
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ РОС-
СИЙСКОЙ ФЕДЕРА-
ЦИИ

ГОСТ Р
(проект 1)

Интеллектуальные транспортные системы

ТРЕБОВАНИЯ К ЗОНИРОВАНИЮ СИСТЕМ

Методика зонирования подсистем ИТС

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Москва
«Стандартинформ» 2013

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации – ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Сведения о стандарте

1. РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский институт интеллектуальных транспортных систем» (ООО «НИИ ИТС»).

2. ВНЕСЕН техническим комитетом №57 «Интеллектуальные транспортные системы».

3. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии №___ от «___» _____ 2013 года.

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок - в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет.

© Стандартиформ, 2013

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Содержание

Введение	4
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	2
4 Сокращения	3
5 Общие положения	3
6 Исходные данные для разработки методик зонирования подсистем ИТС	4
7 Требования к методике зонирования подсистем ИТС	8
8 Требования к среде имитационного моделирования	10
9 Аттестация методик зонирования подсистем ИТС	14
10 Стандартизация методик зонирования подсистем ИТС	16
11 Порядок применения методик зонирования подсистем ИТС	16
Приложение А (справочное)	18

Введение

Опыт внедрения интеллектуальных транспортных систем в дорожно-транспортном комплексе обозначил актуальную проблему определения расположения и принципов установки данных систем. Покрытие всей территории рассматриваемого объекта неразрывной единой системой является в большинстве случаев экономически и технологически нерациональным. Установка на каждом отрезке участка транспортно-дорожной сети независимых дорожных автоматизированных информационных систем, ориентированных на обеспечение безопасности или организацию дорожного движения, даст непрогнозируемый и скорее невысокий показатель отношения затрат к качеству системы. Достаточно иметь возможность определения зон эффективности подсистем, на которых далее осуществлять внедрение, чтобы эффективность подсистемы была максимальной.

Описание требований к методике зонирования подсистем интеллектуальных транспортных систем необходимо для обеспечения унификации и совместимости создаваемых и применяемых в сфере организации дорожного движения систем и средств автоматизации.

Данный стандарт входит в состав комплекса стандартов «Интеллектуальные транспортные системы» и находится во взаимосвязи с другими стандартами комплекса.

Интеллектуальные транспортные системы ТРЕБОВАНИЯ К ЗОНИРОВАНИЮ СИСТЕМ Методика зонирования подсистем ИТС

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на вновь разрабатываемые методики проведения зонирования подсистем интеллектуальных транспортных систем и устанавливает общие положения и требования к их разработке, аттестации, стандартизации, а также общие требования к зонированию.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты и классификаторы:

ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.

ОК 001-2000 Общероссийский классификатор стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 зонирование подсистем интеллектуальных транспортных систем; Зонирование подсистем ИТС: Процесс определения территориальных границ расположения подсистем ИТС в рамках максимизации эффективности функционирования подсистем ИТС и минимизации ее стоимости.

3.2 максимизация эффективности функционирования подсистем интеллектуальных транспортных систем, максимизация эффективности функционирования подсистем ИТС: Процесс нахождения максимума значения интегрального индикатора (нескольких индикаторов) эффективности функционирования подсистемы ИТС.

3.3 интегральный индикатор (эффективности функционирования подсистемы интеллектуальных транспортных систем); интегральный индикатор (эффективности функционирования подсистемы ИТС): Индикатор, объединяющий ряд индикаторов эффективности функционирования подсистемы ИТС.

3.4 методика зонирования подсистем интеллектуальных транспортных систем; методика зонирования подсистем ИТС: Совокупность конкретно описанных последовательных операций, надлежащее выполнение которых обеспечивает получение территориальных границ расположения подсистемы ИТС, в рамках максимизации эффективности функционирования подсистемы ИТС и минимизации ее стоимости.

3.5 эффективность функционирования подсистемы; эффективность функционирования подсистемы ИТС: значение интегрального индикатора эффективности.

3.6 аттестация методик зонирования подсистем интеллектуальной транспортной системы; аттестация методик зонирования подсистем ИТС: Исследование и подтверждение соответствия методик зонирования подсистем ИТС установленным требованиям.

3.7 целевая функция подсистемы интеллектуальной транспортной системы; Целевая функция подсистемы ИТС: Функция, связывающая интегральный индикатор (несколько интегральных индикаторов) с индикаторами эффективности, имеющими возможность количественной оценки в рамках методики зонирования подсистемы ИТС.

3.8 имитационное моделирование: Распространенная разновидность аналогового моделирования, реализуемого с помощью набора математических инструментальных средств, специальных имитирующих компьютерных программ и технологий программирования, позволяющих посредством процессов-аналогов провести целенаправленное исследование структуры и функций реального сложного процесса в памяти компьютера в режиме «имитации», выполнить оптимизацию некоторых его параметров.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ГИС – гео-информационная система.

ДТП – дорожно-транспортное происшествие.

ДУТП – директивное управление транспортными потоками.

ИТС – интеллектуальные транспортные системы.

КМК – качественная матрица корреспонденции.

КУТП – косвенное управление транспортными потоками.

ЛП – локальный проект.

МК – матрица корреспонденции.

ОДД – организация дорожного движения.

ОП – объект притяжения.

ПДД – правила дорожного движения.

САПР – система автоматизированного проектирования.

ТП – транспортный поток.

ТС – транспортное средство.

УДС – улично-дорожная сеть.

5 Общие положения

5.1 Объектом зонирования является комплексная или инструментальная подсистема ИТС, элементы которой располагаются на улично-дорожной сети.

5.2 Наименование и количество необходимых технических средств непосредственно связано со сложностью УДС (количеством перекрестков, транспортных развязок и т.п.), а также наличием альтернативных маршрутов движения в пределах рассматриваемого участка УДС и их максимальной пропускной способностью.

5.3 Методики зонирования подсистем ИТС в зависимости от функционала подсистемы и территории расположения (город, район города, шоссе, автомагистраль) указывают:

- в отдельном документе (нормативном правовом документе, документе в области стандартизации, инструкции и т.п.);

- в разделе или части документа (разделе документа в области стандартизации, технических условий, конструкторского или технологического документа и т.п.).

Примечание - Документы, содержащие методики зонирования подсистем ИТС (стандарты, технические условия, конструкторские, технологические документы и т.п.), должны включать в себя сведения об аттестации методик зонирования подсистем ИТС.

5.4 Методики зонирования, включенные в проекты нормативных правовых актов и документов в области стандартизации, подлежат обязательной экспертизе, которую проводят государственные научные институты.

5.5 Аттестация методик зонирования подсистем ИТС может быть проведена в добровольном порядке в соответствии с настоящим стандартом.

6 Исходные данные для разработки методик зонирования подсистем ИТС

6.1 Разработку методик зонирования подсистем ИТС осуществляют на основе исходных данных, приведенных в техническом задании, технических условиях и других документах, или собранных в процессе подготовительных этапов.

6.2 Исходные данные, рекомендуемые к сбору для зонирования подсистем ИТС:

- Паспорта дорог.

Примечание - В паспорте дорог отражены дорожные знаки, разметка, направляющие устройства, ограждения, светофоры и обустройство дороги, включая автобусные остановки и т.д.

- План на создание и реконструкцию УДС.
- Предварительные данные об интенсивности и скорости движения по видам транспорта и типам ТС.
- Предварительный план ОП.

Примечание - План ОП должен быть сформирован для характерных отрезков времени.

- Матрица ОП.
- Плановая схема пассажирских перевозок и статистика пассажиропотоков.
- Матрица корреспонденции пассажиропотоков.
- Информация о текущей конфигурации подсистем ИТС и телематических систем, установленных на участке внедрения подсистем ИТС.
- Схема экологической нагрузки в зоне внедрения подсистем ИТС.
- Статистика по очагам затруднений движения и ДТП:

- 1) Статистика затруднений движения должна включать качественные характеристики, такие как время возникновения, продолжительность и спрос на пропускную способность проблемного участка УДС.
 - 2) Статистика по ДТП должна включать данные о виде и времени возникновения, тяжести и последствиях: количество раненых и погибших человек, ущерб ТС, груза и дорожной инфраструктуры.
- Параметры геометрии дорог зоны внедрения подсистем ИТС.
 - Схема погодных-климатических условий. Они включают такие данные как:
 - 1) температура воздуха (°C);
 - 2) влажность воздуха (г/м³);
 - 3) атмосферное давление (мм рт. ст.);
 - 4) осадки (мм);
 - 5) места возможного образования тумана (расположение близлежащих водоемов и заболоченных мест);
 - 6) места возможного образования наледи (мосты, места выезда с закрытой местности на открытую).
 - Актуальные и прогнозные планы и схемы ОДД, включая оперативное управление.
 - Информация о текущей конфигурации систем связи и питания.
 - Существующие на данный момент технические и технологические ограничения систем, оборудования, каналов связи, и др.

Примечание - Схема должна сопровождаться техническими и функциональными характеристиками элементов связи и электроснабжения.

- Информация об административных границах участка УДС.
- Выдержки из нормативно-правовых документов, связанных с установкой оборудования.
- Номограммы скорости и плотности ТП.
- Схема спроса на пропускную способность участка УДС.
- Оценка отложенного спроса.
- Данные с системы идентификационных блоков.

6.3 Общие требования к методике сбора исходных данных

6.3.1 Сбор исходных данных необходимо разделять на несколько этапов:

- Сбор предварительных данных;
- Данные, предоставляемые по запросу.
- Данные, получаемые с помощью замеров и анализа.

6.3.2 Предварительные данные, рекомендуемые к сбору:

- Схема / карта рассматриваемого участка УДС;
- Местоположение и характер доминантных ОП.
- Объездные дороги или пути объезда проблемных участков в пределах границ рассматриваемой зоны УДС.

Примечание - Данные являются предварительными, поэтому к ним не предъявляются требования по полноте и точности.

6.3.3 Данные, рекомендуемые к получению по запросу

6.3.3.1 Рекомендуется получить у компетентных организаций следующие данные:

- Паспорта дорог;
- План на создание и реконструкцию УДС;
- Предварительные данные об интенсивности и плотности движения по видам транспорта и типам ТС;
- Предварительный план ОП;
- Плановая схема пассажирских перевозок и статистика пассажиропотоков;
- Информация о текущей конфигурации подсистем ИТС, установленных на участке внедрения;
- Схема экологической нагрузки в зоне внедрения подсистем ИТС;
- Статистика по очагам затруднений движения и ДТП;
- Параметры геометрии дорог, пересечений и развязок зоны внедрения подсистем ИТС;
- Схема погодных-климатических условий;
- Актуальные и прогнозные планы и схемы ОДД, включая оперативное управление;
- Информация о текущей конфигурации систем связи и питания;
- Информация об административных границах участка УДС;
- Выдержки из нормативно-правовых документов, связанных с установкой оборудования;
- Статистика по нарушениям ПДД.

Примечание - Очередность сбора данных не принципиальна, но из приведенного выше перечня рекомендуется в первую очередь собрать информацию, касающуюся возможных физических и юридических ограничений, которые могут помешать установке оборудования на рассматриваемую зону УДС:

- Информация о текущей конфигурации систем связи и питания;
- Информация об административных границах участка УДС;
- Выдержки из нормативно-правовых документов, связанных с установкой оборудования.

6.3.3.2 Данные, собранные на данном этапе, должны отвечать всем предъявляемым требованиям к точности и достоверности, в противном случае необходимо провести корректировку данных.

6.3.4 Данные, необходимые к сбору с помощью замеров и анализа, при их отсутствии на данном этапе.

6.3.4.1 Необходимо произвести сбор следующих данных:

- граф связанных дорог;
- интенсивность, плотность и средняя скорость ТП;
- номограммы скорости и плотности ТП;
- геометрия дорог, перекрестков, развязок;
- состав ТП по типам ТС;
- матрица корреспонденции пассажиропотоков;
- матрица ОП;

- очаги затруднений движения и ДТП;
- схемы спроса на пропускную способность участков УДС;
- обзор существующих на текущий момент технических и технологических ограничений систем, оборудования, каналов связи и др.;
- оценка отложенного спроса;
- данные с системы идентификационных блоков;
- КМК (в некоторых случаях МК).

Примечания

1 Если УДС имеет достаточно простое строение, то допустимо использование МК вместо КМК.

2 Данный перечень не является окончательным и может варьироваться в зависимости от выбранных для проведения имитационного моделирования подсистем ИТС.

6.3.4.2 Перечисленные данные должны собираться строго в указанной последовательности.

6.4 Необходимо иметь минимальный необходимый набор данных, обязательных для проведения работ по зонированию подсистем:

- Минимально необходимые данные для создания модели УДС:
 - 1) карта/схема/граф дорог рассматриваемого участка УДС;
 - 2) протяженность дорог, входящих в рассматриваемый участок УДС;
 - 3) геометрия дорог;
 - 4) геометрия пересечений / развязок;
 - 5) количество полос дорог.
- Минимально необходимые данные для создания модели ОДД:
 - 1) информация о горизонтальной дорожной разметке, описанной в п.6 ГОСТ Р 52289-2004;
 - 2) информация об установленных на рассматриваемом участке УДС дорожных знаках;
 - 3) информация о светофорном регулировании на участке УДС;
 - 4) информация о расписании и маршрутах движения городского маршрутного транспорта;
- Минимально необходимые данные о внедренных ИТС:
 - 1) при наличии систем КУТП:
 - 1.1) ОП, относительно которых происходит информирование водителей ТС;
 - 1.2) узлы УДС, на которых происходит перераспределение ТП;
 - 1.3) теоретически возможные проценты перераспределения ТП;
 - 1.4) фактический процент перераспределения ТП;
 - 2) при наличии систем ДУТП:
 - 2.1) принцип корректирования светофорных фаз;
 - 2.2) расположение управляемых светофоров;
 - 3) при наличии систем диспетчеризации:
 - 3.1) маршруты ТС, находящиеся под влиянием систем;

- 3.2) принцип корректировки маршрутов движения маршрутного транспорта;
- 3.3) принцип корректировки расписания движения маршрутного транспорта;
- 4) иные системы, влияющие на ТП:
 - 4.1) локации взаимодействия (информирования) с водителями ТС;
 - 4.2) фактическая эффективность систем (доля водителей, следующих рекомендациям систем).
- Минимально необходимые данные для создания модели ТП:
 - 1) интенсивность ТП;
 - 2) средняя скорость ТП;
 - 3) состав ТП по типам ТС (легковые автомобили, грузовые автомобили и др.);
 - 4) данные о потоке пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах;
 - 5) КМК, в некоторых случаях МК;
 - 6) величина отложенного спроса на пропускную способность УДС.

7 Требования к методике зонирования подсистем ИТС

7.1 Разработка методик зонирования подсистем ИТС должна включать в себя следующие обязательные этапы, выполняемые в строгой последовательности в соответствии с представленным списком:

- формулирование задачи для выполнения зонирования подсистем ИТС;
- всестороннее рассмотрение сложившейся дорожно-транспортной ситуации на рассматриваемом участке УДС;
- предварительный выбор возможных методов решения затруднительных ситуаций;
- выбор подсистем ИТС и элементного состава;
- нахождение целевой функции:
 - 1) формирование индикаторов, характеризующих эффективность работы подсистемы (индикаторы эффективности);

Примечание - Индикаторы эффективности могут задаваться заказчиком с учетом их корректировки в ходе выполнения работы.

- 2) составление иерархии для эффективности, которые невозможно измерить инструментально;
- 3) сведение индикаторов к одному или нескольким интегральным индикаторам эффективности.

Примечание - Пример процесса нахождения целевой функции методом анализа иерархии представлен в приложении А.

- установление последовательности и содержания операций при подготовке и выполнении зонирования подсистем ИТС;
- требования к квалификации специалистов;
- создание в среде имитационного моделирования базовой модели с заданной точностью;
- определение сценариев экспериментов и их последовательности;
- проведение экспериментов в программах имитационного моделирования в соответствии с созданными сценариями по оценке индикаторов эффективности функционирования подсистем ИТС;
- создание дополнительных сценариев проведения экспериментов в среде имитационного моделирования, если при проведении экспериментов выявилась данная необходимость;
- проведение экспериментов в программах имитационного моделирования в соответствии с дополнительными сценариями по оценке индикаторов эффективности функционирования подсистем ИТС;
- анализ соответствия индикаторов эффективности функционирования подсистемы ИТС исходным требованиям;
- расчет значений целевой функции по значениям индикаторов эффективности;
- максимизация целевой функции;
- обработка промежуточных результатов зонирования подсистем ИТС;
- определение окончательной области расположения подсистем ИТС, полученной с помощью данной методики зонирования;
- разработка проекта документа на методику зонирования подсистем ИТС;
- аттестация методик зонирования подсистем ИТС;
- утверждение и регистрация документа на методику зонирования подсистем ИТС, оформление свидетельства об аттестации;

7.2 В документе, регламентирующем методику зонирования подсистем ИТС, указывают:

- наименование подсистемы ИТС, предназначенной для зонирования;
- назначение методики зонирования подсистемы ИТС;
- область применения;
- условия выполнения зонирования подсистемы ИТС;
- применяемые средства при зонировании подсистемы ИТС, их технические характеристики.
- операции при подготовке к выполнению зонирования подсистем ИТС;
- характеристики базовой модели и ее точность;
- сценарии проведения экспериментов в среде имитационного моделирования, основные и дополнительные;
- индикаторы эффективности функционирования системы при различных сценариях;
- операции обработки результатов зонирования подсистем ИТС;

- требования к оформлению результатов зонирования подсистем ИТС;
- требования к квалификации специалистов;
- другие требования и операции (при необходимости).

Примечания

1. В документах на методики зонирования подсистем ИТС дополнительно указывают наименование и функционал программы имитационного моделирования, а также других технических средств (если они применялись).

2. В документе на методики зонирования подсистем ИТС могут быть даны ссылки на официально опубликованные документы, содержащие требования или сведения, необходимые для реализации методики.

7.3 Результаты зонирования подсистем ИТС должны включать следующие необходимые позиции:

- Методика формирования целевой функции;
- Процесс максимизации целевой функции;
- Набор территориальных границ расположения подсистем ИТС на заданном участке УДС с указанием эффективности функционирования подсистемы в программе имитационного моделирования.

8 Требования к среде имитационного моделирования

8.1 Общие требования к программно-моделирующему комплексу:

- Возможность интеграции моделирования на основе различных подходов – макро, мезо и микроуровнях.
- Наличие удобного программного интерфейса, позволяющего создавать дополнительные подпрограммы моделирования в соответствии с требуемыми функциями и включать эти подпрограммы в программно-моделирующий комплекс для совместной работы.
- Наличие возможности взаимодействия с другими программно-моделирующими комплексами транспортного планирования и моделирования транспортных потоков.
- Функциональные возможности моделирования приложений интеллектуальных транспортных систем – динамическое перераспределение транспортных потоков, моделирование въездов на автомагистрали, моделирование въездов на платные участки дорог, моделирование различных алгоритмов управления дорожным движением на автомагистралях, выявление инцидентов.
- Возможность использования комплекса в структуре интеллектуальных транспортных систем при управлении в реальном режиме времени.

- Опыт применения программно-моделирующего комплекса при прогнозировании транспортных потоков и управлении дорожным движением на автомагистралях.

8.2 Программно-моделирующий комплекс должен иметь возможность выполнения следующих функций:

- создание и редактирование модели транспортных потоков автомобильной дороги:
 - 1) дорожная сеть в модели в точности соответствует конфигурации реальной дорожной сети и легко редактируется при изменениях в реальной дорожной сети;
 - 2) дорожная сеть в модели содержит: участки дорог, транспортные развязки, перекрестки, съезды с дороги, остановки транспорта, светофоры, нерегулируемые пешеходные переходы, оконечные станции (точки начала или конца движения транспортных средств), районы;
 - 3) для участков дорог устанавливаются: профиль, приоритет, существующие ограничения проезда по типу транспортных средств, минимальная и максимальная допустимая скорость, степень затруднения проезда;
 - 4) программы работы светофоров в модели дорожной сети задаются в точном соответствии с реальными программами.
- Калибровка модели транспортных потоков по данным с детекторов транспорта:
 - 1) в процессе калибровки модели транспортных потоков происходит сравнение трафика на участках дорожной сети, где размещены виртуальные детекторы транспорта, с заданными эталонными значениями трафика для данных участков. При этом фоновые потоки распределяются таким образом, чтобы расхождение между эталонными и получаемыми в ходе симуляции значениями трафика было минимальным;
 - 2) в качестве эталонных значений трафика могут выступать значения, полученные с реальных детекторов транспорта, полученные в результате «ручных» замеров, либо вычисленные эмпирическим путем;
 - 3) в результате калибровки формируются матрицы корреспонденций, соответствующие реальным потокам в дорожной сети.
- Имитация существующих и прогнозируемых транспортных потоков в визуальном режиме наблюдения:
 - 1) пользователь может наглядно наблюдать за ситуацией, отражающей реальное состояние дорожной сети в разные дни недели и время суток;
 - 2) смена матриц корреспонденций, определяющих фоновые потоки, и смена программ работы светофоров происходит в ходе симуляции по заданному расписанию. Пользователь может изменить значения интенсивностей движения в матрицах корреспонденций либо внести коррективы в программы работы све-

- тофоров и наглядно пронаблюдать, как такие изменения отражаются на транспортных потоках;
- 3) симуляция может проходить как в реальном времени, так и в ускоренном режиме.
- Расчет значений параметров транспортных потоков в ходе имитации
 - 1) в ходе имитации рассчитывается интенсивность движения на отдельных участках дорожной сети, которая может отображаться в виде тепловой карты;
 - 2) интенсивность движения на отдельных участках дорожной сети отражается в отчете по итогам симуляции.
 - Имитация транспортных ситуаций на модели дорожной сети в визуальном режиме наблюдения:
 - 1) в ходе симуляции возможна установка перекрытий дороги, исключающих возможность проезда по определенному участку дороги, что дает возможность визуально оценить поведение транспортных потоков в случае перекрытия дороги в реальности;
 - 2) перекрытие дороги может быть установлено на участок дороги целиком, на отдельное направление или отдельную полосу участка дороги;
 - 3) перекрытие дороги может быть установлено в двух режимах:
 - 3.1) без оповещения - при этом водители транспортных средств, движущихся в направлении данного перекрытия, предварительно не знают о нем;
 - 3.2) с оповещением - соответствует некой идеальной ситуации, когда водители всех вновь выезжающих транспортных средств оповещены о том, что определенный участок дороги перекрыт, и выбирают другой маршрут своего передвижения к пункту назначения.
 - 4) обеспечивает эффективные единообразные средства визуализации содержимого временных рядов.

8.3 Программно-моделирующий комплекс должен включать следующие компоненты:

- развитый редактор сетей, обеспечивающий возможности 2-х и 3-х мерной визуализации;
- инструменты импорта (и в некоторых случаях – экспорта) файлов САПР, ГИС, растровых изображений и данных о параметрах трафика и транспортных средств;
- Микро- и Мезо-имитаторы трафика;
- программный модуль макроскопического анализа с возможностями статического распределения транспорта и набором функций для работы с матрицами Источник/Цель, обеспечивающих корректировку, балансировку и построение обходов;
- интерфейсные средства для взаимодействия со сторонними программными продуктами.

8.4 Программно-моделирующий комплекс должен иметь возможность имитировать поведение:

- адаптивных систем регулирования дорожного движения;
- систем, управляемых участниками дорожного движения и обеспечивающих приоритет спецтранспорта;
- расширенных систем управления движением, использующих знаки с переменным содержанием, стратегии нормализации трафика, политики управления ограничителями на въезде и т.д.;
- систем указания маршрута;
- систем и приложений, обеспечивающих контроль выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду и потребление энергии.

8.5 Параметры имитации должны представлять собой фиксированные значения, описывающие эксперимент (продолжительность периода имитации, время подготовки, статистические интервалы и т.п.), а также некоторые изменяемые значения, используемые для калибровки моделей (время реакции, зоны смены полосы и пр.).

8.6 Программно-моделирующий комплекс должен обеспечивать выполнение следующих задач:

- Оценка влияния типа пересечения дорог на пропускную способность (нерегулируемый перекрёсток, регулируемый перекрёсток, круговое движение, ж/д переезд, транспортная развязка).
- Создание, тестирование и оценка влияния режима работы светофора на параметры транспортного потока.
- Оценка транспортной эффективности предложенных мероприятий.
- Анализ возможности предоставления приоритета спецтранспорту.
- Анализ влияния управления движением на ситуацию в транспортной сети (регулирование притока транспорта, изменение расстояния между вынужденными остановками транспорта, проверка подъездов, организация одностороннего движения и полос для движения спецтранспорта).
- Анализ пропускной способности больших транспортных сетей при динамическом перераспределении транспортных потоков.
- Детальная имитация каждого участника движения.
- Моделирование остановок общественного транспорта.
- Проектирование, тестирование и оценка влияния режима работы пунктов взимания платы на характер транспортного потока.
- Расчет аналитических индикаторов, построение графиков (в Microsoft Excel) индикаторов транспортного потока, как на отдельной секции моделируемого участка, так и на всей сети в целом.

9 Аттестация методик зонирования подсистем ИТС

9.1 Методики зонирования подсистем ИТС, регламентированные в соответствии с 5.2.2, подлежат аттестации в обязательном порядке.

9.2 Критерии аттестации методик зонирования подсистем ИТС:

- полнота изложения требований и операций в документе на методики зонирования подсистем ИТС;
- наличие и обоснованность индикаторов эффективности функционирования подсистем ИТС.

9.3 Аттестацию методик зонирования подсистем ИТС проводят аккредитованные в установленном порядке юридические лица и индивидуальные предприниматели, в том числе государственные научные институты.

9.4 Аттестация методик зонирования подсистем ИТС включает в себя экспертизу комплекта документов с использованием рекомендаций, а также теоретические и экспериментальные исследования, подтверждающие соответствие аттестуемой методики зонирования подсистем ИТС требованиям нормативных правовых документов.

9.5 При аттестации методик зонирования подсистем ИТС проводят исследование и подтверждение соответствия:

- методик зонирования подсистем ИТС - их целевому назначению, т.е. соответствие предлагаемой методики свойствам объекта зонирования подсистем ИТС и характеру измеряемых величин;
- условий выполнения зонирования подсистем ИТС - требованиям к применению данной методики зонирования подсистем ИТС;
- используемых в составе методики зонирования подсистем ИТС технических и программных средств - условиям обеспечения достоверности результатов зонирования подсистем ИТС;

9.6 На аттестацию методик зонирования подсистем ИТС представляют следующие документы:

- исходные данные на разработку методик зонирования подсистем ИТС;
- проект документа, регламентирующий методику зонирования подсистем ИТС;
- программу и результаты оценки индикаторов эффективности методики, включая материалы теоретических и экспериментальных исследований методики зонирования подсистем ИТС.

9.7 При положительных результатах аттестации:

- оформляют заключение о соответствии методики зонирования подсистем ИТС установленным метрологическим требованиям с приложением результатов теоретических и экспериментальных исследований;
- оформляют свидетельство об аттестации;

- утверждают документ, регламентирующий методику зонирования подсистем ИТС.

9.8 При отрицательных результатах аттестующая организация оформляет заключение о несоответствии методики зонирования подсистем ИТС требованиям технического задания на разработку данной методики зонирования подсистем ИТС или нормативно правовым документам.

9.9 Свидетельство об аттестации методики зонирования подсистем ИТС подписывает руководитель юридического лица или индивидуальный предприниматель, аттестовавший методику зонирования подсистем ИТС, и заверяет печатью с указанием даты. Свидетельство об аттестации подлежит регистрации юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем, его выдавшим.

9.10 Свидетельство об аттестации методики (метода) зонирования подсистем ИТС должно содержать следующую информацию:

- наименование и адрес юридического лица или индивидуального предпринимателя, аттестовавшего методику зонирования подсистем ИТС;
- наименование документа: «Свидетельство об аттестации методики (метода) зонирования подсистем ИТС»;
- регистрационный номер свидетельства, состоящий из порядкового номера аттестованной методики зонирования подсистем ИТС, номера аттестата аккредитации юридического лица или индивидуального предпринимателя и года утверждения;
- наименование и назначение методики зонирования подсистем ИТС и, при необходимости, наименование объекта зонирования подсистем ИТС и его дополнительных параметров, а также реализуемого способа зонирования подсистем ИТС;
- наименование и адрес разработчика методики зонирования подсистем ИТС;
- обозначение и наименование документа, содержащего методику зонирования подсистем ИТС, год его утверждения и число страниц;
- обозначение и наименование нормативного правового документа, на соответствие требованиям которого аттестована методика зонирования подсистем ИТС (при наличии соответствующего нормативного правового документа);
- указание способа подтверждения соответствия методики зонирования подсистем ИТС установленным требованиям (теоретические или экспериментальные исследования);
- вывод о том, что в результате аттестации методики зонирования подсистем ИТС установлено, что методика зонирования подсистем ИТС соответствует предъявляемым к ней требованиям.

9.11 После аттестации документ, регламентирующий методику зонирования подсистем ИТС, утверждается руководителем организации-разработчика, проставляется дата утверждения, подпись руководителя заверяется печатью. В методику зонирования подсистем ИТС вносят дату регистрации и номер свидетельства об аттестации. Страницы документа

должны быть идентифицированы. После утверждения дубликат документа направляют в аттестующую организацию. Изменения к методикам зонирования подсистем ИТС должны быть оформлены в соответствии с требованиями настоящего стандарта к разработке и аттестации методик зонирования подсистем ИТС.

9.12 В методику зонирования подсистем ИТС могут быть внесены изменения. Изменения вносит разработчик. Методики зонирования подсистем ИТС с внесенными в них изменениями представляют на аттестацию, проводимую в соответствии с настоящим стандартом.

10 Стандартизация методик зонирования подсистем ИТС

10.1 Национальные стандарты и другие документы в области стандартизации, включающие в себя правила и методы зонирования подсистем ИТС, должны содержать только аттестованные методики зонирования подсистем ИТС.

10.2 Разработку стандартов, в которых излагают методики зонирования подсистем ИТС, выполняют в соответствии с ГОСТ 1.5 и требованиями разделов 6, 7 и 8 настоящего стандарта.

10.3 Пояснительная записка к комплекту документов, представляемых для утверждения стандарта, в котором регламентированы методики зонирования подсистем ИТС, должна содержать выводы по результатам проведенных исследований при аттестации методики зонирования подсистем ИТС, позволяющие оценить соответствие методики зонирования подсистем ИТС установленным требованиям.

11 Порядок применения методик зонирования подсистем ИТС

11.1 Аттестованные методики зонирования подсистем ИТС реализуют в строгом соответствии с документом, в котором они изложены, включая контроль точности зонирования подсистем ИТС.

11.2 Организации, использующие аттестованные методики зонирования подсистем ИТС, обязаны осуществлять постоянный контроль качества зонирования подсистем ИТС в соответствии с процедурами, изложенными в документах на данную методику зонирования подсистем ИТС.

11.3 Претензии пользователей к аттестованным методикам зонирования подсистем ИТС, возникшие в процессе их применения, должны быть направлены разработчикам методик с необходимыми обоснованиями.

Приложение А (справочное)

Пример процесса нахождения целевой функции методом анализа иерархий

Для понимания расчета весовых коэффициентов составлен пример иерархии индикаторов эффективности подсистем ИТС (Рисунок 1). В качестве математического аппарата описания параметра связи использован метод анализа иерархий.

На первом уровне стоит интегральный индикатор эффективности подсистемы ИТС, максимизация значения которого является целью процесса максимизации эффективности подсистем ИТС.

На втором уровне учитываются такие факторы, как безопасность дорожного движения, управление транспортными потоками (УТП), управление маршрутным транспортом (УМТ), экологическая безопасность.

На третьем и четвертом уровнях находятся индикаторы эффективности подсистемы ИТС относящиеся к соответствующим факторам, составляющими второй уровень.

В соответствии с требованиями метода анализа иерархий составлена матрица парных сравнений для четвертого уровня (Таблица А.1).

Таблица А.1 – Матрица парных сравнений для четвертого уровня

Конфликтные точки	На перекрестках	На участках без перекрестков
На перекрестках	1	5
На участках без перекрестков	1/5	1

Определение относительной ценности каждого элемента:

$$w_1 = \sqrt{1 \times 5} = \sqrt{5} = 2,236, \quad (\text{A.1})$$

$$w_2 = \sqrt{\frac{1}{5} \times 1} = 0,447. \quad (\text{A.2})$$

Определение нормирующего множителя г:

$$r_4 = w_1 + w_2 = 2,236 + 0,447 = 2,683. \quad (\text{A.3})$$

Нормализация полученных чисел:

$$q_{41} = \frac{w_1}{r_4} = \frac{2,236}{2,683} = 0,833, \quad (\text{A.4})$$

$$q_{42} = \frac{w_2}{r_4} = \frac{0,447}{2,683} = 0,167. \quad (\text{A.5})$$

Таким образом, вектор приоритетов q_4 (0,833; 0,167).

Соответственно, весовые коэффициенты двух составляющих конфликтных точек имеют следующие значения: на перекрестках – 0,833; на участках, где нет перекрестков, – 0,167.

Далее следует переход с четвертого уровня на третий. Третий уровень формируют составляющие факторов, находящихся на втором уровне. На втором уровне находятся следующие составляющие: экологическая, безопасности движения и управления транспортными потоками. Третий уровень также будет одинаковый для всех пяти типов целевой функции.

Для составляющей безопасности дорожного движения составляется матрица (Таблица А.2). Очевидно, что максимальная важность присваивается смертельному исходу, что характеризует стремление свести такие исходы к минимуму. Вторым фактором, числовое значение которого необходимо снизить, является фактор травматизма при ДТП. Материальный ущерб окружающей обстановке несколько важнее материального ущерба конкретным автомобилям, так как, например, при нанесении повреждения светофору, снижается пропускная способность, следовательно, воздействию подвергается весь поток.

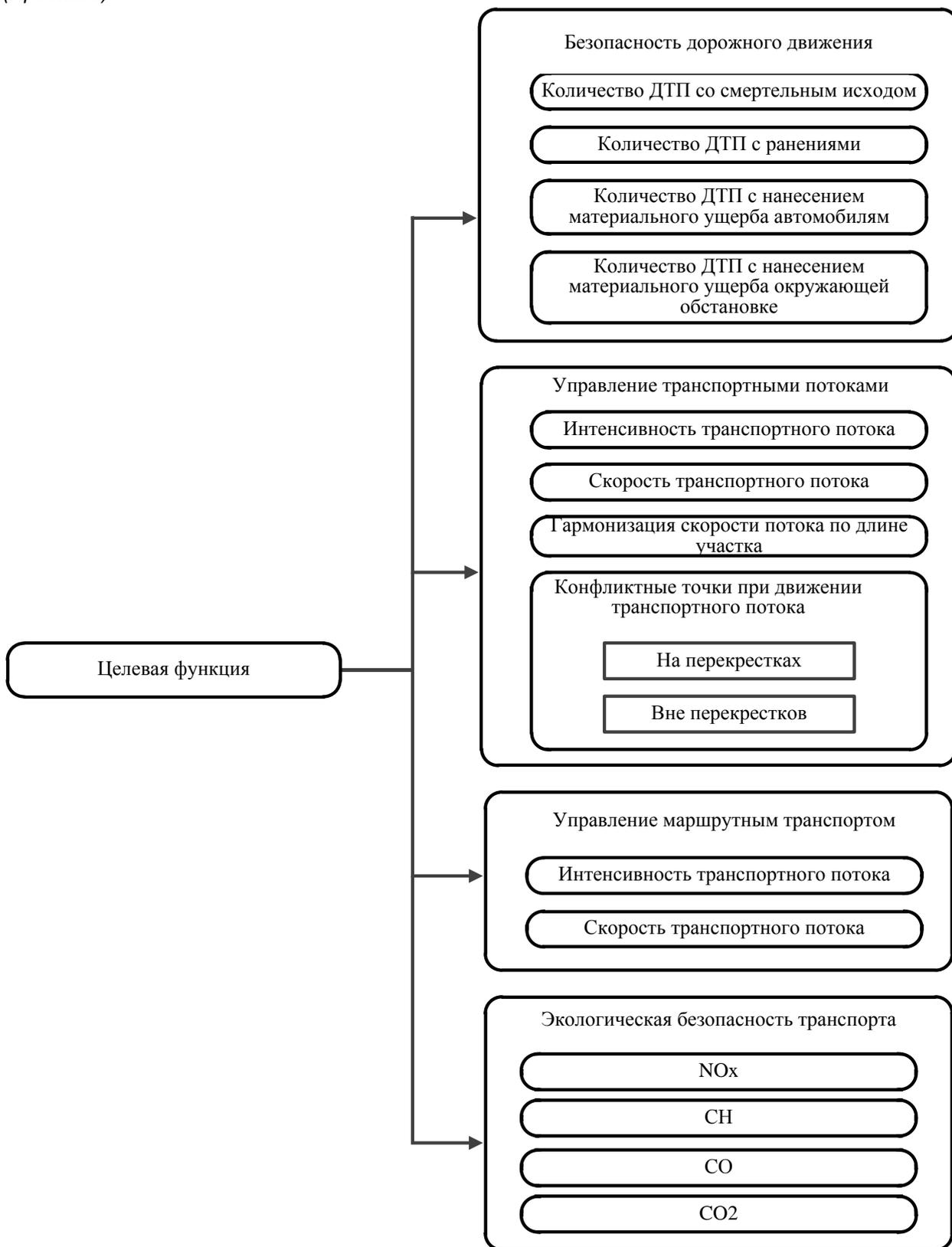


Рисунок 1 – Пример иерархии индикаторов эффективности подсистем ИТС

Таблица А.2 – Матрица для составляющей безопасности дорожного движения

Безопасность движения	Смертельный исход	Ранения	Материальный ущерб автомобилям в ДТП	Материальный ущерб окружающей обстановке
Смертельный исход	1	6	9	9
Ранения	1/6	1	7	7
Материальный ущерб автомобилям в ДТП	1/9	1/7	1	1/3
Материальный ущерб окружающей обстановке	1/9	1/7	3	1

Определение относительной ценности каждого элемента:

$$w_{311} = \sqrt[4]{1 \times 6 \times 9 \times 9} = \sqrt[4]{486} = 4,695, \quad (\text{A.6})$$

$$w_{312} = 1,69, \quad (\text{A.7})$$

$$w_{314} = 0,467, \quad (\text{A.8})$$

$$w_{313} = 0,269. \quad (\text{A.9})$$

Определение нормирующего множителя г:

$$r_{31} = 4,695 + 1,69 + 0,269 + 0,467 = 7,121. \quad (\text{A.10})$$

Нормализация полученных чисел:

$$q_{311} = \frac{4,695}{7,121} = 0,659, \quad (\text{A.11})$$

$$q_{312} = \frac{1,69}{7,121} = 0,237, \quad (\text{A.12})$$

ГОСТ Р
(Проект 1)

$$q_{313} = \frac{0,269}{7,121} = 0,038, \quad (\text{A.13})$$

$$q_{314} = \frac{0,467}{7,121} = 0,066. \quad (\text{A.14})$$

Таким образом, вектор приоритетов q_{31} (0,659; 0,237; 0,038; 0,066).

Проводятся аналогичные действия для фактора «управление транспортными потоками» (Таблица А.3). Количество конфликтных точек очень важно на перекрестках, но при наличии светофоров этот фактор несколько нивелируется. Интенсивность важнее других параметров, так как она зависит от расстояния между автомобилями, и при одной и той же скорости, но при разных расстояниях между автомобилями, интенсивность может быть разной.

Таблица А.3 – Матрица для фактора «управление транспортными потоками»

Управление транспортными потоками	Интенсивность	Скорость	Гармонизация скорости потока по длине участка	Число конфликтных точек
Интенсивность	1	4	3	7
Скорость	1/4	1	3	7
Гармонизация скорости потока по длине участка	1/3	1/3	1	6
Число конфликтных точек	1/7	1/7	1/6	1

Определение относительной ценности каждого элемента:

$$w_{321} = \sqrt[4]{1 \times 4 \times 3 \times 7} = \sqrt[4]{105} = 3,027, \quad (\text{A.15})$$

$$w_{322} = 1,514, \quad (\text{A.16})$$

$$w_{323} = 0,904, \quad (\text{A.17})$$

$$w_{324} = 0,241. \quad (\text{A.18})$$

Определение нормирующего множителя г:

$$r_{32} = 3,027 + 1,514 + 0,904 + 0,241 = 5,686. \quad (\text{A.19})$$

Нормализация полученных чисел:

$$q_{321} = \frac{3,027}{5,686} = 0,532, \quad (\text{A.20})$$

$$q_{322} = \frac{1,514}{5,686} = 0,266, \quad (\text{A.21})$$

$$q_{323} = \frac{0,904}{5,686} = 0,159, \quad (\text{A.22})$$

$$q_{324} = \frac{0,241}{5,686} = 0,042. \quad (\text{A.23})$$

Таким образом, вектор приоритетов q_{32} (0,532; 0,266; 0,159; 0,042).

Следующая матрица (Таблица А.4) составляется для фактора «управление маршрутным транспортом». При сравнении значения скорости и интенсивности для маршрутного транспорта, принимается, что более важным параметром является интенсивность.

Таблица А.4 – Матрица для фактора «управление маршрутным транспортом»

Управление маршрутным транспортом	Скорость	Интенсивность
Скорость	1	1/4
Интенсивность	4	1

Определение относительной ценности каждого элемента:

$$w_{331} = \sqrt[4]{\frac{1}{4}} = 0,707, \quad (\text{A.24})$$

$$w_{332} = 1,414. \quad (\text{A.25})$$

Определение нормирующего множителя г:

ГОСТ Р
(Проект 1)

$$r_{33} = 0,707 + 1,414 = 2,121. \quad (\text{A.26})$$

Нормализация полученных чисел:

$$q_{331} = \frac{0,707}{2,121} = 0,333, \quad (\text{A.27})$$

$$q_{332} = \frac{1,414}{2,121} = 0,666. \quad (\text{A.28})$$

Таким образом, вектор приоритетов q_{33} (0,333; 0,666).

Факторы экологической безопасности сравниваются между собой по классу опасности того или иного компонента при воздействии на окружающую среду (атмосферу) (если классы совпадают, то по токсичности) (Таблица А.5).

Таблица А.5 – Матрица для фактора экологической безопасности

Экологическое воздействие транспорта	NOx	CH	CO	CO2
NOx	1	4	5	7
CH	1/4	1	3	5
CO	1/5	1/3	1	4
CO2	1/7	1/5	1/4	1

Определяется относительная ценность каждого элемента:

$$w_{341} = \sqrt[4]{1 \times 4 \times 5 \times 7} = \sqrt[4]{140} = 3,44, \quad (\text{A.29})$$

$$w_{342} = 1,392, \quad (\text{A.30})$$

$$w_{343} = 0,718, \quad (\text{A.31})$$

$$w_{344} = 0,291. \quad (\text{A.32})$$

Определение нормирующего множителя g :

$$r_{34} = 3,44 + 1,392 + 0,718 + 0,291 = 5,841. \quad (\text{A.33})$$

Нормализация полученных чисел:

$$q_{341} = \frac{3,44}{5,841} = 0,589, \quad (\text{A.34})$$

$$q_{342} = \frac{1,392}{5,841} = 0,238, \quad (\text{A.35})$$

$$q_{343} = \frac{0,718}{5,841} = 0,122, \quad (\text{A.36})$$

$$q_{344} = \frac{0,291}{5,841} = 0,051. \quad (\text{A.37})$$

Таким образом, вектор приоритетов q_{34} (0,589; 0,238; 0,122; 0,051).

Далее задаются весовые коэффициенты для второго уровня (Таблица А.6).

Таблица А.6 – Матрица равноприоритетной целевой функции (пример)

Целевая функция	Безопасность движения	Управление транспортными потоками	Маршрутный транспорт	Экологическая безопасность
Безопасность движения	1	1	1	1
Управление транспортными потоками	1	1	1	1
Маршрутизированный транспорт	1	1	1	1
Экологическая безопасность	1	1	1	1

Определяется относительная ценность каждого элемента:

$$\omega_{21} = 1, \quad (\text{A.38})$$

$$\omega_{22} = 1, \quad (\text{A.39})$$

$$\omega_{23} = 1, \quad (\text{A.40})$$

$$\omega_{24} = 1. \quad (\text{A.41})$$

Определение нормирующего множителя g :

$$r_2 = 1 + 1 + 1 + 1 = 4. \quad (\text{A.42})$$

Нормализация полученных чисел:

$$q_{21} = \frac{1}{4} = 0,25, \quad (\text{A.43})$$

$$q_{22} = \frac{1}{4} = 0,25, \quad (\text{A.44})$$

$$q_{23} = \frac{1}{4} = 0,25, \quad (\text{A.45})$$

$$q_{24} = \frac{1}{4} = 0,25. \quad (\text{A.46})$$

Таким образом, вектор приоритетов q_2 (0,25; 0,25; 0,25; 0,25).

Исходя из найденных весовых коэффициентов, определяется общий вид целевой функции. Целевая функция имеет вид $f(x) = \sum_{i=1}^n k_i * x_i$, где

k_i – весовой коэффициент параметра,

x_i – значение параметра.

Далее определяются весовые коэффициенты параметров:

Безопасность движения:

– со смертельным исходом:

$$k_1 = q_{21} \times q_{311} = 0,25 \times 0,659 = 0,16475, \quad (\text{A.47})$$

– с ранением:

$$k_2 = 0,25 \times 0,237 = 0,05925, \quad (\text{A.48})$$

– с материальным ущербом автомобилям:

$$k_3 = 0,25 \times 0,038 = 0,0095,$$

– с материальным ущербом окружающей обстановке:

$$k_4 = 0,25 \times 0,066 = 0,0165. \quad (\text{A.50})$$

Управление транспортными потоками:

– интенсивность:

$$k_5 = 0,25 \times 0,532 = 0,133, \quad (\text{A.51})$$

– скорость:

$$k_6 = 0,25 \times 0,266 = 0,0736, \quad (\text{A.52})$$

– гармонизация скорости потока по длине участка:

$$k_7 = 0,25 \times 0,159 = 0,03975, \quad (\text{A.53})$$

– количество конфликтных точек на перекрестках:

$$k_8 = 0,25 \times 0,042 \times 0,833 = 0,00874, \quad (\text{A.54})$$

– количество конфликтных точек на участках дорог вне перекрестков:

$$k_9 = 0,25 \times 0,042 \times 0,167 = 0,00175. \quad (\text{A.55})$$

Управление маршрутным транспортом:

– скорость:

$$k_{10} = 0,25 \times 0,333 = 0,08325, \quad (\text{A.56})$$

– интенсивность:

$$k_{11} = 0,25 \times 0,666 = 0,1665. \quad (\text{A.57})$$

Экологическая безопасность:

– NO_x:

$$k_{12} = 0,25 \times 0,589 = 0,1472, \quad (\text{A.58})$$

– CH:

$$k_{13} = 0,25 \times 0,238 = 0,0595 \quad (\text{A.59})$$

– CO:

$$k_{14} = 0,25 \times 0,122 = 0,0305, \quad (\text{A.60})$$

– CO₂:

$$k_{15} = 0,25 \times 0,051 = 0,01275. \quad (\text{A.61})$$

Таким образом, целевая функция имеет вид:

$$\begin{aligned} f(x) = & 0,16475x_1 + 0,05925x_2 + 0,0095x_3 + 0,0165x_4 + \\ & + 0,133x_5 + 0,0736x_6 + 0,03975x_7 + 0,00874x_8 + 0,00175x_9 + \\ & + 0,08325x_{10} + 0,1665x_{11} + 0,1472x_{12} + 0,0595x_{13} + 0,0305x_{14} + \\ & + 0,01275x_{15}, \end{aligned} \quad (\text{A.62})$$

где x_i соответствует k_i .

УДК 656.13

ОКС 35.240.60

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, методика зонирования подсистем ИТС

Руководитель организации-разработчика:

Исполнительный директор ООО «НИИ ИТС»

А.Ю. Щербаков

Руководитель разработки:

Главный научный сотрудник ООО «НИИ ИТС»

к.т.н.

А.И. Воробьев

Исполнители:

Инженер ООО «НИИ ИТС»

Т.В. Воробьева

Инженер ООО «НИИ ИТС»

С.Ю. Пахомов

Инженер ООО «НИИ ИТС»

Р.Ф. Халилев

Инженер ООО «НИИ ИТС»

Д.Ю. Морозов

Инженер ООО «НИИ ИТС»

А.В. Шадрин

Инженер ООО «НИИ ИТС»

С.В. Ионов

Инженер ООО «НИИ ИТС»

М.В. Гаврилюк

Инженер ООО «НИИ ИТС»

И.С. Морданов

Инженер ООО «НИИ ИТС»

Г.В. Власенко

Инженер ООО «НИИ ИТС»

А.А. Тур