

DOI 10.54596/2309-6977-2022-1-142-148

ӘОЖ 614.86:625.096:005.934(045)

ҒТАМА73.43.17

ЖОЛ-КӨЛІК ОҚИҒАЛАРЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ
Балғабеков Т.К., Айдарбек А.О., Қоңқыбаева А.Н., Нұрман Б.Қ., Мукашева А.Р.
С. Сейфуллин атындағы Қазақ Агротехникалық университеті, Нұр-Сұлтан,
Қазақстан

Аңдатпа

Жол-көлік оқиғаларының пайда болу механизміне талдау жасалып, жол жағдайларын жақсарту және автомобильдің жылдамдық пен тежеу қасиеттерін, тұрақтылығы мен басқарылуын арттыру жол қозғалысының белсенді қауіпсіздігін арттырмайтындығы көрсетілген. Бұл шаралар тек жүргізуші көлікті қауіпсіз басқара алатын шекараларды жылжытады. Қозғалыс қауіпсіздігін сипаттайтын автомобильді пайдалану сапасының параметрлері анықталды. Қозғалыс қауіпсіздігінің әртүрлі деңгейлеріне сәйкес келетін автомобильді пайдалану сапасы параметрлерінің мәндері анықталды. Ұсынылған автомобиль жұмысының сапа параметрлерін жүргізушілер мен жол полициясының қозғалыс режимдерінің қауіпсіздігін бақылау үшін пайдалану үшін компьютер осы параметрлерді автомобильдің стандартты қалдықтары ретінде есептеу үшін қолданылуы керек. Жүргізілген зерттеулер жүргізу режимінің қауіпсіздігін сипаттайтын көлікті жүргізу сапасының үш көрсеткішін бөліп көрсетуге мүмкіндік берді: максималды жылдамдық – жылдамдық коэффициенті деп аталатын орташа жылдамдықтың максимумға қатынасы, көлік ағындарының теориясында жеделдету шуы деп аталатын көлік құралының бойлық үдеуінің орташа мәннен стандартты ауытқуы. Жүргізу сапасының жоғарыда көрсетілген көрсеткіштері сапар басталған сәттен бастап өлшенеді.

Түйінді сөздер: жүйенің қауіпсіздігі, жол-көлік оқиғасы, маневр жасау процесі, көлік ағыны, жол жағдайлары, қауіпсіз режим, қауіпсіз қозғалыс шекаралары.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ
ПРОИСШЕСТВИИ**

Балғабеков Т.К., Айдарбек А.О., Қоңқыбаева А.Н., Нұрман Б.Қ., Мукашева А.Р.
Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Нур-Султан, Казахстан

Аннотация

Проведен анализ механизма возникновения ДТП и показано, что улучшение дорожных условий и повышение скоростных и тормозных свойств автомобиля, устойчивости и управляемости не повышает активную безопасность дорожного движения. Эти меры только перемещают границы, в пределах которых водитель может безопасно управлять автомобилем. Определены параметры качества эксплуатации автомобиля, которые характеризуют безопасность движения. Чтобы предлагаемые параметры качества эксплуатации автомобиля могли быть использованы для контроля безопасности режимов движения водителями и дорожной полицией, компьютер должен применяться для расчета этих параметров в качестве штатной остатка автомобиля. Проведенные исследования позволили выделить три показателя качества управления автомобилем, которые характеризуют безопасность режима движения: максимальную скорость отношение средней скорости к максимальной, названное коэффициентом скорости среднее квадратичное отклонение продольного ускорения автомобиля от среднего значения называемое в теории транспортных потоков шумом ускорения. Перечисленные показатели качества управления автомобилем измеряются с момента начала поездки.

Ключевые слова: безопасность системы, дорожно-транспортное происшествие, процесс выполнения маневра, транспортный поток, дорожные условия, безопасный режим, границы безопасного движения.

ENSURING THE SAFETY OF ROAD ACCIDENTS

Balgabekov T.K., Aidarbek A.O., Kongkybayeva A.N., Nurman B.Q., Mukasheva A.R.
S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Universit, Nur-Sultan, Kazakhstan

Abstract

There is an analysis of the mechanism of accidents and it shows that improving road conditions and improving the speed and braking properties of the car, stability and controllability does not increase the active safety of road traffic. These measures only move the boundaries within which the driver can drive safely. The parameters of quality of car operation, which characterize the traffic safety, have been determined. The values of car operation quality parameters that correspond to different levels of traffic safety have been defined. In order that the proposed parameters of quality of car operation can be used to control the safety of traffic modes by drivers and traffic police, the computer must be used to calculate these parameters as a standard residual of the car. The studies carried out made it possible to single out three indicators of the quality of driving a car, which characterize the safety of the driving mode: maximum speed is the ratio of the average speed to the maximum, called the speed coefficient, the standart deviation of the vehicle's longitudinal acceleration from the average value, which is called acceleration noise in the theory of traffic flows. The above indicators of the quality of driving are measured from the moment of the start of the trip.

Key words: safety system, traffic accident, maneuver process, traffic flow, road conditions, safe mode, safe driving limits.

Кіріспе

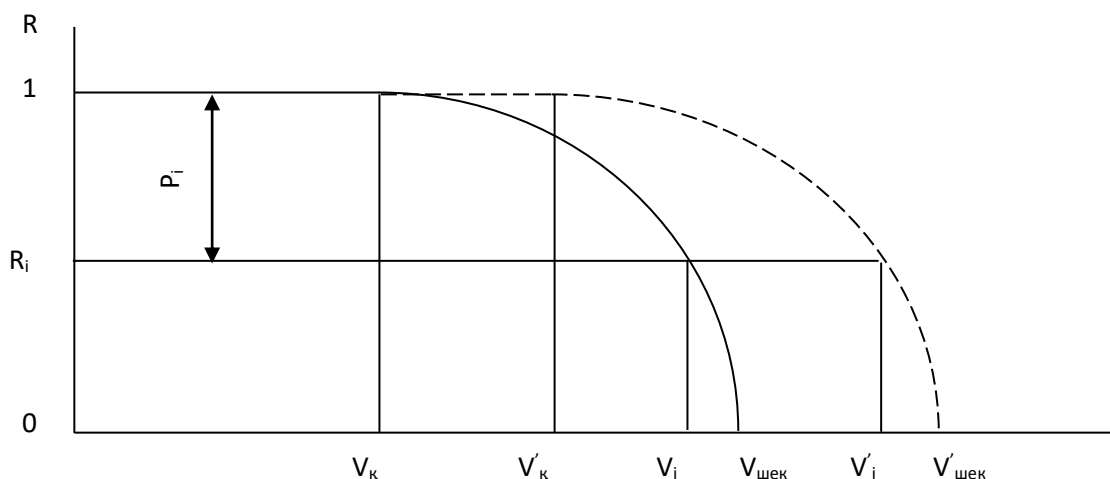
Жол жағдайын жақсарту, жылдамдық пен тежеу қасиеттерін, автомобильдің тұрақтылығы мен басқарылуын арттыру, белсенді қауіпсіздік қасиеттері деп аталады, жүргізуші-автомобиль жүйесінің (ЖАЖ) белсенді қауіпсіздігін арттырады деп саналады. Алайда бұл пікір жол-көлік оқиғалары (ЖКО) статистикасының деректеріне қайшы келеді. Жүргізуші-автобус, жүргізуші-жүк автомобилі және жүргізуші-жеңіл автомобиль ЖКО-ға дейінгі жұмыс істеуінің орташа мәндерінің шамалары тиісінше 1: 0,7: 0,5 ретінде салыстырылады. Жүргізуші-жеңіл автомобиль жүйелерінің арасында ЖКО дейінгі атқарымды салыстыру кезінде динамикалық қасиеттері жоғары автомобиль жүргізушілерінің ЖКО дейінгі атқарымы динамикасы төмен жүргізушілерге қарағанда 3,3 есе аз екені белгілі болды. Бұл құбылыстың себептерін түсіну үшін апаттың пайда болу механизмін қарастыру қажет. Жол-көлік оқиғасы ЖАЖ жолдан соғылуды, соқтығысуды, шығуды болдырмау үшін қажетті маневрді орындай алмаған кезде немесе маневрді орындау барысында автомобиль жолда аударылып қалғанда орын алады [1].

Зерттеу мақсаты

Бұл құбылыстар жүргізуші реттейтін автомобиль қозғалысы параметрлерінің қауіпсіз мәндерінің шегінен шығу нәтижесінде пайда болады: жылдамдық, қашықтық, көлденең интервал. Тежеуді қажет ететін жағдайда жылдамдық жоғарылаған кезде автомобильді басқару сенімділігі қалай өзгеретінін қарастырыңыз. Тежеу жылдамдығы қауіпсіз мәннен асып кеткенше $V_{\text{қауіпсіз}}$, R көлігін басқарудың сенімділігі бірлікке тең болады. $V_{\text{қауіпсіз}}$ -ден асқаннан кейін және тежелудің басында V_i жылдамдықпен ЖКО ықтималдығы $P_i = 1 - R_i$ -ге тең болады, мұнда R_i автомобильді басқарудың ситуациялық сенімділігі. V шекті жылдамдықта автомобильді басқару үміті нөлге тең болады, ал апаттың ықтималдығы бірлікке айналады. Егер жол жамылғысының адгезиялық қасиеттері, автомобильдің тежегіш қасиеттері жоғарыласа, жүргізуші циклдік тежелудің тиімді әдісін үйренеді, автомобильді басқару сенімділігін төмендету қисығы суретте көрсетілгендей оңға 1 нүктелі сызықпен жылжиды. $V_{\text{қауіпсіз}}$ және $V_{\text{шектеу}}$ -ден, $V_{\text{қауіпсіз}}$ и $V_{\text{шектеу}}$ -ге артуы R басқару сенімділігінің тиісті өсуіне себеп болған сияқты,

бірақ бұл болмайды, өйткені $V_{\text{қауіпсіз}}$ және $V_{\text{шек}}$ жоғарылауымен жүргізушілер ситуациялық жылдамдықты арттырады v_i . Бұл құбылыс гомеостаз теориясын түсіндіреді, соған сәйкес жүргізуші өзгертін жол-көлік жағдайларында жылдамдықты тәуекел деңгейі тұрақты болатындай етіп таңдайды.

Кедергіге дейін берілген қашықтықта тежеу сенімділігі жылдамдықтың артуын өлшеу кезінде сурет 1-де тұтас сызықпен көрсетілгендей өзгереді [2].



Сурет 1 "Тежеу" маневрін орындау сенімділігінің кедергіге дейінгі берілген қашықтық кезінде оны орындау жылдамдығынан тәуелділігі: қауіпсіздіктің бастапқы шарттары; $V_{\text{қауіпсіз}}$ және $V_{\text{шек}}$ тиісінше $V_{\text{қауіпсіз}}^1$ және $V_{\text{шек}}^1$ -ге дейін жоғарылағаннан кейін.

"Тасымалдаушы-жүргізушілер" жаңа қауіпсіз $V_{\text{қауіпсіз}}$ жылдамдығынан аспай ситуациялық жылдамдықты арттырады. Ал "жүргізуші-шабандоздар" бұрынғыдай қауіпсіздік шекарасынан шығып, жағдайлық жылдамдықты R_i тәуекелінің деңгейіне сәйкес V_i -ге дейін арттырады. Тежеу басталуының тұрақты жылдамдығымен тежеу жолының төмендеуі жағдайында ұқсас график құруға болады. Сондай-ақ, кедергіні айналып өту, бұрылысқа кіру, басып озу жағдайлары үшін ұқсас графиктерді салуға болады [3].

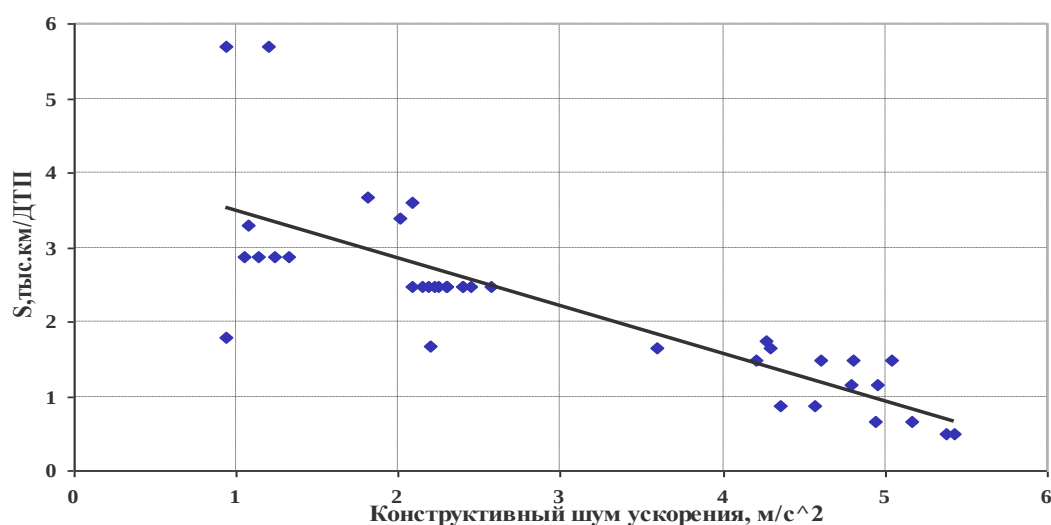
Зерттеу объектісі мен әдістері

Осыдан кейін үш маңызды қорытынды жасауға болады. Біріншіден, автомобильді қауіпсіз басқаруды тек бір жолмен қамтамасыз етуге болады: қауіпсіз жылдамдықты асырмау, салыстырмалы түрде қауіпсіз мәндердің қашықтығын төмендетпеу. Екіншіден, жол жағдайларын жақсарту, жылдамдық пен тежеу қасиеттерін жоғарлату, автомобильдің тұрақтылығы мен басқарылуын арттыру ЖАЖ-нің белсенді қауіпсіздігін арттырмайды, тек жүргізуші автомобильді қауіпсіз басқара алатын шектерді кеңейтеді. Үшіншіден, көлік ағынында қауіпсіздік шекарасынан шығатын жүргізушілер санын азайту арқылы ғана қозғалыс қауіпсіздігін (ҚҚ) арттыруға болады.

Мұндай жүргізушілердің санын азайту үшін екі мәселені шешу қажет. Ең алдымен, жүргізушілерді, таңдаған қозғалыс режимі қауіпсіз бе, жоқ па, біле алатын ақпаратпен қамтамасыз ету қажет. Бірақ, бұл жеткіліксіз, өйткені "жүргізуші-шабандоздар" құрылғылардың көрсеткіштеріне назар аудармай, қауіпсіздік шегінен шығады [4]. Мұндай жүргізушілерді автомобильдердің қозғалыс режимін аспаптардың

көрсеткіштеріне сәйкес өзгертуге мәжбүрлеу үшін бұл көрсеткіштерді жол полициясы жүргізушілердің қауіпсіз қозғалыс режимдерін сақтауын бақылау үшін қолданылады.

Көрсеткіштердің таңдауы қалай негізделгенін қарастырайық. Ең алдымен, $V_{\max}$ максималды жылдамдықтың көрсеткіші ретінде таңдау айқын және арнайы негіздемені қажет етпейтінін ескеру керек. $V_{\max}$ -тың кіші жаққа ауытқуы бірлікке жақын k_v мәндеріне сәйкес келеді. Жоғарыда айтылғандарға байланысты k_v мәні тек төменнен ғана емес, жоғарыдан да шектелуі керек. Бойлық үдеудің орташа квадраттық ауытқуы σ_j автомобиль жылдамдығының өзгеру қарқындылығын сипаттайды. σ_j жоғарылауы қозғалыс қауіпсіздігіне (ҚҚ) теріс әсер етеді. Шу деп аталатын радиоарналардағы зиянды сигналдарға ұқсас оның көлік ағынына зиянды әсерін атап өту үшін σ_j - үдеу шуы деп аталды. Оның шамасы жоғарыда шектелу керек [5].



Сурет 2 Орташа жұмыс істеуінің ЖКО-ға конструктивтік шудың үдеу шамасына тәуелділігі

Сурет 2-де көрсетілген графикте, үдеудің конструктивті шуының жоғарылауы, орташа жұмыстың төмендеуіне, одан ЖКО-ға әкеледі. Басқаша айтқанда, белсенді қауіпсіздік қасиеттері деп аталатын автомобиль қасиеттерінің жоғарылауы – ЖАЖ-нің белсенді қауіпсіздігінің төмендеуіне әкеледі. Қозғалыс қауіпсіздігінің әртүрлі деңгейлеріне сәйкес келетін автомобильді басқару сапасы көрсеткіштерінің мәндері. Жүргізілген зерттеулер алғашқы жақындауда мәліметтер базасының ҚҚ-ның әртүрлі деңгейлеріне сәйкес келетін автомобильдердің сапа көрсеткіштерінің мәндерін анықтауға мүмкіндік берді. ЖЖЕ-ге сәйкес және өлшеу қателігін ескере отырып, $V_{\max}$ жылдамдығының ең жоғары мәндері ретінде мынадай мәндер қабылданды: қалада – 60^{+10} км/сағ, тас жолда – 90^{+10} км/сағ, магистральда – 110^{+10} км/сағ. Көрсетілген мәндер (40...60) км/сағ асып кеткен кезде жүргізушіге айыппұл салынуы тиіс. Егер рұқсат етілген ең жоғары жылдамдық 60 км/сағ асатын болса, жүргізушіге оны жүргізуші куәлігінен айыру түрінде жаза қолданылуы тиіс [6].

Мәліметтер базасының әртүрлі деңгейлеріне сәйкес келетін k_v жылдамдық коэффициентінің мәндерін анықтау үшін автомобиль сынақтарының нәтижелері пайдаланылды және әдеби материалдарға талдау жасалды. Жеңіл автомобильді сынау процесінде көлемі 20 мың км жүріс орындалды. Өлшеу нәтижелері бойынша қалада

және тас жолда қозғалыс кезінде k_v мәндерін бөлудің гистограммалары жасалды. Қаладағы қауіпсіз қозғалыс режимдеріне сәйкес келетін k_v мәндерінің төменгі шекарасы ретінде автомобиль жолдары мен магистральдарда сәйкесінше 0,45, 0,75 және 0,8 болатын ең ықтимал k_v мәндері қабылданды [7].

ҚҚ-нің әртүрлі деңгейлеріне сәйкес келетін σ_j үдеу шуының мәндерін анықтау үшін үдеу шуының ДБ-ға әсерін зерттеу нәтижелері және жолдардың авариялық учаскелерінің қауіптілік дәрежесін бағалау үшін қолданылатын жанжалды жағдайлар әдісі пайдаланылды. Авариялық учаскелердің қауіптілік дәрежесін бағалау жанжал жағдайына қатысатын автомобильдердің ең жоғары баяулау шамасы бойынша жүргізіледі. Баяулау мөлшеріне байланысты жанжалдың үш дәрежесі бөлінеді: жеңіл, орташа және сыни. Жұмыста жағдайдың қақтығыс дәрежесін бағалаудан жазатайым оқиғаға дейінгі орташа жұмысқа ауысуға мүмкіндік беретін тендеу келтірілген. Автокөліктің бойлық үдеулері қалыпты үлестіруге жақын заң бойынша бөлінетіндіктен, үдеулердің максималды мәндерін біле отырып, бойлық үдеудің орташа квадраттық ауытқуының мәндерін формула бойынша есептеуге болады [7, 8]:

$$\sigma_j = j_{\max} / 3, \text{ м/с}^2$$

Жүргізілген талдау нәтижесінде қозғалыстың қауіпсіз режиміне, оны іске асыру кезінде айыппұл түрінде жаза қолдану қажет қозғалыс режиміне, оны іске асыру кезінде тәртіп бұзушыны жүргізуші куәлігінен айыру қажет болатын қозғалыс режиміне сәйкес келетін үдеу шуының мәндері айқындалды.

Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау

Жеңіл автомобильді басқару сапасы көрсеткіштерінің мәндерін анықтау нәтижелерін жалпылау, соның негізінде жүргізушіге қатысты әкімшілік ықпал ету шараларын қабылдау қажеттілігі туралы қорытынды кесте 1-де көрсетілген.

Кесте 1 жүргізушіге әкімшілік жаза қолдануды талап ететін қауіпсіз режимдер мен қозғалыс режимдеріне сәйкес келетін жеңіл автомобильді басқару сапасы көрсеткіштерінің мәні [9]

Көрсеткіштер	Қала			Шоссе			Магистраль		
	қауіпсіз	айыппұл	Айыру	Қауіпсіз	айыппұл	айыру	қауіпсіз	айыппұл	айыру
Максималды жылдамдық $V_{\max}$, км/сағ	60 ⁺¹⁰	60 ^{+(20...60)}	60 ^{+(>60)}	90 ⁺¹⁰	90 ^{+(20...60)}	90 ^{+(>60)}	110 ⁺¹⁰	110 ^{+(40...60)}	110 ^{+(>60)}
Жылдамдық коэффициенті k_v	0,45...0,75	0,35...0,25	0,25 төмен	0,75...0,9	0,65...0,55	0,55 төмен	0,8...0,95	0,7...0,6	0,6 төмен
Үдеу шуы σ_j , м/с ²	0,75 төмен	1,0...1,25	1,25 астам	Менее 0,6	0,75...1,0	1,0 астам	0,4 төмен	0,5...0,75	0,75 астам

Қалада қозғалыс үшін үдеу шуының мынадай мәндері алынды: Қауіпсіз режим – 0,75 м/с² артық емес; айыппұл түрінде жаза қолданылатын қозғалыс режимі – (1,0...1,25) м/с²; іске асыру кезінде жүргізуші автомобильді басқару құқығынан айырылатын қозғалыс режимі – 1,25 м/с² артық.

Тас жол бойымен жүру үшін үдеу шуының мынадай мәндері алынды: Қауіпсіз режим – 0,6-дан аспайды; айыппұл салуға сәйкес келетін режим – (0,75...1,0) м/с²; жүргізуші куәлігінен айыруға сәйкес келетін режим-1,0 м/с²-ден астам.

Магистраль бойынша қозғалыс үшін үдеу шуының мынадай мәндері алынды: Қауіпсіз режим – 0,4 м/с² артық емес; айыппұл салуға сәйкес режим – (0,5...0,75) м/с²; жүргізуші куәлігінен айыруға сәйкес келетін режим – 0,75 м/с² артық [9,10].

Қорытынды

Талдау келесі қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

1. Жол қозғалысының белсенді қауіпсіздігін техникалық құралдармен арттыру мүмкін емес, сондықтан жол жағдайларын жақсарту, жылдамдық пен тежеу қасиеттерін, автомобильдің тұрақтылығы мен басқарылуын арттыру белсенді жол қауіпсіздігін арттырмайды, тек жүргізуші көлікті қауіпсіз басқара алатын шекараны кеңейтеді;

2. Белсенді қауіпсіздік жүргізуші-автомобиль жүйесінің қасиеті болып табылады, сондықтан жол қозғалысының белсенді қауіпсіздігін арттыру көлік ағынында қауіпсіздік шекарасынан тыс қозғалыс режимдерін іске асыратын жүргізушілер санын азайту арқылы ғана мүмкін болады;

3. Қауіпсіз қозғалыс шекарасынан шығатын жүргізушілер санын азайтудың қажетті, бірақ жеткіліксіз шарты-жүргізушіге қауіпсіздік критерийі бойынша оның қозғалыс режимін оңтайландыру үшін қажетті автомобильді басқару сапасы туралы ақпарат алу;

4. Қауіпсіз қозғалыс шекарасынан шығатын жүргізушілер санын азайтудың қажетті және жеткілікті шарты жүргізушілердің қауіпсіз қозғалыс режимдерін сақтауын бақылау және қауіпсіздік шарттары бұзылған жағдайда оларға әкімшілік жазалар қолдану үшін жол қадағалау органдарының автомобильді басқару сапасы туралы ақпаратты пайдалануы болып табылады;

5. Жүргізуші мен жол қадағалау органдарының автомобильді басқару сапасы туралы ақпарат алуы үшін маршруттық компьютер автомобильдің штаттық жабдығы болуы тиіс.

Әдебиет:

1. Майборода О.В., Литвинова Т.А. Какая статистика ДТП необходима. // Автомоб. транспорт. – 2018. - № 4. – 27 с.
2. Майборода О.В., Литвинова Т.А. Активная безопасность АТС. // Состояние и пути повышения. – 2017. – № 1. – 32 с.
3. Майборода О.В. Кто он безопасный водитель? Для повышения безопасности необходимо изменить поведение водителей. // Автомоб. Транспорт. - 2018. – № 11. – 25 с.
4. Справочник по безопасности дорожного движения. // Республика Казахстан. – М.: МАДИ (ТУ). – 2019. – 754 с.
5. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. // М.: Транспорт. - 2013. – 357 с.
6. Клиновштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учебник для вузов. – М.: Транспорт. – 2017. – 237 с.
7. Каленов Г.К. Повышение безопасности дорожного движения в Республике Казахстан: диссертация кандидата технических наук: 05.22.10, 05.05.03. // Москва. - 2018. – 141 с.
8. Александров А.Э. Расчет и оптимизация транспортных систем с использованием моделей (теоретические основы и методология): дис. д-ра техн. Наук. // УрГУПС. Екатеринбург. - 2019. – 285 с.
9. Ширяев С.А., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Транспортное и погрузочно – разгрузочные средства. – М.: Горячая линия – Телеком. - 2007. – 848 с.
10. Сырлыбаев Р.С. Техническая эксплуатация автомобилей. // Учебное пособие. – Алматы: КазАТК. - 2020 – 84 с.

Әдебиет:

1. Maiboroda O.V., Litvinova T.A. Kakaya statistika DTP neobhodima. // Avtomob. transport. – 2018. - № 4. – 27 s.
2. Maiboroda O.V., Litvinova T.A. Aktivnaya bezopasnost ATS. // Sostoyanie i puti povysheniya. – 2017. – № 1. – 32 s.
3. Maiboroda O.V. Kto on bezopasnyi voditel? Dlya povysheniya bezopasnosti neobhodimo izmenit povedenie voditelei. // Avtomob. transport. - 2018. – № 11. – 25 s.
4. Spravochnik po bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. // Respublika Kazakhstan. – М.: MADI (TU). – 2019. – 754 s.
5. Dryu D. Teoriya transportnyh potokov i upravlenie imi. // М.: Transport. - 2013. – 357 s.
6. Klinkovshtein G.I., Afanasev M.B. Organizaciya dorozhnogo dvizheniya: uchebnik dlya vuzov. – М.: Transport. – 2017. – 237 s.
7. Kalenov G.K. Povyshenie bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v Respublike Kazakhstan: dissertaciya kandidata tehnikeskikh nauk: 05.22.10, 05.05.03 // Moskva. - 2018. – 141 s.
8. Aleksandrov A.E. Raschet i optimizaciya transportnyh system s ispolzovaniem modelei (teoreticheskie osnovy i metodologiya): dis. d-ra tehn. nauk // UrGUPS. Ekaterinburg. - 2019. – 285 s.
9. Shiryaev S.A., Gudkov V.A., Mirotin L.B. Transportnoe i yego pogruzochno – razgruzochnye sredstva. – М.: Goryachaya liniya – Telekom. - 2007. – 848 s.
10. Syrlybaev R.S. Tehnicheskaya ekspluatatsiya avtomobilei. // Uchebnoe posobie. – Almaty: KazATK. - 2020 – 84 s.