

УДК 656.13

КАПСКИЙ Д. В., д-р техн наук, доц.,  
декан автотракторного факультета  
E-mail: d.kapsky@bntu.by

БОГДАНОВИЧ С. В., канд. техн. наук, доц.,  
зав. кафедрой «Транспортные системы и технологии»  
E-mail: oapdd@bntu.by

КОТ Е. Н., канд. техн. наук, доц.,  
доц. кафедры «Транспортные системы и технологии»  
E-mail: oapdd@bntu.by

БУРТЫЛЬ Ю. В.,  
ст. преп. кафедры «Транспортные системы и технологии»  
E-mail: oapdd@bntu.by

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

*Поступила в редакцию 07.07.2022*

## **ОЦЕНКА ДВИЖЕНИЯ ДЛЯ ВЪЕЗДНЫХ ГРУПП В ГОРОДАХ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДОВ КАЗАХСТАНА**

*В статье рассмотрены вопросы выявления фактического состояния въездных групп городов, повышение безопасности движения на въездных группах. Проведено изучение ситуации на въездных группах городов республиканского и областного значения, изучение возможных направлений и интенсивности движения транспортных потоков, планов развития инфраструктуры, а также мест наибольшего тяготения транспорта; систематизация полученных данных и их статистическая обработка. Выполнена корректировка и эффективная реализация имитационных моделей по въездным группам городов. Разработаны предложения, которые позволят сформулировать требования по обустройству въездных групп городов в Республике Казахстан для адаптации к более низким скоростям движения и смене условий конфликтного взаимодействия.*

**Ключевые слова:** *въездные группы в города, безопасность дорожного движения, городская территория, транспортная система, моделирование транспортного потока, имитационная модель.*

### **Введение**

Выполнен сбор детальных данных с выездом на место по въездным группам городов республиканского и областного значения, необходимых для формирования многофакторной индивидуальной имитационной модели (генеральные планы развития территорий городов, социально-экономические факторы, социальные исследования изучения пользователей дорог, характеристики транспортного потока, транзитный потенциал городов, состояния транспортной инфраструктуры в радиусе 15 км от границы городов и т. п.). Заказчиком работы для анализа определены следующие города: Костанай, Павлодар, Усть-Каменогорск, Туркестан, Семей, Атырау в Казахстане. Наиболее

сложными для обеспечения безопасности движения автотранспорта являются участки автомобильных дорог республиканского значения – подъездов к городам республиканского и областного значения [1–3].

Градостроительная нагрузка, развитие пригородных территорий способствуют росту интенсивности и смешанности транспортного потока, а также пропуска транзитного транспорта. Эта ситуация усугубляется если движение осуществляется по двух полосным дорогам. Все это в совокупности отражается на безопасности дорожного движения. Так, на подъездах к крупным городам Казахстана темпы прироста количества ДТП превышают 4–8 % за год.

Градостроительными проектами развития территорий городских агломераций предусмотрено решения некоторых вопросов. Но их реализация в краткосрочной перспективе требует существенных инвестиций, а также исследований в области безопасности дорог. Детальный сбор данных по въездным группам городов необходимых для формирования в дальнейшем индивидуальной имитационной модели (генеральные планы развития территорий городов, социально-экономические факторы, социальные исследования изучения пользователей дорог, характеристики транспортного потока, транзитный потенциал городов, состояния транспортной инфраструктуры в радиусе 15 км от границы городов и т. п.). На ее основании в дальнейшем. Будут разрабатываться типовые (или нестандартные) решения и организация средств дорожного движения. К преимуществам данного исследования является индивидуальный подход к каждому объекту исследования. Индивидуализация и, в последующем, систематизация объектов исследования позволит подобрать наиболее актуальные технические средства и проектные решения для локализации проблемных участков на перспективу не менее 10 лет.

#### Общие положения по опасным участкам

К ним можно отнести зоны железнодорожных переездов и места входных групп автомобильных дорог в города, которые характеризуются существенными изменениями условий движения [2–3]. Для Республики Казахстан

необходимо адаптировать имитационные модели под существующие (возможные) особенности и условия. С целью выявления фактического состояния въездных групп городов в Казахстане необходимо провести сбор данных и спроецировать полученную ситуацию на имитационные модели. В период 2008–2014 гг. в РК были построены несколько новых железнодорожных линий, улучшающих связность сети в центральной и западной частях страны, а также ликвидирующих необходимость при внутренних перевозках выезжать на территорию Российской Федерации [4–8]. В результате конфигурация железнодорожной сети изменилась (рисунок 1).

Общее количество пересечений республиканских автомобильных дорог РК с железными дорогами в разных уровнях (путепроводы, тоннели) составляет 103 шт., пересечений в одном уровне (железнодорожных переездов) – 78 шт.

Распределение ЖДП и пересечений в разных уровнях по областям РК приведено на рисунке 2.

В Жамбылской области ЖДП на республиканских дорогах отсутствуют, все 7 пересечений с железнодорожными линиями устроены в разных уровнях с применением путепроводов.

К 1-й категории отнесены 2 ЖДП (4 %), ко 2-й категории – 7 ЖДП (13 %), к 3-й категории – 12 ЖДП (22 %), к 4-й категории – 33 ЖДП (61 %) (рисунок 3).



Рисунок 1 – Схема железных дорог Республики Казахстан после 2016 г.

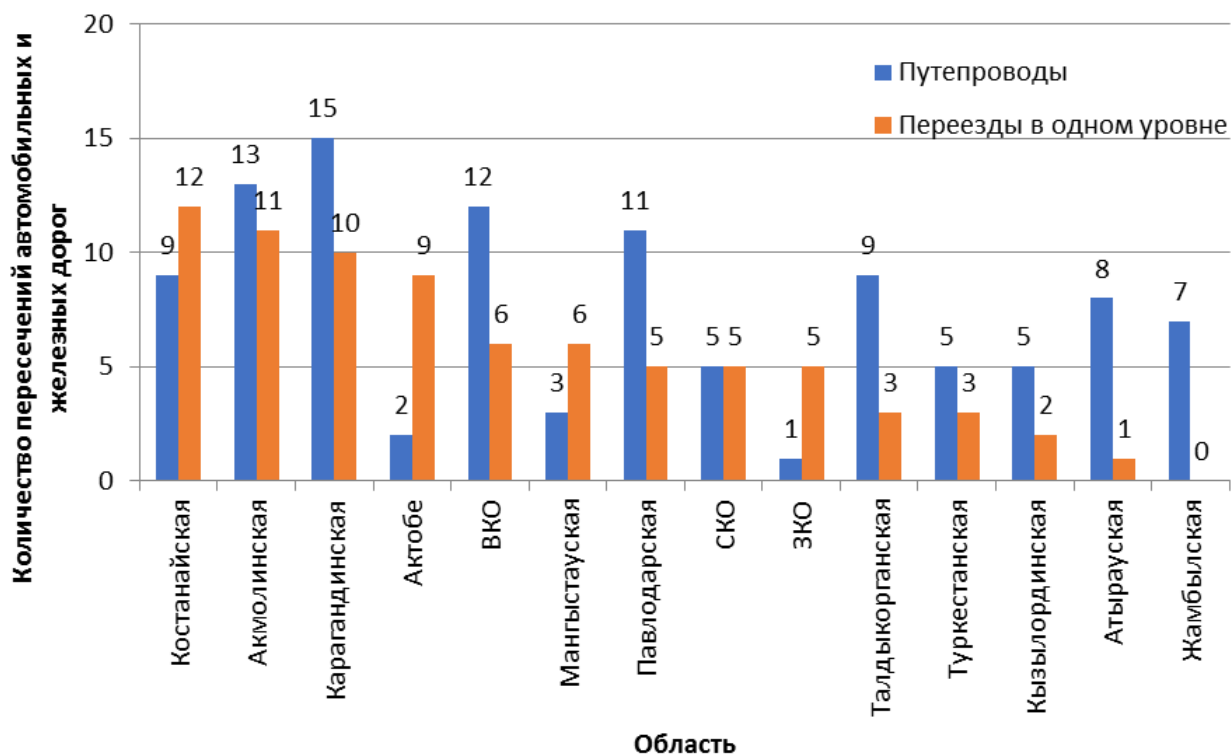


Рисунок 2 – Распределение ЖДП и пересечений в разных уровнях по областям РК

Из 54 ЖДП, для которых есть данные по наличию охраны, 25 (46 %) являются неохраняемыми, 29 (54 %) – охраняемыми (рисунок 4).

17 ЖДП оборудованы шлагбаумами какого-либо типа, 30 ЖДП – автоматической переездной сигнализацией (АПС) (рисунок 5).

37 ЖДП устроены через один ж.-д. путь, 12 ЖДП – через 2 пути, по одному ЖДП – через 3 и 7 путей (рисунок 8). Для 27 ЖДП по этому параметру нет данных.

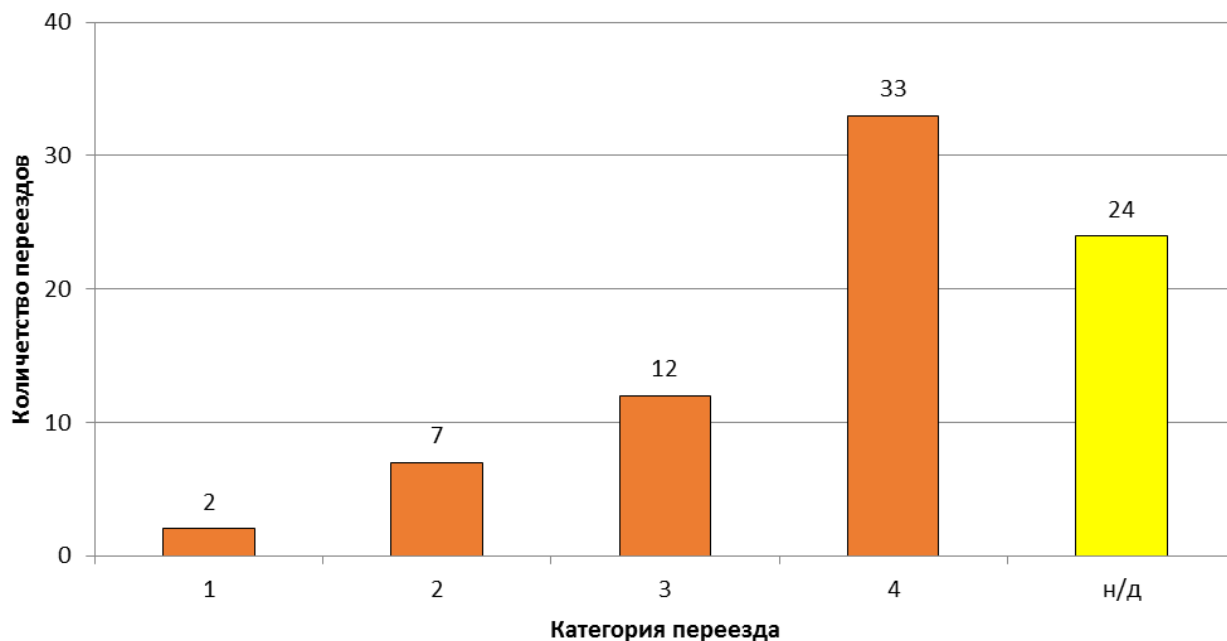


Рисунок 3 – Распределение ЖДП по категориям

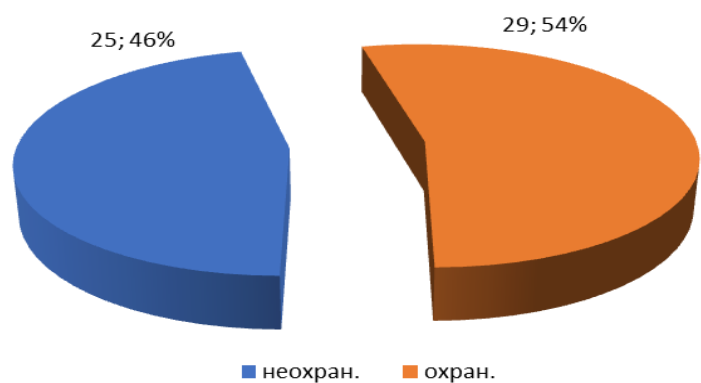


Рисунок 4 – Распределение 54 ЖДП по наличию охраны

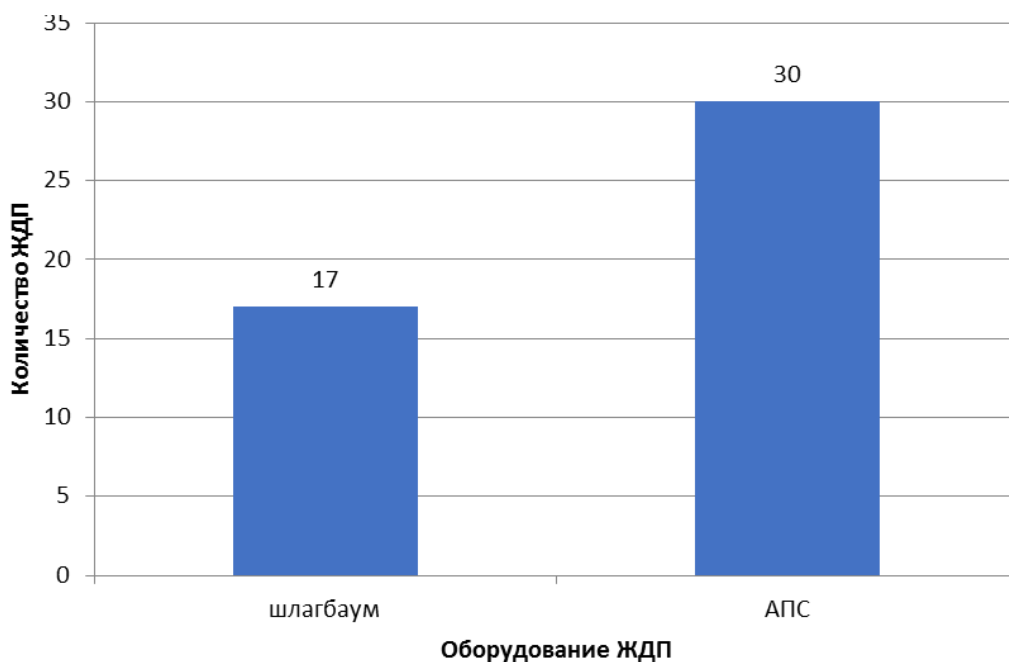


Рисунок 5 – Наличие на ЖДП шлагбаума и автоматической переездной сигнализации (АПС) (данные для 47 ЖДП)



Рисунок 6 – Распределение ЖДП по количеству пересекаемых путей (51 ЖДП)

Ширина настила ЖДП изменяется от 5,4 м до 17 м (рисунок 7, по сведениям для 64 ЖДП). Наиболее частым является значение ширины в диапазоне от 6 до 8 м (39 ЖДП, 61 %). Для 14 ЖДП по этому параметру нет данных.

Наибольший «разброс» значений ширины настила для ЖДП 4 категории (от 5,4 м до 17 м, рисунок 8).

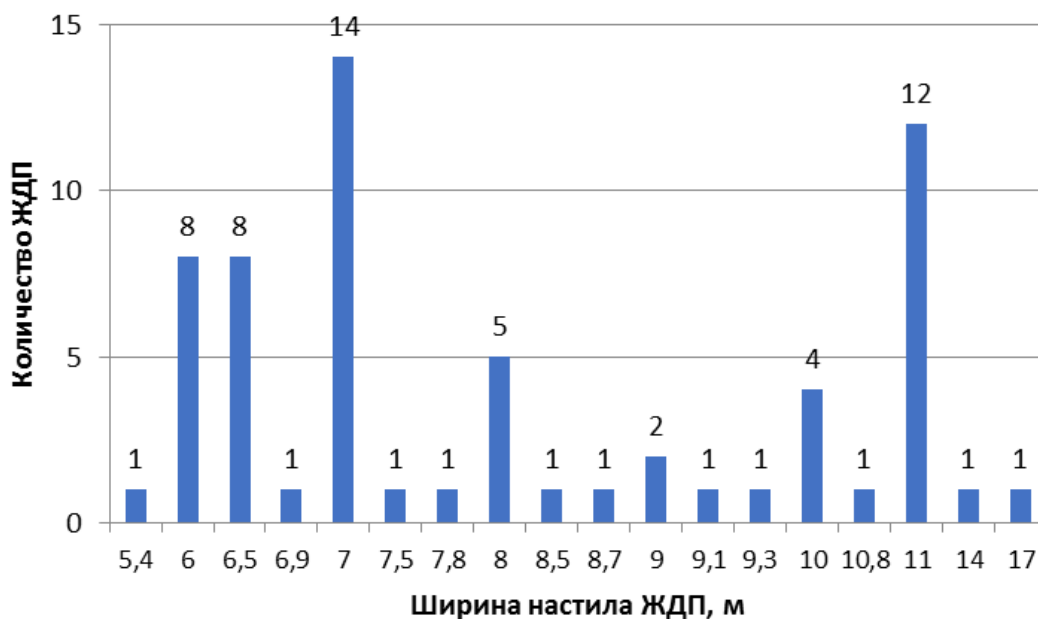


Рисунок 7– Распределение ЖДП по ширине настила (64 ЖДП)

Следует отметить, что проблема с аварийности на ЖДП в РК существует. Однако каких-либо устойчивых тенденций в изменении показателей аварийности из приведенных выше данных выявить не представляется возможным. Кроме того, отсутствие разделения данных на ЖДП, расположенные на республиканских и местных других дорогах еще более затрудняет

использование таких данных каких-либо относительно формализованных моделях [3, 9–12]. Необходимо значительное улучшение качества исходных данных (а также увеличение периодов анализа) для возможности использования их в имитационных моделях для оценки уровня безопасности дорожного движения.

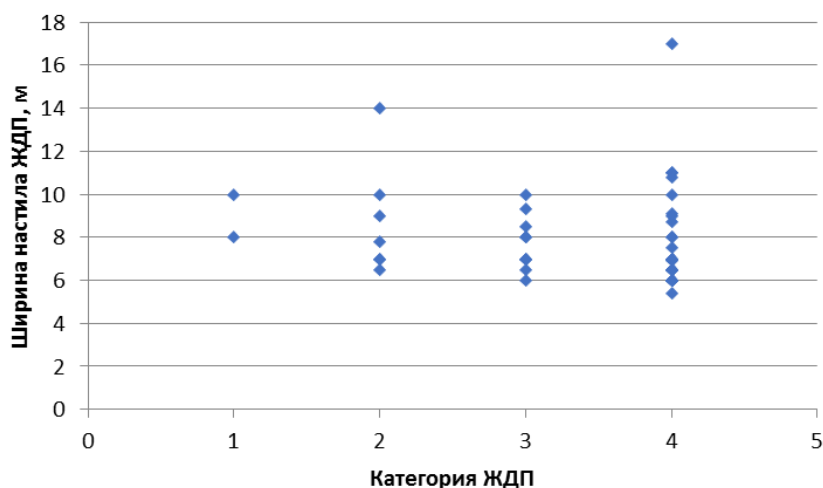


Рисунок 8 – Распределение ширины настила на ЖДП разных категорий (64 ЖДП)

### Анализ условий движения на въездных группах.

Под «въездными группами» (въездными участками, ВУ) для целей настоящего исследования понимаются пригородные (находящиеся вне территории города, но прилегающие к ней)

участки республиканских автомобильных дорог. Протяженность ВУ определяется в каждом случае индивидуально в зависимости от территориального размещения объектов, влияющих на характеристики транспортного потока и

условия дорожного движения по нему (населенные пункты, промышленные предприятия, большие мосты, путепроводы, железнодорожные переезды и т. п.).

Границами ВУ являются:

– граница городской территории (со стороны, ближайшей по отношению к центру города);

– характерный участок автомобильной дороги (перекресток, кольцевая развязка в одном уровне, развязка в разных уровнях, мост, путепровод, железнодорожный переезд) с внешней от центра города стороны (при этом такой характерный участок включается в состав въездного участка).

Протяженность въездного участка составляет, как правило, от 10 до 15 км.

При отсутствии кольцевых или объездных дорог въездной участок, как правило, начинается от границы городской территории.

При наличии кольцевых или объездных дорог одна из границ въездного участка будет размещаться на пересечении радиальной и объездной дорог (ПРОД). При этом сам въездной участок может быть размещен между ПРОД и границей города (при размещении объездной дороги на значительном удалении от города) либо во внешнюю сторону радиальной дороги (при малом расстоянии от границы городской территории до объездной дороги).

В некоторых случаях при необходимости в состав ВУ может включаться участок улицы, являющейся продолжением республиканской автомобильной дороги на территории города на некотором протяжении от границы города.

Характерными особенностями ВУ являются:

1. Максимальная для радиальной дороги интенсивность движения, так как транспортные потоки с пересекающих дорог собираются в направлении к городу.

2. Изменение установленного скоростного режима движения от «загородного» (с ограничением максимальной скорости 90 – 100 – 110 – 120 км/ч) к «городскому» (с ограничением скорости 60 км/ч);

3. Увеличение плотности транспортного потока на каждой полосе движения, увеличение количества вынужденных перестроений, в том числе в условиях ограниченного времени.

4. Частое образование предзаторовых ситуаций, в некоторых случаях, перерастающих в заторы (как правило, в вечерние часы в пятницу и в воскресенье).

5. Увеличение количества сельских населенных пунктов в зоне непосредственного влияния автомобильной дороги, а в некоторых случаях – прохождение дороги через территорию таких населенных пунктов.

6. Увеличение интенсивности движения пешеходов и велосипедистов как вдоль дороги, так и в пересекающих ее направлениях.

7. Увеличение частоты движения маршрутных транспортных средств и помех, создаваемых ими для других транспортных средств при въезде-выезде от остановочных пунктов.

8. Увеличение количества наземных пешеходных переходов.

9. Появление участков со светофорным регулированием.

10. Появление участков с искусственными неровностями.

11. При движении от города – постепенное снижение плотности потока и появление условий для резкого увеличения скорости.

12. Повышенный уровень аварийности, в том числе из-за «смешанных» условий и переходных режимов движения.

Для дальнейшей оценки и анализа выбраны въездные участки республиканских автомобильных дорог на подходах к 6 городам областного подчинения: Усть-Каменогорск, Павлодар, Семей, Уральск, Атырау, Туркестан (таблица 1).

Таким образом можно сделать вывод, что использование простых имитационных моделей не позволит достигнуть ожидаемых результатов по следующим причинам:

– для получения качественных результатов требуются полноценные исходные данные, получение которых, как правило, затруднительно;

– результаты моделирования с использованием простых моделей требуют дополнительной интерпретации полученных результатов экспертов для подготовки вывода о возможности сохранения конкретного ЖДП в рассматриваемом месте пересечения автомобильной и железной дорог.

Таблица 1 – Общая характеристика въездных участков в города областного значения Усть-Каменогорск, Уральск, Туркестан, Павлодар, Семей, Атырау

№	№ до-роги	Наименование а/д республиканского значения	Гра-ница города, км, пк	Техни-ческая катего-рия	Тип одежды	Нали-чие разд. по-лосы	Ин-тен-сивность, авто/сутки	Область
1	А-3	Алматы – Усть-Каменогорск	1073	II	асфальтобетон	–	4007	ВКО
2	Р-24	Усть-Каменогорск – Семей	8	IV	асфальтобетон	–	1758	
3	Р-25	Усть-Каменогорск – Алтай-Улкен – Нарын-Катон – Карагай-Рахмановские ключи	0	III	асфальтобетон	–	1638	
4	А-9	Усть-Каменогорск – Риддер – граница РФ	0	II	асфальтобетон	–	1985	
5	А-10	Усть-Каменогорск – Шемонаиха–граница РФ	0	III	асфальтобетон	–	1952	
6	М-32	Самара – Шымкент	2113–2099	1-б	ц/бетон	+		Туркестан-ская
7	Р-31	Кентау – Төртколь	0	3	а/бетон	–		
10	М-32	Гр. РФ (на Самару) – Шымкент	251–261	I	а/бетон	–	4500	ЗКО
11	А-28	Атырау – Уральск	492	III	а/бетон	–	6000	
12	А-29	Уральск – Таскала – гр. РФ	4	II	а/бетон	–	3500	
13	А-32	Уральск – гр. РФ (на Бузулук	5	III	ч/щебень	–	3000	
14	А-17	Кызылорда – Павлодар – Успенка – гр. РФ	1244	1	асфальтобетон	нет	11347	Павлодар-ская
15			1244	3	асфальтобетон	нет	1432	
16			1314	3	асфальтобетон	нет	963	
19	А-18	Павлодар – Щербакты – гр. РФ	17	3	асфальтобетон	нет	684	
20	81		3	асфальтобетон	нет	538		
21		Павлодар – Успенка – гр. РФ	84	3	асфальтобетон	нет	438	
22			81	3	асфальтобетон	нет	538	
23	М-38	Гр. РФ (на Омск) – Майкашагай	355	3	асфальтобетон	нет	452	
24			304	3	асфальтобетон	нет	922	
27	М-36	Граница РФ (на Екатеринбург) – Алматы	417	2	асфальтобетон	нет	3100	Костанай-ская
28	М-36	Граница РФ (на Екатеринбург) – Алматы	437	3	асфальтобетон	нет	3400	
29	М-36	Граница РФ (на Екатеринбург) – Алматы	464	3	асфальтобетон	нет	3600	
30	А-21	Мамлютка – Костанай	181	3	асфальтобетон	нет	1350	
31	А-22	Карабутақ – Комсомольское – Денисовка – Рудный – Костанай	487	3	асфальтобетон	нет	4400	
32	А-28	Атырау – Уральск	5	III	асфальтобетон	–	7282	Атырау
33	А-27	Актобе – Атырау – гр. РФ на Астрахань	598	III	асфальтобетон	–	7158	
34	А-27	Актобе – Атырау – гр. РФ на Астрахань	616	III	асфальтобетон	–	4114	

Сложных многофакторные модели реализуются с использованием специальных программных средств (PTV Vissim, PTV VISUM и др.). Приобретение таких программных средств требует дополнительных финансовых вложений, кроме того, для корректной их работы требуется множество исходных данных с тщательным подбором их значений (требующим длительной работы эксперта).

С учетом изложенного, предлагается вместо использования имитационных моделей для оценки уровня безопасности движения на железнодорожных переездах и на въездных участках использовать экспертный метод.

## Заключение

Наиболее сложными для обеспечения безопасности движения автотранспорта являются участки автомобильных дорог республиканского значения на железнодорожных переездах и на подъездах к городам республиканского и областного значения. Такие участки требуют самого пристального внимания службы организации дорожного движения.

В процессе работ выполнена общая оценка безопасности дорожного движения на железнодорожных переездах, предложена имитационная модель движения транспорта по участкам дорог со специфическими условиями движения.

Обоснована замена имитационной модели на экспертную оценку безопасности дорожного движения в зоне железнодорожных переездов и на въездных участках республиканских автомобильных дорог в города областного подчинения.

### Литература

1. Капский, Д. В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении: монография / Д. В. Капский. – Минск : БНТУ, 2008. – 243 с.

2. Врубель, Ю. А. Опасности в дорожном движении : монография / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский. – Москва : Новое знание, 2013. – 244 с.

3. Метод прогнозирования дорожно-транспортной аварийности по потенциальной опасности / Д. В. Капский. – Москва, Новое знание, 2015. – 327 с.

4. О дорожном движении : Закон Республики Казахстан от 17.04.2017 (с изменениями и дополнениями по состоянию на 19.01.2019).

5. Правила эксплуатации железнодорожных переездов: утв. приказом Министра транспорта и коммуникаций Республики Казахстан от 25 марта 2011 г. (в редакции приказа Министра по инвестициям и развитию РК от 30.06.2017 № 415);

6. Проект приказа «Об утверждении Правил по устройству, оборудованию и обслуживанию, содержанию и ремонту железнодорожных переездов и технологических проездов» 2016 г.

7. Бюллетень Статистического комитета Республики Казахстан «О деятельности железнодорожного транспорта в Республике Казахстан в 2017 г.».

8. Информация АО «НК «КазАвтоЖол» по пересечениям автомобильных дорог республиканского значения с железными дорогами и въездным группам городов республиканского и областного значения (письмо АО «НК «КазАвтоЖол» 03-14-2-325-и от 08.02.2019 с приложениями в ответ на письмо ТОО «Голд Продактс» №1 от 08.01.2019);

9. Об утверждении Правил и условий классификации, перечня, наименования и индексов автомобильных дорог общего пользования международного и республиканского значения, в том числе перечня автомобильных дорог оборонного пользования. Приказ и. о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 26 марта 2015 года № 315. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 19 июня 2015 года № 11402.

10. ЦП-483 «Инструкция по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России». Применяется на территории Республики Казахстан на основании приказа Министра транспорта и коммуникаций Республики Казахстан от 20 июля 1994 года № 97 по согласованию с МВД Республики Казахстан.

11. Анализ условий размещения на дорогах и характеристик железнодорожных переездов республики Казахстан / Д. В. Капский [и др.] // Наука и техника. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 224–233.

12. Состояние безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах республиканского значения Казахстана / Д. В. Капский [и др.] // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2021. – № 1. – С. 103–120.



KAPSKI Denis V., D. Sc. in Eng., Ass. Prof.,  
dean of the Faculty of Automotive Engineering  
E-mail: d.kapsky@bntu.by

BOGDANOVICH Sergey V., Ph.D., Ass. Prof.,  
head of the department «Transport systems and technologies»  
email: oapdd@bntu.by

KOT Evgeniy N., Ph.D., Ass. Prof.,  
Ass. Prof.  
E-mail: oapdd@bntu.by

BURTYL Yury V.,  
Senior Lecturer  
E-mail: oapdd@bntu.by

Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

*Received 07 July 2022*

## **TRAFFIC EVALUATION FOR ENTRY GROUPS IN CITIES AND RAILWAY CROSSINGS OF KAZAKHSTAN**

*The article deals with the issues of identifying the actual state of the entrance groups of cities, improving traffic safety at the entrance groups. A study was made of the situation at the entrance groups of cities of republican and regional significance, the study of possible directions and intensity of traffic flows, plans for the development of infrastructure, as well as places of greatest gravity for transport; systematization of the obtained data and their statistical processing. The adjustment and effective implementation of simulation models for the entrance groups of cities was carried out. Proposals have been developed that will make it possible to formulate requirements for the arrangement of entry groups of cities in the Republic of Kazakhstan to adapt to lower traffic speeds and changing conditions of conflict interaction.*

**Keywords:** *entry groups to cities, road traffic safety, urban territory, transport system, traffic flow modeling, simulation model*

### **References**

1. Kapsky, D. V. Prediction of accidents in road traffic: Monograph / D. V. Kapsky. – Minsk: BNTU, 2008. – 243 p. (in Russian).
2. Vrubel, Yu. A. Dangers in road traffic: Monograph / Yu. A. Vrubel, D. V. Kapsky. – Moscow: New Knowledge, 2013. – 244 p. (in Russian).
3. The method of forecasting road transport in potential danger / D. V. Kapsky. – Moscow, New Knowledge, 2015. – 327 p. (in Russian).
4. The Law of the Republic of Kazakhstan «On road traffic» dated 04/17/2017 (with amendments and additions as of 19.01.2019). (in Russian).
5. Rules for the operation of railway crossings. Approved by order of the mini-transport and communications of the Republic of Kazakhstan dated March 25, 2011 (as amended by the order of the Minister for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan dated 06.30.2017 № 415). (in Russian).
6. The draft order «On approval of the Pra-III on the device, equipment and maintenance, maintenance and repair of iron-rifle crossings and technological passes» 2016. (in Russian).
7. Bulletin of the Statistical Committee of the Republic of Kazakhstan «On the activities of the same leaf transport in the Republic of Kazakhstan in 2017». (in Russian).
8. Information of JSC «NK» CASAVTOZHOL «at the intersections of the REPUB-Likan Roads with railways and entrance groups of cities of republican and regional significance (letter of JSC»

KA-ZAVTOZHOL «03-14-2-325-and dated 08.02.2019 with applications in response to the letter of Gold Product LLP № 1 dated 08.01.2019).

9. On the approval of the rules and conditions of the class, the list, names and index of road roads of general use of international and republican significance, including the list of road roads of defense use. Order of the acting Minister for Investments and Development of the Republic of Kazakhstan dated March 26, 2015 No. 315. Registered in the Ministry of South Council of the Republic of Kazakhstan on June 19, 2015 No. 11402. (in Russian).

10. TsP-483 «Instructions for the operation of railway crossings by the Ministry of Railways of Russia». It is applied on the territory of the Republic

of Kazakhstan on the basis of an order of the Minister of Transport and Communications of the Republic of Kazakhstan dated July 20, 1994 № 97 by agreement with the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan. (in Russian).

11. Analysis of the conditions for the placement on the roads and the characteristics of the railway crossings of the Republic of Kazakhstan / D. V. Kapsky [et al.] // Science and technology. 2021. T. 20. No. 3. P. 224–233. (in Russian).

12. The state of safety of road traffic on the roads of the Republic of Kazakhstan / D. V. Kapsky [et al.] // Far East: Problems of the development of the architectural and construction complex. 2021. – №. 1. – P. 103–120. (in Russian).