

Земцов А.И., техникалық ғылымдарының кандидаты, доцент, «Өнеркәсіптік кәсіпорындарды электрмен жабдықтау» кафедрасының меңгерушісі, негізгі автор, <https://orcid.org/0000-0002-6358-2437>

Самара мемлекеттік техникалық университетінің филиалы, Сызрань қ., Советская көшесі, 45 үй, 446001, Ресей Федерациясы, artex283@mail.ru

Ербаев Е.Т., Ph.D докторы, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, erbol.erbaev@mail.ru

Ербаева Н.Б., аға оқытушы, магистр, <https://orcid.org/0000-0001-6008-542X>

Қазақстан инновациялар және телекоммуникациялық жүйелер университеті, М. Маметова көшесі, 81, 090006, Қазақстан Республикасы, nurgul_0986n@mail.ru

Түлегенов К.К., техникалық ғылымдарының кандидаты, доцент, <https://orcid.org/0009-0000-0828-1415>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, kkt_zhan@mail.ru

Умбеткалиев Ә.Р., магистрант, <https://orcid.org/0009-0009-9743-8060>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, adilet.umbetkaliyev@mail.ru

Нұрсұлтанов Д.Б., магистрант, <https://orcid.org/0009-0000-5884-3703>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, 477samsung@gmail.com

Мәдениетов А.А., магистрант, <https://orcid.org/0009-0005-6333-6390>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, madenietov.askhat@gmail.com

Сахиев Б.Ж., магистр, <https://orcid.org/0009-0005-7638-9934>

«Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КеАҚ, Жәңгір хан көшесі, 51, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, bolatbek.87@mail.ru

Zemtsov A.I., PhD (technical sciences), associate professor, head of department 'Electrical power supply of industrial enterprises', the main author, <https://orcid.org/0000-0002-6358-2437>

Branch of Samara State Technical University, Syzran, Sovetskaya str., 45, 446001, Russian Federation, artex283@mail.ru

Yerbayev Ye.T., doctor PhD, <https://orcid.org/0000-0002-3186-9994>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, erbol.erbaev@mail.ru

Yerbayeva N.B., Master of technical sciences, senior lecturer, <https://orcid.org/0000-0001-6008-542X>

Kazakhstan University of Innovation and Telecommunication Systems, Uralsk, st. Manshuk Mametova 81, 090006, Kazakhstan, nurgul_0986n@mail.ru

Tulegenov K. K., candidate of technical sciences, <https://orcid.org/0009-0000-0828-1415>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, kkt_zhan@mail.ru

Umbetkaliyev A.R., graduate student, <https://orcid.org/0009-0009-9743-8060>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, adilet.umbetkaliyev@mail.ru

Nursultanov D.B., graduate student, <https://orcid.org/0009-0000-5884-3703>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, 477samsung@gmail.com

Madeniyetov A.A., graduate student, <https://orcid.org/0009-0005-6333-6390>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, madenietov.askhat@gmail.com

Sakhiyev B.Zh., magister, <https://orcid.org/0009-0005-7638-9934>

NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir khan», Uralsk, st. Zhangir khan 51, 090009, Kazakhstan, bolatbek.87@mail.ru

**ОРАЛ ҚАЛАСЫНЫҢ ЖОЛ ҚИЫЛЫСЫНДАҒЫ БАҒДАРШАМДАРДЫ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ БАСҚАРУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУДІ ТАЛДАУ
ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT CONTROL SYSTEM
FOR TRAFFIC LIGHTS AT THE INTERSECTION OF THE CITY OF URALSK**

Аннотация

Бұл мақалада жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін әзірлеуді талдау жасалынып, заманауи қозғалысты басқару жүйелерінің ерекшеліктерін, қазіргі интеллектуалды жол қауіпсіздігінің жоғарлату жүйелерін анықтау, елді мекендерде және автомобиль жолдарында қозғалысты басқарудың интеллектуалды жүйелерін қарастырылды. Сонымен қатар, интеллектуалды көлік құралдарының ішкі және сыртқы жүйелерін, көлік жағдайын бақылау, бағдарлама платформасын таңдау, зияткерлік жүйесін әзірлеу алгоритмін жасау, жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесінің әзірленген моделін жасау мәселелері қарастырылды. Мақалада салыстырмалы жұмыс жасау, сараптамалық бағалау, алгоритм теориясы, имитациялық модельдеу әдістері қолданылды. Қазақстан Республикасының кез келген қаласы үшін «Жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін» орнату оңтайлы, бұл жол қозғалысындағы көптеген мәселелерді шешеді. Бұл мақалада тек көліктерді барынша тиімді басқару ғана емес, сонымен бірге жолаушылар мен жүктерді барынша тиімді тасымалдау мәселелері және жолдардағы қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету аспектілері қарастырылды. Қазіргі таңдағы Орал қаласының жол қиылыстарына, жол қозғалысын бақылайтын датчиктерді немесе арнайы камераларды орната отырып, бір қатар мәселелерді шешуге болады. Мәселен жол қиылысында орын алған жол көлік оқиғалары туралы дер кезінде құзырлы органдарға ақпарат беру, жол қозғалысы ережелерінің сақталуын бақылау, жол қиылыстарындағы ауа-райының климаттық әсерлеріне байланысты болған кедергілер жайында дер кезінде ақпарат беріліп, уақытында мәселені шешуге көмектесетіні қарастырылған.

ANNOTATION

This article analyzes the development of an intelligent traffic control system, identifies the features of modern traffic control systems, modern intelligent road safety systems, and considers intelligent traffic control systems in settlements and highways. In addition, the issues of monitoring the internal and external systems of intelligent vehicles, the state of transport, the choice of a program platform, the development of an algorithm for developing an intelligent system, the development of a developed model of an intelligent traffic control system were considered. The article used methods of comparative work, expert assessment, algorithm theory, simulation modeling. It is optimal for any city of the Republic of Kazakhstan to install an "intelligent traffic control system", which will solve many problems in road traffic. This article considered not only the most efficient management of vehicles, but also the issues of the most efficient transportation of passengers and cargo and aspects of ensuring traffic safety on the roads. A number of problems can be solved at the intersections of the modern city of Uralsk by installing sensors or special cameras that monitor traffic. For example, it is planned to provide timely information to the competent authorities about road accidents at intersections, monitor compliance with traffic rules, and provide timely information about obstacles associated with the climatic effects of weather at intersections, which will help solve the problem in a timely manner.

Түйін сөздер: интеллектуалды көлік жүйелері, автоматтандыру жүйесі, жарық диоды, зияткерлік қозғалыс жүйесі, AnyLogic бағдарламасы, заманауи датчиктер, бағдаршамдар.

Key words: intelligent transport systems, automation system, LED, intelligent motion system, AnyLogic program, modern sensors, traffic lights.

Кіріспе. Қазіргі уақытта әлемде 150-ден астам жол қозғалысын автоматтандыратын жобалар бар. Олардың негізгі кемшілігі, бұл жобалар бытыраңқы сипатқа ие. Бірнеше технологияларды біріктіретін жүйе және бірден бірнеше жаһандық міндеттерді шешуге қабілетті жүйе жоқ. Жаңа идея жоғарыда сипатталған проблемаларды шешуге ғана емес,

қозғалысты басқару жүйесі үшін бірегей мүмкіндіктер береді, бағдарламалық-аппаратты әзірлеу перспективасын ашады. Бұл жобада жол басқарудың түбегейлі жаңа тәсілдерін пайдаланылады. Қарастырылып отырған проблеманың шешімін іске асыру жоғары сұранысқа ие, жол қозғалысын басқару және мониторинг жүйесін өзгерту нарықта сұранысқа ие [1-2].

Кептеліс, жол қозғалысы ережелерін бұзу, жол-көлік оқиғалары - қоғам бұған көптен тап болды. Бұл құбылыспен күресу үшін әртүрлі елдер өз шараларын қолданады.

Халықаралық тәжірибеде өзінің тиімділігін дәлелдеген осындай шаралардың бірі - құқық бұзушылықтарды тіркеудің және жол қозғалысын басқарудың автоматтандырылған жүйелерін енгізу.

Жол қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселелері бүгінде республикалық деңгейде шешіліп жатқанына қарамастан, жыл сайын Қазақстан жолдарында 20 мыңнан астам адам қайтыс болады. Бұл ең алдымен жол қозғалысы ережелерін бұзу салдарынан орын алады. Біз жылдамдықты арттыру, қарама-қарсы жолақпен жүру, көлікті дұрыс емес жерге қою, алкогольдік немесе есірткілік мас күйінде көлік жүргізу және осы статистикаға әсер ететін көптеген басқа факторлар туралы айтып отырмыз. Сонымен қатар, соңғы уақытта көліктер саны айтарлықтай өсті және көп жағдайда кептелістерді болдырмау мүмкін емес. Кептеліс қалай пайда болады? Бағдаршамның оңтайлы емес жұмыс режимі болған жағдайда, оның алдында көліктердің «кептеліс» жиналады. Уақыт өте келе бұл кептеліс өсіп, келесі қиылысқа жетеді, бұл тек осы жолдың бойымен ғана емес, сонымен қатар перпендикуляр бойымен де қозғалуды қиындатады [3-5].

Мәселені шешу үшін қазіргі қозғалыс жағдайын ескере отырып, нақты уақыт режимінде қозғалысты бақылаусыз жасай алмайтыны анық. Ол үшін жол қиылысының алдындағы екі жолға да маршруттардың кептелісін анықтайтын камералар немесе датчиктер орнатылуы керек. Егер бір бағытта кептеліс орын алса, сол бағыттағы бағдаршамның өткізу қабілетін арттыру қажет. Егер кейбір жерлерде кептелістердің пайда болуын болдырмау әлі де мүмкін болмаса, онда кептелістерді жинайтын, мысалы, өнеркәсіптік аймақта, тұрғын үйлерде көлік қозғалысының еркін болуын қамтамасыз ететін шектеуші бағдаршамдарды орнатуға болады. Сектор - сайып келгенде, көлік қозғалысының басында зиянды заттардың ең көп бөлінетіні белгілі, бұдан басқа аудан бірлігіне шаққандағы кептелісте автокөліктер көбірек болады. Бірақ бағдаршамдарды шектеу жұмысы да нақты жағдайға сәйкес реттелуі керек, әйтпесе оның алдын алуға болатын жағдайлардың өзінде олардың алдында кептеліс болады. Сонымен қатар, оның аумағындағы барлық жолдардың максималды өткізу қабілетін қамтамасыз ету үшін ағындарды автоматты түрде реттейтін жүйе бүкіл қала үшін бірдей болуы керек. Әйтпесе, бір қиылыстың тиімді жұмыс істеуі, мысалы, көршілес аумақтағы қозғалысты парализациялауы мүмкін.

Заманауи бағдаршамдар өте күрделі құрылғылар болып табылады және шамдары бар бағдаршамнан, жол сигнализациясының контроллерінен, сондай-ақ көлік кептелісіне арналған датчиктерден тұрады. Олар жол қиылыстарында және автомобиль жолдарының бойында арнайы бағандар мен тіректерде орнатылады.

Заманауи бағдаршамды үнемі өзгеріп тұратын жол жағдайына сәйкес қозғалыс бағытын таңдайтын және үйлестіретін компьютер басқарады. Бұл ретте қозғалыс датчиктері трасса бойымен қозғалатын көлік құралдарын оларға жарық сигналдарының көмегімен жүру ырғағын қоя отырып бекітеді.

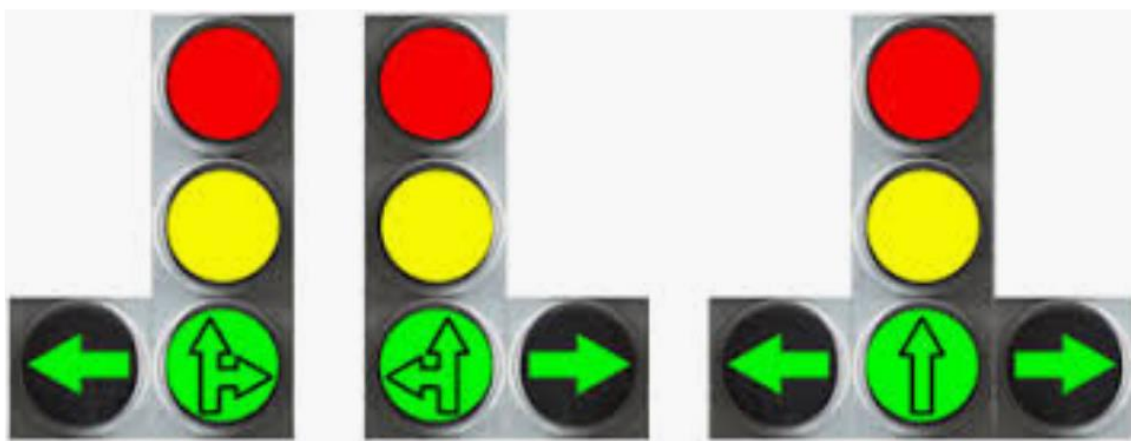
Зерттеу әдістері. Бағдаршам – бұл екі негізгі міндеттерді шешуге арналған: жол қозғалысы қауіпсіздігінің деңгейін арттыру және қозғалыс сапасын жақсарту. Сондай-ақ экологиялық жағдайды жақсарту. Бағдаршамдар көлік қозғалысын бірнеше деңгейде реттейді: көлік желісінде тұтастай, аралықтарда (қиылыстар арасындағы учаскелерде) және қиылыстарда. Осылайша, бағдаршамды реттеу көлік тұжырымдамасын іске асырудың маңызды құралы болып табылады, ол қоғамдық көлік қозғалысын жеделдетуге арналған іс-шараларды, қауіпсіз жаяу жүргіншілер мен велосипед қозғалысына арналған іс-шараларды және белгілі бір маршруттардың көлік ағындарын пайдалануға арналған іс-шараларды қамтиды.

Бағдаршам сигналдары қара фонда түрлі-түсті бағыттамамен берілуі мүмкін не негізгі сигналдарға контурлық бағыттамалар салынуы мүмкін, сондай-ақ бағдаршамда қандай да бір бағытта қозғалысты реттейтін бағыттама немесе бағыттама контурлары түріндегі қосымша секциялар болуы мүмкін:

- бағдаршам сигналдары түрлі-түсті бағыттамаалармен (қызыл, сары, жасыл) берілген – сигналдың әрекеті көрсетілген бағыттамамен қозғалыс бағытында ғана қолданылады (жасыл бағыттама солға қарай бұрылуға рұқсат етеді, егер ол тыйым салынбаған болса);

- бағдаршамның жасыл сигналына қара контурлы бағыттама(және) жазылған — бұл бағдаршамның негізгі сигналы және бағдаршамда қосымша секция бар екенін хабарлайды, бұл ретте негізгі сигналдың күші контурлы бағыттамамен көрсетілген бағыттарда ғана қолданылады;

- бағдаршамның негізгі жасыл сигналының деңгейінде жасыл бағыттама бар қосымша секция — қосылған күйінде тек көрсетілген бағытта қозғалуға рұқсат етеді (егер оған тыйым салынбаған болса, солға бағыттама бұрылуға да рұқсат береді), бұл ретте, егер негізгі сигналда қызыл немесе сары түсті қосылса, онда қосымша секцияның сигнал бағытында қозғалысқа жол қиылысында басқа бағытта қозғалатын көлік құралдарына жол бере отырып ғана жол беріледі (сурет 1)



Сурет 1 – Бағыттамаалар және бағыттамаалық секциялар көрінісі

Ажыратылған күйде немесе контурлық бағыттама бар қызыл сигнал – көрсетілген бағытта бұрылуға тыйым салады.

Қызыл (сары, жасыл) фондағы контурлық бағыттамаалар — бұл тек берілген бағытта әрекет ететін қалыпты бағдаршам. Қара фонда тұтас жасыл көрсеткі жүріп өтуге рұқсат береді, бірақ разъезде артықшылық бермейді. Көбінесе «оңға» қосымша секциясы үнемі жанады немесе негізгі жасыл сигнал қосылғанға дейін бірнеше секунд ішінде жанады немесе негізгі жасыл сигнал өшірілгеннен кейін тағы бірнеше секунд бойы жанады. «Солға» қосымша секциясы көп жағдайда бөлінген солға бұрылуы білдіреді, өйткені бұл маневр оң бұрылысқа қарағанда қозғалысқа көбірек кедергі жасайды [6-10].

Көлікті басқару архитектурасын жобалау кезінде, әдетте, соңғы құрылғылардың орналасуы бойынша немесе қолданылатын технологиялар бойынша оны кішірек бөліктерге бөлуден тұратын тапсырманың қолайлы декомпозициясын орындау қажет. Әрі қарай, бірыңғай телематикалық шешімді құрайтын ішкі жүйелерді таңдау керек. Осылайша, жеңілдетілген құрылым үшін функционалдық және ақпараттық байланыстарды анықтау және қанағаттанарлық басқару стратегиясын таңдау қажет.

Жол қозғалысын басқару құрылғыларына классикалық көзқарастан туындайтын қалалық қозғалысты басқару жүйесінің қазіргі бөлімі әдетте ең төменгі деңгейде бағдаршамдармен қиылысу болған кезде үш деңгейлі иерархиямен сипатталады. Әдетте, осы деңгейде бірнеше тәуелді басқару құрылғыларын басқаратын немесе синхрондайтын негізгі трафикті басқару құрылғылары таңдалады. Тізбектей қосылған трафикті басқару құрылғыларына қатысты әдеттегі қолданба «жасыл толқын» деп аталады. Екінші деңгейде басқару құрылғыларынан/берілетін деректер әдетте шоғырланған. Нәтижесінде жоғары орталық пен көлікті басқару құрылғысы арасындағы байланыс арналарына қойылатын талаптар төмендейді. Керісінше, ерекшелік ретінде және осы деңгейде қосылған бағдаршамдарды басқару қолданылады. Бұл жағдайда деректер концентраторы жергілікті көліктік орталық станциямен ауыстырылады. Үшінші, ең жоғары деңгейде деректерді өңдейтін және хабтар арқылы басқару

құрылғыларымен байланысатын жоғары деңгейлі компьютер жұмыс істейді. Бұл деңгейде әдетте автоматтандырылған басқару жүйесінің жұмысын басқаратын және диспетчерлер арқылы көлік ағынындағы төтенше жағдайларға немесе басқа төтенше жағдайларға жауап беруге қабілетті диспетчерлік қадағалау да қолданылады [2, 11-15].

Қазіргі уақытта кешеннің басқару жүйесін жобалау кезінде қозғалысты басқарудың интеграцияланған жүйесі (Integrated Traffic Management – ITM) тұжырымдамасын енгізу қажет. Бірыңғай архитектураны құру және барлық жүйелердің өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету де өте маңызды. Телематикалық басқару жүйесі кез келген ақпараттың кез келген уақытта және желінің кез келген жерінде қолжетімді болуымен сипатталады. Бұл деңгейде басқару жүйелері кептеліс немесе төтенше жағдайлар кезінде, сондай-ақ теледидар жүйелерін қадағалау қолданылады (сурет 2).

Әдетте, жүйелер диспетчердің қолмен араласу мүмкіндігімен автоматты режимде жұмыс істейді. Төтенше жағдайларды басқаруда маңызды көмекті төтенше жағдайларда проблемаларды шешуге немесе автоматты түрде шешуге көмектесетін сараптамалық жүйелер көрсетеді. Кешен қалалық агломерациядағы тораптар мен аймақтардың желісі ғана емес, сонымен қатар елдегі автомобиль жолдарын басқару жүйесі, мысалы, халықаралық деңгейдегі қауіпті жүктерді тасымалдау жүйесі (RISC менеджменті) болуы мүмкін.



Сурет 2 – Жол қозғалысын бақылаудың иерархиялық сұлбасы

Жол қозғалысының стандартты емес жағдайлары туралы ақпарат жүргізушіге жоғары тұрған көлікті басқару орталығынан беріледі. Ақпарат өлшеу (қарқындылық, жылдамдық, мұздың пайда болуы, жүріс бөлігіндегі су, көріну қашықтығы) немесе бейнебақылау арқылы алынады. Полиция, қызмет көрсету ұйымдары немесе басқа жүргізушілердің хабарламалары сияқты сөйлеу ақпараты да маңыздылыққа ие. Көлік орталығында ақпарат өңделеді және жүргізушіге автомобильдегі ақпараттық жүйе, байланыс жүйелері, мысалы, DSRC немесе RDS-TMC жүйесі арқылы беріледі [16-18].

Бүкіл көлік ағыны үшін ақпараттық тақталар мен басқарылатын жол белгілері қолданылады. Телематика жолаушылар мен жүктерді барынша тиімді тасымалдау мәселелеріне ғана емес, сонымен бірге жолдардағы қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету аспектілеріне де қатысты (сурет 3).



Сурет 3 – Қазіргі интеллектуалды жол қауіпсіздігінің жоғарлату жүйелері

«Интеллектуалды» қиылыстар жүргізушіге қызыл сигнал арқылы өтіп бара жатқан көліктің қауіпті бағытта қозғалуы туралы ескертеді. Жақсы жобаланған жүйелер бағдаршамды басқару құрылғыларымен немесе GPOТ қондырғыларымен байланыстың әртүрлі түрлерін пайдаланатын зағип жолаушылардың қауіпсіздігін жақсарту үшін қолданылады. Бұл тарауда жолдардағы адамдардың қауіпсіздігін арттыратын, сонымен қатар жолдарды зақымданудан қорғауға көмектесетін кейбір жүйелер сипатталған. Бұл жүйелер берілген жағдайды талдау үшін әртүрлі алгоритмдерді және сенімді бақылау құралдарын пайдаланатын смарт сенсорларға негізделген. Байланыс құралдары да қауіпсіздік жүйелерінің құрамдас бөлігі болып табылады.

Зерттеу нәтижелері. Көлікті тоқтату алгоритмдері өздерінің құрылғысына (Tracking Track) енгізілгендіктен, бейнені анықтау құралдары көбірек мүмкіндіктер береді. Жаһандық ауқымда миллиардтаған долларды құрайтын шығынның себебі көлік кептелісі болып табылады. Әңгіме қозғалыстың біркелкі болмауынан болатын экономикалық шығындар туралы ғана емес, сонымен қатар адам өлімі туралы болып отыр. Көлік ағынының мұндай жағдайында жүргізушілердің күйзеліс жағдайының артқанын ескермеу мүмкін емес. Қозғалыстың біркелкілігі қоршаған ортаға және жүргізушінің психикалық жайлылығына тікелей оң әсер етеді.

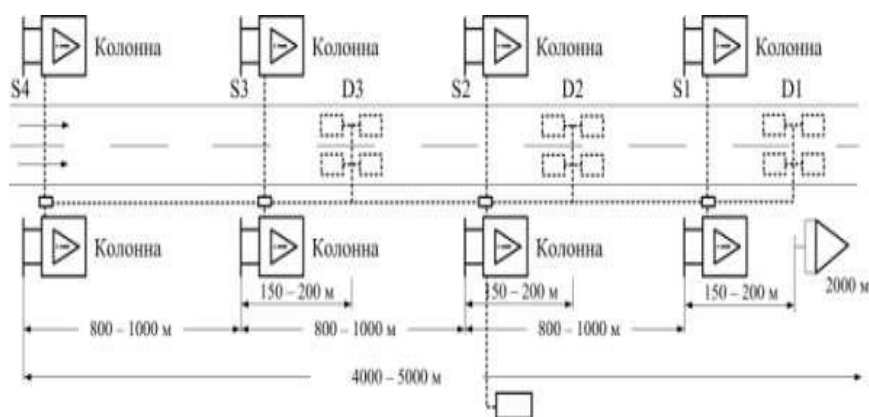
Сызықтық басқару - RLTC Жол қозғалысын сызықтық басқару жолдың ұзағырақ учаскесіндегі көлік ағындарының қозғалыс режимі (көлік ағынының қарқындылығы мен құрамы) туралы мәліметтерді жинауға және өңдеуге және «Шекті жылдамдықты шектеу» бақыланатын жол белгілерін пайдалана отырып, жылдамдықты реттеуге негізделген түрін және «Жүк көліктерінің басып озуға тыйым салынады» белгісінің көмегімен. Жүйе «Басқа қауіптер», «Жол жұмыстары» және т.б. ескерту жол белгілерімен толықтырылған [19-22].

RLTC жүйесінің негізгі мақсаттары: Көлік ағынының тығыздығының жоғарылауымен қозғалыстың тұрақсыз режимі пайда болады, ол «Токта және кет» деп аталатын пульсирленген толқындар түрінде көрінеді. Бұл толқындар жылдамдықтағы үлкен өзгерістермен және осылайша жылдамдықтың үлкен стандартты ауытқуымен сипатталады.

Сызықтық басқарудың бірінші мақсаты - көлік ағынының жылдамдығын үйлестіру, нәтижесінде біріншілік қауіпсіздіктің айтарлықтай жоғарылауы.

Сызықтық басқарудың екінші мақсаты - көлік құралдарының жылдамдығын шектеуге негізделген көлік ағынын тұрақтандыру. Төмен жылдамдықтың нәтижесінде автомобильдер арасындағы қашықтық азайып, жолдың өткізу қабілеті айтарлықтай артады. Ол 70-80 км/сағ диапазонында максималды жылдамдықта болады.

Сызықтық бақылаудың үшінші мақсаты басқарылатын белгілерді қолдану арқылы пайда болатын қайталама қауіпсіздікті арттыру болып табылады. Көбінесе жүргізушілерді хабардар ету үшін ескерту белгілері қолданылады. 4 суретте тасымалдау датчиктер мен жетектер арқылы қалыптасатын типтік жүйе конфигурациясы көрсетілген.



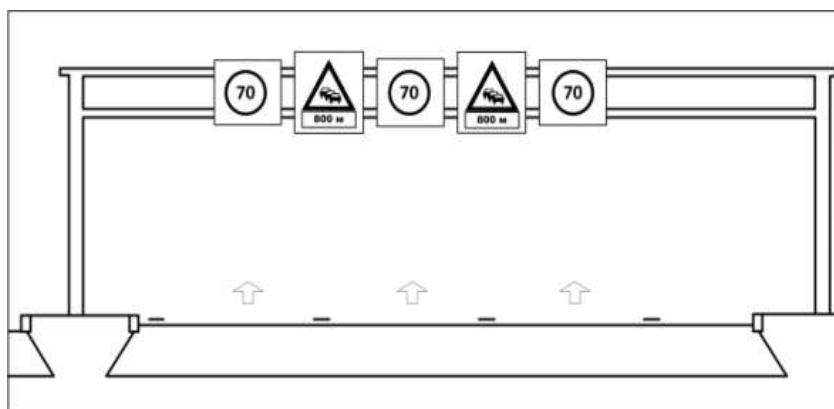
Сурет 4 – RLTC жүйесінің негізгі конфигурациясы

Бұл ретте атқарушы элементтерге жолға жақын орналасқан бақыланатын жол белгілері (БЖБ) табылады, олар жол жұмыстарын жүргізу нәтижесінде пайда болған бағандардың болуы туралы жүргізушілерге хабарлау режиміне ауыстырылады. БЖБ белгілері бір немесе төтенше жағдайларда екі жолақ болған жағдайда ғана жолдың жанында орналасқан принципі рас. Барлық басқа жағдайларда белгілер порталдарда жүріс бөлігінің үстінде орналасады. S1-Sn жеке учаскелерінің ұсынылатын қадамы 800-1000 м және 1500 м-ден аспауы керек [22].

Жүргізуші белгі тәртібін «ұмытып кету» қаупі бар. Бұдан басқа, әрбір секция D1-Dn өлшеу секцияларымен толықтырылады, онда кемінде үш параметр өлшенеді: қозғалыс қарқындылығы, көлік құралының жылдамдығы және қозғалыс ағынының құрамы. Өлшеу учаскелері әрбір жолақ үшін қарастырылған және қозғалыс бағыты бойынша БЖБ -дан 150-200 м қашықтықта орналасқан. Өлшеу кезеңі өлшеу нәтижелерін өңдеу әдісіне байланысты және 5 минуттан аспауы керек.

Жылдамдықты шектеу белгілерінің әрбір жеке жолақ осінен жоғары орналасуы тән, ал жолақты таңбалау сызықтарынан жоғары жерлерде ескерту белгілері орнатылады, көп жағдайда тыйым салу белгілері бар қосымша белгілермен толықтырылады (сурет 5).

Салыстырмалы түрде ұзын секцияларды алып жатқан сызықтық шешімді ескере отырып, әрбір секция БЖБ- ны басқаратын және мәліметтерді алдын ала өңдеуді жүзеге асыратын еркін бағдарламаланатын автомат түріндегі басқару блогымен қамтамасыз етілген. Оның ішінде кабинетке бөгде адамның кіруін анықтаудан бастап, барлық функциялардың орындалуын бақылауға дейін және басқарылатын жол белгілері, детекторлар, қуат сияқты жеке функционалдық бөлімшелерді бақылауға дейін барлық бақылау функциялары бар. жүйелер және т.б. Барлық басқару блоктары желілік учаскені автономды түрде басқаратын жергілікті (аймақтық) басқару орталығына қосылған. Бұл басқару орталығы басқару алгоритмдерін пайдаланады [3].



Сурет 5 – Жолдың жүру бөлігінің үстіндегі жол белгілерінің орналасуы

Жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін әзірлеуді іске асыру үшін біз AnyLogic бағдарламасын қолданамыз.

AnyLogic – Java нысанды - бағытталған тілін пайдаланып модельдерді графикалық құру ортасы. Модельді жасап, эксперименттерді сипаттағаннан кейін модельдеу бағдарламасы автоматты түрде жасалады [14].

AnyLogic – ресейлік The AnyLogic Company (бұрынғы XJ Technologies) компаниясы әзірлеген модельдеу бағдарламалық құралы. Құралдың заманауи графикалық интерфейсі бар және модельдерді әзірлеу үшін Java тілін пайдалануға мүмкіндік береді.

AnyLogic 8 2017 жылы шығарылды. 8.0 нұсқасынан бастап AnyLogic үлгісін әзірлеу ортасы модельдеу үлгілерін талдауға арналған онлайн қызметі AnyLogic Cloud-пен біріктірілген. AnyLogic 8 Eclipse әзірлеу ортасында жұмыс істейді.

AnyLogic графикалық модельдеу ортасы келесі элементтерді қамтиды:

- **Stock & Flow диаграммалары** жүйе динамикасы әдісін қолданып үлгілерді әзірлеу үшін қолданылады.

- **Statecharts** (күй диаграммалары) негізінен агент әрекетін анықтау үшін агент негізіндегі үлгілерде пайдаланылады. Олар сондай-ақ жиі дискретті оқиғаларды модельдеуде қолданылады, мысалы, машина ақауларын имитациялау үшін.

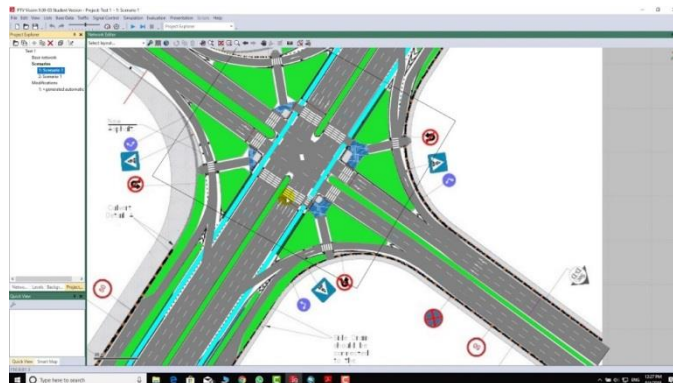
- **Action charts** алгоритмдерді құру үшін әрекет диаграммалары (блок-схемалар) қолданылады. Ол дискретті оқиғаларды модельдеуде (шақыруды бағыттау) және агентті модельдеуде (агент шешімдерінің логикасы үшін) қолданылады.

- **Process flowcharts** процестердің блок-схемалары дискретті оқиғаларды модельдеуде процестерді анықтау үшін қолданылатын негізгі құрылым болып табылады.

Модельдеу ортасына сонымен қатар мыналар кіреді: төмен деңгейлі модельдеу конструкциялары (айнымалылар, теңдеулер, параметрлер, оқиғалар және т.б.), көрсету формалары (сызықтар, шаршылар, сопақшалар және т.б.), талдау элементтері (деректер базасы, гистограммалар, графиктер), стандартты суреттер және эксперимент формалары.

AnyLogic модельдеу ортасы модельді жобалауды, әзірлеуді, құжаттауды және модельмен компьютерлік эксперименттерді орындауды, соның ішінде талдаудың әртүрлі түрлерін - сезімталдықты талдаудан кейбір критерийлерге қатысты модель параметрлерін оңтайландыруға дейін қолдайды.

AnyLogic үлгілері 100% Java болғандықтан, оларды көптеген платформаларда іске қосып қана қоймай, сонымен қатар веб-сайттарда апплет ретінде орналастыруға болады[8]. Бұл сипат қашықтағы пайдаланушыларға веб-шолғышта интерактивті үлгілерді іске қосуға мүмкіндік береді. AnyLogic жүйесінде үлгі көрінісі көрнекі және иерархиялық болып табылады. UML-RT негізіндегі қарапайым графикалық модельдеу тілі объектілер және олардың арасындағы қатынастар тұрғысынан жұмыс істейді – дискретті (еркін құрылымның хабарламаларын жіберу) және үздіксіз (бақылау көрсеткіштері). Пайдаланушы күрделі әрекетті сипаттау үшін графикалық ауысу мен күй диаграммаларын пайдалана алады. Мұндай диаграммалар күрделі бизнес-процестерді және баламалы нұсқалары бар көп сатылы әрекеттерді визуалды түрде жобалауға мүмкіндік береді. Нысандардың әрекеті Java тіліндегі код фрагменттері арқылы сипатталады: пайдаланушыға объект элементтерінің қасиеттерінің арнайы өрістерінде маңызды әрекеттер кодын анықтау қажет, барлық күнделікті код автоматты түрде пакет арқылы жасалады (сурет 6) [14].



Сурет 6 – AnyLogic бағдарламасының жұмыс жасау интерфейсі

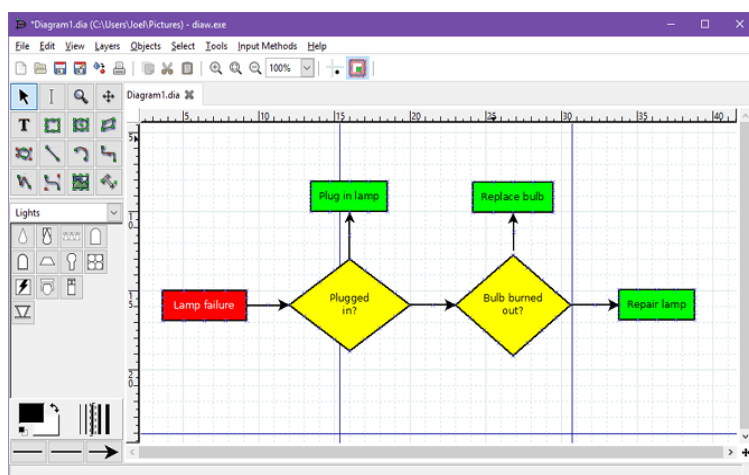
Жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін әзірлеу үшін біріншіден оның блок-схемасын құрастыру маңызды.

Блок-схемалар процесті визуализациялау және оларды техникалық емес адамдарға түсінікті ету үшін қолданылады. Блок-схема құру үшін біз Dia программасын қолдандық.

Dia – бұл тегін және толық жабдықталған блок-схема қолданбасы. Ол GPLv2 лицензиясы бойынша ашық. Ең жақсы тегін Microsoft Visio балама іздесеңіз, Dia – ең жақсы таңдау (сурет 7).

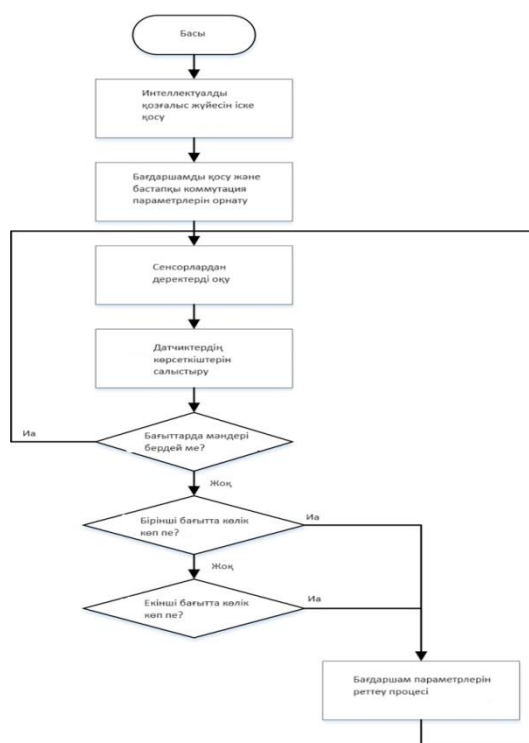
Негізгі сипаттамалары мен ерекшеліктері:

- Қарапайым және интуитивті интерфейс.
- Ондаған стандартты пішіндер, соның ішінде UML, схемалар және дерекқорлар.
- XML және SVG көмегімен өз кескіндеріңізді қосу.
- Пішіндерді және мәтінді стандартты немесе реттелетін түстермен бояу.



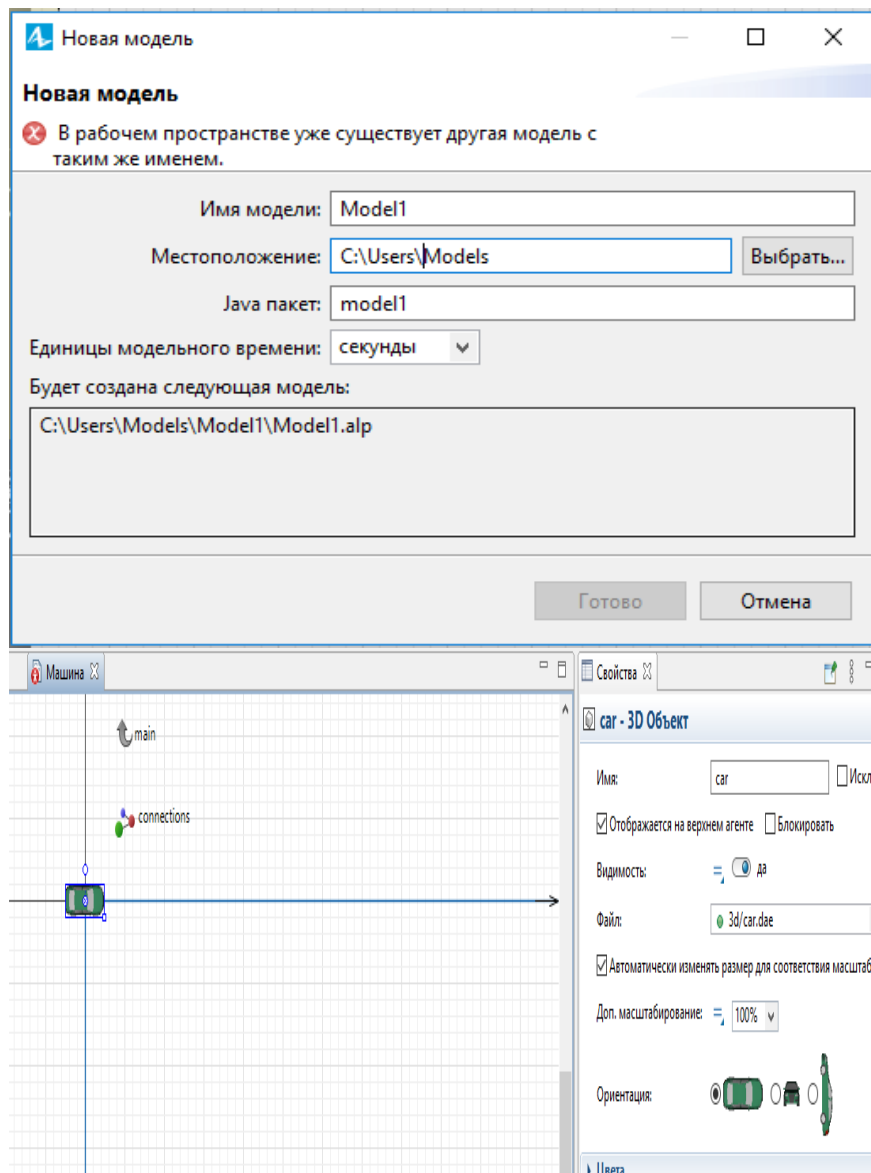
Сурет 7 – Dia программасындағы блок-схема құру терезесі

Осы бағдарламаны қолданып, біз біздің жаналыққа келесі блок-схема құрастырылды (сурет 8).



Сурет 8 – Жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін әзірлеу алгоритмі

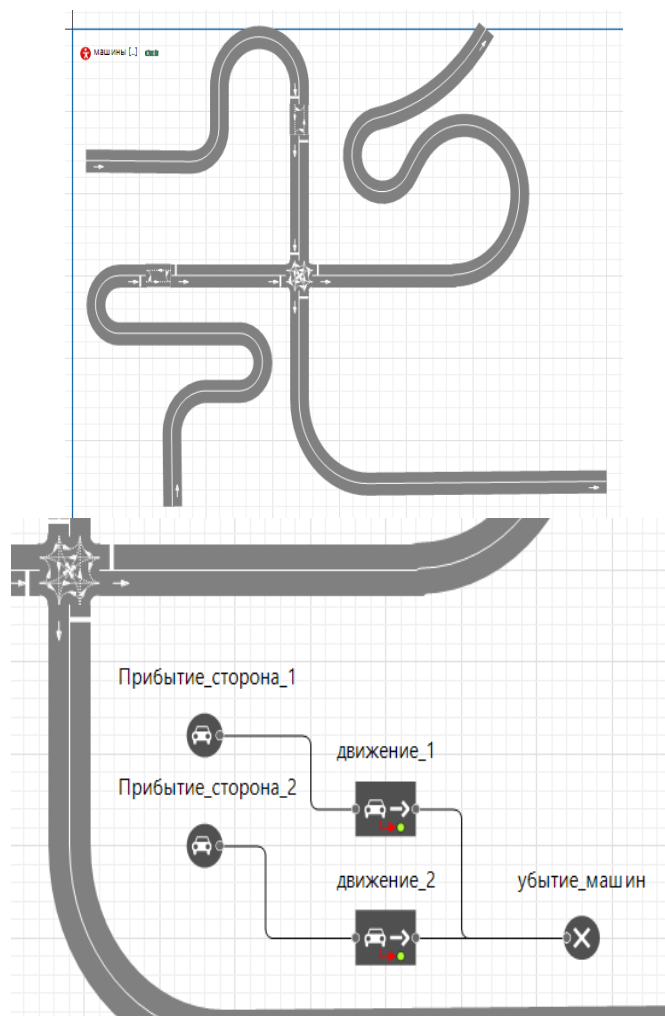
Зияткерлік қозғалыс жүйесінің логикасы жол бойында орналасқан сенсорлар негізінде жұмыс істейді [9]. Датчиктер жолдың ағымдағы жағдайын (автокөліктердің санын) жолақ бойынша өңдейді. Ал содан кейін жүйе алынған мәліметтерге сүйене отырып, бағдаршамның параметрлерін өзгертеді, бұл қозғалысты қалыпқа келтіруге әкеледі. AnyLogic модельдеу ортасында жаңа үлгі жасаймыз және жаңа агентті - машинаны қосамыз. Бұл нысанды 3D нысандары қойындысының құралдар тақтасынан кірістіреміз (сурет 9).



Сурет 9 – Жаңа модель және жаңа агент машинасы

Енді жол төсемін дамытамыз. Ең бастысы - қиылысты ұйымдастыру, онда жолдағы жағдайды реттейтін бағдаршам орнату қажет болады және жол қосылған кезде, көліктердің қозғалысының алгоритмін сипаттау қажет. Автокөліктер жол бойымен екі жақтан - оңға және жоғарыдан қозғалады. Сондықтан біз автомобильдердің сыртқы түрі үшін екі блокты, олардың қозғалысын ұйымдастыруға арналған блокты және автомобильдерді жолдан калдыруға арналған блокты қосамыз (сурет 10).

Модельді іске қосып, таңдаған қозғалыс алгоритмі бойынша машиналар қалай жүретінін қарастырылып, сол жол қозғалысы электронды кітапханасын пайдалана отырып, біз көліктер тоқтайтын қиылысқа тоқтау сызықтарын қосып, сондай-ақ бағдаршамды қосып, параметрлерді қосылған жолдарға сәйкес орнатылды (сурет 11).



Сурет 10 – Жолды қосу және автомобильдердің қозғалысының алгоритмі

Свойства

Светофор - Traffic Light

Имя: Светофор ☒ Отображать имя ☐ Исключить

Задаёт режим работы для: ☐ Стоп-линий перекрестка ☐ Соединителей полос перекрестка ☒ Заданных стоп-линий

Фазы:

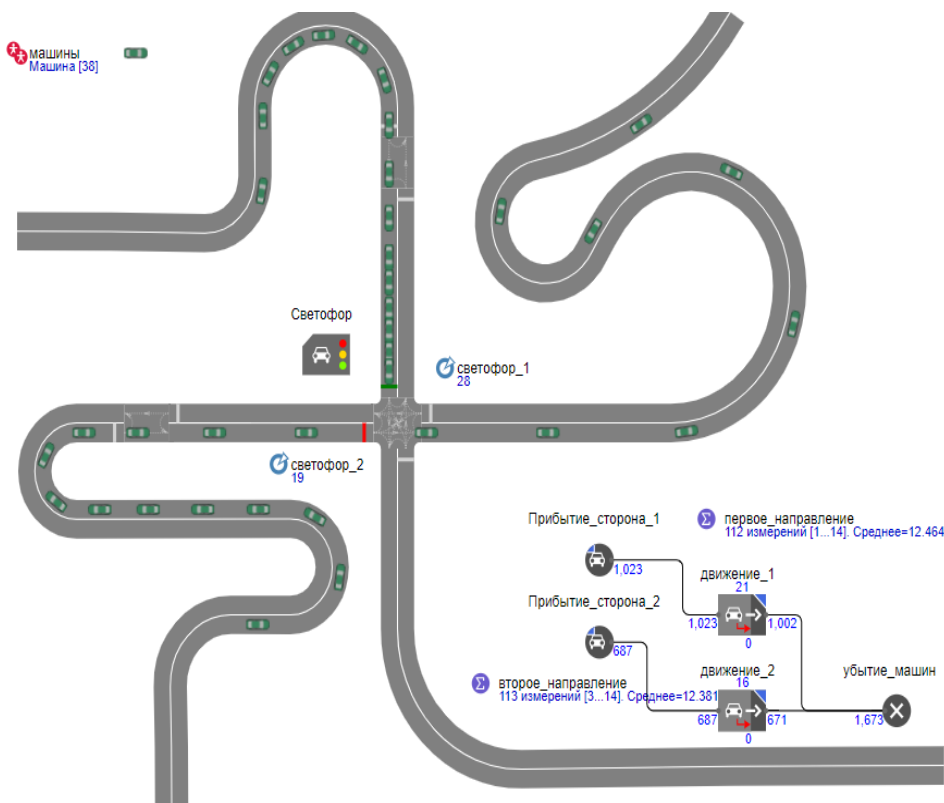
Длительности, сек:	светофор_1	1	светофор_2	1
Стоп-линии:				
stopLine	Red	Yellow	Green	Yellow
stopLine3	Green	Yellow	Red	Yellow

Controls:

Сурет 11 – Блок бағдаршамы

Бағдаршамның және тұтас жүйенің жұмысын сипаттау үшін жұмыс сенсорларды тексеруден және оларды өңдеуден, нәтижелерді бағдаршам параметрлеріне шығарудан тұрады, сондықтан жүйенің жұмыс істеу алгоритмі құрылды.

Іске қосу кезінде біз бағдаршам іске қосылғаннан бері кептеліс жинала бастағанын көреміз, сондай-ақ сенсорлар үшін түзету блогын қосамыз (сурет 12).



Сурет 12 – Жүйенің нәтижесі

Модельді іске қосқаннан және максималды жылдамдықпен жұмыс істегеннен кейін, жүйе автомобильдер ағынымен күресетінін көреміз де, ал кептелісте автомобильдердің орташа мәні 12 автокөлікті құрайды.

Қорытынды. Жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін әзірлеу және енгізу әлеуетті тиімді бәсекеге қабілетті инновациялық бизнес және дағдарысқа қарсы маңызды фактор болып табылатын жаңа жоғары технологиялық өнеркәсіп секторын дамыту үшін ынталандыру болып табылады. Бұл зерттеуде жол инфрақұрылымының телематикалық кешенін дамыту басты міндеттердің бірі болып табылады. Жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін әзірлеу әдістемелік тұрғыдан жүйелік тәсілге негізделген, ол жеке модульдер (қызмет) емес, дәл жүйе ретінде жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін қалыптастырады. Жол қозғалысын бақылаудың зияткерлік жүйесін құру тәсілдері қолданыстағы көлік жүйелерін жаңғырту, реинжинирингтеу принципіне негізделген. Әлемдік қауымдастық ұзақ уақыт бойы интеллектуалды көлік жүйелерін және олардың элементтерін жасап, енгізуде. Бағдарламаны жасау үшін барлық заманауи, қажетті және бағдарламаны барынша онтайландыратын технологиялар қолданылды. Ол технологиялар бағдарламаның жылдамдығын әлдеқайда арттырып, қолданушыларға еш қолайсыздық туғызбайды. Бағдарлама барлық стандарттарға сай жасалып, зияткерлік қозғалыс жүйесінің логикасы жол бойында орналасқан сенсорлар негізінде жұмыс істейді. Датчиктер жолдың ағымдағы жағдайын (автокөліктердің санын) жолақ бойынша өңдейді, ал содан кейін жүйе алынған мәліметтерге сүйене отырып, бағдаршамның параметрлерін өзгертеді және бұл қозғалысты қалыпқа келтіруге әкеледі. AnyLogic модельдеу ортасында зияткерлік қозғалыс жүйесінің жасалды, модельді іске қосқаннан және максималды жылдамдықпен жұмыс істегеннен кейін, жүйе

автомобильдер ағынымен күресетінін көрсетілді, ал кептелісте автомобильдердің орташа мәні 12 автокөлікті құрайды деген нәтижеге қол жеткізілді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Жанказиев, С.В. Интеллектуальные транспортные системы: учеб. пособие МАДИ, 2016. – 120 с.
- 2 Жанказиев, С.В. Современное представление о маршрутном ориентировании участников дорожного движения в Интеллектуальных транспортных системах [Текст] / С.В. Жанказиев, А.И. Воробьев, А.В. Багно // Средства и технологии телематики на автомобильном транспорте: сб. науч. тр. МАДИ. – М.: Изд-во МАДИ, 2008. – С. 220–232.
- 3 Комашинский, В.И. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи [Текст] / В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов // - М.: Горячая линия-Телеком, 2003. — 94 с.
- 4 Светашов, А.К. Использование искусственных нейронных сетей для их применения в существующих и перспективных радиосистемах: тематическое исследование [Текст] / А.К. Светашов // Молодой ученый. — 2023. — № 22 (469). — С. 52-58. — URL: <https://moluch.ru/archive/469/103690/> (дата обращения: 22.06.2024).
- 5 Сильянов, В.В. Пути повышения эффективности управления дорожным движением в мегаполисах [Текст] / В.В. Сильянов // Наука и техника в дорожной отрасли. –2013. –№3(66). – С. 1-4.
- 6 Сильянов, В.В. Аварийность на обходных автомобильных дорогах [Текст] / В.В. Сильянов, В.И. Мусин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2015. –№1(71). – С. 18-19.
- 7 Сильянов, В.В. Управление доступом транспортных средств на магистральные улицы и скоростные дороги [Текст] / В.В. Сильянов, В.В. Новизенцев, М.Б. Афанасьев // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2015. – №4(74). – С. 2-3.
- 8 Сильянов, В.В. Расчет очередей автомобилей на участках горных дорог с искусственными сооружениями [Текст] / В.В. Сильянов, А.А. Алиев // Транспорт: наука, техника, управление. – 2012. – №5. – С. 14-15.
- 9 Silyanov, V.V. Calculation of Traffic Capacity of Signaled Intersections (Расчет пропускной способности регулируемых пересечений) [Text] / V.V. Silyanov, A.B. Cliubukov, V.T. Kapitanov, O.Yu. Monina, U. Brannolte // Transportation Research Procedia. - 2017. - №20. - Pp. 125-131. (ISSN 2352- 1463) (Scopus) DOI 10.1016/j.trpro.2017.01.32.
- 10 Silyanov, V.V. Simulation of Regional Mortality Rate in Road Accidents (Моделирование региональной смертности в дорожнотранспортных происшествиях) [Text] / V.V. Silyanov, A.B. Chubukov, V.T. Kapitanov, O.Yu. Monina, P. Pavel // Transportation Research Procedia. - 2017. - №20. - pp. 112-124. (ISSN 2352-1463) (Scopus) DOI 10.1016/j.trpro.2017.01.31.
- 11 Silyanov, V.V. Highway Functional Classification in CIS countries (Функциональная классификация автомобильных дорог в странах СНГ) [Text] / V.V. Silyanov, J.I. Sodikov // Proceedings of the International Congress on Transport Infrastructure and Systems. - 2017. - pp. 411-418. Rome, Italy (Scopus).
- 12 Сауханов, Н.С. Метод построения модели управления светофорных объектов на улично-дорожной сети [Текст] / Н.С. Сауханов, Т.С. Ибраимов, Н.Р. Бакытжанов, Н.Н. Сергазы // Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки. - 2020; (3(91)) : -С. 37-40.
- 13 Власов, А.А. Управление насыщенными транспортными потоками в городах: моногр. [Текст] / А.А. Власов, Н.А. Орлов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 188 с. ISBN 978-5-9282-1133-2.
- 14 Карпов, Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 (+ CD) [Текст] / Ю.Г. Карпов. - М.: БХВ-Петербург, - 2016. – 400 с.
- 15 Логинов, А.В. Методы успокоения движения транспортных потоков с использованием средств автоматической фиксации нарушений [Текст] / А.В. Логинов, С.А. Ульрих, Д.Ю. Каширский // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения», Тюменский индустриальный университет, Тюмень, 15 марта 2018 г.
- 16 Петрушин, В.А. Разработка программного обеспечения на основе нейронной сети для оптимизации и анализа дорожного движения [Текст] / В.А. Петрушин, П.Ю. Бугаков // Интерэкспо Гео-Сибирь. - №7 (1). – 2020. – С. 93-98.

17 Сембаев, Н.С. Интеллектуальные транспортные системы [Текст] / Н.С. Сембаев, Н.Д. Ставрова // учебное пособие. – Павлодар : Кереку, - 2016. – 99 с. ISBN 978-601-238-616-5.

18 Абдрахманов, М.С. Моделирование транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах [Текст] / М.С. Абдрахманов // Современные научные исследования и инновации. – 2021. - №7 (123). – С. 5-8.

19 Komarov, V.V. Intellectualnyye zadachi telematicheskikh transportnykh sistem i intellektualnaya transportnaya Sistema [Text] / V.V. Komarov, S.A. Garagan // T-Comm: Telekommunikatsii i transport. 2012. Т. 6. No 4. pp. 34-38.

20 Павлов, А.А. Проблемы энергосбережения при освещении автомобильных дорог [Текст] / А.А. Павлов // сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство сборник статей. под ред. М.И. Бальзанникова, К.С. Галицкова, В.П. Попова; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2015. - С. 144-148.

21 Дмитриев, И.И. Умные дороги и интеллектуальная транспортная система [Текст] / И.И. Дмитриев, А.М. Кириллов // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2017, №2 (53). – С. 7-28. ISSN 2304-6295. doi:10.18720/CUBS.53.1.

22 Умный светофор [Электронный ресурс] – Свободная энциклопедия – 2018 г – http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Система»Умный_светофор».

REFERENCES

1 Zhankaziev, S.V. Intellectual'nye transportnye sistemy: ucheb. posobie MADI, 2016. – 120 s.

2 Zhankaziev, S.V. Sovremennoe predstavlenie o marshrutnom orientirovanii uchastnikov dorozhnogo dvizheniya v Intellectual'nyh transportnyh sistemah [Tekst] / S.V. Zhankaziev, A.I. Vorob'ev, A.V. Bagno // Sredstva i tehnologii telematiki na avtomobil'nom transporte: sb.nauch. tr. MADI. – М.: Izd-vo MADI, 2008. – S. 220–232.

3 Komashinskij, V.I. Nejrornyie seti i ih primeneniye v sistemah upravleniya i svyazi [Tekst] / V.I. Komashinskij, D.A. Smirnov // - М.: Gorjachaja liniya-Telekom, 2003. — 94 s.

4 Svetashov, A.K. Ispolzovanie iskusstvennyh nejronnyh setej dlja ih primeneniya v sushhestvujushhih i perspektivnyh radiosistemah: tematicheskoe issledovanie [Tekst] / A.K. Svetashov // Molodoj uchenyj. — 2023. — № 22 (469). — S. 52-58. — URL: <https://moluch.ru/archive/469/103690/> (data obrashheniya: 22.06.2024).

5 Sil'janov, B.B. Puti povysheniya jeffektivnosti upravleniya dorozhnym dvizheniem v megapolisah [Tekst] / V.V. Sil'janov // Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. –2013. –№3(66). –S. 1-4.

6 Sil'janov, V.V. Avarijnost' na obhodnyh avtomobil'nyh dorogah [Tekst] / V.V. Sil'janov, V.I. Musin // Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. – 2015. –№1(71). – S. 18-19.

7 Sil'janov, V.V. Upravlenie dostupom transportnyh sredstv na magistral'nye ulicy i skorostnye dorogi [Tekst] / V.V. Sil'janov, V.V. Novizencev, M.B. Afanas'ev // Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. – 2015. – №4(74). – S. 2-3.

8 Sil'janov, V.V. Raschet ocheredej avtomobilej na uchastkah gornyh dorog s iskusstvennymi sooruzhenijami [Tekst] / V.V. Sil'janov, A.A. Aliev // Transport: nauka, tehnika, upravlenie. – 2012. – №5. – S. 14-15.

9 Silyanov, V.V. Calculation of Traffic Capacity of Signaled Intersections (Raschet propusknnoj sposobnosti reguliruemym peresechenij) [Text] / V.V. Silyanov, A.V. Cliubukov, V.T. Kapitanov, O.Yu. Monina, U. Brannolte // Transportation Research Procedia. - 2017. - №20. - Pp. 125-131. (ISSN 2352- 1463) (Scopus) DOI 10.1016/j.trpro.2017.01.32.

10 Silyanov, V.V. Simulation of Regional Mortality Rate in Road Accidents (Modelirovanie regional'noj smertnosti v dorozhnotransportnyh proisshestvijah) [Text] / V.V. Silyanov, A.V. Chubukov, V.T. Kapitanov, O.Yu. Monina, P. Pavel // Transportation Research Procedia. - 2017. - №20. - pp. 112-124. (ISSN 2352-1463) (Scopus) DOI 10.1016/j.trpro.2017.01.31.

11 Silyanov, V.V. Highway Functional Classification in CIS countries (Funkcional'naja klassifikacija avtomobil'nyh dorog v stranah SNG) [Text] / V.V. Silyanov, J.I. Sodikov // Proceedings of the International Congress on Transport Infrastructure and Systems. - 2017. - pp. 411-418. Rome, Italy (Scopus).

- 12 Sauhanov, N.S. Metod postroenija modeli upravljenija svetofornyh ob#ektov na ulichno-dorozhnoj seti [Tekst] / N.S. Sauhanov, T.S. Ibraimov, N.R. Bakytzhanov, N.N. Sergazy // Vestnik Universiteta Shakarima. Serija tehniicheskie nauki. - 2020; (3(91)) : -S. 37-40.
- 13 Vlasov, A.A. Upravlenie nasyshhennymi transportnymi potokami v gorodah: monogr. [Tekst] / A.A. Vlasov, N.A. Orlov. – Penza: PGUAS, 2014. – 188 s. ISBN 978-5-9282-1133-2.
- 14 Karpov, Ju.G. Imitacionnoe modelirovanie sistem. Vvedenie v modelirovanie s AnyLogic 5 (+ CD) [Tekst] / Ju.G. Karpov. - M.: BHV-Peterburg, - 2016. – 400 c.
- 15 Loginov, A.V. Metody uspokoenija dvizhenija transportnyh potokov s ispol'zovaniem sredstv avtomaticheskoy fiksacii narushenij [Tekst] / A.V. Loginov, S.A. Ul'rih, D.Ju. Kashirskij // Materialy XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Organizacija i bezopasnost' dorozhnogo dvizhenija», Tjumenskij industrial'nyj universitet, Tjumen', 15 marta 2018 g.
- 16 Petrushin, V.A. Razrabotka programmogo obespechenija na osnove nejronnoj seti dlja optimizacii i analiza dorozhnogo dvizhenija [Tekst] / V.A. Petrushin, P.Ju. Bugakov // Interjekspo Geo-Sibir'. - №7 (1). – 2020. – S. 93-98.
- 17 Sembaev, N.S. Intel'ktual'nye transportnye sistemy [Tekst] / N.S. Sembaev, N.D. Stavrova // uchebnoe posobie. – Pavlodar : Kereku, - 2016. – 99 s. ISBN 978-601-238-616-5.
- 18 Abdrahmanov, M.S. Modelirovanie transportnyh potokov v intel'ktual'nyh transportnyh sistemah [Tekst] / M.S. Abdrahmanov // Sovremennye nauchnye issledovanija i innovacii. – 2021. - №7 (123). – S. 5-8.
- 19 Komarov, V.V. Intel'ktualnyye zadachi telematicheskikh transportnykh sistem i intel'ktualnaya transportnaya Sistema [Text] / V.V. Komarov, S.A. Garagan // T-Comm: Telekommunikatsii i transport. 2012. T.6. No4. pp. 34-38.
- 20 Pavlov, A.A Problemy jenergosberezhenija pri osveshhenii avtomobil'nyh dorog [Tekst] / A.A. Pavlov // sbornike: Tradicii i innovacii v stroitel'stve i arhitekture. Stroitel'stvo sbornik statej. pod red. M.I. Bal'zannikova, K.S. Galickova, V.P. Popova; Samarskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. Samara, 2015. - S. 144-148.
- 21 Dmitriev, I.I. Umnye dorogi i intel'ktual'naja transportnaja sistema [Tekst] / I.I. Dmitriev, A.M. Kirillov // Stroitel'stvo unikal'nyh zdaniy i sooruzhenij, 2017, №2 (53). – S. 7-28. ISSN 2304-6295. doi:10.18720/CUBS.53.1.
- 22 Umnyj svetofor [Elektronnyj resurs] – Svobodnaja jenciklopedija – 2018 g – http://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ja:Sistema»Umnyj_svetofor».

РЕЗЮМЕ

В данной статье проведен анализ разработки интеллектуальной системы контроля дорожного движения, рассмотрены особенности современных систем управления движением, определение современных интеллектуальных систем повышения безопасности дорожного движения, рассмотрены интеллектуальные системы управления движением в населенных пунктах и на автомобильных дорогах. Также были рассмотрены вопросы контроля за состоянием транспорта, внутренних и внешних систем интеллектуальных транспортных средств, выбор платформы программы, разработка алгоритма разработки интеллектуальной системы, разработка разработанной модели интеллектуальной системы контроля дорожного движения. В статье использованы методы сравнительной работы, экспертной оценки, теории алгоритмов, имитационного моделирования. Для любого города Республики Казахстан оптимально установить «интеллектуальную систему контроля за дорожным движением», которая решит многие вопросы дорожного движения. В данной статье были рассмотрены вопросы не только наиболее эффективного управления транспортными средствами, но и наиболее эффективных перевозок пассажиров и грузов, а также аспекты обеспечения безопасности движения на дорогах. В настоящее время на перекрестках города Уральска можно решить ряд проблем, установив датчики или специальные камеры для наблюдения за дорожным движением. Так, предусмотрено своевременное информирование компетентных органов о дорожно-транспортных происшествиях, произошедших на перекрестке, контроль за соблюдением правил дорожного движения, своевременное информирование о препятствиях, связанных с климатическими воздействиями погоды на перекрестках, что поможет своевременно решить проблему.