

FTAMP 50.43.15

Л.Н. Есмаханова¹ (orcid-0000-0002-3308-9676) – негізгі автор
Е.Е. Кемалов² (orcid-0000-0002-6780-1991)

¹PhD, ²Студент

М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан
e-mail: 1laura060780@mail.ru, 2Erema_105_2001@mail.ru

КӨЛІК ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ЖҮРІП ӨТУІН ОҢТАЙЛЫ РЕТТЕУ ЖҮЙЕЛЕРІ

Аннотация. Зерттеу мақсаты – бақылау процесін жақсарту үшін қаланың интеллектуалды көлік жүйесін салу кезінде адаптивті қозғалысты басқару технологиялары қолдану. Мақалада көше-жол желісі жүктемесінің тұрақты өсуі кідірістер уақытының, аялдамалар санының, отын шығынының, автомашиналардың тозуының, белгілер мен жол төсемінің ұлғаюына байланысты көлік құралдарын пайдалану тиімділігін төмендетеді, жол-көлік оқиғаларының санын арттырады және экологиялық жағдайды едәуір нашарлатады. Негізгі назар қозғалысты бағдаршамдық реттеу "қатаң" күнтізбелік (маусымдық) режимде қиылыстардың тиімді өту проблемасын шешпейді. Ғылыми жаңалық физика заңдарына негізделген және "кезектің" пайда болуын ескеретін қиылыстың алдындағы көлік құралдарының кідіруінің жаңа математикалық моделін жасау, қиылыстар алдындағы көлік құралдарының кідіруінің негізгі модельдерінің құрамдас бөліктеріне талдау жасау, олардың басқару параметрлеріне сезімталдығы болып табылады.

Тірек сөздер: интеллектуалды бағдаршам, контроллер, басқарудың адаптивті жүйелері, датчик, бақылау.

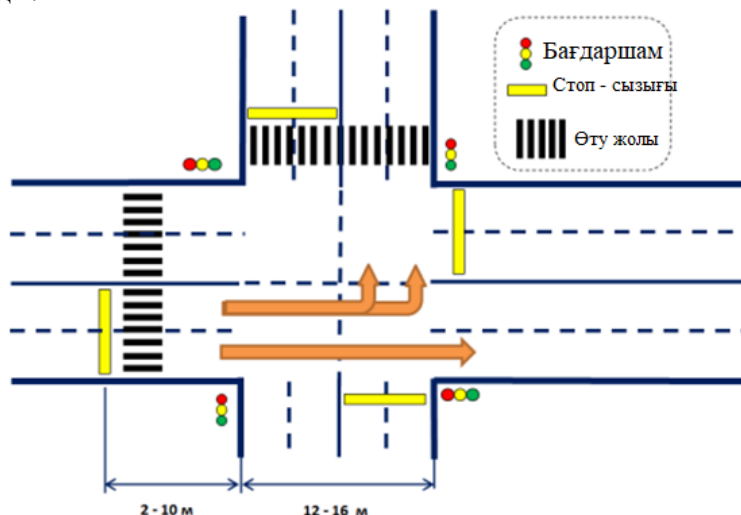
Кіріспе. Жол желісіне түсетін жүктеменің үнемі артуы кідіріс уақытын, аялдамалар санын, отын шығынын, автомобильдердің тозуын, белгілер мен жүріс бөлігін ұлғайту есебінен көлік құралдарын пайдалану тиімділігін төмендетеді, жол-көлік оқиғаларының санын ұлғайтады және экологиялық жағдайды едәуір нашарлатады. Бағдаршамды басқару, негізінен «қатаң» күнтізбелік режимде (маусымдық) қиылыстардың тиімді өту мәселесін шешпейді.

Қозғалысты басқарудың заманауи автоматтандырылған жүйелерде бейнебақылаудың ішкі жүйелеріне кіретін бейне камералардан алынатын ақпарат пайдаланылады. Алынған ақпарат қозғалысты оңтайлы басқаруды ұйымдастыруға, қаладағы көліктің маңызды түйіндерінің жұмысын түзетін-бақылауға және т.б. мүмкіндік береді. Бейнебақылау жүйелерінің үлкен артықшылығы - оларды басқа бейнебақылау жүйелерінен түбегейлі ерекшелігін сандық және визуалды ақпараттың үйлесімі. Мысалы, төтенше жағдайда немесе қондырғыны қалыпты тексеру үшін қондырғы операторымен, диспетчерлік пункттің диспетчерімен жедел кері байланыс ұйымдастыруға болады.

Есептеулер үшін жүріс бөлігін белгілеудің кез келген жүйесі пайдаланылуы мүмкін, мысалы, ені 3 метр 4 жолақ, әр бағытта екі қозғалыс жолағы (1-сурет).

Ақылды автоматтандырылған адаптивті бағдаршамды басқару принципі сигналды динамикалық басқару мүмкіндігіне негізделген. Бұл қиылыстардың өткізу қабілетін арттырады. Жүйе контроллерлерден, камералардан және қозғалыс сенсорларынан тұрады, олар нақты уақыт

режимінде қиылыстардағы жағдайды талдайды, кептелу дәрежесін бағалайды және бұл ақпаратты орталық басқару серверіне жібереді. Деректерді тарату радио арқылы немесе оптикалық байланыс желілері арқылы жүзеге асырылады.



Сурет 1. Қозғалыс жолақтарын белгілеу жүйесі

Жаңа деректерді алғаннан кейін орталық сервер бағдаршам контроллерлеріне белгілі бір команданы жібереді, бұл қиылысты мүмкіндігінше тез түсіруге мүмкіндік береді. Бұл дегеніміз, бағдаршамның жасыл немесе қызыл сигналы автомобильдердің қиылыстарда өткізетін уақытын азайту үшін белгілі бір түрде қосылады. Мысалы, автомобиль жолдарының бірінде қатты қозғалыс болған жағдайда, жүйе кептелістерді болдырмас үшін жасыл бағдаршамның ұзақтығын ұзартады.

Олар әр түрлі жолмен басқарылады:

- Жергілікті режим алдын-ала бағдарламаланған бағдарламаға сәйкес бағдаршамның автономды жұмысын қамтиды;
- Үйлестірілген басқару - бір байламдағы бірнеше бағдаршамдардың синхронды жұмысы;
- Адаптивті режим - бағдаршам ақпарат алады, соның негізінде ол жол жағдайын талдайды және оған өз жұмысын реттейді.

Бағдаршамның бейімделгіш объектісінің жұмыс принципі-анықтау. Яғни, бағдаршамда бейне детектор немесе радар детекторы орнатылған. Олар анықтау аймағын көлік келетін жолға бекітеді және оның жылдамдығын жазады. Бағдаршамның келесі нысаны үшін коммутация пәрмені жіберіледі. Әрбір келесі нысан оған баратын көлік санын біледі.

Нұрсұлтан қаласында түрлі режимдерде жұмыс істей алатын 254 интеллектуалды бағдаршам бар. Құрылғылар жолдардағы қозғалысты дербес реттейді. Сонымен қатар, ақылды жүйе қозғалыс жолақтары мен бағыттары бойынша автомобильдердің санын автоматты түрде оқиды.

Тәжірибе көрсеткендей, бейімделгіш басқару қажет және оны қиылыстардың 20-30%-ында жүзеге асырған жөн, ал трафикті басқарудың әр түрлі әдістерінің үйлесімі тиімді нәтиже бере алады [1].



Сурет 2. Адаптивті басқару режимі

Зерттеу әдістері. Интеллектуалды бейімделген трафикті басқару жүйелері - бұл қауіпсіздікті қамтамасыз етуге, қозғалыс кідірістерін азайтуға, жол желісінің параметрлерін жақсартуға, экологиялық жағдайды жақсартуға бағытталған бағдарламалық және аппараттық құралдар мен шаралар жиынтығы [2].

Интеллектуалды бейімделген трафикті басқару жүйелері жолдардағы жағдайлар арқылы көлік құралдарының жүргізушілерінен жарық дабылы мен радио арқылы трафик ағынын тиімді реттеуді қамтамасыз етуге арналған.

Жол қиылысындағы бағдаршам жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесі (ЖҚББИЖ) басқару объектісіндегі жағдайды танып, нақты көлік кідірістерін ескере отырып, бағдаршам фазаларын ауыстырып қосудың оңтайлы режимдерін есептеуді қамтамасыз ете отырып, оңтайлы басқару әсерін тұжырымдауы тиіс. Онда келесі элементтер бар (3-сурет):



Сурет 3. Жол қиылысындағы бағдаршам жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесі (ЖҚББИЖ) функционалдық схемасы

1. ЖҚББИЖ контроллері. Бағдарламалық қамтылымы бар мамандандырылған миникомпьютерді, түйіндесу аппаратурасын (адаптерлер, АЦП, ЦАП және т.б.) қамтиды. Сигналдардың фазаларын басқару контроллерде немесе тікелей жол төсемінің бос емес датчиктерінен алынған сигналдар бойынша немесе жол қиылысы алдындағы автокөлікті кідіртудің математикалық моделі бойынша есептеледі.

2. Көлік детекторлары - жол төсемінің жұмыспен қамту (кезек) датчиктері, олар бағдаршам алдында автомобильдердің қанша қашықтықта орналасқанын көрсетеді. Детекторлар екі жолмен жүзеге асырылуы мүмкін:

- инфрақызыл датчиктер ретінде. Бұл жерде сәуле шығаратын датчиктер жол жолағына орнатылады да, тік инфрақызыл жарықтық ағындарды қалыптастырады. Бұл ағындар қабылдағыш датчиктермен ЖҚББИЖ блогына беріледі. Автокөлікпен жарық ағынының үзілуі туралы сигнал контроллерге беріледі және жол төсемінің осы позициясының көлік құралының болуын немесе өтуін көрсетеді.

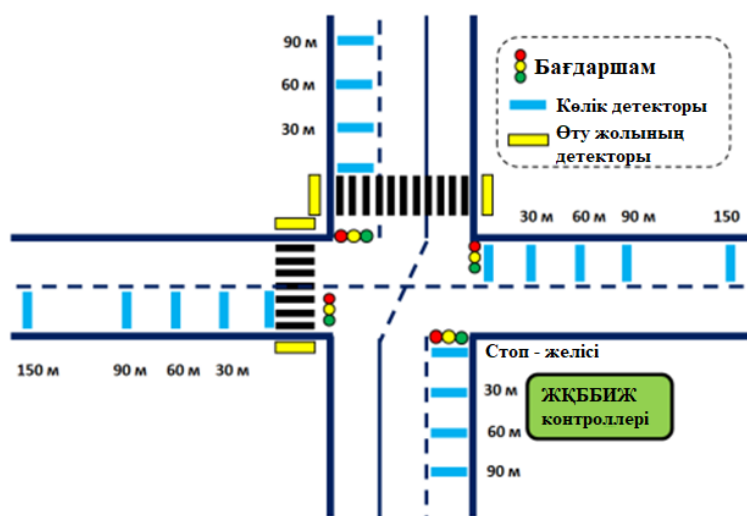
Магнитті-индукциялық датчиктер ретінде. Олар жол жолағына 1,5 м дейінгі тереңдікте орнатылады. Егер көлік құралы сенсордың магниттік циклі аймағына енсе, сәулеленудің магниттік көрсеткіштері өзгереді және бұл деректер контроллерге түседі. Бұл жерде қабылдағыш датчиктер қажет емес, сондықтан аз шығындармен жүзеге асырылады.

Датчиктерді ықтимал орналастыру - бес позицияда: тоқтау сызығында, 30 (орта есеппен бір машинаның ұзындығы 4 м болғанда 1 м саңылаумен 6 машина орналастырылады), тоқтату сызығынан 60 (12 машина), 90 (18 машина) және 150 м (30 машина) (арақашықтық кезектердің неғұрлым тән ұзындығына сәйкес келеді, бірақ өзгеріс болуы мүмкін).

Датчик ретінде бейне детекторларды (бейнекамераларды) қолдану бағдаршамның жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесінің сенімділігін төмендетеді, өйткені нашар көріну жағдайында (қатты жаңбыр, қар жауады, тәуліктің қараңғы уақыты және т.б.) бейнекамералар жалған деректер беруі немесе мүлдем жұмыс істемеуі мүмкін.

3. Жаяу жүргінші датчиктері-сигналдары қиылысу бағдаршамының жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесінің блогына берілетін инфрақызыл немесе магниттік-индукциялық датчиктері бар тротуар алаңдары өтпелер алдында тротуар алаңдарында орналасады.

4. Датчиктердің контроллермен және бағдаршамдармен және қиылысу бағдаршамының жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесінің бағдаршамдарымен байланыстыратын кабельдер және/немесе радиоарналар. Қиылысу бағдаршамының жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесінің элементтерін орналастыру 4-суретте көрсетілген.

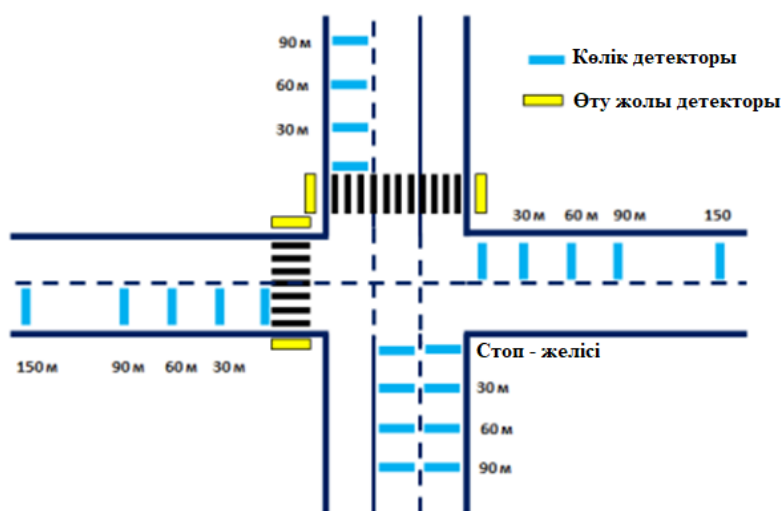


Сурет 4. Қиылысу бағдаршамының жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесінен қиылысу сызбасы

Жол қиылысы бағдаршамының жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесінің негізгі артықшылықтары мен артықшылықтары: көлік құралдары отынының шығынын азайту; автокөліктің өту уақытын қысқарту; жолаушылардың жолда болу уақытын қысқарту; экологияны зиянды пайдаланылған газдардан қорғау және т. б.

Зерттеу нәтижелері. Имитациялық модель - бұл жол төсемінің детекторларынан сигналдармен қалыптасатын, оларда қозғалатын немесе кезекте тұрған көлік құралдары бар немесе жоқ жол қиылысы алдындағы жолдарды жұмыспен қамтудың ағымдағы жағдайы. Жол қиылысындағы көлік құралдарының өтуінің аяқталуы басқа датчиктерден сигнал болмаған кезде, барлық датчиктерден 2-3 сек ішінде сигнал болмаған кезде тоқтату желісіндегі датчиктен соңғы сигналмен анықталады.

Қиылыстың үлгілік имитациялық моделі мынадай түрге ие (5-сурет):



Сурет 5. Қиылыстың типтік модельдеу моделі

Құрылымдық интеллектуалды адаптивті трафикті басқару жүйелері төрт негізгі элементтен тұрады (6-сурет):

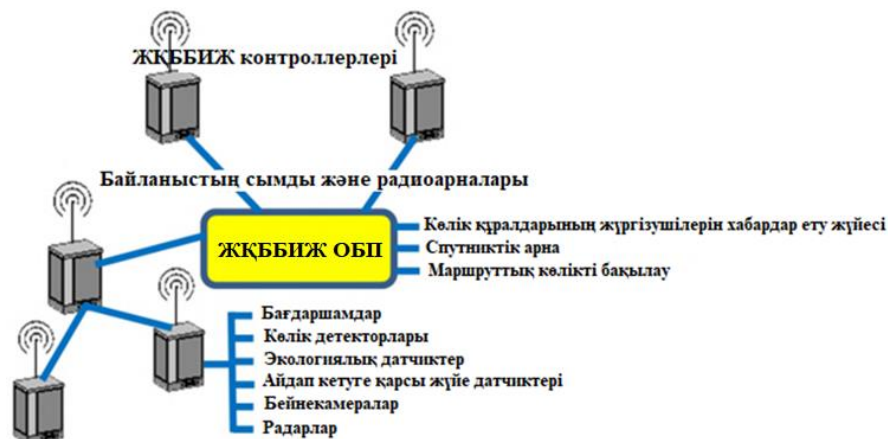
1. Орталық жүйені басқару пункті (ЦУП);
2. Қозғалыс контроллері;
3. Перифериялық құрылғылар (сыртқы датчиктер);
4. Сымды және радиобайланыс байланыс арналары.

Зерттеу нәтижелерін талқылау. Спутниктік арна қалалық магистральдардың, айналма жолдардың шамадан тыс жүктелуі, көлік құралдарының дұрыс тұрақталмаған орындары, апат орындары, тіркелген маршруты бар көлік құралдарының қозғалысы, автомобильдердің айдап кетуге қарсы жүйелерінен сигналдар туралы деректерді алу үшін пайдаланылады.

Автоматтандырылған басқару жүйелерінің негізгі шеткері құрылғылары бағдаршамдар, жол қозғалысы және жол қозғалысы датчиктері - қозғалыс және жаяу жүргіншілер детекторлары, экологиялық газды талдауыштар, көлік құралдарының ұрлыққа қарсы жүйелерінің датчиктері, бейнекамералар, радарлар және т. б. болып табылады.

Перифериялық сенсорлар мен құрылғылар контроллерлерге, ал контроллерлер сымсыз байланыс арқылы интеллектуалды адаптивті трафикті

басқару жүйесінің орталық басқару нүктесіне қосылған. Байланыс арналары трафикті басқарудың интеллектуалды адаптивті жүйесінің орталығы, контроллерлер және перифериялық құрылғылар арасында деректерді беру үшін қажет.



Сурет 6. Трафикті басқарудың интеллектуалды адаптивті жүйесінің блок-схемасы

Соңғы жылдары автомобильдер санының өсуімен сипатталатын ұтқырлық жағдайларының өзгеруі көлік инфрақұрылымы мен қоршаған ортаға жүктеменің артуына әкелді. Қозғалыс жағдайларын жақсартуға деген өсіп келе жатқан қажеттілік (елді мекендердің ішінде де, одан тыс жерлерде де) жаңа көлік жолдарын құру немесе басқа да құрылыс жұмыстарымен ғана толық қанағаттандырыла алмайды.

Бұл жағдайдан шығу үшін көлік қозғалысын ұйымдастыру және бақылау бойынша тұтас шаралар кешенін қабылдау қажет. Адаптивті трафикті басқару жүйелері трафикті басқаруды ұйымдастырудың жаңа тәсілін білдіреді және олар басқаратын жоғары өнімді трафик калькуляторларымен бірге тиісті басқару технологияларын енгізеді.

Қорытынды. Ұсынылған кідіріс моделі кезектер мен кептелістердің болуы түрінде қиыншылықтың өткізу қабілетін шамадан тыс жүктеу режимін ескереді, айқын физикалық мағынасы бар, жол қозғалысының нақты жағдайларына жақын, ең маңызды параметрлер - тыйым салу ұзақтығы - 33,5% және бағдаршамның рұқсат беру сигналы - 25,63%, содан кейін келу қарқындылығы - 14,16%, кезек - 14,13% және сапардың қарқындылығы - 12,58%.

Имитациялық модель мен оптимизатордың көмегімен басқару кезінде қиыншылық бағдаршамының жұмысын басқарудың интеллектуалды жүйесінің жұмысы жол төсеміне орнатылған магниттік-электрлік (инфрақызыл) датчиктерден тоқтау сызығына және одан 30, 60, 90 және 150 метр қашықтықта сигналдардың көмегімен іске асырылады.

Әдебиеттер тізімі

1. Антониади, Г.Д. Анализ модели задержки автотранспорта М.Дж. Бэкманна [Текст] / Г.Д. Антониади, В.О. Архипов, А.А. Цуприков. - М.: ВИНТИ, НТС Транспорт: наука, техника, управление, 2019. – 64 с.

2. Антониади, Г.Д. Анализ модели задержки Вебстера [Текст] / Г.Д. Антониади, В.О. Архипов, А.А. Цуприков // Ежемесячный научный журнал "Евразийский союз учёных". – 2018. - №11(56). - С.6-12.
3. Антониади, Г.Д. Интеллектуальная система адаптивного управления работой перекрёстка автомобильных дорог [Текст] / Г.Д. Антониади, В.О. Архипов, А.А. Цуприков. – М.: ВИНТИ, НТС Транспорт: наука, техника, управление, 2019. – 77 с.
4. Антониади, Г.Д. Электрическая модель городской транспортной сети. Моделирование городских транспортных потоков [Текст]: монография / Г.Д. Антониади, А.А. Цуприков. – Саарбрюкен: LAP Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-3-659-81028-2, 2015. – 125 с.

Мақала редакцияға 20.03.22 түсті.

Л.Н. Есмаханова, Е.Е. Кемалов

Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЕЗДА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Аннотация. Цель исследования-использование адаптивных технологий управления движением при строительстве интеллектуальной транспортной системы города для улучшения процесса контроля. В статье отмечается, что устойчивый рост нагрузки на улично-дорожную сеть снижает эффективность использования транспортных средств за счет увеличения времени задержек, количества остановок, расхода топлива, износа автомашин, разметки и дорожного полотна, увеличивает количество дорожно-транспортных происшествий и значительно ухудшает экологическую обстановку. Основное внимание уделяется тому, что светофорное регулирование движения не решает проблему эффективного проезда перекрестков в "строгом" календарном (сезонном) режиме. Научная новизна заключается в разработке новой математической модели задержки транспортных средств перед перекрестком, основанной на законах физики и учитывающей возникновение "очереди", анализе составляющих основных моделей задержки транспортных средств перед перекрестком, их чувствительности к параметрам управления.

Ключевые слова: интеллектуальный светофор, контроллер, адаптивные системы управления, датчик, управление.

L. Yesmakhanova, E. Kemalov

M.Kh. Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

SYSTEMS OF OPTIMAL REGULATION OF THE PASSAGE OF VEHICLES

Abstract. The purpose of the study is the use of adaptive traffic control technologies in the construction of an intelligent transport system of the city to improve the control process. The article notes that a steady increase in the load on the road network reduces the efficiency of using vehicles by increasing the time of delays, the number of stops, fuel consumption, wear of cars, markings and roadway, increases the number of road accidents and significantly worsens the environmental situation. The main attention is paid to the fact that traffic light regulation does not solve the problem of effective passage of intersections in a "strict" calendar (seasonal) mode. The scientific novelty lies in the development of a new mathematical model of the delay of vehicles before the intersection, based on the laws of physics and taking into account the

occurrence of a "queue", the analysis of the components of the main models of the delay of vehicles before the intersection, their sensitivity to control parameters.

Keywords: intelligent traffic light, controller, adaptive control systems, sensor, control.

References

1. Antoniadi G. D., Arkhipov V. O., Chuprikov A. A. Analysis of the model of delayed vehicles M. Dzh. Beckmann. - Moscow: VINITI, NTS Transport: science, technology, management, 2019. - P. 61-64. [in Russian].
2. Antoniadi G. D., Arkhipov V. O., Chuprikov A. A. Analysis of the model of latency Webster // Monthly scientific journal "Eurasian Union of scientists", 2018. No.11(56). P. 6-12. [in Russian].
3. Antoniadi G. D., Arkhipov V. O., Chuprikov A. A. Intelligent system of adaptive management work of the intersection of highways. – Moscow: VINITI, NTS Transport: science, technology, management, 2019. - P. 71-77. [in Russian].
4. Antoniadi G. D. Electrical model of urban transport network. Modeling of urban traffic flows: monograph. - Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, ISBN: 978-3-659-81028-2, 2015. - 125 p. [in Russian].