

## ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОАСУД НА ОПАСНЫХ УЧАСТКАХ В МЕГАПОЛИСАХ РОССИИ

*Глемба К.В., Ларин О.Н.*

*ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет»  
(ЮурГУ), 454080, г. Челябинск, проспект им. В.И. Ленина, 76  
автотракторный факультет, кафедра «Эксплуатация автомобильного  
транспорта», glemba77@mail.ru, larin\_on@mail.ru*

### *Аннотация*

Представлен анализ транспортного потока, определены проблемы функционирования улично-дорожной сети. Предложены методы оптимального управления функционированием транспортных потоков, указаны резервы для повышения безопасности движения.

**Ключевые слова:** транспортный поток, затор, риск, надежность, автоматическая система управления дорожным движением, интеллектуальная транспортная система, метод, аварийность, травмирование.

## NEED OF PLACEMENT INTELLECTUAL «OASUD» ON DANGEROUS SITES IN THE RUSSIAN MEGALOPOLISES JUSTIFICATION

*Glemba K., Larin O.*

*South Ural State University*

### *Abstract*

We pointed out in an article on the analysis of traffic flows, about the problem of street network, about the methods of optimal control of the flow of vehicles, about the options to improve the safety of pedestrians and vehicles.

**Key words:** traffic, traffic jam, risk, reliability, automatic control system of traffic, intellectual transport system, method, accident rate, injury.

Современные автомобильные дороги представляют собой сложные инженерные сооружения. Они должны обеспечивать максимально возможное безопасное движение транспортных потоков (ТП) автомобилей с высокими скоростями. Разработка мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения базируется на тщательном анализе причин и условий возникновения дорожно-транспортных происшествий (ДТП), прогнозирования развития ситуаций и определение наиболее эффективных направлений борьбы с аварийностью.

Анализируя данные статистики ДТП по абсолютным показателям, мы можем представить общий уровень аварийности, провести сравнительный анализ во времени для определенного региона и выявить тен-

денции изменения этого уровня. Однако при сравнительной оценке уровня аварийности в различных городах, регионах, государствах с различным уровнем автомобилизации, численности населения наиболее объективную оценку дают относительные показатели аварийности. Прежде всего, при реализации метода количественного анализа ДТП устанавливается удельный вес каждого вида ДТП. Это позволяет получить объективную картину по структуре аварийности на исследуемом объекте (перекресток, улица, дорога, район городской УДС, регион, страна и т.д.). Для выявления структурных изменений целесообразно производить анализ вариации удельного веса ДТП каждого вида. Усреднённое распределение ДТП в Российской Федерации по видам, определенное на основании официальной статистической информации по аварийности, приведено на рис. 1 и табл. 1 [1].

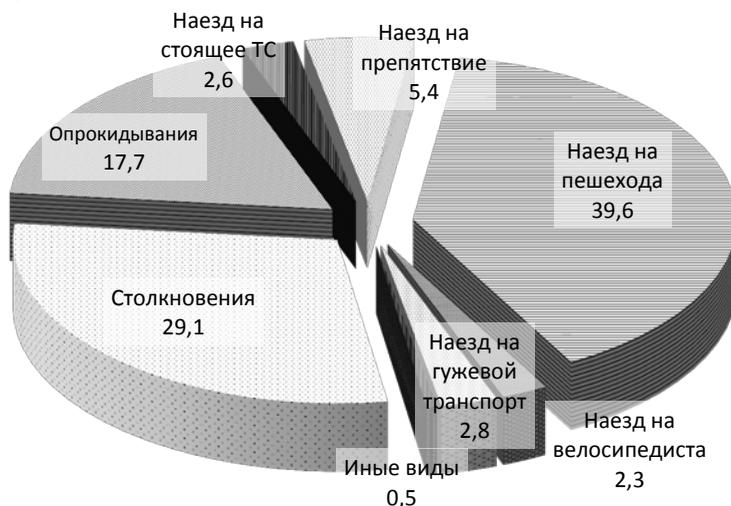


Рис. 1. Среднегодовое распределение ДТП по видам в РФ за 2012 г.

Привлекают особое внимание категории распределения, такие как столкновение и опрокидывание транспортных средств, которые занимают от 33 до 51% случаев ДТП в общей доле. Исследованиями отмечена их устойчивая корреляция с интенсивностью движения, которая является одним из важнейших параметров, определяющих геометрические размеры элементов автомобильной дороги. Существующие методы анализа дорожно-транспортных ситуаций (ДТС) не учитывают параметров ТП и дорожные условия. Они основываются, в основном, на статистических результатах реальных, уже случившихся ДТП.

Таблица 1

Усреднённое распределение ДТП по видам в РФ за 2008-2012 гг.

№	Вид ДТП	Доля, %
1	Наезды транспортных средств на:	
	• пешеходов	39...40
	• препятствия	5...5,5
	• неподвижный транспорт велосипедистов	2,5...3,5 2,5...3,2
2	Столкновение транспортных средств	20...32
3	Опрокидывание транспортных средств	13...19
4	Иные виды	2

Целью настоящих исследований является создание методики оптимального управления транспортными потоками. Для примера приведен участок дороги на одной из исследованных транспортных развязок города Челябинска с повышенным риском возникновения опасной ситуации (рис. 2).

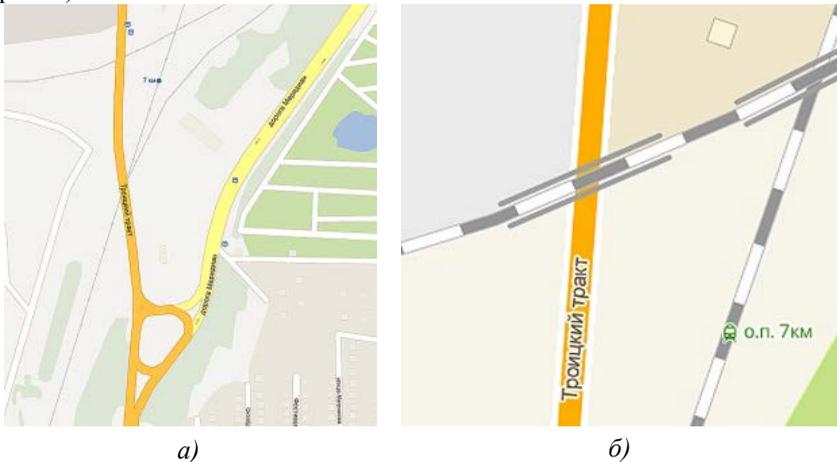


Рис. 2. Исследуемая транспортная развязка (а) и примыкаемый к ней опасный участок (б)

Прохождение водителями этого участка осложнено тем, что перед железнодорожной эстакадой происходит сужение дороги, на котором три полосы движения в одном направлении сливаются в одну. Безаварийность перестроения автомобилей и слияния потоков движения должно опираться не только на соблюдение правил дорожного движения (ПДД), но и на профессионализм и вежливость водителей. В реальности наблюдается противоположная ситуация (рис. 3). Она осложняется и тем, что дорога выполняет функцию транзитной «жилы», чем объясняется разнородный состав ТП с различными тягово-скоростными характеристиками.





Рис. 5. Сдерживающие факторы на исследуемом участке: подъем и состав ТП

Для выявления причин появления заторов была построена математическая модель реального процесса функционирования и взаимосвязи элементов ТП. В ней была учтена характеристика участка дороги (рис. 6) [5, 6].

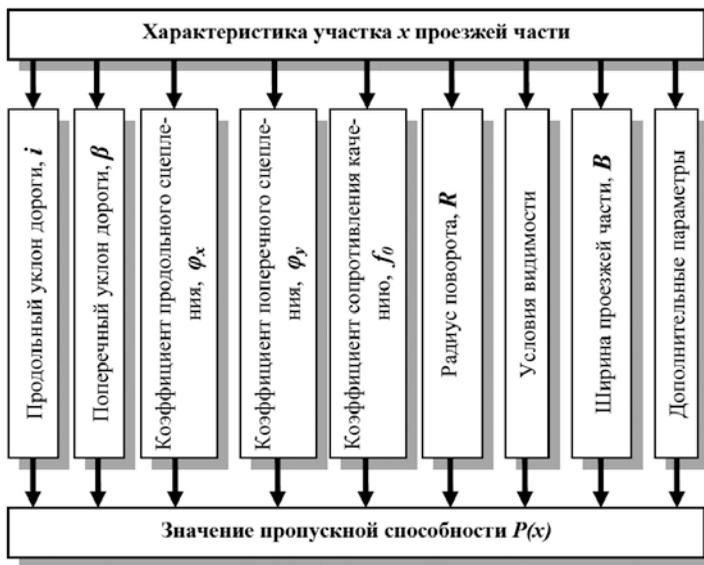


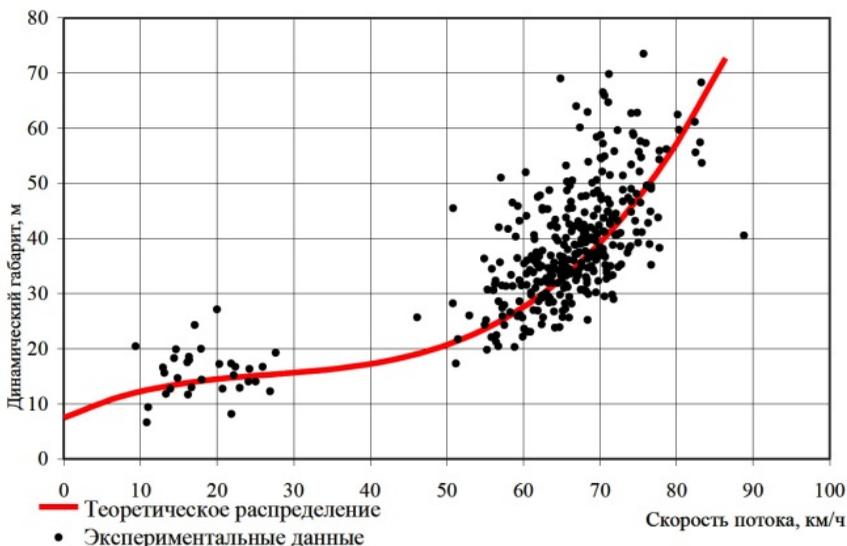
Рис. 6. Факторы, определяющие пропускную способность

Пропускная способность дороги и степень её использования является важнейшим проектировочным и эксплуатационным критерием. Уровень пропускной способности дороги определяется множеством факторов системы «водитель–автомобиль–дорога–среда» (ВАДС): геометрическими характеристиками дороги и дорожными условиями (ДУ), составом

ТП, методами и средствами регулирования движения и др. [7, 8]. Совокупность факторов, влияющих на пропускную способность заданного участка проезжей части, можно разделить на две группы: факторы, влияющие на скорость свободного движения отдельного автомобиля, и факторы, связанные с движением автомобилей в ТП. Степень воздействия многих факторов на пропускную способность сопоставима с влиянием параметров дороги. Поэтому методически более правильно иметь в виду, что пропускная способность является характеристикой системы ВАДС.

При моделировании взаимодействия динамических объектов на дороге применялось имитационное моделирование движения ТП с использованием экспоненциального закона распределения интервалов между движущимися автомобилями в этом потоке [2 – 5]. Для вычисления интенсивности ТП и определения безопасного временного интервала, оптимальной скорости движения использовались данные ранее проведенных исследований распределения значений динамического габарита автомобилей при разной скорости ТП (рис. 7). Эксперимент проводился при средних значениях плотности и в ситуации затора (при коэффициенте сцепления – в пределах 0,6 – 0,7). При расчете минимальной теоретической дистанции исходят из абсолютно равных тормозных свойств пары автомобилей и учитывают только время реакции ведомого водителя. Тогда динамический габарит состоит из суммы длины транспортного средства, зазора и произведения скорости и времени реакции водителя. В этом случае возможная интенсивность транспортного потока не имеет предела по мере увеличения скорости. Однако это не соответствует реальным характеристикам водителей и приводит к завышению возможной интенсивности потока. Здесь главную роль играет значительное увеличение времени реакции при высоких скоростях.

Для достижения поставленной цели – создания системы оптимального управления ТП – рационально использовать опыт применения интеллектуальных общегородских автоматических систем управления дорожным движением (ОАСУД), входящих в систему интеллектуальных транспортных систем (ИТС) и позволяющих управлять дорожным движением на городских магистралях непрерывного движения в комплексе с сетевым координированным светофорным регулированием. Такие системы работают в трех направлениях: координированное управление работой выездов на дорогу непрерывного движения с целью обеспечения резерва пропускной способности на ней, т.е. обеспечение этой самой непрерывности; управление съездами на магистрали обычного типа; автоматическое обнаружение ДТП или затора на магистрали и обеспечение диспетчера информацией о случившемся. В состав этих АСУД обычно вводится управление реверсивными полосами и просто управление движением по отдельным полосам.



*Рис. 7. Теоретическое и экспериментальное распределения значений динамического габарита автомобилей при разной скорости ТП*

В современных АСУД, распространенных в большинстве европейских стран, широко используется информация от видеокамер, входящих в состав подсистем видеоконтроля. Полученная от них информация позволяет организовать оптимальное управление транспортными потоками, скоординировать работу ключевых транспортных узлов города и т.п. Преимуществом систем видеоконтроля является сочетание цифровой и визуальной информации, которая радикально отличает их от других систем наблюдения. Например, возможна организация моментальной обратной связи с оператором системы, диспетчером центра управления при возникновении какой-либо внештатной ситуации или же для обычной проверки системы. Системы видеоконтроля, ориентированные на транспорт, предоставляют данные трех типов:

1. информация о трафике для статистической обработки:
  - общее число обнаруженных автомобилей;
  - скорость;
  - ускорение транспортного потока;
  - плотность потока;
  - занятость полос движения;
  - классификация автомобилей.
2. информация о происшествиях на дороге:
  - высокая скорость, плотность потока или занятость полос;
  - наличие заторов или движения по встречной полосе;

- остановившиеся или медленно движущиеся автомобили;
- наличие на дороге подозрительных предметов.

3. информация о наличии/отсутствии автомобилей (рис. 8):

- наличие приближающихся автомобилей;
- наличие автомобилей, остановившихся на перекрестке;
- число автомобилей, проехавших через зоны обнаружения;
- измерение длины очереди.

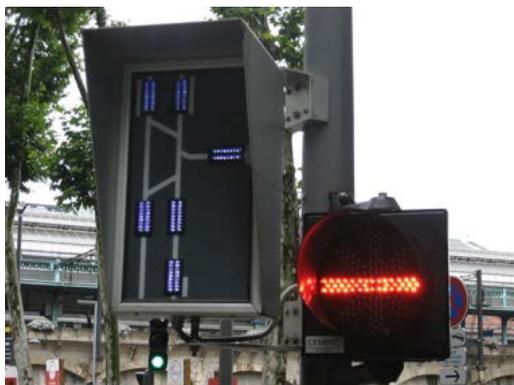
Последний тип информации, как свидетельствует опыт зарубежных стран, широко применяется в системах управления светофорами. Система видеоконтроля интегрирована в модуль управления светофорами, что позволяет скоординировать работу всех светофоров перекрестка в каком-либо напряженном транспортном узле. Например, на российских дорогах пешеходу предоставляется одно и то же время на переход дороги независимо от того, едет ли по ней в данный момент один автомобиль или несколько десятков.

Во многих странах мира четко налажено информационное обеспечение дорожного движения участников движения о транспортной ситуации на направлениях движения (рис. 8), о возможных маршрутах объезда перегруженных участков, о парковках. На пересечениях дорог указываются не только разрешенные направления движения, но и названия районов и улиц. Для передачи водителям информации используются многопозиционные дорожные знаки (рис. 9), световые табло со сменной информацией, специальные радио и видеоканалы, например, после включения световых табло с предупреждением о заторах, они устранялись за 20 – 30 мин., а без табло на это уходило 3 – 4 часа. В европейских государствах толчком к технической модернизации систем управления и контроля движения автотранспорта стал опыт Франции.

В настоящее время уже созданы технологии, обеспечивающие обмен данными между компьютерными системами в автомобилях и на автомобильных дорогах. Разработаны специальные радары и приборы радиопредупреждения, с помощью которых можно избежать столкновения на дороге. Внедряются блокирующие устройства, не позволяющие запустить двигатель автомобиля лицам, находящимся в состоянии алкогольного опьянения. Спутниковые технологии, разнообразные навигационные системы и системы определения местонахождения транспортного средства, доступные пока лишь немногим, скоро, по прогнозам экспертов, станут обычным явлением, помогая водителю найти дорогу в незнакомом городе или вызвать помощь простым нажатием кнопки. Все более широкое распространение получают системы, автоматически включающие устройства для передачи сигналов в полицию при срабатывании надувных подушек безопасности, угоне транспортного средства и т.д.



*Рис. 8. Датчик заторов на дороге в Германии*



*Рис. 9. Многопозиционные световые табло со сменной информацией о заторах*

Несмотря на мировую популярность и успешное применение ИТС, внедрение их на дорогах России только начинается, а их развитию мешает отсутствие полноценной российской нормативной базы и стандартов, т.к. не существует правового определения интеллектуальных транспортных систем. В целом под ними подразумевают интеграцию современных информационных и коммуникационных технологий и средств автоматизации с транспортной инфраструктурой, автомобилями и самими водителями. Цель такой интеграции – сделать транспортный процесс более управляемым, эффективным и безопасным, причем ведущие мировые державы позаботились об этом еще 40 лет назад.

Настоящим же испытанием для внедрения ИТС становятся крупные города России, где заторы стали не просто ежедневным явлением, но и причиной огромных экономических потерь и источником социального напряжения. Теоретически заторы можно частично ликвидировать с помощью ИТС, но сейчас все светофорные объекты могут работать в трех режимах: утреннем, дневном, вечернем при отсутствии режима интерактивности, то есть красный сигнал горит даже тогда, когда пешеходов нет вообще, и никто не переходит дорогу. Зачем порождать затор, когда датчики могут сами отслеживать поток транспорта и поток пешеходов и включать сигнал в зависимости от интенсивности этих потоков? То есть этот элемент можно сделать «умным», и это лишь один пример. Комплексная автоматизация позволит сделать транспортный процесс более эффективным по всей транспортной сети, в которой все знаки должны быть увязаны с датчиками движения транспорта, и вся информация об интенсивности потока, погонных условиях и т.п. должна стекаться в единый координационный центр без человеческого участия. В случае затора или ДТП система сама просчитает маршрут и укажет на информационных табло возможные маршруты объезда. Это позволит водителю сосре-

доточиться только на ситуации УДС, а не отвлекаться на использование навигатора, чтобы найти пути объезда, повышая тем самым риск ДТП. Именно так происходит в европейских странах, где специалисты подходят к внедрению ИТС утилитарно, как и к комплексу тех или иных прикладных программ и технологий, которые помогают решить конкретную проблему. Например, для движения легкового автотранспорта – это интерактивные дорожные знаки, система электронного сбора платы за проезд в тоннелях или на трассах, функция электронного вызова скорой помощи или полиции. Для грузовых перевозок в Европе широко используется такое приложение, как система мониторинга веса в движении WIM (Weight in Motion), которая нужна для автоматической системы платы за проезд.

Однако ИТС не могут применяться в рамках личной инициативы, необходимы государственный заказ и контроль, а также комплексный подход в реализации решения, считает председатель Комитета по политике интеллектуальных транспортных систем в Международной дорожной федерации Жозеф Жако. Внедрение любых ИТС в Европе проходит следующие обязательные этапы: решение правительства – программа – финансирование – законодательство. Например, при решении проблемы вождения в состоянии алкогольного опьянения, специалистами определяется допустимый уровень алкоголя в крови. Далее эта норма закрепляется законодательно, и государство следит за его исполнением, используя при этом ИТС. В Швеции, например, решили задачу по-своему: там в каждом автомобиле имеется приспособление, которое, при наличии алкоголя в крови водителя, блокирует автомобиль.

Анализ первого опыта использования в России ИТС (на федеральной Кольцевой автомобильной дороге вокруг Санкт-Петербурга) показал, что основные элементы ИТС на строящейся трассе включают в себя стандартный набор параметров: сбор данных, информирование водителей, метеобеспечение, видеонаблюдение, распознавание инцидентов, моделирование ситуации, весовой контроль и фиксация нарушений ПДД. Уже установлены свыше ста контроллеров, 400 знаков переменной информации, 30 метеостанций. По расчетам экономический эффект от работы ИТС сопоставим с увеличением количества полос движения за счет расширения дороги. Однако результаты работы ИТС в Петербурге проявятся после полноценного функционирования единого диспетчерского центра, куда будет поступать информация со всей УДС и сопредельных трасс. Также отдельные элементы ИТС присутствуют на трассе Москва – Санкт-Петербург, где установлены видеокамеры и метеостанции. Подобная работа ведется также на других федеральных магистралях, таких как «Кола» и «Скандинавия». После завершения внедрения ИТС на этих дорогах в Северо-Западном регионе будет сформирован современный

транспортный узел. В настоящее время министерство транспорта России и Финляндии подписали меморандум о создании мультимодального транспортного коридора от Хельсинки до Санкт-Петербурга, который будет первым международным транспортным коридором, интегрированным в международную систему.

Однако у ИТС также есть своя специфика, которая заключается в том, что внедрить подобные «умные» системы невозможно на отдельно взятом участке. Установленная АСУД на отдельно взятом перекрестке будет не только не полезна, но и вредна: на соседних перекрестках будут возникать заторы. В процессе внедрения АСУД необходим системный подход, основанный на использовании методов компьютерного моделирования. Этому препятствует, в частности, оснащённость российской УДС устаревшими моделями светофоров, которые неэффективно включать в состав информационных систем.

Для того чтобы получить эффект от ИТС, требуется объединение и интеграция транспортных потоков крупных городов и областей. Пока же специфика российских условий такова, что за ситуацию на дорогах отвечает собственник УДС, а в регионах в этой работе задействованы два разных административных субъекта – город и область, где на одной и той же территории могут существовать дороги различной формы собственности – федерального, регионального, областного уровней, а также ведомственные и частные.

Подводя итоги по решению проблемы устранения заторов, следует выделить несколько способов, направленных на повышение БДД:

- применение способа разделения состава ТП;
- применение интеллектуальных транспортных систем;
- установка дополнительных оградительных барьеров.

По последнему пункту важно отметить, что эта мера является необходимой для соблюдения ПДД водителями, т.к. у них в процессе приобретения опыта формируется дивергентное мышление, и каждый действует на дороге по-своему, стремясь преодолеть опасный участок, даже если промежуточным этапом будет частичное нарушение ПДД, например, движение по обочине [9–11]. Имеются также неуправляемые факторы: техническая характеристика автомобилей, степень износа транспортного средства, состояние дорожного полотна (сюда же отнесем климатический фактор), степень адекватности водителей.

По результатам исследований, в заключение, следует отметить, что на безопасность движения в ТП влияет множество факторов, и некоторые из них являются резервом повышения БДД. В настоящее время актуальным являются такие мероприятия повышения БДД, которые не требуют масштабной реконструкции инженерных сооружений транспортной инфраструктуры, связанной с большими материальными затратами.

Мы не можем повлиять на ряд сопутствующих факторов системы ВАДС, изменить их (например, на технические характеристики автомобилей в ТП, на профессионализм водителей), но если мы обеспечим упорядоченность в структуре движения ТП, применив адаптивный контроль за ним с помощью интеллектуальных транспортных систем, то тем самым мы повысим степень адекватности водителей к восприятию дорожной обстановки, повышая тем самым безошибочность выполнения ими операций, а это и есть использование потенциала, резерва повышения безопасности движения.

### **Библиографический список**

1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения // Госавтоинспекция МВД России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gibdd.ru>.
2. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.
3. Сильянов В.В., Домке Э.Р. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 352 с.
4. Иносэ Х., Хамада Т. Управление дорожным движением / под ред. М.Я. Блинкина. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
5. Лукошявичене О.В. Моделирование дорожно-транспортных происшествий. – М.: Транспорт, 1988. – 96 с.
6. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
7. Романов А.Н. Автотранспортная психология. – М.: Академия, 2002. – 224 с.
8. Самойлов Д.С., Юдин В.А., Рушевский П.В. Организация и безопасность городского движения: учебник для высших учебных заведений. – М.: Высш. школа, 1981. – 256 с.
9. Горбачев С.В., Глемба К.В. Влияние на безопасность движения уровня формализации информационного потока в эргатических системах // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – №10 (129). – С. 88-93.
10. Глемба К.В., Ларин О.Н. Обзор методов определения надежности оператора в динамических эргатических системах // Транспорт Урала. – 2012. – №1 (32). – С. 17-22.
11. Глемба К.В., Глемба В.К., Аверьянов Ю.И. Методы оценки информационной перегрузки оператора в процессе управления машиной // Вестник ЧГАА. – 2007. - Т. 56. – С. 5-10.