



5. Михеева Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.
6. Михеева Т.И. Интеллектуальная транспортная система. Дислокация дорожных знаков / Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №32. Самара: СамГТУ, 2005. С.53-63.
7. Красников, А.Н. Закономерности движения на многополосных автомобильных дорогах / А.Н. Красников. – М. : Транспорт, 1988. – 111 с.
8. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К. и др. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Ядро Самара, Россия: Интелтранс, 2016. 171с.
9. Михеева Т.И., Михеев С.В., Сапрыкин О.Н. и др. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем Самара, Россия: "Интелтранс", 2015. 216с.
10. Михеева Т.И., Михеев С.В. и др. Формализация задачи геомаршрутизации на основе расширенной графовой модели // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: интеллектуальные транспортные системы и ситуационные центры. — 2018. — Ч. 1. — С. 289-298.

С.В. Михеев, Т.И. Михеева

## СЕМАНТИЧЕСКАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПРОСТРАНСТВЕ ОСГУДА

(Самарский университет, Группа компаний «ИнтелТранС»)

Задачи в области системного моделирования, управления и оптимизации процессов принятия решений, синтеза сложноорганизованных структур интеллектуальной транспортной геоинформационной системы, оптимизации и автоматизации транспортных процессов актуальны при решении задач управления транспортной инфраструктурой. На основе фундаментальных закономерностей интеллектуального управления в проектируемой системе принятия решения разрабатываются базовые математические модели, учитывающие в соответствии с системным принципом целеполагания чувствительность глобального системного целевого функционала к компонентам множества состояния этих моделей. Осуществляется декомпозиция основополагающей модели на базе информационного, методологического и функционального принципов стратификации. В качестве конструктивных методов использованы как известные подходы, в том числе методы теории управления транспортными потоками, так и оригинальные разработанные методы. На основе стратификации построены страты проблемно-ориентированных математических моделей в виде множества частных математических моделей и последовательностей их отображений – морфизмов, – отвечающих системным критериям качества и пригодных для



эффективного решения прикладных задач оптимального управления транспортной инфраструктурой.

Рассматриваемые и разработанные модели синтезированы на основе паттернов:

- формализованное описание целей поддержки принятия решения;
- управление транспортной инфраструктурой;
- исследования интенсивности, плотности, состава потоков;
- механизмы и взаимодействия транспортных потоков и технических средств организации дорожного движения;
- внешние воздействия окружающей среды;
- технологические, режимные и конструктивные факторы;
- критерии качества процессов принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой с учетом ограничений.

Модели представлены в форме различных математических конструкций на основе паттернов – линейных и нелинейных моделей, детерминированных, нечетко-определенных и стохастических, распределенных и зональных объектов, аналитических, нейросетевых, геоинформационных, оптимизационных моделей. Для оптимизации управления транспортной инфраструктурой предложена методология системной паттерновой таксономической иерархии структур. Исследованы различные аспекты реализации зонального управления, проведена их верификация и получены оценки качества управления.

Рассматриваемая методика семантической стратификации транспортной инфраструктуры через пространство Осгуда содержит разновидности проектных страт, позволяющих в процессах моделирования функционирования транспортной инфраструктуры учесть факты того, что результирующее оптимальное решение обретает смысл не только благодаря его объективному содержанию, но и критериям, связанным с особенностями интеллектуального плагина, принимающего решения с учетом критериев, ограничений, внешних параметров, которые оказывают влияние на результат моделируемого процесса. В процессе принятия решений оценки результатов моделирования, расположенные в разных стратах, имеют взаимозависимость, взаимодействуют между собой, что позволяет определить уровень наиболее взаимодействующих шкал и сгруппировать их в факторы.

### **Семантическая стратификация транспортной инфраструктуры**

Семантическая стратификация транспортной инфраструктуры основана на методике семантического дифференциала, разработанной в 50-х годах прошлого века американскими учёными под руководством Ч. Осгуда [1, 2]. Методика семантической стратификация представляется паттернами исследования семантических пространств системы поддержки принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой и служит для индексирования значений с помощью двухполюсных страт, определяемых двумя противоположными данными качества объектов, между которыми расположены три, пять или семь



градаций уровней данного качества. Любые объекты, явления или процессы транспортной инфраструктуры, воспринимаемые лицом, принимающим решение, вызывают у него некоторые слабоструктурированные типы реакций, которые успешно можно декларировать с помощью методов семантического дифференциала. Данная методика позволяет увидеть тот образ, который возникает в сознании реципиента, принимающего информацию, на основе которой в последствии принимается решение об управлении с учетом оценки какого-либо объекта, явления или процесса.

Методика семантической стратификации содержит разновидности проектных страт, позволяющих в процессах моделирования функционирования транспортной инфраструктуры учесть факт, что результирующее оптимальное решение обретает смысл не только благодаря его объективному содержанию, но и критериям, связанным с особенностями интеллектуального плагина, принимающего решения с учетом критериев, ограничений, внешних параметров, которые оказывают влияние на результаты моделируемого процесса. В процессе принятия решений оценки результатов моделирования, расположенные в разных стратах, имеют взаимозависимость, взаимодействуют между собой, что позволяет определить уровень наиболее взаимодействующих шкал и сгруппировать их в факторы [3].

Механизм моделирования, объединяющий компоненты страт, по определению Ч. Осгуда, представляет собой явление зонального управления, в котором при возникновении на участке транспортной сети некоторого инцидента, возникают изменения на другом участке сети, называется синестезией [4]. Когда осуществляется переход от признаков к факторам, происходит синтез семантического пространства с зональной стратификацией на основе паттернов интеллектуального пространственно-координированного нейросетевого прогнозирования, которые являются метаязыком описания знаний о транспортных процессах.

Классическое семантическое пространство Осгуда состоит из набора базовых страт, в которых отображаются оценочные показатели испытуемого объекта. Набор страт дислоцируется в виде пространства, в котором возможно судить о мере сходства объектов на основе их имманентных свойств, исходя из расстояний между их показателями. В системе поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой на этапе трансформации, подход Осгуда дает возможность сравнить трудносравнимые сложноорганизованные объекты и построить аналог. Применение семантических пространств Осгуда для проведения аналогий в системе знаний основано на возможности осуществлять описания одной и той же технической системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой на нескольких уровнях абстракции, а также на возможности выполнения классификации свойств. Эмерджентное свойство появляется у системы как продукт функционального взаимодействия ее компонентов.

С позиции страты причинного аспекта выявление знания функциональной структуры системы, как отдельного объекта, есть знание причин выявления



её эмерджентных свойств. Причинно-следственные отношения объектов классов всегда являются темпоральными, в этой связи для полного понимания функционирования системы, как полновесного объекта, её функциональную структуру необходимо разложить во времени, указав при этом последовательность функционала – сеть событий, приводящих к появлению нового, эмерджентного свойства. Функциональные отношения объектов, рассмотренные с позиции темпоральных аспектов, составляют причинный аспект функциональной структуры объекта в виде полновесной системы (рисунок 1).

Причинная страта показывает, как структуры системы принятия решения приводит к появлению нового системного свойства. Величина системной характеристики зависит от влияния процессов, находящихся в причинной страте, объясняющей появление системного свойства. Структура, основанная на отношениях объектов предметной области и сложноорганизованной системы принятия решений, образует многомерную семантическую сеть (рисунок 2). Многомерная семантическая сеть не должна иметь изолированных концептуальных объектов, т.к. создание их основано на специализированных категориях отношений. В этой связи любой объект будет найден последовательными шагами поиска по связанным отношениям в одной или в нескольких стратах семантической сети.

Следуя парадигме метода стратификации, путем последовательного описания знаний о различных аспектах структур системы поддержки принятия решений при управлении объектами транспортной инфраструктуры, повышая качество знаний по мере прохождения их эпистемологических уровней, пройден дивергентный этап проектирования системы [5, 6].

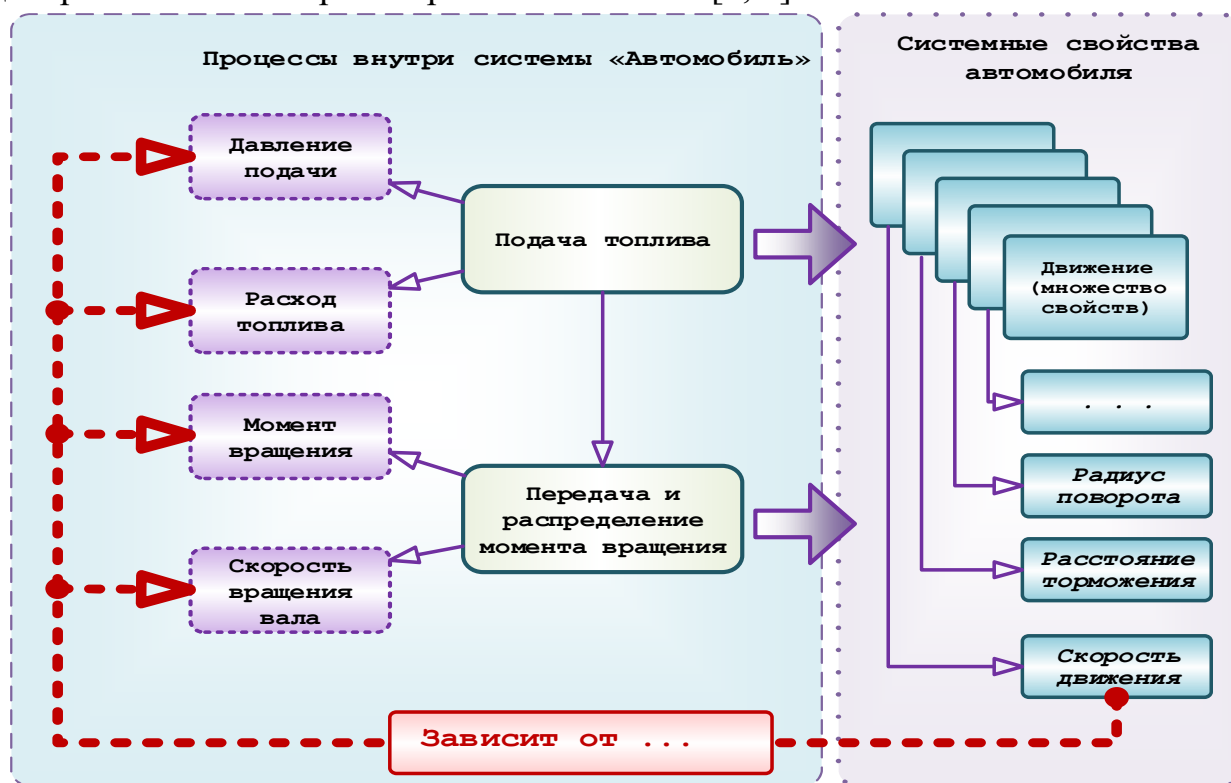


Рис. 1. Влияние показателей процессов на системное свойство

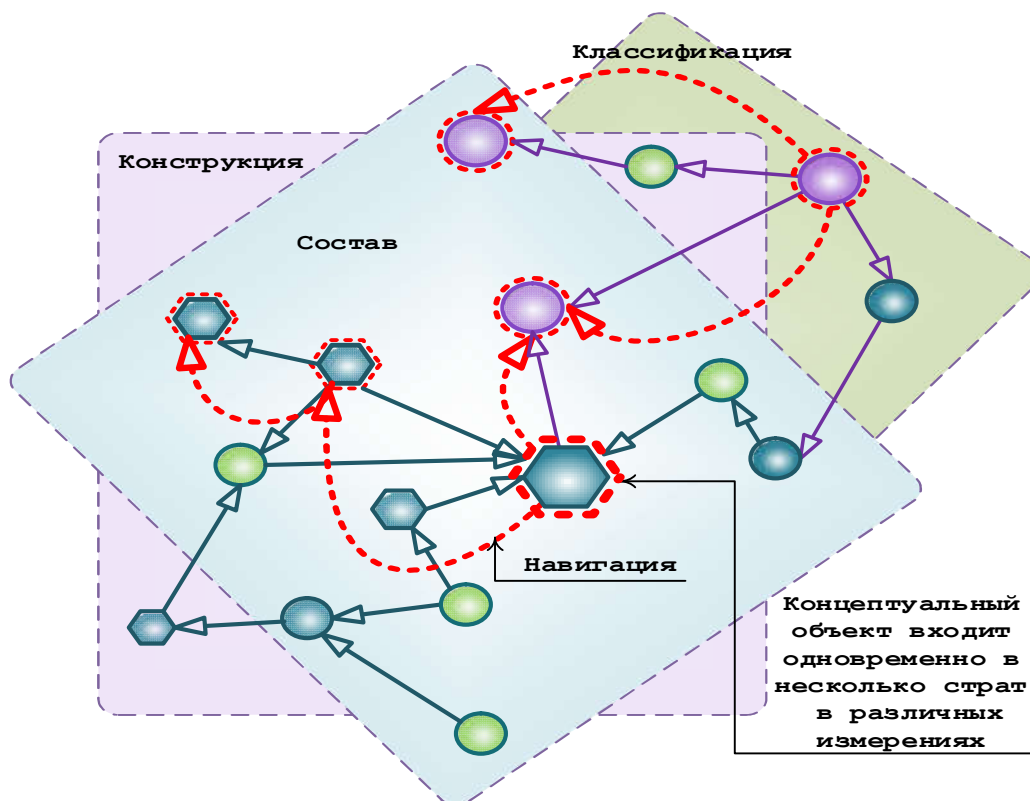


Рис. 2. Многомерная семантическая сеть

Подготовлена информация для этапа трансформации, используя методологию поиска и сравнения в семантических пространствах Осгуда.

Пространство Осгуда в системе поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой формируется на трех основных факторах имманентных свойств объектов предметной области:

- $\tilde{p}^{\tilde{X}_{mark}} = \tilde{mark}(p_j^{\tilde{X}})$  - оценка:
  - ✓ регулируемый перекресток  $\Leftrightarrow$  нерегулируемый;
  - ✓ одностороннее движение  $\Leftrightarrow$  многополосное двухстороннее движение;
  - ✓ светодиодный дорожный знак  $\Leftrightarrow$  несветодиодный дорожный знак;
- $\tilde{p}^{\tilde{X}_{force}} = \tilde{force}(p_j^{\tilde{X}})$  - сила:
  - ✓ уровень загрузки транспортной сети по критерию «Пробки»: свободное движение (плотность транспортного потока  $k^{\tilde{e}_i} = 0$   $\Leftrightarrow$  насыщенное движение (плотность транспортного потока  $k^{\tilde{e}_i} = \max$  движение в «заторе»);
  - ✓ транспортная задержка: движение транспортных средств без остановки  $\Leftrightarrow$  движение транспортных средств с длительным стоянием;
- $\tilde{p}^{\tilde{X}_{active}} = \tilde{active}(p_j^{\tilde{X}})$  - активность:
  - ✓ скорость движения транспортного потока: быстро  $\Leftrightarrow$  медленно;
  - ✓ уровень активности/пассивности движения транспортных средств: движется по участкам транспортной сети  $\Leftrightarrow$  стоит на участке «перекресток» на запрещенном сигнале светофора.



Рассмотрим свойства объектов низшего уровня системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой, измеренные разнообразными шкалами в соответствии с указанными требованиями (рисунок 3, 4).

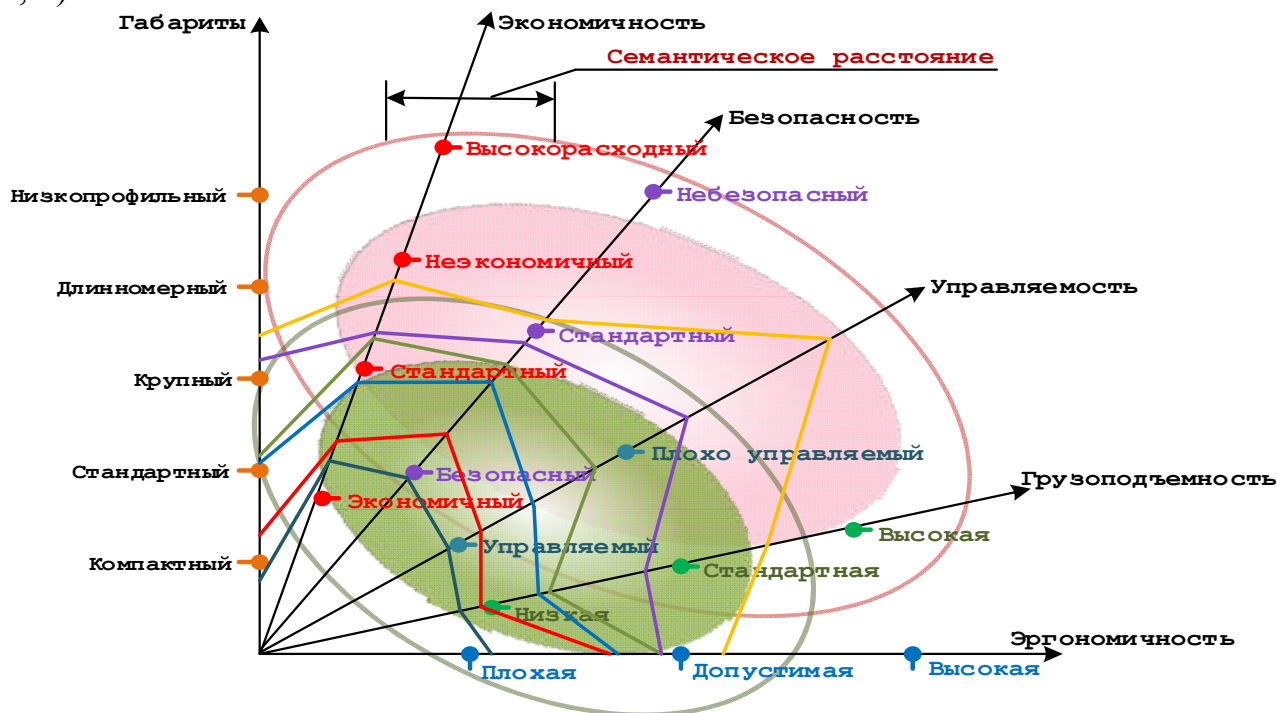


Рис. 3. Отображение классов свойств легковых и грузовых автомобилей на показатели выбора в 6-стратном семантическом пространстве Осгуда

Для разных систем поддержки принятия решения отображение рассматриваемой предметной области будет выглядеть по-разному. Мету различия между ними показывает выбранный тип семантического расстояния в условных единицах.

Выбор страт для отображения должен соответствовать уровню абстракции свойств. Классификация представляет собой иерархию, сходящуюся в одну вершину, количество отображаемых свойств и страт для их отображения, что фактически является размерностью семантического пространства Осгуда, будет уменьшаться согласно увеличению степени абстракции.

Семантическое расстояние на рисунках 3 и 4 между областями отображения различное, что свидетельствует о том, системы на высоких уровнях абстракции становятся одинаковыми и похожими друг на друга. Необходимо уменьшая размерность пространства Осгуда, достичь минимума семантического расстояния между областями отображения.

Таким образом будет актуален и оптимален выбор системы поддержки принятия решения при управлении транспортной инфраструктурой. Описанный процесс семантической стратификации через пространство Осгуда содержит в себе набор эвристик, выполняемых при проектировании и структурно-параметрическом синтезе системы поддержки принятия решения, при поддержке системы знаний.



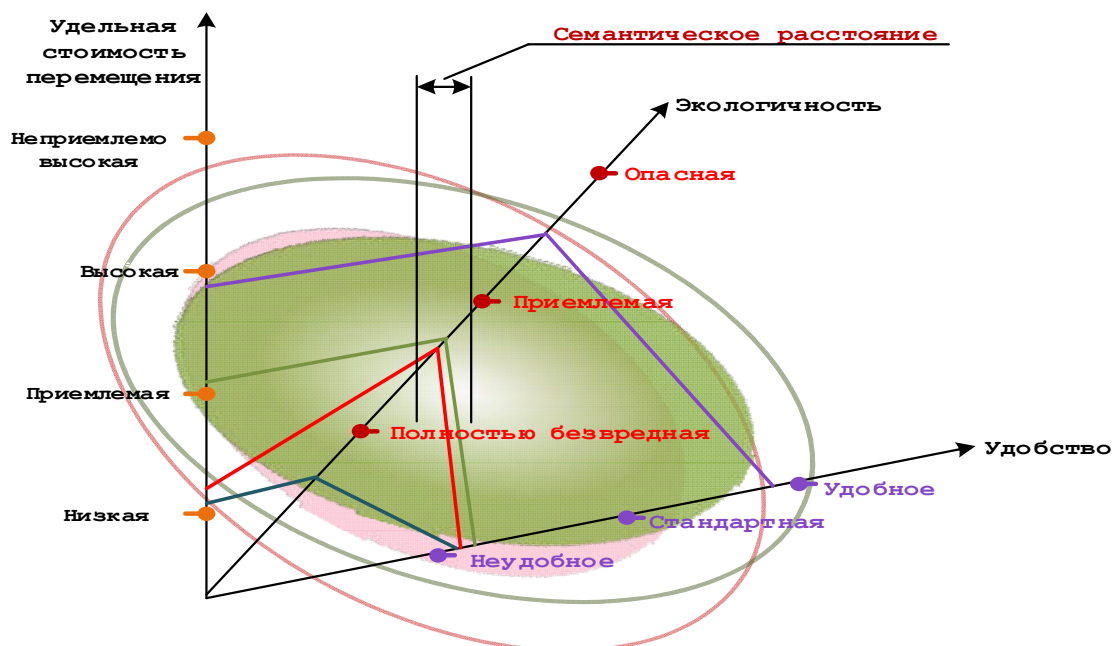


Рис. 4. Отображение более высокого класса свойств легковых и грузовых автомобилей на показатели выбора в трехстратном семантическом пространстве Осгуда

Разработанная методика семантической стратификации транспортной инфраструктуры содержит методику семантического дифференциала, в пространстве Осгуда. Методика семантической стратификации представляется паттернами исследования многомерной семантической сети – пространством Осгуда – в системе поддержки принятия решений при управлении транспортной инфраструктурой и служит для индексирования значений с помощью двухполюсных страт, определяемых двумя противоположными данными качества объектов, между которыми расположены три, пять или семь градаций уровней данного качества [7, 8].

### Литература

1. Бегоян А.Н. Подбор, оценка и расстановка персонала банка методом семантического дифференциала : принцип концептуальной совместимости // Материалы I Летней психологической школы : Сборник научных статей / Отв. ред. Е.Р. Агадуллина, А.В. Ловаков. [Электронный ресурс] – М. : Эннеагон Пресс, 2011. С. 13-21.
2. Горбань П.А. Нейросетевой анализ структуры индивидуального пространства смыслов. «Нейрокомпьютеры» : разработка, применение. 2002, № 4. С. 14-19.
3. Михеев С.В. Таксономическая стратификация объектов транспортной инфраструктуры / IT & Transport / ИТ & Транспорт : сб. науч. статей / под ред. Т.И. Михеевой. – Самара: Интелтранс, 2018. Т.9. – С. 55–60.
4. Hubbard E.M., Ramachandran V.S. Neurocognitive mechanisms of synesthesia. Neuron (Review). [Электронный ресурс] / Vol. 48 (3): P. 509-520. DOI:10.1016/j.neuron.2005.10.012. PMID 16269367. Режим доступа : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896627305008354>



5. Интеллектуальная транспортная геоинформационная система ITSGIS. Плагины / Т.И. Михеева, С.В. Михеев и др. – Самара : Интелтранс, 2016. – Т.2. – 217 с.

6. Михеева Т.И. Интеллектуальная транспортная система. Дислокация дорожных знаков // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Технические науки» №32. Самара: СамГТУ, 2005. С.53-63.

7. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К., Сапрыкин О.Н. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем. – Самара : Интелтранс, 2015. – 216 с. – ISBN 978-5-9906857-2-7.

8. Михеева Т.И. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории / С.В. Михеев, О.К. Головнин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2 (5). – С. 1058–1062.

С.В. Михеев, Т.И. Михеева, А.И. Чугунов

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДОРОГ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ ГЕООБЪЕКТОВ НА КАРТЕ

(Самарский университет, Группа компаний «ИнтелТранС»)

Для разработки стратегии развития современной транспортной инфраструктуры мегаполиса большое внимание уделяется организации взаимодействия транспортных и пешеходных потоков. Для организации движения и оптимизации перевозочного процесса все чаще используются компьютерные системы, основанные на искусственном интеллекте, использующие геоинформационные технологии [1]. Эти направления применения компьютерных технологий стремительно развиваются в среде интеллектуальной транспортной геоинформационной систем «ITSGIS» [2]. Это касается вопросов об автоматизации процессов сбора, хранения, планирования и анализа информации об автомобильных дорогах, методах визуализации реальных объектов транспортной и городской инфраструктуры на интерактивной электронной карте, а также о точности воспроизведения условий их дислокации. ITSGIS оперирует большими массивами разнородной информации, как статической, так и полученной при исследовании дорог с помощью передвижных лабораторий. Комплексный анализ информации требует точной географической привязки данных различного пространственно-временного разрешения.

Плагин ITSGIS учета геометрических параметров проезжей части решает задачи автоматизированного мониторинга автомобильных дорог [3]:

– сбор, хранение, планирование и анализ информации об автодорогах и технических средствах организации дорожного движения (ТСОДД), дислоцированных на этих автодорогах [4];

– получение информации о нормативном и текущем состоянии автодорог и ТСОДД;