

DOI: 10.31082/1728-452X-2019-207-9-9-13

УДК 61:311;616-036.22

ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ПРОИСШЕСТВИЯ В АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА: ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА СМЕРТНОСТИ

Алма С. АУБАКИРОВА¹, <https://orcid.org/0000-0002-5661-5325>,
 Нурбек С. ИГИСИНОВ^{2,3,4,5}, <https://orcid.org/0000-0002-2517-6315>,
 Сәкен К. ҚОЖАХМЕТОВ^{2,4}, <https://orcid.org/0000-0002-0075-0376>,
 Галия У. ОРАЗОВА², <https://orcid.org/0000-0003-1345-5592>

¹Республиканский центр развития здравоохранения, г. Нур-Султан, Республика Казахстан,

²АО «Медицинский университет Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан,

³Международная высшая школа медицины, г. Бишкек, Кыргызская Республика,

⁴Central Asian Cancer Institute, г. Нур-Султан, Республика Казахстан,

⁵Евразийский институт изучения рака, г. Бишкек, Кыргызская Республика



Аубакирова А.С.

Дорожно-транспортные происшествия являются одной из основных причин смертности в мире. В Казахстане ежегодно происходит более 18 тысяч дорожно-транспортных происшествий, в которых погибают более 25 тыс. людей.

Цель исследования. Определение прогнозного уровня смертности до 2021 года в Акмолинской области Республики Казахстан.

Материал и методы. В работе использованы статистические методы анализа временных рядов, в частности – методы регрессионного анализа. Прогноз смертности в результате ДТП по Акмолинской области РК до 2021 года был рассчитан на основе данных за 1999 – 2018 гг. Учитывая особенности динамики уровня смертности населения региона от дорожно-транспортных происшествий, наиболее подходящим методом для прогнозирования выбрана экспоненциальная функция.

Результаты и обсуждение. Сделан прогноз уровня смертности от ДТП в Акмолинской области до 2021 года в разрезе возрастных групп. Установлено, что ожидаемый уровень смертности от ДТП в изучаемом регионе страны в возрастной группе до 19 лет составит: в 2019 году – 1,79 на 100 тыс. населения, в 2020 году – 1,52 и в 2021 году – 1,30. По возрастной группе от 20 до 64 лет – в 2019 году данный показатель составит 12,75 на 100 тыс. населения, в 2020 году – 11,69, в 2021 году – 10,71. Смертность от ДТП среди лиц старше 65 лет в 2019 году составит 8,31 на 100 тыс. населения, в 2020 году – 7,80, а в 2021 году – 7,31.

Вывод. По нашим прогнозам в Акмолинской области будет иметь место ежегодное сокращение количества летальных исходов в результате дорожно-транспортных происшествий с замедленным темпом снижения.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, смертность, математическое моделирование, прогнозирование, Акмолинская область, Казахстан.

Для цитирования: Аубакирова А.С., Игисинов Н.С., Кожаметов С.К., Оразова Г.У. Дорожно-транспортные происшествия в Акмолинской области Казахстана: прогнозная оценка смертности // Медицина (Алматы). – 2019. - № 9 (207). - С. 9-13. DOI: 10.31082/1728-452X-2019-207-9-9-13

ТҰЖЫРЫМ

АҚМОЛА ОБЛЫСЫНДАҒЫ ЖОЛ-КӨЛІК ОҚИҒАЛАРЫ: ӨЛІМ-ЖІТІМ ДЕҢГЕЙІН БОЛЖАМДЫ БАҒАЛАУ

Алма С. АУБАКИРОВА¹, <https://orcid.org/0000-0002-5661-5325>,
 Нурбек С. ИГИСИНОВ^{2,3,4,5}, <https://orcid.org/0000-0002-2517-6315>,
 Сәкен К. ҚОЖАХМЕТОВ^{2,4}, <https://orcid.org/0000-0002-0075-0376>,
 Галия У. ОРАЗОВА², <https://orcid.org/0000-0003-1345-5592>

¹Денсаулық сақтауды дамыту республикалық орталығы, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы,

²"Астана медицина университеті" АҚ, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы,

³Халықаралық медицина жоғарғы мектебі, Бішкек қ., Қырғыз Республикасы,

⁴Central Asian Cancer Institute, Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан Республикасы,

⁵Қатерлі ісікті зерттеу Еуразиялық институты, Бішкек қ., Қырғыз Республикасы

Жол-көлік оқиғаларының салдарынан болған өлім-жітім әлемде өлім-жітімнің басты себептерінің бірі болып табылады. Қазақстанда жыл сайын шамамен 18 мыңнан астам жол-көлік оқиғасы болады және олардың салдарынан 25 мыңнан көп адам қаза табады.

Зерттеудің мақсаты. Қазақстан Республикасының Ақмола облысында жол-көлік оқиғаларының салдарынан болған өлім-жітімнің көрсеткішін 2021 жылға дейін болжамды бағалау.

Контакты: Игисинов Нурбек Салинбекович, д-р мед. наук, профессор, врач-онколог высшей категории, врач-организатор здравоохранения высшей категории, председатель общественного объединения «Central Asian Cancer Institute», Нур-Султан қ., e-mail: n.igissinov@gmail.com www.cancer.kz

Contacts: Nurbek S Igissinov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Doctor Oncologist of Higher Category, Public health official of higher category, Chairman of Public Association "Central Asian Cancer Institute", Nur-Sultan, e-mail: n.igissinov@gmail.com www.cancer.kz

Поступила 24.09.2019

Рецензенты: Раисова Карлыгаш Аскеровна, PhD, руководитель центра послевузовского образования АО «Национальный научный медицинский центр», г. Нур-Султан. Нургалиева Каламкас Жумашевна, канд. мед. наук, менеджер сектора науки и образования Республиканского диагностического центра Корпоративного фонда "University Medical Center", г. Нур-Султан.

Материал және әдістері. Зерттеу жұмысында уақыт қатарларын саралау, оның ішінде регрессиялық талдау әдістері қолданды. Ақмола облысы бойынша жол-көлік оқиғасының нәтижесінде болатын өлім – жітім деңгейін 2021 жылға дейін болжау 1999-2018 жылдар аралығындағы көрсеткіштердің негізінде жасалды. Аймақта жол-көлік оқиғасының нәтижесінде болатын өлім-жітім ағымының ерекшеліктерін ескере отырып, болжам жасау үшін ең қолайлы әдіс ретінде экспоненциалды әдіс таңдалды.

Нәтижелері және талқылауы. Ақмола облысында жас топтарына орай жол-көлік оқиғасынан болатын өлім-жітім деңгейіне 2021 жылға дейін болжам жасалды. Осы көрсеткіш 19 жасқа дейінгі топта 2019 жылы 100 мың тұрғынға шаққанда 1,79 болса, осы көрсеткіш 2020 жылы – 1,52, 2021 жылы – 1,30 құрамақ. Болжау 20 – 64 жас аралығындағы тұрғындар арасында 2019 жылы 100 мың тұрғынға шаққанда 12,75, 2020 жылы – 11,69, 2021 жылы – 10,71. Ал 65 жастан асқандарда 2019 жылы 8,31, 2020 жылы – 7,80, ал 2021 жылы – 7,31 көрсетпек.

Қорытынды. Біздің болжам бойынша Қазақстанның Ақмола облысында жол – көлік оқиғасының нәтижесінде болатын өлім-жітім деңгейі жыл сайын төмендейтін болады. Бірақ көрсеткіштің төмендеу қарқыны жыл сайын азаяды.

Негізгі сөздер: жол-көлік оқиғалары, өлім-жітім, математикалық модельдеу, болжау, Ақмола облысы, Қазақстан.

SUMMARY

ROAD TRAFFIC ACCIDENTS IN THE AKMOLA REGION: PREDICTIVE ASSESSMENT OF MORTALITY

Alma S Aubakirova¹, <https://orcid.org/0000-0002-5661-5325>,
Nurbek S IGISSINOV^{2,3,4,5}, <https://orcid.org/0000-0002-2517-6315>,
Saken K KOZHAKHMETOV^{2,4}, <https://orcid.org/0000-0002-0075-0376>,
Galiya U Orazova², <https://orcid.org/0000-0003-1345-5592>

¹Republican Center for Health Development, Nur-Sultan, Kazakhstan,

²Astana Medical University, Nur-Sultan, Kazakhstan,

³International School of Medicine, Bishkek, Kyrgyzstan,

⁴Central Asian Cancer Institute, Nur-Sultan, Kazakhstan,

⁵Eurasian Institute for Cancer Research, Bishkek, Kyrgyzstan

Road traffic accidents are a major cause of mortality in the world. In Kazakhstan, more than 18 thousand traffic accidents occur annually, in which more than 25 thousand people die.

Aim. The study of the dynamics of mortality from accidents as a result of road traffic accidents in the Akmola region of the Republic of Kazakhstan and the determination of the forecast mortality rate until 2021.

Material and methods. The paper used statistical methods for analyzing time series, in particular, methods of regression analysis. The general prognosis for the Akmola region of Kazakhstan until 2021 was calculated based on data for 1999 – 2018. Given the characteristics of the dynamics of the country's mortality rate from road traffic accidents, the most suitable method for forecasting is chosen to be the exponential function. Considering the characteristics of the dynamics of the country's mortality rate from road traffic accidents, the most suitable method for forecasting is chosen to be the exponential function.

Results and discussion. There was made a prognosis of the RTA mortality rates in Akmola region, the Republic of Kazakhstan for the period of 2019 – 2021 in the context age and gender groups. It has been established that the expected mortality rate from RTA in the studied region of the country by the age group under 19 will be: in 2019 – 1.79 per 100 thousand people, in 2020 – 1.52 and in 2021 – 1.30. For the age group of 20 to 64 years – in 2019 it will be 12.75 per 100 thousand people, in 2020 – 11.69, in 2021 – 10.71. According to our forecasts, the mortality rate from accidents among people over 65 in 2019 will be 8.31 per 100 thousand people, in 2020 – 7.80, in 2021 – 7.31.

Conclusions. According to our forecasts, in the Akmola region of Kazakhstan there will be an annual reduction in the number of deaths as a result of road traffic accidents.

Keywords: road traffic accidents, mortality, forecasts, Akmola region, Kazakhstan.

For reference: Aubakirova AS, Igissinov NS, Kozhakhmetov SK, Orazova GU. Road traffic accidents in the Akmola region: predictive assessment of mortality. *Meditsina (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2019;9 (207):9-13 (In Russ.). DOI: 10.31082/1728-452X-2019-207-9-9-13

Дорожно-транспортные происшествия в настоящее время относятся к наиболее важным вопросам здравоохранения и социальной политики во всех странах мира. Ежегодно на дорогах гибнет больше миллиона людей трудоспособного возраста [1].

Проблема смертности в результате ДТП является одной из серьезных проблем здравоохранения Казахстана.

Частота ДТП у нас в 11 раз выше, чем в европейских странах, что влияет на демографическую и экономическую ситуацию в республике [1, 2]. За последнее десятилетие в стране значительно улучшилась экономическая ситуация, увеличилось число населения и, соответственно, выросло число погибших на дорогах. По данным Министерства внутренних дел Республики Казахстан за последние 10

лет на дорогах Казахстана в ДТП погибли более 32 тысяч человек и свыше 166 тыс. человек получили ранения [3].

Проблему смертности от ДТП в Казахстане изучал ряд ученых, такие как Булешов М.А., Булешова А.М. (2016), Махмутов А.Т. (2017) и др. [4, 5]. Однако, несмотря на социальную значимость изучаемой проблемы, ранее в Казахстане не проводились исследования по прогнозированию уровня смертности в результате несчастных случаев от ДТП. Изучая данные одного региона и подобрав наиболее подходящую функцию для проведения прогнозирования, мы в дальнейшем планируем приступить к моделированию прогноза других регионов нашей страны.

Акмолинская область отличается своими географическими особенностями, погодными условиями и расположением курортных зон. В этой связи представляется интересным оценить прогнозный уровень показателей смертности, которые позволили бы усовершенствовать мероприятия по профилактике травматизма и смертности населения изучаемого региона.

Цель настоящего исследования - определить прогнозный уровень смертности до 2021 года в Акмолинской области Республики Казахстан.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Данное исследование включает в себя изучение динамики, а также математическое моделирование и определение прогнозного уровня смертности в результате ДТП. В первой части нашего исследования мы ретроспективно изучили данные официальной статистики МНЭ РК о смертности населения Акмолинской области за 1999 – 2018 гг.: 1) по случаям смертности в результате дорожно-транспортных происшествий, всего и в разрезе половозрастных групп; 2) по численности населения по половозрастным группам.

Во второй части исследования с использованием статистических методов анализа временных рядов, в частности, метода регрессионного анализа, мы создали линейную математическую модель с такими параметрами, как свободный коэффициент, коэффициент регрессии, коэффициент детерминации R^2 , t -тест коэффициента регрессии и F -тест.

Для прогнозирования уровня смертности в результате ДТП в Акмолинской области также взята экспоненциаль-

ная функция, как наиболее адекватно отражающая природу изменения исследуемого показателя (уровень смертности от ДТП имеет тенденцию к уменьшению с замедлением темпов снижения).

На основе полученных моделей составлен прогноз изучаемого показателя в Казахстане до 2021 года. Длина прогнозного периода определяется длиной ряда фактических данных [6, 7].

Данное исследование является фрагментом диссертационной работы Аубакировой Алмы Серкпаевны на соискание степени PhD по специальности «Общественное здравоохранение».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как мы уже говорили выше, учитывая особенности течения исследуемых процессов, в таблице 1 приведены параметры полученных линейных моделей и их статистическая оценка по данным Акмолинской области по возрастным группам в расчете на 100 тыс. человек.

Как видим из таблицы 1, коэффициенты детерминации были весьма высокие для групп 0-19 лет и 20-64 года и несколько снижаются по возрастной группе 65 лет и старше. Тестирование моделей и коэффициентов регрессии на уровне значимости также показывают их высокую надежность для групп 0-19 лет и 20-64 года. Надежность моделей и коэффициентов регрессии опять же несколько снижаются по возрастной группе 65 лет и старше. Более низкие показатели по самой старшей группе (пожилых людей) объясняется значительно большей волатильностью исходных данных по этой возрастной категории.

Экспоненциальные функции, отражающие динамику уровня смертности в результате дорожно-транспортных происшествий в период с 2008 по 2018 гг. в Акмолинской области на 100 тыс. населения по возрастным группам, отражены в таблице 2.

Из параметров моделей наиболее важную информацию несут в себе коэффициенты при факторной переменной t . По возрастной группе 0 – 19 лет, уровень смертности в результате ДТП ежегодно снижается в среднем на 1,6% по отношению к уровню предыдущего года. По возрастной группе от 20 до 64 лет ежегодное снижение уровня смертности

Таблица 1 – Параметры линейных моделей и оценка их характеристик по данным Акмолинской области Республики Казахстан по возрастным группам в расчете на 100 тыс. человек

№ п/п	Параметры	0-19 лет		20-64 года		65 лет и старше	
		1999-2007 гг.	2008-2018 гг.	1999-2007 гг.	2008-2018 гг.	1999-2007 гг.	2008-2018 гг.
1	Свободный коэффициент	2,438	17,136	2,827	35,738	4,460	18,014
2	Коэффициент регрессии	1,130	-0,771	4,961	-2,168	1,192	-0,895
3	Коэффициент детерминации R^2	0,770	0,674	0,836	0,656	0,321	0,557
4	t -тест коэффициента регрессии	4,842*	4,309*	5,984*	4,139*	1,821***	3,364**
5	F -тест	23,440*	18,569*	35,803*	17,135*	3,317***	11,314**

* значим на уровне 0,01; ** значим на уровне 0,05; *** значим на уровне 0,1

от ДТП по отношению к уровню предыдущего года составляет 8,7%. Ежегодные темпы снижения уровня смертности в возрастной группе 65 лет и старше составляют 6,4%.

В таблице 3 представлены прогнозы уровня смертности в результате ДТП в Акмолинской области по возрастным группам в расчете на 100 тыс. человек на 2019 – 2021 гг.

Ожидаемый уровень смертности в Акмолинской области от изучаемой причины по возрастной группе до 19 лет в 2019 году составит 1,79 на 100 тыс. населения и снизится до 1,30 на 100 тыс. населения в 2021 году. Ожидается снижение данного показателя в возрастной группе 20-64 года до 10,71 на 100 тыс. населения в 2021 году. Среди лиц старше 65 лет в 2019 году смертность от ДТП составит 8,31 на 100 тыс. населения, в 2020 году – 7,80 и в 2021 году – 7,31 на 100 тыс. населения.

Изучая показатели смертности в результате ДТП по Акмолинской области, мы выявили положительную тенденцию по ежегодному снижению смертности от ДТП. Однако данная положительная динамика имеет замедленный темп снижения. Иными словами, будет иметь место ежегодное сокращение количества летальных исходов в результате дорожно-транспортных происшествий, но величина этого сокращения с каждым годом будет уменьшаться.

При подборе подходящего метода для моделирования смертности от ДТП у нас возникли определенные трудности. Линейные функции, которые позволяют аппроксимировать многие процессы в эпидемиологии для нашего слу-

чая не подошли. Это было связано с особенностями течения изучаемого явления: до 2007 года были достаточно высокие показатели смертности в Акмолинской области, которые пошли на спад после внедрения законодательства по ужесточению административной ответственности граждан Казахстана за нарушение правил дорожного движения [8]. Поэтому, учитывая нелинейный характер течения и природу изучаемого процесса, мы использовали экспоненциальную функцию. Подобранная в ходе реализации нашей цели экспоненциальная функция может служить для дальнейшего прогнозирования по всем регионам Казахстана, а также по половозрастным показателям населения.

Выявленные нами данные прогнозного уровня смертности от ДТП позволят соответствующим ведомствам разработать законодательные инициативы, направленные на увеличение темпов снижения изучаемого показателя.

ВЫВОДЫ

В Акмолинской области РК будет иметь место ежегодное сокращение количества летальных исходов в результате дорожно-транспортных происшествий с замедленным темпом снижения. Экспоненциальные функции отражают динамику уровня смертности в результате дорожно-транспортных происшествий в Казахстане наиболее эффективно и являются наиболее результативным методом для краткосрочного точечного прогнозирования смертности от изучаемой причины.

Таблица 2 – Нелинейные модели динамики уровня смертности от ДТП в Акмолинской области Республики Казахстан по возрастным группам в расчете на 100 тыс. человек

№ п/п	Возрастная группа, лет	0-19 лет	20-64 лет	65 и старше
1	Функция	$y=12,347e^{-0,161t}$	$y=36,215e^{-0,087t}$	$y=17,915e^{-0,064t}$
2	Коэффициент детерминации	$R^2=0,614$	$R^2=0,715$	$R^2=0,590$

Таблица 3 – Прогноз уровня смертности в результате ДТП на 2019 – 2021 гг. в Акмолинской области в расчете на 100 тыс. человек

№ п/п	Возрастная группа, лет	2019 год	2020 год	2021 год
1	0-19	1,79 ± 1,78*	1,52 ± 1,51*	1,30 ± 1,29*
2	20-64	12,75 ± 5,21*	11,69 ± 4,78*	10,71 ± 4,38*
3	65 и старше	8,31 ± 2,71*	7,80 ± 2,54*	7,31 ± 2,38*

*с вероятностью 2/3

Прозрачность исследования

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Исследование проводилось по материалам Комитета статистики МНЭ, использованы статистические данные в обобщенном виде, личные данные погибших не раскрывались.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях
Авторы не получали гонорар за статью.

Вклад авторов

Аубакирова А.С. – концепция и дизайн исследования,

сбор и обработка материалов, написание текста, одобрение окончательной версии статьи.

Игисинов Н.С. - концепция и дизайн исследования, статистическая обработка материала, написание текста статьи, одобрение окончательной версии статьи.

Кожухметов С.К. - редактирование, одобрение окончательной версии статьи.

Оразова Г.У. – статистическая обработка материала, одобрение окончательной версии статьи.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Global status report on road safety 2018. Geneva: World Health Organization; 2018. Available from: Licence: CC BYNC-SA 3.0 IGO.
- 2 Аубакирова А.С., Ким С.В., Игиссинов Н.С. Тренды возрастных показателей смертности от дорожно-транспортных происшествий в Казахстане // Клиническая медицина Казахстана. – 2012. – № 1 (24). – С. 17-19. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/trendy-voznrastnyh-pokazateley-smertnosti-ot-dorozhno-transportnyh-proissheshtviy-v-kazahstane>
- 3 Щербакоев Е. Мировые тенденции смертности от ДТП по оценкам ВОЗ 2018 года // Демоскоп Weekly. – 2018. – № 603-604. – С. 27-54. Режим доступа: <http://www.demoscope.ru/weekly/2019/0819/barom06.php>
- 4 Махмутов А.Т., Сакиев К.З., Сергалиев Т.С., Абдрахманов К.Т. и др. Социально-гигиенические проблемы дорожно-транспортного травматизма // Гигиена труда и медицинская экология. – 2016. – №1 (50). – С. 3-7. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-gigienicheskie-problemy-dorozhno-transportnogo-travmatizma>
- 5 Абдрахманова З.Б., Булешов М.А., Молдалиев И.С., Булешова А.М. и др. Эпидемиология дорожно-транспортного травматизма в Республике Казахстан в 2013- 2015 годах // Экология человека. – 2017. – №5. – С. 14-20. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/319349143_Epidemiology_of_traffic_accidents_in_Kazakhstan_IN_2013-2015
- 6 Маслаускене Т.П., Михалевиц И.М., Басаева В.В. Рациональность использования математического прогноза в практическом здравоохранении // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – Т. 90, №7. – С. 162-164. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnost-ispolzovaniya-matematicheskogo-prognoza-v-prakticheskom-zdravoohranenii>
- 7 Boulougari A., Lundengård K., Rančić M., Silvestrov S., Suleiman S., Strass B. Application of a power-exponential function-based model to mortality rates forecasting // Communications in Statistics: Case Studies, Data Analysis and Applications. – 2019. – № 5. – P. 1-14
- 8 Закон Республики Казахстан от 4 июля 2008 года 55-IV «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по безопасности дорожного движения». Режим доступа: http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z080000055_info

REFERENCES

- 1 Global status report on road safety 2018. Geneva: World Health Organization; 2018. Available from: Licence: CC BYNC-SA 3.0 IGO.
- 2 Aubakirova AS, Kim SV, Igissinov NS. Trends in age-specific mortality from road traffic accidents in Kazakhstan. *Klinicheskaya meditsina Kazakhstana = Clinical medicine of Kazakhstan*. 2012;1(24):27-54 (In Russ.). Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/v/trendy-voznrastnyh-pokazateley-smertnosti-ot-dorozhno-transportnyh-proissheshtviy-v-kazahstane>
- 3 Sherbakova E. World trends in road traffic deaths by WHO estimates 2018. *Demoskop Weekly = Demoscope Weekly*. 2018;603-604:27-54 (In Russ.). Access mode: <http://www.demoscope.ru/weekly/2019/0819/barom06.php>
- 4 Makhmutov AT, Sakiev KZ, Sergaliev TS, Abdrakhmanov KT and others. Social hygiene problems of road traffic injuries. *Gigiena truda i meditsinskaya ekologiya = Occupational hygiene and medical ecology*. 2016;1(50):3-7 (In Russ.). Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/sotsialno-gigienicheskie-problemy-dorozhno-transportnogo-travmatizma>
- 5 Abdrakhmanova ZB, Buleshov MA, Moldaliev IS, Buleshova AM, et al. Epidemiology of traffic accidents in Kazakhstan in 2013-2015. *Ekologiya cheloveka = Human ecology*. 2017;5:14-20 (In Russ.). Access mode: https://www.researchgate.net/publication/319349143_Epidemiology_of_traffic_accidents_in_Kazakhstan_IN_2013-2015
- 6 Maslauskene TP, Michalevitch IM, Basajewa VV. Rational use of mathematical prognosis in the public health care. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk) = Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. 2006;7:162-164 (In Russ.). Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnost-ispolzovaniya-matematicheskogo-prognoza-v-prakticheskom-zdravoohranenii>
- 7 Boulougari A, Lundengård K, Rančić M, Silvestrov S, Suleiman S, Strass B. Application of a power-exponential function-based model to mortality rates forecasting. *Communications in Statistics: Case Studies, Data Analysis and Applications*. 2019; 5:1-14. doi/full/10.1080/23737484.2019.1578705 [Indexed for MEDLINE]
- 8 On Amendments and Additions to Certain Legislative Acts of the Republic of Kazakhstan on Road Safety. The Law of the Republic of Kazakhstan №55-IV dated July 4, 2008. Access mode: http://adilet.zan.kz/rus/docs/Z080000055_info