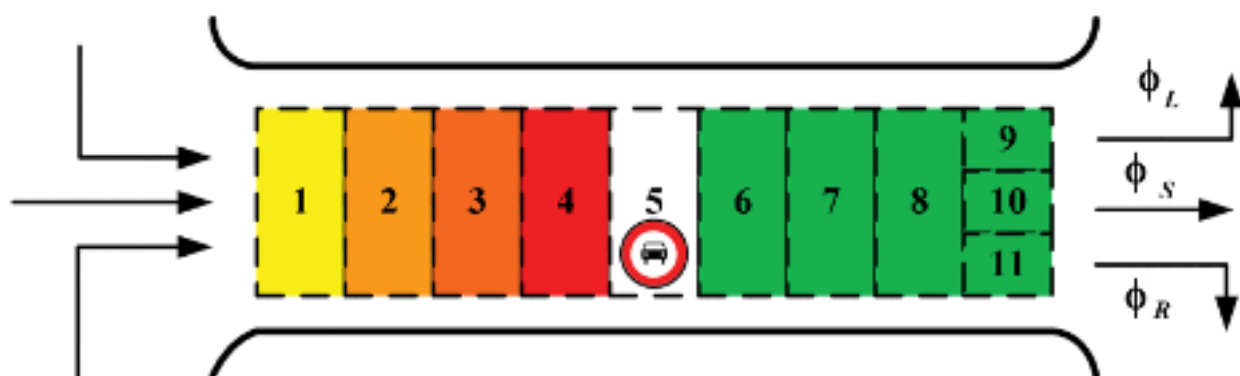
3.3-сурет – Екі жақты 8×8 торлы трафик желісі

3.2-сурет жоғарыдағы анықтамаларды түсінуге көмектеседі. Сонымен қатар, біз солға ( $\phi_L$ ), түзу ( $\phi_S$ ) және оңға ( $\phi_R$ ) бұрылатын көліктердің пропорцияларын сәйкесінше 20%, 50% және 30% анықтаймыз. Барлық шекаралық түйіндер бастапқы және тағайындау болып табылады. Айта кетейік, ағыстың төменгі жағындағы кезекте тұрған аумақтардағы көліктер жолағын ауыстырмайды. Ағынның формуласын үш санатқа жіктеуге болады: жоғарғы су қоймасының ағыны ( $i=1$ ), жоғары ағынды ұяшықтардың ағыны ( $1 < i \leq \lambda - 1$ ) және арналанған төмен қарайғы кезек аймағының ағыны ( $i=\lambda$ ). Біз бағдаршам стратегияларының дизайнын көрсету үшін қозғалыс жолағын өзгерту әрекетінің әсерін қарастырамыз.

Ыңғайлы болу үшін кеңейтілген СТМ параметрлері [8] және [16] сияқты орнатылады. Олар төменде көрсетілген:

1. Әрбір уақыт аралығының ұзындығы  $\delta=5s$  ;
2. Кептелістің тығыздығы: 133 көлік/км (яғни, әрбір көлік үшін 7,5 м);
3. Еркін ағынның жылдамдығы: 54 км/сағ (яғни, 15 м/с ) және кері соққы толқынының жылдамдығы [8]: 21,6 км/сағ (яғни 6 м/с );
4. Жолақтар саны: 2;
5. Ағын өткізу қабілеті: 1800 көлік/сағ/жолақ;
6. Әр камераның ұзындығы 75 м, ал әрбір камераның сыйымдылығы 20 көлік;
7. Әрбір буынның ұяшықтарының саны: 9 (яғни әрбір буынның ұзындығы 675 м );
8. Жоғарыдағы «қоймадағы» ұяшықтың тығыздығы 0,9Н артық болса, пайда болуы мүмкін кептелген ұяшық түсінігін анықтаймыз; немесе егер
9. ағыстың төменгі арнасының кез келген бағыттағы ұяшықтың тығыздығы 0,9кдж-ден жоғары;

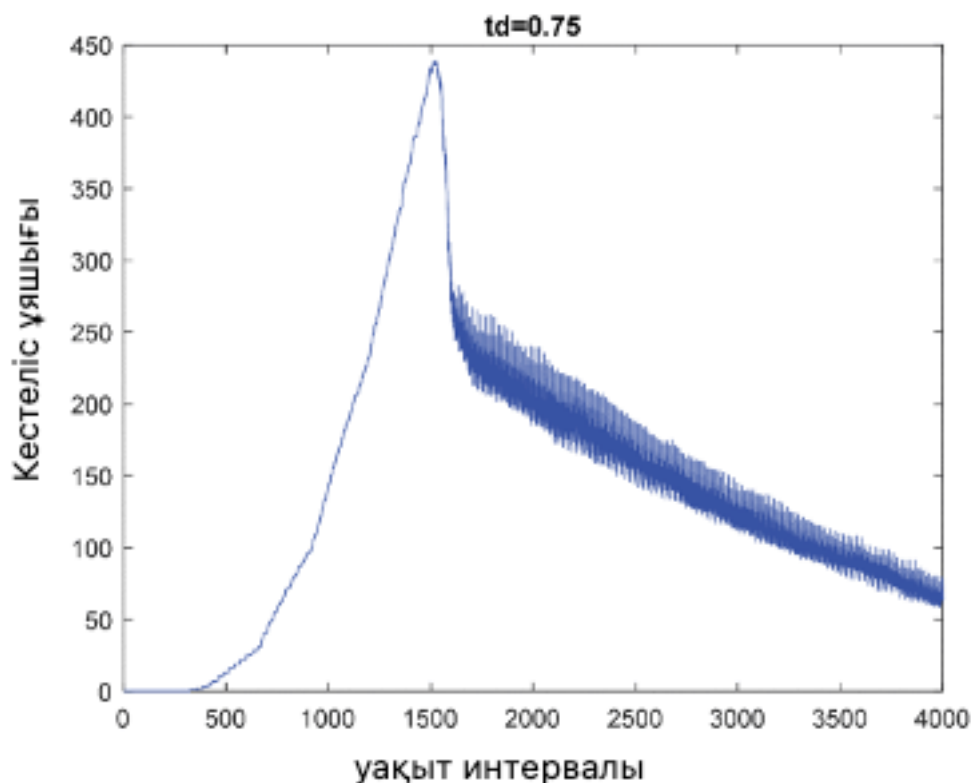
Екі жақты 8×8 торлы трафик желісінің бастапқы күйі бос деп есептейміз. Қызығушылықты талдау кезеңі 4000 уақыт аралығына бөлінген. Бұл зерттеуде біз желінің орталық аймағында орналасқан 161 звеноның 5-ші ұяшығына апатты орналастырамыз. Ұяшық кептелген деп аталады, егер оның жоғарғы ағындағы резервуардағы немесе төменгі арналы аймақтың кез келген бағыты бойынша тығыздығы 0,9Н артық болса [35]. Ағынның пропорциясы барлық бағыттар үшін  $\phi_L=20\%$  ,  $\phi_S=50\%$  және  $\phi_R=30\%$  екенін ескеріңіз [16]. Төменгі арналы аймақ, яғни әрбір буынның 9-шы ұяшығы сәйкесінше  $\phi_L$  ,  $\phi_S$  және  $\phi_R$  үшін 9-шы, 10-шы және 11-ші үш ұяшыққа бөлінеді. 3.4-суретте 161-ші буынның 5-ші ұяшығындағы апат көрсетілген. Біздің модельдеуіміз әртүрлі трафик ағындарын пайдаланады және  $t_d=0,75$  және  $t_d=0,8$  негізінде бағаланады. Мұнда  $t_d$  уақыт аралығындағы көліктер саны ретінде анықталады. Мысалы,  $t_d=0,75$  , яғни әрбір 20 секунд сайын үш көлік әр кіреберіске кіреді. Модельдеу нәтижелері келесі параграфта егжей-тегжейлі сипатталады.



3.4-сурет – 161-ші звеноның 5-ші ұяшығындағы апат

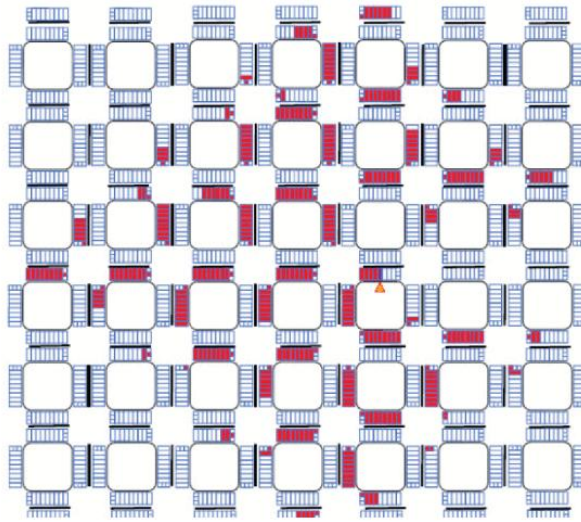
I жағдай (кептелістің таралуы):

Кептелістің таралуын бақылауды жеңілдету үшін апат 301-ші уақыт интервалында орын алады және ол 1500-ші уақыт интервалында жойылады деп есептейміз. Бұл жағдайда, яғни,  $t_d=0,75$  кептелістің құрастырылуы мен дисперсиясының модельдеу нәтижелері 3.5-суретте көрсетілген. Кептелгіс ұяшықтың максималды мәнін 1514-ші уақыт интервалында 439 алуға болады.



3.5-сурет – I жағдайда барлық кептеліс ұяшықтары.

Бастапқы уақыт аралығынан 1374-ші уақыт аралығына дейін барлығы 335 кептелген ұяшық қалыптасады. Екі жақты тор желісінде кептелген ұяшықтардың таралуы 3.6-суретте көрсетілген. Кептелістің таралуының бұл кеңістіктік топологиясы Long et al. [12]. Кептелістерді жою проблемаларын қарастыра отырып, Qi et al. [8] апатқа негізделген қалалық көлік кептелісін болдырмаудың екі деңгейлі стратегиясын ұсынды. Олардың бірінші деңгейі тыйым салу сигналының стратегиясы, ал екінші деңгейі - ескерту сигналының стратегиясы. Біріншісі апатқа бағытталған көлік ағынын тоқтату үшін қолданылады, екіншісі көлік ағынына апат бағытына жүрмеу туралы ұсыныс береді. Олар арнайы бағытқа тыйым салу сигналы көрсетілгенде, ескерту сигналы көрсетілген кезде сол бағытта жүретін көліктердің dA пайызы өз бағыттарын өзгертеді, dB пайызы солай жасайды деп есептейді. Дегенмен, әрбір көлік үшін соңғы шешімді болжау мүмкін емес. Бұл dA және dB мәндерін қалай анықтауға болады деген сұрақ туындайды. Бұл сұраққа нақты әлемдік жағдайда жауап беру қиын.



3.6-сурет – Екі жақты  $8 \times 8$  тор желісінде апатқа байланысты кептелістерге кезектерді тарату

Демек, біз Н-стратегиясы деп аталатын жаңа басқару стратегиясын ұсынып отырмыз, ол тек тыйым салу сигналдарын, яғни  $dA=1$ , апат бағытында көлік ағынын болдырмау үшін іргелес қиылыстарда пайдаланады. Бұл тыйым салу сигналдарының тікелей Н-стратегиясында дәстүрлі қызыл бағдаршамдармен ауыстырылатынын көрсетеді. Бұл бөлімде апат болған кезде бағдаршамның фазалық ұзақтығын автоматты түрде реттей алатын ауыспалы бағдаршамды басқару жүйесі ұсынылған. Біз Н-стратегия үлгісін жасау үшін TRN пайдаланамыз. Бұл зерттеуде ешқандай стратегия (яғни, апатсыз, қалыпты бағдаршам ұзақтығымен) және Н -стратегиясы (авария бағдаршамының ұзақтығын пайдалану) қолданылмайды.

II жағдай (кептелістің дисперсиясы):

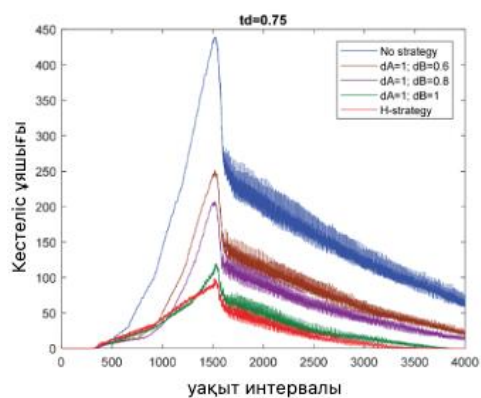
Ыңғайлы болу үшін біз  $Q_i$  және т.б. сияқты параметрлерді қолданамыз. [8] модельдеу ортамызда. Олар А қиылысында жұмыс істейтін тыйым салу сигналының стратегиясын құрастырды, ал ескерту сигналының стратегиясы В қиылысында жұмыс істейді. Дегенмен, біз жол-көлік оқиғасына қарай келе жатқан көлік ағынын тоқтату үшін тек көрші қиылыстарда, яғни А, В және С қиылысында тыйым салу сигналдарын пайдаланамыз. Бұл зерттеуде біз осы бағытта келе жатқан көліктердің тиісінше А, В және С қиылыстарында өз бағыттарын өзгертетін пайызын көрсету үшін  $dA$ ,  $dB$  және  $dC$  қолданамыз.

1-мысал:

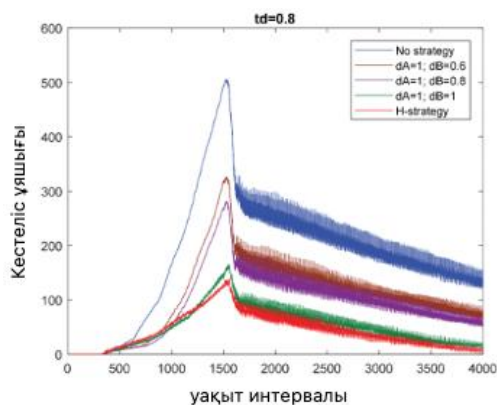
Кептелістердің қалыптасуы мен таралуын бақылау үшін біз үш стратегияны қолданамыз, атап айтқанда ешқандай стратегия, Q -стратегиясы және Н -стратегиясы. Бұл мысалда апат 301-ші уақыт аралығынан 1500-ші уақыт аралығына дейін орын алады. Мұнда  $dA=1,0$  кезінде  $dB=0,6$ ;  $0,8$ ;  $1,0$  Q-стратегиясы үшін және  $dA=1$ ;  $dB=1$ ;  $dC=1$  Н-стратегиясына арналған. Екі жағдайды модельдеу нәтижелері күріште көрсетілген. 7 (a) және 7(b),  $td=0,75$  және  $td=0,8$  сәйкес. 3.7(a)-суретте, яғни стратегиясыз, кептеліс 325-ші уақыт интервалында басталады, кептелістердің максималды саны 1524-ші уақыт



аралығында 439, ал кептеліс дисперсиясы 4000 уақыт аралығын алады. Екінші жағынан, яғни, 3.7(b)-суретте кептеліс 324-ші уақыт интервалында басталады және кептелген ұяшықтардың максималды саны 1524-ші уақыт аралығында 506 болады.



(a)



(b)

3.7-сурет – (a) Ешбір стратегия, Q-стратегиясы және H-стратегиясы бойынша кептелістің таралуы және таралуы;  $td=0,75$  . (b) ешқандай стратегия, Q-стратегиясы және H-стратегиясы бойынша кептелістің таралуы және таралуы;  $td=0,8$

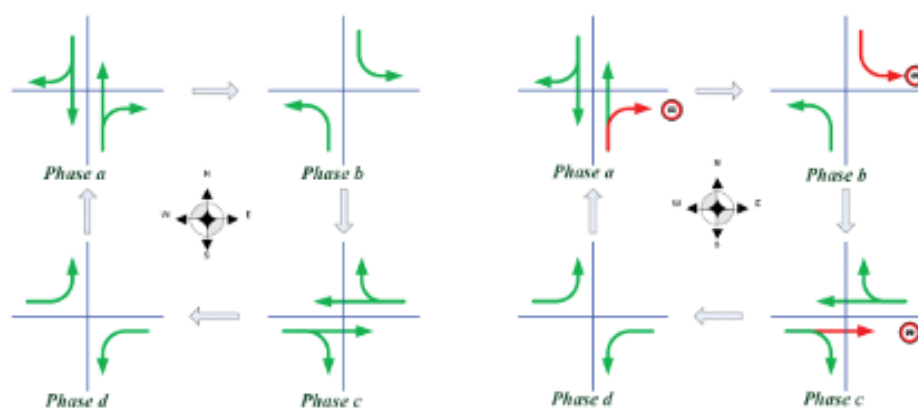
Модельдеу нәтижелеріне сәйкес  $d_A=d_B=1,0$  кезінде кептеліс дисперсиясының өнімділігі басқа екі жағдайға қарағанда жақсырақ ( $d_A=1,0$  кезінде  $d_B=0,6 ; 0,8$ ). Барлық стратегиялар бойынша дисперсия өздігінен дамыған трафикке қарағанда әлдеқайда аз уақытты алады. Сонымен қатар, I кестеде H-стратегиясының өнімділігі Q-стратегиясына қарағанда жақсырақ көрінетіні көрсетілген.  $d_A=d_B=d_C=1.0$  екенін ескеріңіз, бұл тыйым салу сигналын дәстүрлі қызыл жарық сигналы ретінде қарастыруға болатынын білдіреді.

Кесте 3.1 – Кептелген ұяшықтардың саны және оның уақыт аралығы туралы ақпарат 1-мысал үшін

Уақыт интервалы	500	2000	4000	500	2000	4000
Стратегия	$T_d=0.75$ (1.7а сурет)			$T_d=0.8$ (1.7б сурет)		
Стратегиясыз	13	217	63	14	365	128
$d_A=1; d_B=0.6$	8	120	21	8	170	72
$d_A=1; d_B=0.8$	7	92	12	9	147	56
$d_A=1; d_B=1$	10	48	0	10	87	15
Н- стратегиясы	13	36	0	14	73	6

### 3.4 Бағдаршамды басқару жүйелерінің TPN моделін жобалау

Бұл бөлімде СТМ негізіндегі басқару стратегияларымызға сәйкес бағдаршамды басқару жүйелерінің TPNs үлгісін жасау жолы берілген. Ол үшін бұл бөлім сигнализацияланған қиылыстардағы бағдаршамдардың фазалық ауысуларын сипаттауға және TPN негізіндегі қалыпты бағдаршам басқару стратегиясы мен Н-стратегиясын құруға бағытталған. Қарапайым сөзбен айтқанда, Н-стратегиясы қалыпты жағдайда дәстүрлі бағдаршамдарды пайдалану ұзақтығын білдіреді. Апат болғаннан кейін фазалық бағдаршамдардың ұзақтығы қалыпты күйден апаттық жағдайға ауысады. Бұл зерттеуге бір А, үш В және үш С болатын жеті іргелес қиылыстар тартылған. Жоғарыда айтылғандай, Н-стратегиясы апат бағытында қозғалыс ағынын тоқтату үшін тек тыйым салу сигналдарын қолданады. Ыңғайлы болу үшін барлық бағдаршамдар бес сигнал шамынан тұрады: солға бұрылу көрсеткісі жасыл (GL), оңға бұрылатын көрсеткісі жасыл (GR), жасыл түстегі түзу көрсеткісі (GS), сары шам сигналы (Y), және қызыл жарық сигналы (R). Бұл жұмыста біз 3.9-суретте көрсетілгендей сигнализацияланған қиылыстардағы көлік ағынын бағыттау үшін төрт фазалы бағдаршам ережелерін қабылдаймыз.



(а) стратегиясыз

(б) Н-стратиясы

3.9-сурет – Бағдаршам сигналдарының фазалық ұзақтығы

3.9(a) суретте тор желісіндегі қалыпты жағдай үшін пайдаланылатын қалыпты бағдаршам ұзақтығы көрсетілген. 3.9(b) суретте жазатайым оқиға орын алған кезде қолданылатын апаттық бағдаршамның ұзақтығы көрсетілген. Бұл зерттеуде біз а және с фазаларының ұзақтығы 30 с және b және d фазалары 20 с деп есептейміз. Онда а фазасы 30 с кейін b фазасына, ал b фазасы 20 секундтан кейін с фазасына өзгередінін айтады. Демек, белгіленген уақыт кезеңінің ұзақтығы (яғни, а фазасының d -ге ауысуы) 110 с. Айта кету керек, жолдардағы кейбір маңызды ережелер көлік құралдарының қауіпсіздігі үшін қажет.

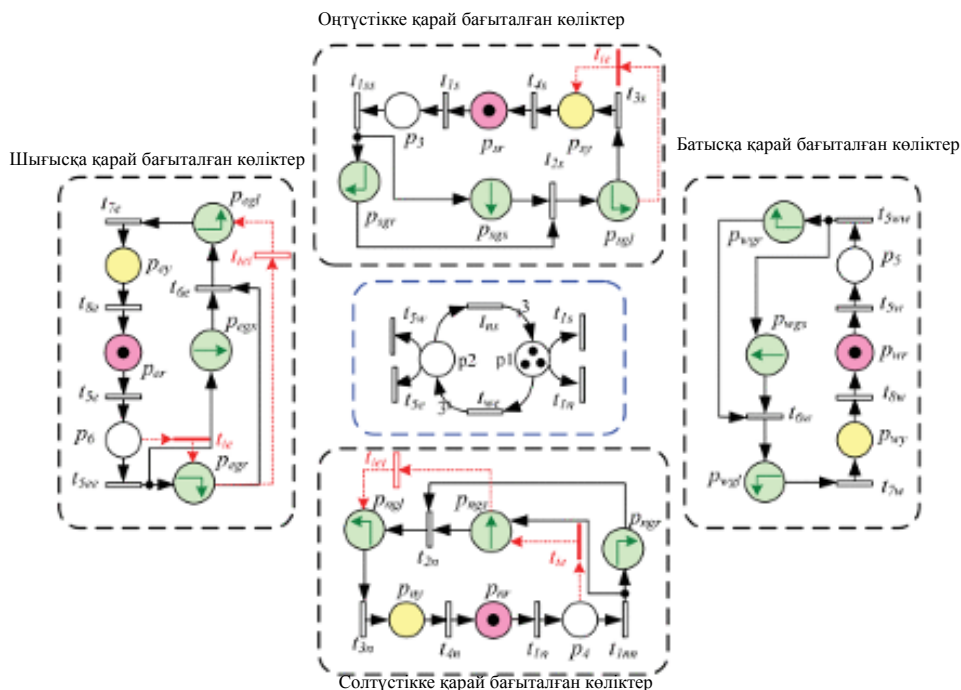
1. Бағдаршамды басқару жүйесін оның бағдаршамдары қызыл күйде болса, қосуға болады,

2. Өзгерту үшін фазалар арасында бес секундтық қабаттасу бар, мысалы, b/d фазасының ұзақтығының c/a фазасына өзгеруі арасында бес секундтық қабаттасу бар,

3. Жасыл шамдардың бір уақытта жануына жол берілмейді және

4. Бағдаршам қызыл, жасыл, сары ретімен өзгереді.

Ыңғайлы болу үшін солтүстікке, оңтүстікке, батысқа және шығысқа қарай жүретін көліктердің бағыттары сәйкесінше n, s, w және e таңбаларымен көрсетілген. Мысалы, Rs , Ys , GLs , GRs және GSs сәйкесінше оңтүстікке қарай жүретін көліктердің бағыттары үшін R , Y , GL, GR және GS бес бағдаршамдарын білдіреді. Сонымен қатар, бұл зерттеуде біз  $\sigma \in \{n,e,s,w\}$  ,  $\gamma \in \{s,n\}$  және  $\eta \in \{w,e\}$  деп есептейміз. Егжей-тегжейлі операциялар 3.10-суретте сипатталған.

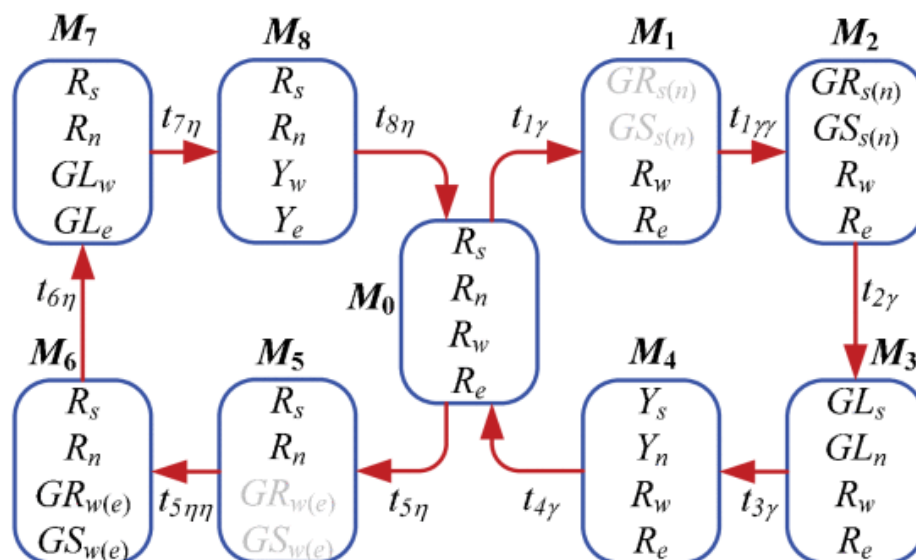


3.10-сурет – А қиылысындағы Н-стратегиясының TPN үлгілері.

3.10-суретте psr , prr , prw және per орналастыратын Н -strategy TPN үлгілері көрсетілген, p1 үшеуінен басқа бір таңбалауыш бар. Онда бағдаршам

шамдарының бастапқы күйі R күйінде екендігі көрсетілген. Алдымен біз жоқ стратегиясының қалай жұмыс істейтінін таныстырамыз.  $t1s$  және  $t1n$  екеуін де (2 с ) іске қосқаннан кейін бір таңбалауыш тиісінше  $psr$  және  $png$  ішінен  $p3$  және  $p4$ -ке жылжытылады. Осы уақытта  $p1$  бір таңбалауышты ұстап тұрады. Осы уақытта  $t1ss(t1nn)$  бірден іске қосылады, сонда таңбалауыш бірден  $psgr$  ,  $psgs$  ,  $pngr$  және  $pngs$  көшіріледі. Осы уақытта  $GRs(n)$  және  $GSs(n)$  көліктердің жолы қиылыстан өте алатындай етіп қосылады (яғни, 3.9(a) сурет), өңдеу фазасы 30 с ). Әрі қарай,  $GRs(n)$  және  $GSs(n)$   $t2s(t2n)$  ұзақтығынан кейін өшірулі болуы керек. Осы сәтте  $GL(n)$  көліктердің жолы қиылыстан өте алатындай етіп қосылады (яғни, 3.9(a) сурет),  $b$  фазасы 20 с ). 20 секундтан кейін (яғни,  $t3s(t3n)$  іске қосу)  $psgl(pngl)$  тіліндегі таңбалауыш  $psy(pny)$  параметріне жылжытылады. Содан кейін  $psy(pny)$  ішіндегі таңбалауыш 3 секундтан кейін  $psr(png)$  орнына жылжытылады. Осы сәтте  $a$  және  $b$  фазаларының ұзақтығына қол жеткізіледі. Бұрын айтылғандай,  $b$  фазасының ұзақтығы арасындағы екі секунд  $c$  фазасына ауысады. Осы уақытқа дейін ол 55 с жұмсайды. Әрі қарай,  $twe$  іске қосылғаннан кейін,  $p1$  ішіндегісі  $p2$ -ге жылжытылады.  $p2$  үш таңбалауыш алатынын ескеріңіз, өйткені салмақ мәні бар  $p2$  кіріс доғасы 3. Үздіксіз,  $t5w(t5e)$  іске қосқаннан кейін, токен  $prg(per)$  ішінен  $p5(p6)$  орнына жылжытылады. Осы уақытта  $p2$  бір таңбалауышты ұстап тұрады. Осы уақытта  $t5ww(t5ee)$  бірден іске қосылады, сонда таңбалауыш бірден  $prgr$  ,  $prgs$  ,  $perg$  және  $pergs$  ішіне жылжытылады. Осы сәтте  $GRw(e)$  және  $GSw(e)$  көлік құралдарының жолы қиылыстан өте алатындай етіп қосылады (яғни, 3.9(a) сурет), 30 с-пен  $c$  фазасын өңдеу ). Содан кейін  $t6w(t6e)$  ұзақтығынан кейін  $GRw(e)$  және  $GSw(e)$  өшірулі болуы керек.

Осы сәтте  $GLw(e)$  көліктердің жолы қиылыстан өте алатындай етіп қосыңыз (яғни, 3.9(a) сурет),  $d$  фазасы 20 с ). 20 секундтан кейін (яғни,  $t7w(t7e)$  іске қосу),  $prgl(pergl)$  тіліндегі таңбалауыш  $prw(perw)$  параметріне жылжытылады. Әрі қарай,  $prw(perw)$  ішіндегі таңбалауыш 3 секундтан кейін  $prg(per)$  параметріне жылжытылады. Осы сәтте  $c$  және  $d$  фазаларының ұзақтығына қол жеткізіледі. TNS өртенген кезде, TPN үлгілері бастапқы күйіне оралады. Жақсырақ түсіну үшін біз жүйе үлгілерінің қайтымды немесе қайтымсыз екенін талдау үшін осы TPN үлгілерінің уақыттық қол жеткізу графигін ұсындық. Бұл TPN үлгілерінің іске қосу реті  $t1\gamma \rightarrow t1\gamma\gamma \rightarrow t2\gamma \rightarrow t3\gamma \rightarrow t4\gamma \rightarrow t5\eta \rightarrow t5\eta\eta \rightarrow t6\eta \rightarrow t7\eta \rightarrow t8\eta$  болып табылады. Осы жану ретіне сәйкес біз олардың қол жетімділік графигін 3.11-суретте көрсетілгендей құра аламыз. Мұнда M0 оның бағдаршам шамдарының барлығы қызыл күйде екенін көрсетеді. M2 оның бағдаршам шамдары  $GSs$  ,  $GSn$  ,  $GRs$  және  $GRn$  қосылып тұрғанын көрсетеді. M3  $GLs$  ,  $GLn$  ,  $Rw$  және  $Re$  қосулы екенін көрсетеді. Басқаша айтқанда, M2/M3  $a/b$  фазасының ұзақтығын өңдейді. Нәтижесінде 3.11-суретте оның қол жетімділік графигі арқылы расталған қайшылықты табу мүмкін емес.

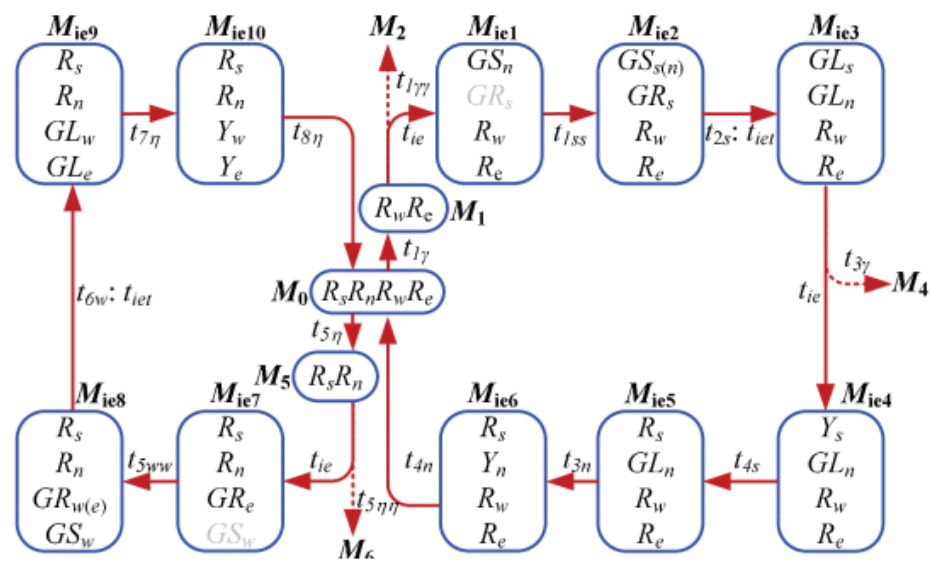


3.11-сурет – TPN үлгілерінің стратегияға қол жеткізу графигі жок

Детерминирленген және дереу ауысулар бір мезгілде іске қосылған кезде TPN-лердегі қақтығыс мәселелерін талқылау қызықты. Детерминирленген және дереу ауысулар бір мезгілде іске қосылғанда, дереу өту бірінші кезекте іске қосылады. Барлық қолжетімділік графиктеріндегі сұр шрифт сұр қаріптермен белгіленген бағдаршамдардың өшірілгенін көрсететінін ескеріңіз. Мысалы,  $t1\gamma$  және байлау бір уақытта қосылса, алдымен байлау отын қосыңыз.

Мұнда біз H -стратегиясының егжей-тегжейлі операцияларымен таныстырамыз. Ыңғайлы болу үшін біз екі параллель ауысуды көрсету үшін «:» белгісін қолданамыз; мысалы,  $t_x : t_y$   $t_x$  және  $t_y$  бір мезгілде ауысулар екенін білдіреді. Бұрын айтылғандай,  $t1s$  және  $t1n$  екеуін де іске қосқаннан кейін, бір таңбалауыш тиісінше  $psr$  және  $pnr$  ішінен  $p3$  және  $p4$ -ке жылжытылады. Осы сәтте біз 3.10-суретте көрсетілгендей шығыс және жоғары ағын жолақтарында апат орын алды деп болжаймыз. Ол  $t1ss$ ,  $t1nn$  және байлау қосұлы екенін меңзейді. Токен  $t1ss$  күйдіру арқылы  $p3$ -тен  $psgr$  және  $psgs$ -ке, ал таңбалауыш галстукпен ату арқылы  $p4$ -тен  $pngs$ -ке жылжытылады. Айта кету керек,  $t1nn$  атқылай алмайтындай TPN-лердегі уақытпен белгіленген ( $t1nn$ ) қарағанда бірден өтудің (байлау) атыс басымдылығы да жоғары. Осы уақытта GR және GS(n) көліктердің жолы қиылыстан өте алатындай етіп қосылады (яғни, 3.9(b-сурет), өндеу фазасы 30 с). Әрі қарай, таңбалауыш  $t2s$  ату арқылы  $psgl$ -ге, ал таңбалауыш  $t2e$  ату арқылы  $pngl$ -ге жылжытылады. Демек, GRs және GSs(n)  $t2s : t2e$  ұзақтығынан кейін өшірулі болуы керек. Қазіргі уақытта GLn тек қосылады, яғни көлік құралдарының жолы қиылыстан өте алатындай таңбалауыш бірден  $psu$ -ге ауысады (яғни, 3.10(b-сурет), b фазасы 20 с). 20 секундтан кейін (яғни,  $t3s(t3n)$  іске қосу),  $pngl$  ішіндегі таңбалауыш  $pnu$  параметріне жылжытылады. Содан кейін  $psu(pnu)$  тіліндегі таңбалауыш  $psr(pnr)$  параметріне 3 секундтан кейін  $t4s(t4n)$  арқылы жылжытылады. Осы сәтте 3.9(b)-суреттегі a және b фазаларының ұзақтығына қол жеткізілді. Осы уақытқа дейін ол 55 с жұмсайды.

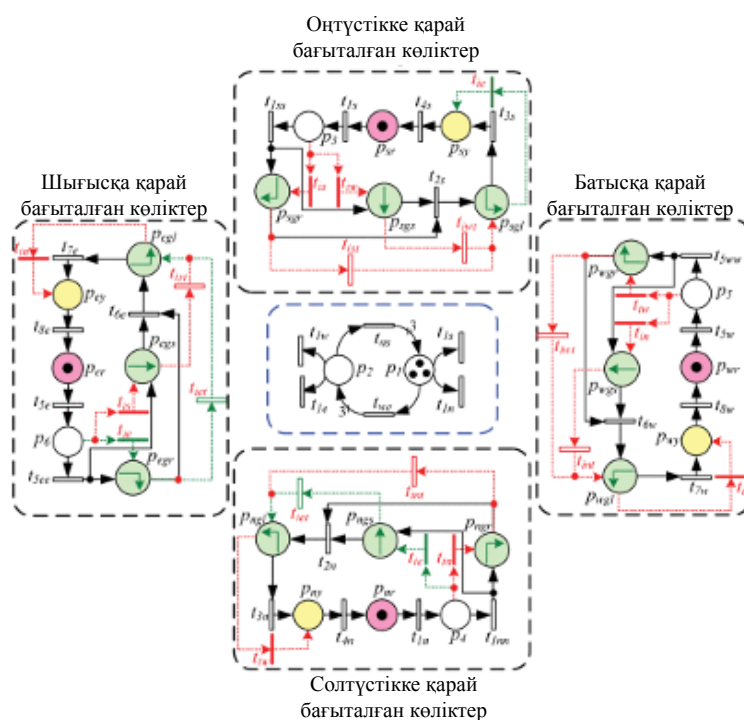
Алдыңғы аталған қадамдар сияқты,  $t_{5w}$  іске қосылғаннан кейін  $p_1$  ішіндегі бір таңбалауыш  $p_2$  параметріне жылжытылады. Содан кейін  $t_{5w}(t_{5e})$  іске қосылғаннан кейін таңбалауыш  $p_{wg}(p_{eg})$  ішінен  $p_5(p_6)$  орнына жылжытылады. Айта кетейік, апат қазір анық емес. Осы уақытта  $t_{5ww}$  бірден іске қосылады, сондықтан таңбалауыш  $p_{wgr}$  және  $p_{wgs}$  файлдарына жылжытылады.  $t_{5ee}$  іске қосылмайтынын ескеріңіз, себебі  $t_{ie}$   $t_{5ee}$  қарағанда жоғары басымдылыққа ие. Демек, токен  $p_6$  -дан  $p_{egr}$ -ге жылжытылады. Осы сәтте  $GR_{w(e)}$  және  $GS_w$  көліктердің жолы қиылыстан өте алатындай етіп қосылады (яғни, 3.9(b-сурет), с фазасы 30 с өңдеу). Әрі қарай, таңбалауыш  $t_{6w}$  ату арқылы  $p_{wgl}$ -ге, ал таңбалауыш  $t_{iet}$  атысу арқылы  $p_{egl}$ -ге жылжытылады. Демек,  $GR_e$ ,  $GS_w$  және  $GR_w$   $t_{6w} : t_{iet}$  ішіндегі ұзақтықтан кейін өшірулі болуы керек. Осы сәтте  $GL_w$  және  $GL_e$  көліктердің жолы қиылыстан өте алатындай етіп қосылады (яғни, 9(b-сурет), d фазасы 20 с ). 20 секундтан кейін (яғни,  $t_{7w}(t_{7e})$  іске қосу),  $p_{wgl}(p_{egl})$  тіліндегі таңбалауыш  $p_{wu}(p_{eu})$  параметріне жылжытылады. Әрі қарай,  $p_{wu}(p_{eu})$  ішіндегі таңбалауыш 3 секундтан кейін  $p_{wg}(p_{eg})$  параметріне жылжытылады. Осы сәтте с және d фазасының ұзақтығына, яғни 3.9(b) суретіне қол жеткізіледі. TNS өртенген кезде, TPN үлгілері бастапқы күйіне оралады. Жақсырақ түсіну үшін біз H -стратегиясының егжей-тегжейлі өту тізбегін енгіземіз. H -стратегиялық ату ретінің TPN үлгілері  $t_{1\gamma} \rightarrow t_{ie} \rightarrow t_{1ss} \rightarrow t_{2s} : t_{iet} \rightarrow t_{ie} \rightarrow t_{4s} \rightarrow t_{3n} \rightarrow t_{4n} \rightarrow t_{5\eta} \rightarrow t_{ie} \rightarrow t_{5ww} \rightarrow t_{6w} : t_{iet} \rightarrow t_{7\eta} \rightarrow t_{8\eta}$ . Осы күйдіру ретіне сәйкес біз олардың қол жетімділік графигін 3.12-суретте көрсетілгендей құрастыра аламыз. Нәтижесінде 3.12-суретте оның қол жетімділік графигі арқылы тексерілген қайшылық табылмайды. Демек, біздің жол қозғалысын басқару жүйесі арқылы апатты көріністі болдырмауға болады деп қорытынды жасауға болады.



3.12-сурет – TPN үлгілерінің H -стратегиялық қолжетімділік графигі (байланысты қосу)

### 3.5 Тұтас жүйе TPNs моделін талдау

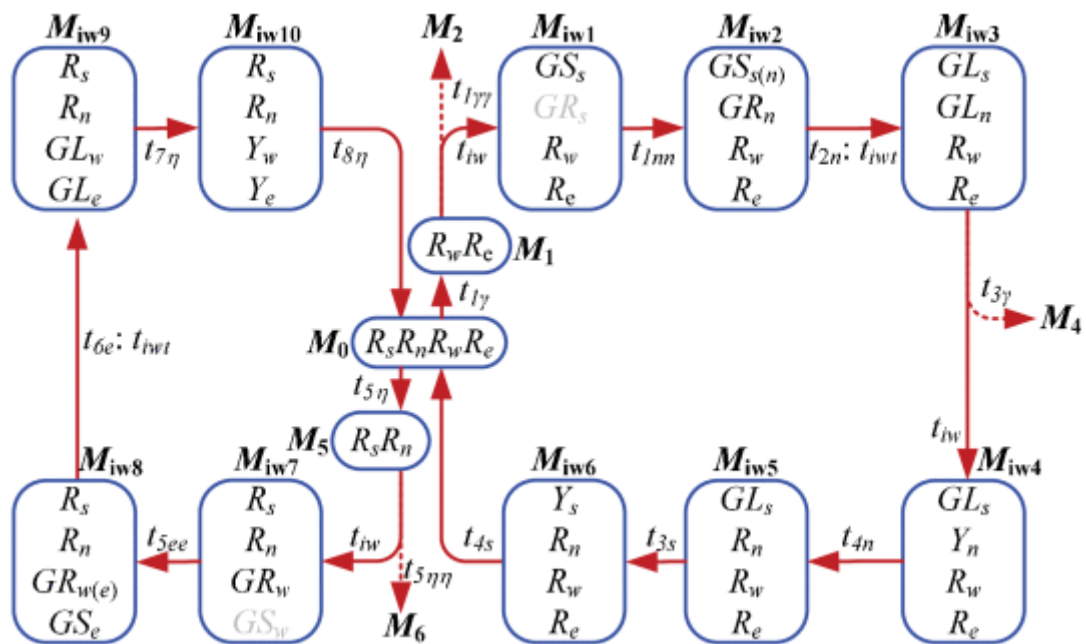
Алдыңғы талқылауға сәйкес, жол-көлік оқиғасы орын алған кезде, көліктердің апат болған орынға кіруіне жол бермеу маңызды мәселе болып табылады. Бұл жұмыста біз толығымен апат орнына байланысты бағдаршамның ұзақтығын реттеу үшін өте тиімді басқару стратегиясын ұсынамыз. Ол үшін біз Н-стратегиясының TPN үлгісіне үш ауысуды қосамыз, яғни бүкіл TPN жүйесінің үлгісі деп аталады және 3.13-суретте көрсетілген. тиісінше солтүстікке немесе оңтүстікке қарай. Ауысулардың түсіндірмесі V кестеде келтірілген. Мұнда TPN жүйесінің барлық моделін қалай жақсы жұмыс істеу керектігін көрсету үшін төрт жағдай берілген.



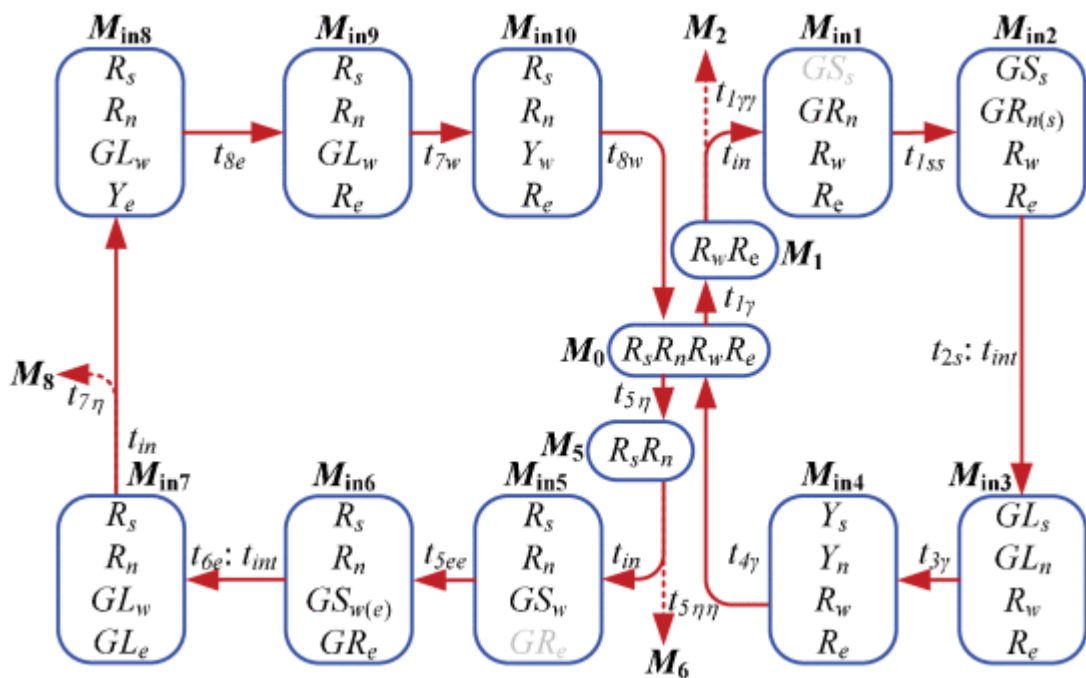
3.13-сурет – А қиылысында Н-стратегиясының бүкіл TPN моделі.

I жағдай (бақылау стратегиясы жоқ):

Бұл жағдайда  $t1\gamma \rightarrow t1\gamma\gamma \rightarrow t2\gamma \rightarrow t3\gamma \rightarrow t4\gamma \rightarrow t5\eta \rightarrow t5\eta\eta \rightarrow t6\eta \rightarrow t7\eta \rightarrow t8\eta$  күйдіру тізбегі қалыпты жағдайларға арналған. Жану ретіне сәйкес, біз 3.17-суретте көрсетілгендей, күйдіру ретінің сәйкес қол жетімділік графигін тұрғыза аламыз. Ол қалыпты режимдегі барлық TPN жүйесінің моделін тірі және қайтымды деп көрсетеді.

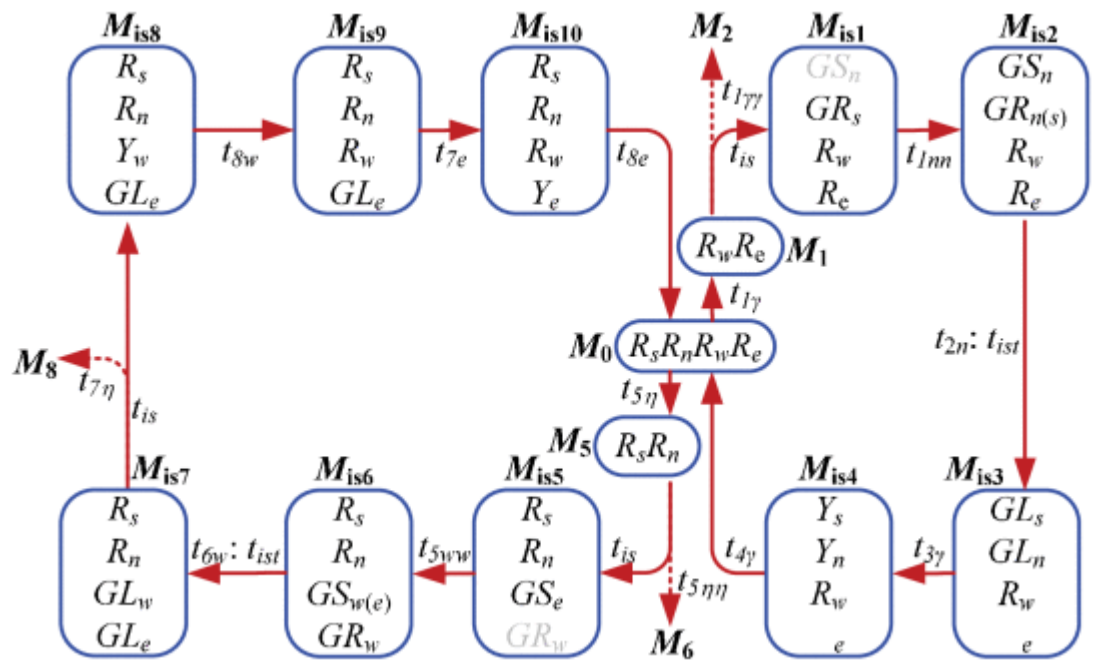


3.14-сурет – TPN үлгілерінің Н -стратегиялық қолжетімділік графигі (қосу мүмкіндігі)

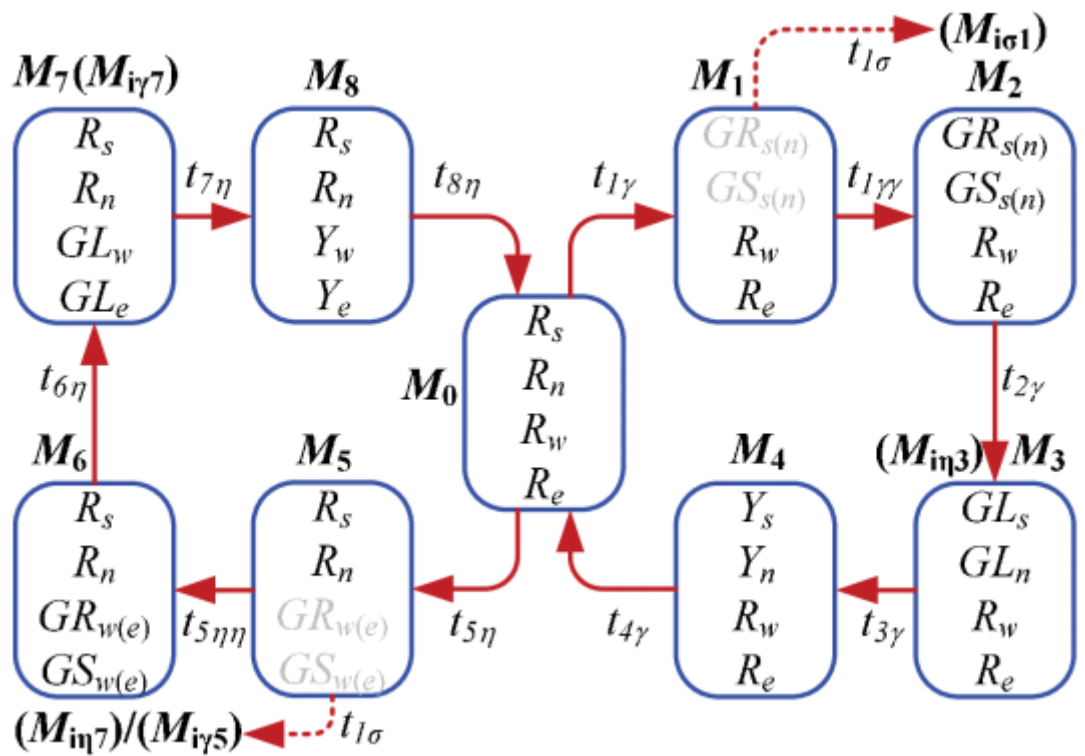


3.15-сурет – TPN үлгілерінің Н -стратегиялық қол жетімділік графигі (қалыпты қосу).





3.16-сурет – TPN үлгілерінің N -стратегиялық қолжетімділік графигі (қосылған)



3.17-сурет – TPN тұтас үлгілерінің N -стратегиялық қолжетімділік графигі (тіс қосу).

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жобада MATLAB платформасы СТМ негізіндегі трафикті модельдеу құралын құрастыру үшін пайдаланылады, ол апаттан туындаған көлік кептелістерінің таралуы мен дисперсиясын сәтті имитациялайды. Жол-көлік оқиғасынан туындаған кептелістерді тиімді түрде жою үшін толығымен апат орнына байланысты бағдаршамдардың ұзақтығын реттеуге арналған Н-стратегиясы деп аталатын өте тиімді басқару стратегиясы ұсынылған. Одан да маңыздысы, Н-стратегиясы трафиктің апат бағытына қарай ағып кетуіне жол бермеу үшін оқиға орнындағы апат орнына іргелес қиылыстарда дәстүрлі бағдаршамдарды ғана пайдаланады. Бұл жұмыс Н-стратегиялық бағдаршамдарды басқару жүйелерін модельдеу, ұсынылған ТРН үлгілерінің өміршеңдігі мен қайтымдылығын және модельдердегі кептеліс мәселесін және оларды болдырмау жолдарын тексеру үшін ТРН-ді қалай пайдалану керектігін көрсетті. Ұсынылған ТРН үлгілерінің өміршеңдігі мен қайтымдылығы қол жетімділік графигін талдау әдісімен дәлелденген. Ұсынылып отырған тәсілдің артықшылығы – бағдаршамдарды басқару жүйесіндегі кептелістерді бағдаршам фазасында ауысуды тудыратын жүйе үлгісіндегі жағдайлар мен оқиғалар негізінде анықтауға және болдырмауға болады. Ұсынылған Н-стратегиялық бағдаршамдарды басқару жүйелері және оның ТРН үлгілері оларды әрі қарай қолдану үшін кеңейтілуі керек.

1. Choi, E.H. Crash factors in intersection-related crashes: An on-scene perspective. 2010. Available online: <https://trid.trb.org/view/1083638> (accessed on 10 January 2021).
2. Lasley, P. 2019 Urban mobility report. 2019. Available online: <https://static.tti.tamu.edu/tti.tamu.edu/documents/mobility-report-2019-appx-b.pdf> (accessed on 10 January 2021).
3. Kiela, K.; Barzdenas, V.; Jurgo, M.; Macaitis, V.; Rafanavicius, J.; Vasjanov, A.; Kladovcikov, L.; Navickas, R. Review of V2X–IoT standards and frameworks for ITS applications. *Appl. Sci.* **2020**, *10*, 4314. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
4. Engoulou, R.G.; Bellaïche, M.; Pierre, S.; Quintero, A. VANET security surveys. *Comput. Commun.* **2014**, *44*, 1–13. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
5. Chen, S.; Hu, J.; Shi, Y.; Peng, Y.; Fang, J.; Zhao, R.; Zhao, L. Vehicle-to-everything (V2X) services supported by LTE-based systems and 5G. *IEEE Commun. Stand. Mag.* **2017**, *1*, 70–76. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
6. World Health Organization. Global Status Report on Road Safety 2018: Summary; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2018. [[Google Scholar](#)]
7. Chen, Y.; Zhao, D.; Lv, L.; Zhang, Q. Multi-task learning for dangerous object detection in autonomous driving. *Inf. Sci.* **2018**, *432*, 559–571. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
8. Canzian, L.; Demiryurek, U.; van der Schaar, M. Collision detection by networked sensors. *IEEE Trans. Signal Inf. Process. Over Netw.* **2015**, *2*, 1–15. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
9. Liyanage, Y.W.; Zois, D.S.; Chelmiss, C. Robust Freeway Accident Detection: A Two—Stage Approach. In Proceedings of the ICASSP 2019-2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Brighton, UK, 12–17 May 2019; pp. 3387–3391. [[Google Scholar](#)]
10. Liyanage, Y.W.; Zois, D.S.; Chelmiss, C. Optimal Sequential Detection of Freeway Accidents. In Proceedings of the 2018 52nd Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers, Pacific Grove, CA, USA, 28–31 October 2018; pp. 2055–2059. [[Google Scholar](#)]
11. Lv, L.; Zhao, D.; Deng, Q. A semi-supervised predictive sparse decomposition based on task-driven dictionary learning. *Cogn. Comput.* **2017**, *9*, 115–124. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
12. Redmon, J.; Divvala, S.; Girshick, R.; Farhadi, A. You only look once: Unified, real-time object detection. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition, Las Vegas, NV, USA, 27–30 June 2016; pp. 779–788. [[Google Scholar](#)]
13. Yu, Y.; Xu, M.; Gu, J. Vision-based traffic accident detection using sparse spatio-temporal features and weighted extreme learning machine. *IET Intell. Transp. Syst.* **2019**, *13*, 1417–1428. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

14. Song, L.; Dai, J.; Duan, H.; Liu, Z.; Liu, N. Abnormal Event Detection Based on in Vehicle Monitoring System. In International Conference on Applications and Techniques in Cyber Security and Intelligence; Edizioni della Normale: Cham, Switzerland, 2017; pp. 275–280. [[Google Scholar](#)]
15. Khac, C.N.; Park, J.H.; Jung, H.Y. Detection of abnormal moving vehicles for intelligent driver assistance system. In Proceedings of the 2016 International Conference on Electronics, Information, and Communications (ICEIC), Danang, Vietnam, 27–30 January 2016; pp. 1–4. [[Google Scholar](#)]
16. Menelaou, C.; Timotheou, S.; Kolios, P.; Panayiotou, C.G.; Polycarpou, M.M. Minimizing traffic congestion through continuous-time route reservations with travel time predictions. *IEEE Trans. Intell. Veh.* **2018**, *4*, 141–153. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
17. Li, X. A new fast hybrid algorithm of background extraction suitable for the DSP platform. *WRI World Congr. Comput. Sci. Inf. Eng.* **2009**, *7*, 1–4. [[Google Scholar](#)]
18. Lei, X.; Qing, W.; Xiumin, C.; Jun, W.; Ping, C. Traffic jam detection based on corner feature of background scene in video-based ITS. In Proceedings of the 2008 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control, Sanya, China, 6–8 April 2008; pp. 614–619. [[Google Scholar](#)]
19. Diop, A.K.; Tall, K.; Farssi, S.M.; Samb, N.A.; Tamedou, M. Cross-Correlation to Assess the State of Traffic Jam in CCTV Systems. In Proceedings of the 2020 International Conference on Electrical, Communication, and Computer Engineering (ICECCE), Istanbul, Turkey, 12–13 June 2020; pp. 1–4. [[Google Scholar](#)]
20. Davarpanah, S.H.; Khalid, F.; Abdullah, L.N. BGLBP-based image background extraction method. *Int. Arab J. Inf. Technol.* **2016**, *13*, 908–914. [[Google Scholar](#)]
21. Rafi, M.; Mukhopadhyay, S. Texture segmentation from non-textural background using enhanced MTC. *Int. Arab J. Inf. Technol.* **2019**, *16*, 737–745. [[Google Scholar](#)]
22. Kim, K.; Chalidabhongse, T.H.; Harwood, D.; Davis, L. Real-time foreground—Background segmentation using codebook model. *Real-Time Imaging* **2005**, *11*, 172–185. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
23. Reddy, P.J.; Reddy, M.V.N.; Krishna, P.P.M. Enhancement of Ariel Images: A Review. *Int. J. Res.* **2015**, *3*, 1961–1966. [[Google Scholar](#)]
24. Marszalek, Z.; Duda, K. Vehicle Magnetic Signature Compatibility for Inductive Loop Sensor with Various Signal Conditioning Systems. In Proceedings of the 2018 International Conference on Signals and Electronic Systems (ICSES), Krakow, Poland, 10–12 September 2018; pp. 33–36. [[Google Scholar](#)]
25. Khoenkaw, P.; Pramokchon, P. An Implementation of Automatic Inductive-Loop Vehicle Sensor Using Low-Cost Microcontroller. In Proceedings of the 2019 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT-NCON), Nan, Thailand, 30 January–2 February 2019; pp. 331–334. [[Google Scholar](#)]

26. Bao, X.; Li, H.; Xu, D.; Jia, L.; Ran, B.; Rong, J. Traffic vehicle counting in jam flow conditions using low-cost and energy-efficient wireless magnetic sensors. *Sensors* **2016**, *16*, 1868. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)] [[Green Version](#)]
27. Fimbombaya, H.S.; Mvungi, N.H.; Hamisi, N.Y.; Iddi, H.U. Enhanced Magnetic Wireless Sensor Network Algorithm for Traffic Flow Monitoring in Low-Speed Congested Traffic. *J. Electr. Comput. Eng.* **2020**, 2020. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
28. Na, Y.; Guo, Y.; Fu, Q.; Yan, Y. An acoustic traffic monitoring system: Design and implementation. In Proceedings of the 2015 IEEE 12th Intl Conf on Ubiquitous Intelligence and Computing and 2015 IEEE 12th Intl Conf on Autonomic and Trusted Computing and 2015 IEEE 15th Intl Conf on Scalable Computing and Communications and Its Associated Workshops (UIC-ATC-ScalCom), Beijing, China, 10–14 August 2015; pp. 119–126. [[Google Scholar](#)]
29. Ma, Q.; Kockelman, K. A Low-Cost GPS-Data-Enhanced Approach for Traffic Network Evaluations. *Int. J. Intell. Transp. Syst. Res.* **2019**, *17*, 9–17. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
30. Kataoka, K.; Gangwar, S.; Mudda, K.Y.; Mandal, S. A smartphone-based probe data platform for road management and safety in developing countries. In Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Data Mining Workshops (ICDMW), Singapore, 17–20 November 2018; pp. 612–615. [[Google Scholar](#)]
31. Hu, W.; Wang, H.; Yan, L. An actual urban traffic simulation model for predicting and avoiding traffic congestion. In Proceedings of the 17th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), Qingdao, China, 8–11 October 2014; pp. 2681–2686. [[Google Scholar](#)]
32. Zheng, Y.; Li, Y.; Own, C.M.; Meng, Z.; Gao, M. Real-time predication and navigation on traffic congestion model with equilibrium Markov chain. *Int. J. Distrib. Sens. Netw.* **2018**, *14*, 1550147718769784. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
33. Zhang, S.; Li, S.; Li, X.; Yao, Y. Representation of traffic congestion data for urban road traffic networks based on pooling operations. *Algorithms* **2020**, *13*, 84. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[Green Version](#)]
34. Abdelwahab, M.A.; Abdel-Nasser, M.; Hori, M. Reliable and Rapid Traffic Congestion Detection Approach Based on Deep Residual Learning and Motion Trajectories. *IEEE Access* **2020**, *8*, 182180–182192. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
35. Liu, H.; Liang, W.; Rai, L.; Teng, K.; Wang, S. A real-time queue length estimation method based on probe vehicles in CV environment. *IEEE Access* **2019**, *7*, 20825–20839. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

**ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ШІКІРІ**  
дипломдық жұмысқа

Амангелдыев Омар Бахитулы

6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы

Тақырыбы: Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды жобалау

Студент ұсынған «Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды жобалау» тақырыбындағы дипломдық жоба көлік инфрақұрылымы мен инновациялық технологиялар саласына маңызды үлес қосады.

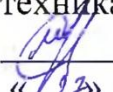
Жобаны орындау барысында студент көлік логистикасы мен ақпараттық технологиялар саласына байланысты мәселелерді терең түсінуді, сондай-ақ оларды шешу үшін техникалық білімді қолдана білуді көрсетті. Сенсорлық датчиктерді кептелістердің алдын алу құралы ретінде пайдалану әсіресе әсерлі болды. Бұл ерекше тәсіл шығармашылық ойлауды және инновациялық шешімдерді әзірлеудің әлеуетін көрсетеді.

Жоба жоғары деңгейде ұйымдастырылған және құрылымдалған. Сенсорлық датчик таңдау туралы дәлел анық және сенімді болды. Сонымен қатар, студент зерттеу жүргізу және деректерді талдау қабілетін көрсетті, бұл олардың техникалық құзыреттілігін көрсетеді.

Әрі қарайғы зерттеулер аясында ұсынылған жүйені енгізудің ықтимал шектеулері мен асқынулары қарастырылып, кептелісті болдырмаудың балама әдістерімен салыстыру жүргізілуі мүмкін.

Студент, Амангелдыев Омар Бахитулы дипломдық жұмысты жазу барысында жетекші нұсқаулығымен өз бетінше жұмыс істеу қабілетін көрсетті. Дипломдық жұмыс «90/А-/ өте жақсы» деп бағаланды, ал **Амангелдыев Омар Бахитулын** 6В06201 «Телекоммуникация» білім беру бағдарламасы бойынша «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар» бакалавры академиялық дәрежесіне ұсынамын.

Ғылыми жетекші  
ЭТЖҒТ каф. аға оқытушы,  
техника ғылымдарының магистрі

  
Марксұлы С.  
«12» 05 2024 ж.

Дипломдық жобаға  
РЕЦЕНЗИЯ

Амангелдыев Омар Бахитулы

6В06201 Телекоммуникация

Тақырыбына: «Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды  
жобалау»

Орындалды:

- а) графикалық бөлім 17 парақ;  
б) түсініктеме 57 бет.

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУ**

«Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды жобалау» тақырыбындағы дипломдық жоба қалалық көлік саласындағы өзекті мәселені шешуге бағытталған маңызды және перспективалы зерттеу болып табылады. Жоба авторлары көлік ағыны туралы деректерді жинау және кептелістердің алдын алу бойынша жедел шаралар қабылдау үшін сенсорлық сенсорларды пайдалануға негізделген жол қозғалысын басқарудың инновациялық тәсілін ұсынады.

Бұл жобаның басты артықшылықтарының бірі-оның кешенді тәсілі. Студент сенсорлық сенсорларды жол инфрақұрылымына орналастырудың техникалық аспектілерін зерттеп қана қоймайды, сонымен қатар деректерді талдау мен басқарудың тиімді стратегияларын ұсынады. Бұл мүмкін болатын кептелістерді анықтап қана қоймай, олардың пайда болуына жол бермеу үшін көлік ағынына белсенді әсер етуге мүмкіндік береді.

Графикалық және мәтіндік материалдар МСТҚ талабына сәйкес жазылған. Бұл дипломдық жоба жоғарғы оқу орындарының талаптарына сай жеткілікті жоғарғы дәрежеде жазылған.

**ЖҰМЫСТЫҢ БАҒАСЫ**

Жалпы, дипломдық жұмысқа «өте жақсы» (90%) деген баға, ал студент Амангелдыев Омар Бахитулын 6В06201 Телекоммуникация білім беру бағдарламасының «Ақпараттық коммуникациялық технологиялар бакалавры» дәрежесіне лайықты деп санаймын.

**Рецензент:**

М.Тынышбаев атындағы АЛТ университеті,  
PhD, «Ақпараттық және коммуникациялық  
Технологиялар» кафедрасының меңгерушісі

Д.Т. Касымова  
« 29 » 05 2024 ж.



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Амангелдыев Омар Бахитулы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алу жұмысы

**Научный руководитель:** Сұңғат Марксұлы

**Коэффициент Подобия 1:** 1.7

**Коэффициент Подобия 2:** 1

**Микропробелы:** 74

**Знаки из других алфавитов:** 12

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, являются законными и не являются плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

24.05.2024  
Дата

Марсұла С  
проверяющий эксперт



## Протокол

### о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

**Автор:** Амангелдыев Омар Бахитулы

**Соавтор (если имеется):**

**Тип работы:** Дипломная работа

**Название работы:** Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды жобалау

**Научный руководитель:** Сұңғат Марксұлы

**Коэффициент Подобия 1:** 1.7

**Коэффициент Подобия 2:** 1

**Микропробелы:** 74

**Знаки из других алфавитов:** 12

**Интервалы:** 0

**Белые Знаки:** 0

**После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:**

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

24.05.2024  
Дата

Заведующий кафедрой



**Университеттің жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаменті  
директорының ұқсастық есебіне талдау хаттамасы**

Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры көрсетілген еңбекке қатысты дайындалған Плагиаттың алдын алу және анықтау жүйесінің толық ұқсастық есебімен танысқанын мәлімдейді:

**Автор: Амангелдыев Омар Бахитулы**

**Тақырыбы: Сенсорлық датчиктер көмегімен кептелістің алдын алуды жобалау**

**Жетекшісі: Сұнғат Марксұлы**

**1-ұқсастық коэффициенті (30): 1.7**

**2-ұқсастық коэффициенті (5): 1**

**Дәйексөз (35): 0.3**

**Әріптерді ауыстыру: 12**

**Аралықтар: 0**

**Шағын кеңістіктер: 74**

**Ақ белгілер: 0**

**Ұқсастық есебін талдай отырып, Жүйе администраторы мен Академиялық мәселелер департаментінің директоры келесі шешімдерді мәлімдейді :**

Ғылыми еңбекте табылған ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді. Осыған байланысты жұмыс өз бетінше жазылған болып санала отырып, қорғауға жіберіледі.

Осы жұмыстағы ұқсастықтар плагиат болып есептелмейді, бірақ олардың шамадан тыс көптігі еңбектің құндылығына және автордың ғылыми жұмысты өзі жазғанына қатысты күмән тудырады. Осыған байланысты ұқсастықтарды шектеу мақсатында жұмыс қайта өңдеуге жіберілсін.

Еңбекте анықталған ұқсастықтар жосықсыз және плагиаттың белгілері болып саналады немесе мәтіндері қасақана бұрмаланып плагиат белгілері жасырылған. Осыған байланысты жұмыс қорғауға жіберілмейді.

**Негіздеме:**

24.05.2024  
Күні

Кафедра меңгерушісі

