IT & TRANSPORT

ИТ & ТРАНСПОРТ

Сборник научных статей

Том 9

Самара
«ИнтелТранс»
2018

УДК 004.9+656

IT & Transport / ИТ & Транспорт : сб. науч. статей / под ред. Т.И. Михеевой. – Самара: Интелтранс, 2018. – Т. 9. – 104 с.:ил.

В сборнике представлены научные статьи, содержащие результаты исследований в следующих предметных областях: геоинформационные системы, информационные технологии, базы данных и знаний, системы искусственного интеллекта, нейронные сети, цифровая обработка изображений, управление транспортными процессами, развитие транспортной инфраструктуры, математическое и компьютерное моделирование. Тема сборника посвящена информационным технологиям на транспорте.

Предназначен для научно-технических работников, инженеров, аспирантов и студентов, обучающихся по специальностям, связанным с информационными технологиями, транспортными системами и процессами.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

Главный редактор

Т.И. Михеева д-р техн. наук, проф., засл. деятель науки и образования РФ

Редакционная коллегия:

Л.С. Зеленко канд. техн. наук, доцент
А.В. Золотовицкий канд. техн. наук, доцент
С.В. Михеев канд. техн. наук, доцент
О.Н. Сапрыкин канд. техн. наук, доцент

Редакция:

О.К. Головнин канд. техн. наук
Н.А. Остроглазов

Печатается по решению научно-технического совета ГК «ИнтелТранс»

ISBN 978-5-9500452-5-7

© Авторы, 2018
© ИнтелТранС, 2018

УДК 65.01.012

Тихонова А.А., Осорина В.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУР АНАЛИЗА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

В статье разработана модель целенаправленной деятельности специалиста по техническому обслуживанию и ремонту, выполняющего работы по оперативным формам технического обслуживания воздушных судов на основе методики структурно-алгоритмического моделирования.

Ключевые слова: интегрированная логистическая поддержка, анализ интегрированной логистической поддержки, воздушное судно, техническое обслуживание и ремонт, информационная поддержка изделия, целенаправленная деятельность специалиста, структурно-алгоритмическое моделирование.

Развитие авиационной техники на сегодняшний день достигло такого уровня, что конкурентная борьба между производителями перешла на новую ступень. Конкурентные преимущества летательных аппаратов уже не обеспечиваются исключительно конструкторскими решениями. Одним из наиболее эффективных средств повышения качества изделий авиастроения и снижения при этом стоимости их жизненного цикла (ЖЦ) является внедрение интегрированной логистической поддержки (ИЛП) изделий.

ИЛП – это комплекс управленческих процедур, направленных на сокращение затрат на постпроизводственных стадиях ЖЦ.

Концепция ИЛП рассматривает ЖЦ изделия авиационной техники как совокупность взаимосвязанных во времени процессов последовательного изменения состояния воздушного судна (ВС):

- концепция изделия в организации управления проектом;
- технико-экономическое обоснование целесообразности создания образца ВС или проверки реализуемости проекта с соответствующим бизнес-планом, включая планирование интегрированной логистической поддержки;

- научно-исследовательские работы, опытно-конструкторские разработки;
- подготовку производства и организацию серийного производства:
- сертификация ВС авиарегистром не только российским (Росавиация), но американским (FAA) и европейским (JAA);
- обучение персонала;
- эксплуатация, модернизация, модификация, капитальный ремонт, демонтаж и утилизация, т.е. с момента начала его изготовления до момента снятия с эксплуатации [1].

Создание системы ИЛП производится в несколько этапов, одним из которых является анализ логистической поддержки (АЛП). АЛП должен начинаться еще до начала проектирования, т.е. на стадии определения требований к ВС и продолжаться подчас до завершения процесса его использования. Последнее необходимо для оценки правильности результатов предыдущих этапов АЛП и накопления статистического материала, служащего основой анализа новых проектов ВС. Процесс АЛП носит циклический, итеративный характер: на каждом последующем этапе уточняются и развиваются результаты предыдущего. Основным методом изучения организационных систем и протекающих в них процессов, в том числе процессов управления, является моделирование.

При рассмотрении АЛП для такого этапа ЖЦ ВС, как непосредственно эксплуатация, возникает необходимость моделирования процессов технического обслуживания и ремонта (ТОиР) ВС. Это сопряжено с рядом сложностей, обусловленных многоступенчатостью процесса ТОиР и необходимостью учета различных факторов, влияющих на достижение конечного результата.

Для рассмотрения ТОиР, как человеко-машинной системы, возможно использование методики структурно-алгоритмического моделирования. Такой подход позволяет учитывать не только техническую сторону процесса, но и влияние человека на систему. Процедура структурно-алгоритмического моделирования целенаправленной деятельности специалиста может быть расчленена на три этапа: структурный анализ, алгоритмизация и структурный синтез.

Структурный анализ представляет собой первый этап процедуры моделирования целенаправленных действий (ЦД) специалиста. Основная цель структурного анализа – иерархическое структурирование ЦД, т.е. вычленение непротиворечивым и удобным образом коллективных и индивидуальных действий, режимов работы и задач, решаемых специалистом в каждом

из режимов. При этом последовательно выполняются следующие операции анализа:

- выделение круга обязанностей для каждого из специалистов;
- выделение режимов работы;
- выделение подмножеств задач, решать которые предписывается каждому из специалистов в каждом режиме работы [2].

Рассмотрим процесс оперативного технического обслуживания (ТО) ВС, а именно конкретные действия специалиста ответственного за обслуживание, содержание операций и технические требования. Выполнение работ по оперативным формам ТО ВС организуется в следующем порядке:

- диспетчер цеха производственно-диспетчерского отдела (ПДО), получив сообщение от производственно-диспетчерской службы предприятия (ПДСП), передаёт информацию о прилёте ВС (время посадки, бортовой номер ВС, наличие замечаний экипажа, общая заправка топливом, номер места стоянки, форма обслуживания) специалистам, участвующим в обслуживании ВС;
- после посадки ВС, в случае необходимости, надлежит отбуксировать его на место стоянки;
- немедленно после останова двигателей ответственный за встречу ВС, в присутствии члена экипажа, проверяет остаток топлива в баках ВС и производит запись в бортовом журнале в соответствии с «Инструкцией по замеру остатков топлива на воздушных судах после посадки и контролю количества заправляемого топлива»;
- после выполнения первоочередных работ по обеспечению стоянки ВС ответственный за обслуживание обязан ознакомиться с состоянием авиационной техники (АТ) по информации членов экипажа и записям в бортовом журнале.

При отсутствии замечаний по работе авиационной техники.

Ответственный за обслуживание (начальник смены, инженер смены по специальности) даёт указания бригадирам (авиатехникам) о характере предстоящей работы, назначает ответственных исполнителей и руководит обслуживанием ВС.

По окончании работ ответственный за обслуживание проверяет оформление карты-наряда соответствующими специалистами и своей подписью в ней подтверждает исправность и подготовленность ВС к очередному вылету.

Ответственный за обслуживание делает запись в бортовом журнале о проведённом ТО (указываются вид обслуживания, дата и номер карты-

наряда) и передаёт информацию диспетчеру цеха (ПДО) о готовности ВС к предстоящему вылету.

Непосредственно перед вылетом (до запуска двигателей) ответственный за подготовку ВС к вылету обязан осмотреть его по маршруту в соответствии с регламентом ТО.

В случае, когда по АТ имеются замечания от экипажа, ответственный за обслуживание ВС обязан ознакомиться с состоянием АТ и дать указания бригадирам (авиатехникам) о порядке устранения последствий и причин отказов и повреждений и дальнейшего обслуживания ВС.

При повторном выявлении отказа составляется план работы по его предупреждению, который утверждается начальником смены. Руководство устранением причин отказа осуществляют инженер отдела технического контроля (ОТК) и начальник (инженер) смены совместно со старшим инженером цеха соответствующей специальности. Если бригадир (авиатехник), выполняющий работы на ВС, обнаружит в процессе обслуживания отказы, требующие выполнения демонтажных или регулировочных работ, а также любые другие повреждения по топливной или масляной системам, по управлению ВС и двигателями, он обязан доложить об этом ответственному за обслуживание ВС инженеру.

Работы по устранению причин отказов, выявленных в полёте и при осмотре на земле, выполняют авиатехники (авиамеханики) под руководством бригадира, при отказах или повреждениях, выявление и устранение которых требует времени большего, чем имеющийся резерв до срока вылета данного ВС, начальник (инженер) смены определяет время, необходимое для полного окончания обслуживания (время готовности) и сообщает его диспетчеру цеха (ПДО).

Алгоритмизация. Алгоритмизация является вторым этапом моделирования ЦД и занимает промежуточное положение между структурным анализом и структурным синтезом, так как включает черты (и операции) обоих. Действительно, основная цель алгоритмизации – получить в матричном (и графовом) описании вероятностные алгоритмы для всего множества задач, предписываемых специалисту во всех режимах работы. В этой целью сначала надо построить и проанализировать алгоритмы решения задач, перечисляя и взвешивая все их реализации, а затем из взвешенных реализаций синтезировать (путем обобщения реализаций) вероятностные алгоритмы задач. Процедура алгоритмизации может быть раскрыта в ряде следующих операций.

1) Построение алгоритма задачи в форме графа Бержа.

Средства контроля и управления, с которыми выполняются «сенсорные» и «моторные» действия, изображаются в виде вершин графа и нумеруются в любом порядке. Логические действия, во-первых, действия опредмеченные (т.е. действия с индикаторами и органами управления), а во-вторых, – это импликации, упорядочивающие попарно «сенсорные» и «моторные» действия. Поэтому логические действия изображаются стрелками – дугами графа. Каждая дуга в графе инцидентна двум вершинам, из одной исходит, а в другую входит (направление показано стрелкой). Так что каждому логическому действию соответствует элемент орграфа алгоритма.

Поскольку на уровне алгоритма задачи все задачи рассматриваем изолированно, то неизвестную (с точки зрения рассматриваемой задачи) вершину графа другой задачи, из которой исходит дуга, входящая в вершину «1», условимся обозначать *вх*. Также условимся неизвестную вершину графа другой какой-то задачи, в которую будет входить дуга, исходящая из вершины, обозначать всегда *вых*. *Вх* и *вых* надписываются над «зависающими» дугами графа алгоритмизуемой задачи, и в дальнейшем (на этапе синтеза) послужат для соединения алгоритмов задач друг с другом. Процесс оперативного ТО ВС удобней представить в виде трёх алгоритмов задач.

В первом алгоритме задач пять логических действий:

1. ПДСП предаёт информацию о прилёте ВС диспетчеру цеха (ПДО);

2. Диспетчер цеха ПДО передаёт информацию о прилёте ВС специалистам, участвующим в обслуживании;

3. Специалисты, участвующие в обслуживании, отбуксируют ВС на место стоянки;

4. Ответственный за встречу ВС проверяет остаток топлива в баках ВС и производит запись в бортовом журнале;

5. После выполнения работ по обеспечению стоянки ВС ответственный за обслуживание ознакамливается с состоянием АТ.

Во втором алгоритме задач выделено четыре логических действия:

6. Даётся указания бригадирам о порядке устранения последствий и причин отказов;

7. Руководит устранением причин отказа инженер ОТК;

8. Авиатехники устраняют причины отказов, если устранение неполадок требует большего времени, то инженер ОТК определяет время, необходимое для окончания обслуживания и сообщает его диспетчеру ПДО;

9. Если выявление и устранение отказов не требует большего времени, то авиатехник сообщает диспетчеру цеха об окончании обслуживания.

Третий алгоритм задач содержит два логических действия:

6`. Даётся указание бригадирам о характере предстоящей работы;

7`. Передаётся информация о готовности ВС к вылету диспетчеру цеха ПДО.

Для данных трёх алгоритмов задач построим три графа Бержа, которые изображены на рисунке 1.

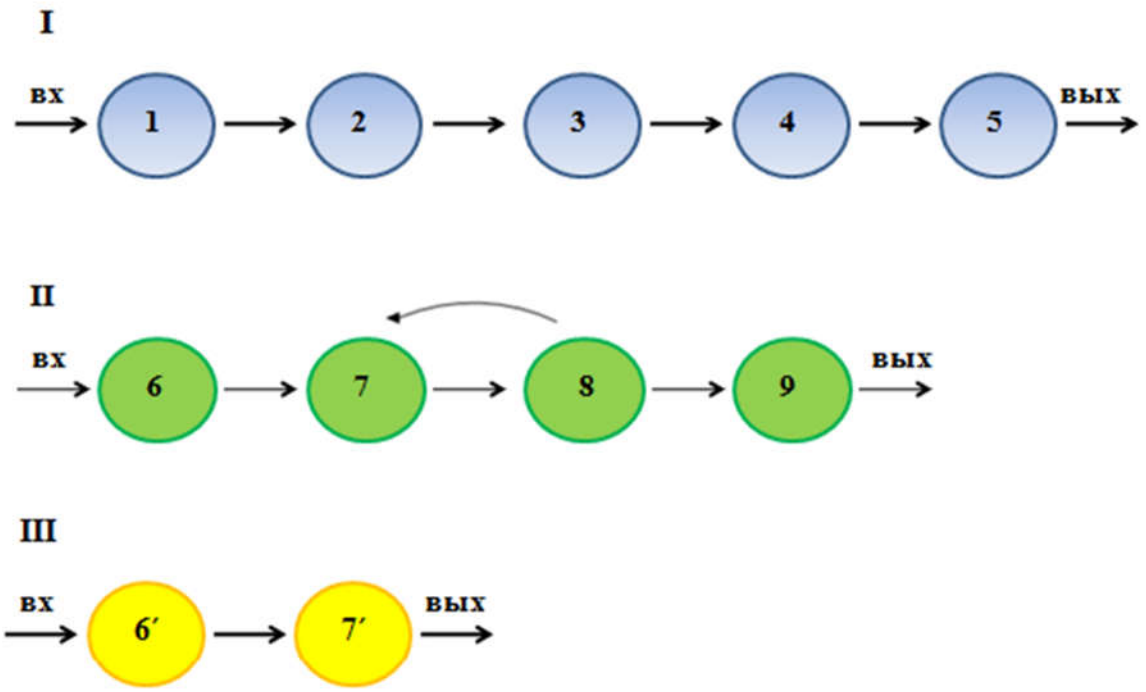

Рисунок 1. Графы Бержа

2) Перечисление реализаций алгоритма.

Алгоритм является вероятностным, если в его графе имеется хотя бы одно разветвление (т.е. из одной вершины выходит более одной дуги в другие вершины). Вершину, служащую началом разветвления, принято рассматривать как логический оператор, который принимает значения, имеющие смысл частоты исходящих дуг. Такую информацию можно получить, основываясь на том очевидном обстоятельстве, что частота есть функция исходов опыта. Но исходы опыта можно перечислить априори как возможные реализации общего алгоритма, полученные по комбинациям логических действий. Каждая реализация есть путь в графе от *вх* к *вых*. Сколько таких путей, столько и реализаций. В процессе выполнения работ по оперативным формам ТО ВС алгоритм I имеет одну реализацию, алгоритм II – две реализации, алгоритмIII – 1 реализацию.

3) Взвешивание реализаций.

Заключается в умножении j-той реализации на ее вероятность P_j, причем для n реализаций

$$\sum_{j=1}^{n} p_j = 1 \qquad (1)$$

Таким образом, задача состоит в определении множества вероятностей P_j. Здесь может быть выделен один случай: всякая информация о значениях P_j отсутствует, тогда перечисленные реализации считаются равновероятностными – каждая из n реализаций имеет вероятность $1/n$.

Умножить j-ю реализацию на вероятность P_j. – это практически означает надписать над всеми дугами реализации значение P_j. Так. например, если принять $k = \overline{0,1}$ и считать реализации алгоритмаII равновероятными P_j = 0,5 , то, умножая их на 0,5, получаем взвешенные реализации на рисунке 2.

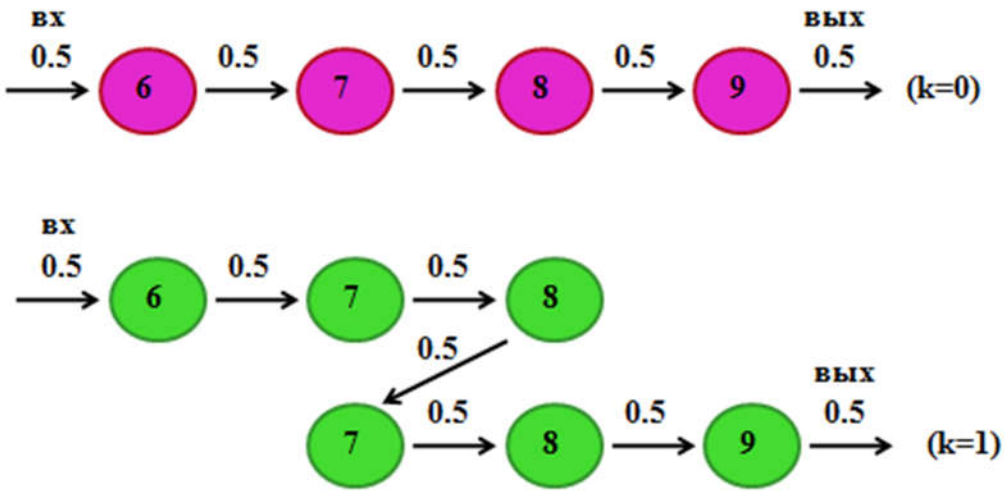

Рисунок 2. Взвешенные равновероятные реализации алгоритма II

4) Обобщение реализаций (построение вероятностного алгоритма).

Эта операция по существу принадлежит совместно и этапу алгоритмизации и этапу синтеза, так как обобщение реализаций и вероятностный алгоритм – это есть синтез алгоритма по реализациям. Операция обобщения является основой для синтеза стохастических алгоритмических структур. Сложные структуры обобщаются в матричной форме. Но простые структуры, какими являются многие реализации, можно обобщать непосредственно по их графам.

Обобщение по графам реализаций сводится к следующему: а) объединяются вершины графа; б) все «одноименные» дуги суммируются по их весам; в) проверяется равенство полустепенных входов и выходов в каждой вершине. Например, обобщение двух реализаций на рисунке 2 приводит к варианту вероятностного алгоритма, показанному нарисунке 3.

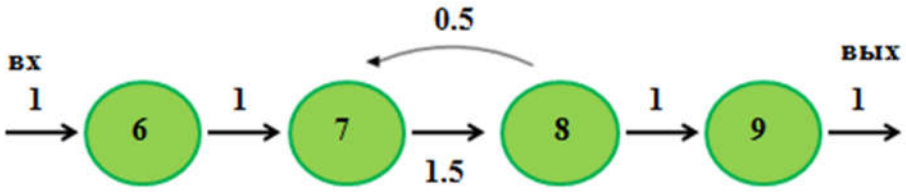

Рисунок 3. Вероятностный алгоритм при двух равновероятных реализациях

Важно отметить два обстоятельства. Во-первых, в графе алгоритма частота «прямой дуги» в контуре всегда на единицу больше частоты «обратной» дуги. Во-вторых, полученные частоты дуг не являются вероятностями, а представляют собой значения меры «проходимости» дуги, при условии, что алгоритм i-ой задачи функционирует f_i раз, причём f_i – это частота входа и выхода алгоритма.

Структурно-алгоритмический синтез. Структурный синтез представляет собой третий этап моделирования ЦД, основная цель которого – построение метаструктур из структур путем операций соединения. Операции, которые здесь целесообразно выделить, состоят в синтезе моделей на уровнях: режима работы, индивидуальных и коллективных ЦД.

Структурой режима работы назовем метаструктуру, обобщённую из алгоритмов задач либо представляющую собой соединение структур этих задач.

Особенностью синтеза является получение матрицы переходов Z_r (для r-го режима работы). Матрица переходов Z_r есть в сущности матрица переходных вероятностей, т..е. вероятностей перейти от выходов i-той структуры ко входам j-той из синтезируемых подструктур. Для получения матрицы Z_r необходимо выполнять следующие действия: а) перечислить реализации метаструктуры; б) взвесить их частотами (или вероятностями); в) обобщить их матрицы в матрицу Z_r; г) проверить условие: сумма вероятностей в каждой строке равна единице.

Отметим, что цепь как метаструктура есть вероятностный алгоритм алгоритмов и формируется он по тем же самым правилам, как и «подалгоритмы».

При синтезе метаструктур необходимо различать достоверные, недостоверные (случайные) и полудостоверные соединения структур. Рассматривая синтез цепей из алгоритмов задач «внутри» режима работы, ограничимся одним видом соединений: достоверным соединением простых структур.

Метаструктура имеет достоверную последовательность алгоритмов I, II, III, показанную на рисунке 4.

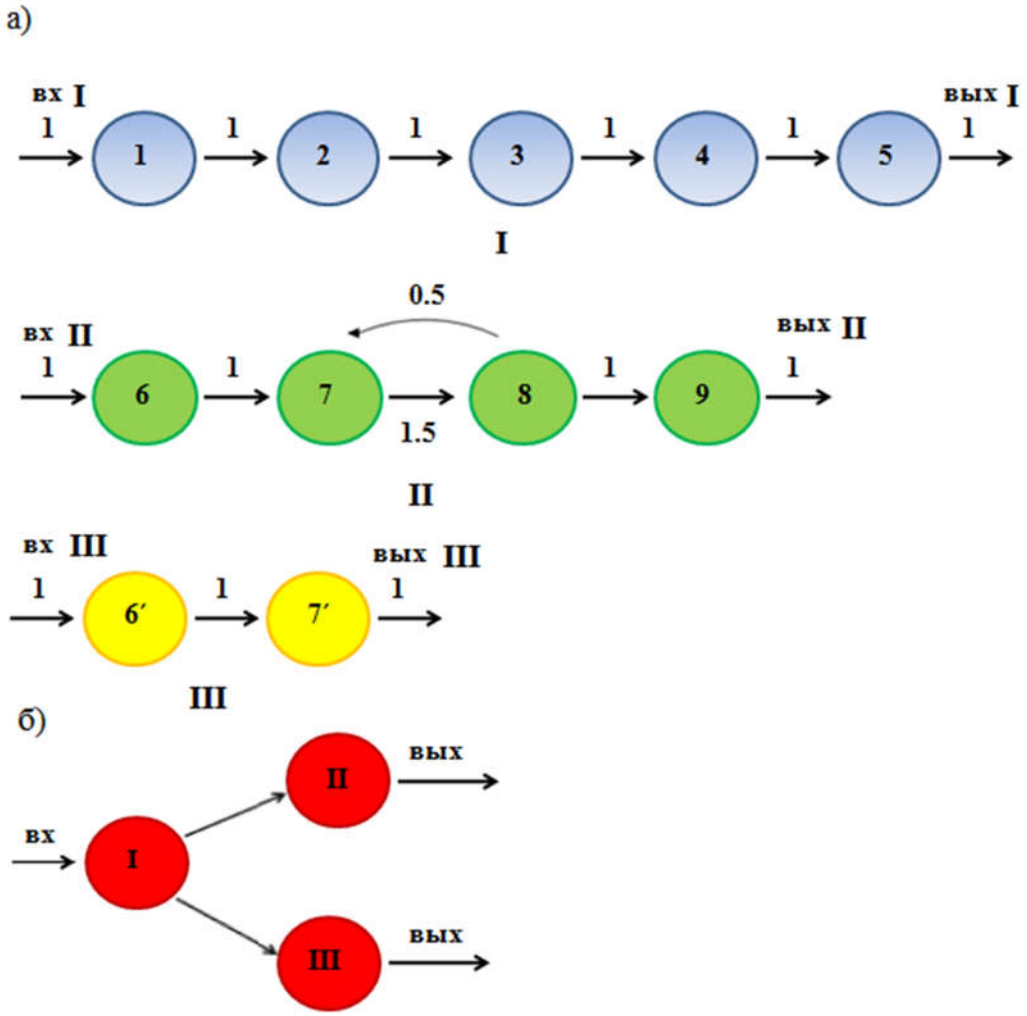

Рисунок 4. Достоверное и полудостоверное соединение простых алгоритмов

1) Сформируем сначала матрицу Z^* соединений вершин метацепи:

$$Z^* = \begin{array}{c} \\ I \\ II \\ III \\ вх \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} I & II & III & вых \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

2) Декодируем *вх* и *вых* алгоритмов, записывая их в номерах соединений вершин. При этом вершины, служащие *вых* соединений алгоритмов, соответствуют строкам, а вершины, соответствующие *вх* алгоритмов, соответствуют столбцам матрицы соединений Z^{**}:

$$Z^{**} = \begin{array}{c} \\ 5 \\ 9 \\ 7' \\ вх \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 1 & 6 & 6' & вых \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

Заметим, что *вх* и *вых* в матрицах Z^* и Z^{**} относятся к метацепи.

3) Добавляя строки и столбцы из нулей, преобразуем матрицу Z^{**}к матрице Z_r, имеющей порядок «базисной» матрицы

$$C_r = O_{i=1}\ B_{ri},$$

где B_{ri} – матрицы рассматриваемых алгоритмов (i = I, II, III):

$$Z_r = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 6' \\ 7' \\ вх \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 6' & 7' & вых \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

4) Запишем матрицы алгоритмов:

$$B_I = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array} \qquad B_{II} = \begin{array}{c} \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 6 & 7 & 8 & 9 \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array} \qquad B_{III} = \begin{array}{c} \\ 6' \\ 7' \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{cc} 6' & 7' \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

5) Обобщим их в матрицу C^*, приписывая строку *вх* и столбец *вых* с нулевыми элементами

$$C^* = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 6' \\ 7' \\ вх \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 6' & 7' & вых \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & & & & & & & \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & & & & & & & \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & & & & & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & & & & & & & \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & & & & & & & \\ & & & & & 0 & 1 & 0 & 0 & & & \\ & & & & & 0 & 0 & 1.5 & 0 & & & \\ & & & & & 0 & 0.5 & 0 & 1 & & & \\ & & & & & 0 & 0 & 0 & 0 & & & \\ & & & & & & & & & 0 & 1 & \\ & & & & & & & & & 0 & 0 & \\ & & & & & & & & & & & \end{pmatrix} \end{array}$$

Остальные элементы в матрице C^* нули (они не записаны, чтобы подматрицы B_i выделялись нагляднее)

6) Теперь остаётся вычислить сумму матриц: $C_r = C^* + Z_r$

$$C_r = \begin{array}{c} \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 6' \\ 7' \\ вх \end{array} \begin{array}{c} \begin{array}{ccccccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 6' & 7' & вых \end{array} \\ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.5 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{array}$$

Такое представление позволяет оценивать техническую составляющую бизнес-процесса ТОиР с учетом участия как всей бригады по ТОиР, так и лично каждого специалиста. Это достигается за счет возможности сворачивать и разворачивать модель до необходимого уровня конкретизации и переходить от индивидуальных действий к коллективным в зависимости от потребностей.

Список литературы

1. Махитько В.П. Интегрированная информационно-коммуникационная система логистической поддержки технической эксплуатации воздушных судов: монография. Ульяновск: УВАУ ГА, 2008. 293 с.
2. Суходольский Г.В. Структурно-алгоритмический анализ и синтез деятельности. Л.: Изд-во ленинградского университета, 1976. 120 с.

УДК 004.318

Филиппова А.С.[1], Амброх М.А.[2], Дяминова Э.И.[3]

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ДИХОТОМИЧЕСКИМ ВЕТВЛЕНИЕМ

[1]Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, annatuh@mail.ru
[2]ООО «Анкор Кадровые решения», mari_kyri@mail.ru
[3]Уфимский государственный авиационный технический университет, xasel@mail.ru

В данной статье рассматриваются задача маршрутизации с учетом загрузки транспортного средства. Предложена модификация метода ветвей и границ с использованием вероятностной дихотомической процедурой ветвления для поиска рациональных маршрутов транспортных средств с учетом грузоподъёмности. Описан алгоритм и приведены результату вычислительного эксперимента.

Ключевые слова: задача маршрутизации транспортных средств, транспорт с ограниченной вместимостью, метод ветвей и границ, дихотомическое ветвление, вероятностная процедура, вычислительный эксперимент.

Вопросы минимизации затрат в настоящее время становятся чрезвычайно актуальными. Рациональное использования имеющихся ресурсов, и поиск оптимального решения, позволяет получить экономический эффект при транспортировке грузов даже без привлечения дополнительных затрат на улучшение технической оснащенности, а только лишь за счет целесообразного распределения имеющихся транспортных средств, механизмов, рабочей силы и др. ресурсов. В статье рассматривается задача рациональной

маршрутизации и загрузки транспортных средств. Также актуальность разработки новых алгоритмов и модификаций известных методов для задачи маршрутизации транспортных средств обусловлены принадлежностью задачи к классу NP-трудных, сложность которых очень быстро возрастает с увеличением размерности.

Работа посвящена исследованию проблемы, состоящей в нахождении маршрутов для посещения заданного множества адресов некоторым количеством единиц транспортных средств с обязательным возвращением в начальное местоположение после окончания поездки. Такая задача часто встречается среди компаний, выполняющих развозку товара с некоторого склада до точек потребления или розничной торговли.

Цель исследования заключается в разработке эффективных алгоритмов на основе модификации метода ветвей и границ с использованием процедур детерминированного и вероятностного дихотомического ветвления с предварительной декомпозицией транспортной сети, создание программного обеспечения, и оценки эффективности решения задачи маршрутизации транспорта ограниченной вместимости. Предлагается два подхода к решению задачи маршрутизации, которые используют на разных этапах элементы случайности.

Рассматриваемая проблема относится к *задачам маршрутизации транспортных средств* («Vehicle Routing Problem», VRP), [6]. Это задача дискретной оптимизации, являющаяся одним из обобщений задачи коммивояжера [3]. VRP заключается в построении нескольких замкнутых маршрутов минимальной суммарной длины, проходящих через одну общую вершину (депо). Задача маршрутизации транспортных средств, является NP-трудной, и для задач большой размерности нецелесообразно применять алгоритмы полного перебора, т.к. точных алгоритмов полиномиальной сложности для ее решения, в настоящее время не известно.

Способы решения задач маршрутизации

Приведем наиболее часто используемые способы решения задач маршрутизации. На практике целесообразно использовать эвристические и метаэвристические методы, так как точные алгоритмы не всегда дают решение за приемлемое время при большом размере задачи.

Приведем следующую классификацию методов решения [1]:

1. *Точные подходы* – перебор всех возможных решений, пока не будет найдено оптимальное. Принадлежность задачи к классу NP ограничивает

применение точных методов задачами большой размерности вследствие экспоненциальных затрат времени. Поэтому алгоритмы, использующие точные методы, для решения реальных задач применяют для задач малых размерностей, а для задач большой размерности чаще применяют приближенные методы или гибридные алгоритмы, использующие различные типы алгоритмов на разных этапах решения задач. Примерами таких методов являются: метод ветвей и границ (Branch and bound), Метод ветвей с отсечением (Branch and cut) [3, 4].

2. *Эвристические методы* – относительно ограниченный поиск по пространству решений, и обычно находятся хорошие решения за приемлемое время. Примеры: «ближайший сосед», двойной обход остовного дерева, ближайшей вставки [3, 4].

3. *Мета-эвристики* (англ. metaheuristic, meta – «за пределами» и heuristic – «найти») – методы, в которых упор делается на тщательном изучении наиболее перспективных частей пространства решений. Качество получаемых решений получается выше, чем у полученных классическими эвристиками. Примеры: муравьиной колонии (Ant Algorithms), генетический алгоритм (Genetic Algorithms), имитация отжига (Simulated Annealing) [5].

Каждая группа вышеперечисленных методов имеет свои плюсы и минусы. Выбор метода решения, как правило обуславливается следующем. Размерностью предполагаемых к решению задач, требованием к оперативности решения, важности получения гарантированного оптимума, возможностью вычислительных средств, практической или теоретической направленности выполняемых расчетов, и др.

Постановка задачи маршрутизации транспортных средств с ограниченной вместимостью (МТСОВ)

Задача МТСОВ. Предприятие со склада осуществляет доставку однородного товара клиентам. При полном удовлетворении потребностей клиентов необходимо минимизировать протяженность маршрутов и количество используемых транспортных средств (ТС) с ограниченной вместимостью.

Представим в математической интерпретации: G=(V, E) – полный неориентированный граф; $V = \{0,1, \dots, N\}$ – множество вершин, где 0 – склад, $1, \dots, N$ – клиенты; $E = \{[i, j]: i, j \in V, i < j\}$ – множество ребер; c_{ij} – расстояние между пунктами.

Имеется парк одинаковых ТС с вместимостью L; стоимость использования одного ТС составляет A; стоимость пробега 1 км составляет a.

Для каждого клиента $i \in V\backslash\{0\}$ задан спрос $0 \leq l_i \leq L$.

Составить множество маршрутов, удовлетворяющих следующим условиям:

1. каждый маршрут начинается и заканчивается на складе;
2. каждый клиент обслуживается одним ТС;
3. суммарный спрос для каждого маршрута не превосходит L;
4. суммарные издержки минимальны:

$$\min \leftarrow F = m \cdot A + a \sum_{i=1}^{k} d_i, \quad (1)$$

где m – число маршрутов (число использованных ТС), A – стоимость использования одного ТС, a – стоимость пробега одного километра, d_i – суммарная длина маршрута i.

Данная постановка задачи состоит из комбинации двух классических подзадач комбинаторной оптимизации: классическая задача коммивояжера и задача одномерной упаковки. Содержательная постановка задачи коммивояжера [3]: коммивояжер должен выйти из первого города, посетить по разу в неизвестном порядке остальные города и вернуться в первый город. Расстояния между городами известны. Необходимо найти в каком порядке следует обходить города, чтобы замкнутый путь (тур) коммивояжера был кратчайшим. Задача коммивояжера является NP-трудной задачей [3].

Содержательная постановка подзадачи одномерной упаковки состоит в следующем [2]. Имеется конечное множество товаров, размер (вес) каждого из них задан рациональным числом. Требуется упаковать предметы в минимально возможное количество транспортных средств так, чтобы суммарный размер товаров в каждом транспортном средстве не превышал его грузоподъемность (также рациональное число). И задача одномерной упаковки относится к классу NP-трудных [2, 4].

Решение задачи МТСОВ

Для решения поставленной задачи МТСОВ нами разработаны алгоритмы, каждый из которых осуществляется в два этапа.

1. Решение подзадачи разбиения региона на компактные зоны обслуживания (группирование объектов-получателей для каждого маршрута). Эту подзадачу будем называть задачей декомпозиция на региональные зоны. Декомпозиция осуществляется для разбиения всего региона на компактные зоны обслуживания.

2. Решение подзадачи нахождения оптимального по заданному критерию (суммарному расстоянию, времени, стоимости доставки) порядка объезда клиентов для каждого ТС с учетом их грузоподъемности. Эту задачу будем называть подзадачей маршрутизации с учетом грузоподъемности ТС. Она заключается в построение минимальных маршрутов ТС для каждой зоны с учетом вместимости (грузоподъемности).

После решения этих двух подзадач формируются маршруты ТС с указанным перечнем груза для каждого.

Схема решения задачи МТСОВ представлена на рисунке 1. Вначале решается подзадача декомпозиции, затем вычисляются протяженности маршрутов и нижние границы длины маршрута для оценки полученного решения. Для решения подзадачи декомпозиции рассмотрено два подхода:

- на этапе разбиения транспортной сети на зоны (регионы) использовался *метод «близость»* на практике. Ищется самый удаленный пункт и к нему последовательно добавляются ближайшие с учетом роста группы. Процесс завершается, когда необходимое количество пунктов в регионе найдено;
- *поиск по дереву «в глубину» и «в ширину»* с использованием вероятностей для разбиения исходной транспортной сети на регионы. Поиск «в ширину» - определение всех непосредственных соседних узлов, затем всех узлов в двух шагах, затем в трех, и так далее, пока цель не достигнута. Поиск «в глубину» – для каждой непройденной вершины необходимо найти все непройденные смежные вершины и повторить поиск для них. Экспериментально выявлены эффективные величины вероятностей для каждого варианта: для поиска «в глубину» вероятность p1 = [0; 0,2], для поиска «в ширину» соответственно вероятность p2 = [0,8; 1].

Для решения подзадачи маршрутизации использовали:

- алгоритма ближайшего соседа [4];
- метод ветвей и границ [3];
- модификацию метода ветвей и границ с дихотомическим ветвлением со случайным выбором вершины для ветвления.

Общая идея метода ветвей и границ [3] тривиальна: нужно разделить огромное число перебираемых вариантов на непересекающиеся подмножества частично решенных задач и получить оценки (снизу – в задаче минимизации, сверху – в задаче максимизации) для этих подмножеств задач, чтобы иметь возможность отбрасывать варианты не по одному, а целыми подмножествами неперспективных (с точки зрения получения оптимума) частично решенных задач. Трудность состоит в том, чтобы найти такое разделение на подмножества (ветви) и такие оценки (границы), чтобы процедура была вычислительно эффективной.

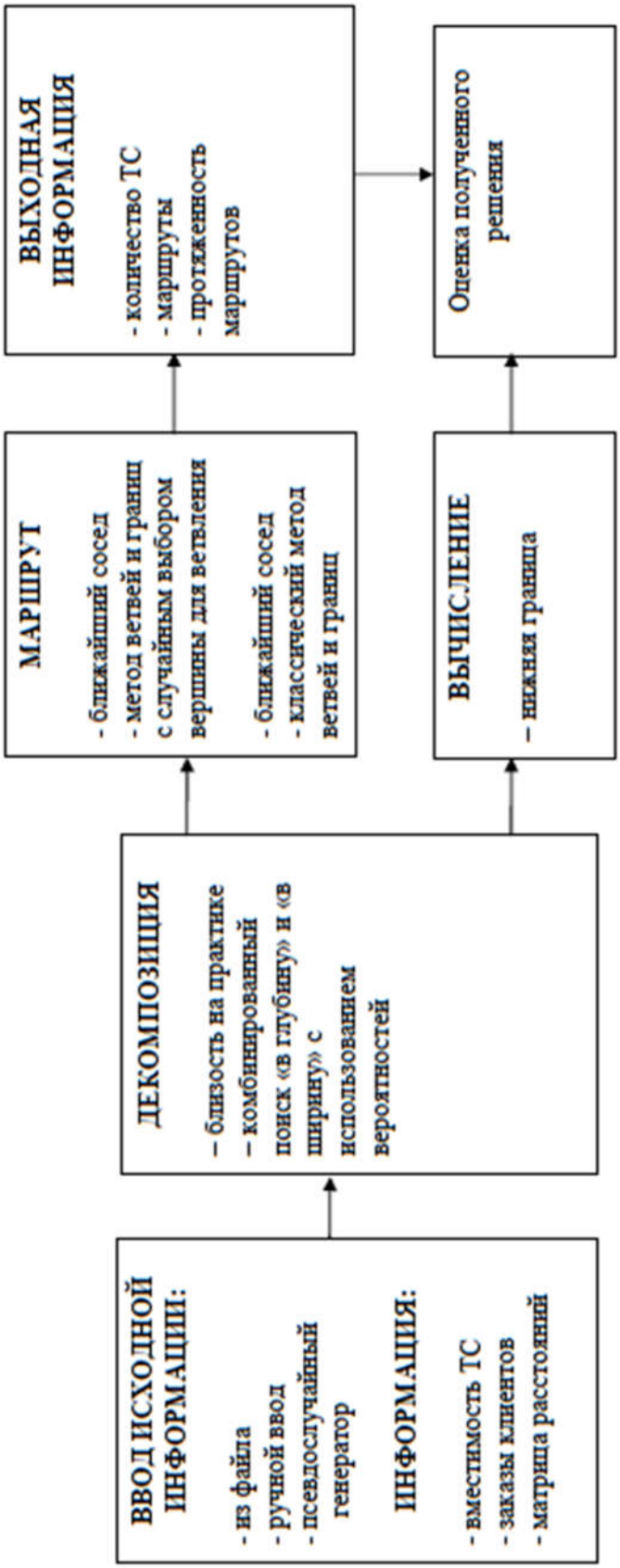

Рисунок 1. Графическое представление основных этапов решения задачи МТСОВ

В общей схеме метода ветвей и границ две процедуры: ветвление и нахождение оценок (границ). Процедура ветвления состоит в разбиении области допустимых решений на подмножества. Процедура нахождения оценок заключается в поиске нижней границы. Различаются подходы на процедуре ветвления [3]. При дихотомическом ветвлении могут получаться не оптимальные решения, поскольку остаётся крайне неопределённой та часть, которая отбрасывается. В предложенном нами варианте метода ветвей и границ со случайным выбором вершины ветвления с вероятностью p=0,1 выбирается вершина обратная классическому методу ветвей и границ с дихотомическим ветвлением.

Вычислительный эксперимент

На основе численного эксперимента полученных данных проведен анализ эффективность предложенных подходов решения задачи МТСОВ. Было решено порядка 1300 примеров.

В вычислительном эксперименте рассматривалась задача на плоскости, координаты городов генерировались как независимые случайные числа. Данный алгоритм проходил тестирование для задач размерности 10, 25, 50, 100. В ходе проведения эксперимента были выделены пять (A, B, C, D, E) классов задач [1]:

1) класс A – примеры, у которых нет разбиения на регионы (1 регион);

2) класс B – примеры, у которых количество регионов задано небольшое и небольшие весовые потребности у клиентов;

3) класс C – примеры, у которых количество регионов задано небольшое и большие весовые потребности у клиентов;

4) класс D – примеры, у которых количество регионов задано большое и небольшие весовые потребности у клиентов;

5) класс E – примеры, у которых количество регионов задано большое и большие весовые потребности у клиентов.

При тестировании предложенных алгоритмов решения выполнялся многократный запуск поиска решения на случайно сгенерированном множестве городов. При генерации города располагались на плоскости.

Для сравнения разработанных подходов решения задачи МТСОВ необходимо было выявить те вероятности, при которых построенный маршрут окажется наилучшим (минимальным). Были найдены средние отклонения длины маршрута от нижней оценки.

Итак, экспериментально установлен более эффективный диапазон для вероятностной декомпозиции поиска «в ширину» и «в глубину», который равен 0,8-1 и 0-0,2 соответственно.

В ходе проделанной работы выявлено, что благодаря алгоритму метода ветвей и границ с классическим дихотомическим ветвлением и использованием комбинированных методов поиска «в ширину» и «в глубину» сокращается количество транспортных средств от 1% до 3%. Однако нельзя однозначно выявить лучший подход по протяженности маршрута. В случаях, когда количество регионов большое (класс D и E), т.е. количество вершин в каждом из полученных маршрутов менее, чем 10, алгоритм дихотомии с вероятностным ветвлением уступает алгоритму классической дихотомии метода ветвей и границ с использованием комбинированных методов поиска «в ширину» и «в глубину» в среднем от 1% до 10%. Когда количество регионов малое (класс B и C), т.е. количество вершин в каждом из полученных маршрутов более, чем 10, картина противоположная, при этом преимущество алгоритма дихотомии с вероятностным ветвлением достигает 16%.

Заключение

Разработанный программный модуль, реализующий алгоритмы метода ветвей и границ с классическим дихотомическим ветвлением и с вероятностным дихотомическим ветвлением, которые позволяют решать задачу маршрутизации большой размерности с разбиением её на зоны и последующим решением детерминированных и вероятностных методов, а так же учитывать грузоподъёмность ТС. Проведенный численный эксперимент с разработанными и реализованными методами позволил оценить эффективность алгоритмов на конкретных классах задач. Это позволяет оценить целесообразность использования на практике вариант алгоритма решения для каждого случая при формировании маршрутов движения ТС.

Используя метод зонирования и уменьшая протяженность маршрута доставки товара с помощью разработанных подходов, можно уменьшить затраты на рейсы, а значит и увеличить доход фирмы. В реальной логистической среде необходимо продолжить разработку различных модификаций.

Список литературы

1. Ильина (Амброх) М.А. Метод дихотомии с использованием детерминированного и вероятностного подходов для решения задачи маршрутизации с ограниченной вместимостью транспортных средств / Выпускная

квалификационная работа на соискание степени магистра по направлению 010500 «Прикладная математика и информатика», 2011.
2. Модели и методы решения задач ортогонального раскроя и упаковки / Э.А. Мухачева, А.Ф. Валеева, В.М. Картак, А.С. Мухачева // М.: Информационный технологии: приложение. 2004. №5. 32 с.
3. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование / 2-е изд., испр. и доп. ФИЗМАТЛИТ, 2007. 304 с.
4. Ху Т.Ч., Шинг М.Т. Комбинаторные алгоритмы / пер. с англ. Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета, 2004. 330 с.
5. Metaheuristics for the vehicle routing problem and its extensions: A categorized bibliography / M. Gendreau, J.-Y. Potvin, O. Braysy, G. Hasle, A. Lokketangen // Springer. 2007. 25 p.
6. The Vehicle Routing Problem / Monographs on Discrete Mathematics and Applications // edited by Toth P., Vigo D. SIAM, Philadelphia, PA, 2002.

УДК 656.11

Тихонов А.Н., Махмутшина К.И.

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ НА УЧАСТКЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

Обоснована необходимость корректировки существующей модели управления дорожным движением, внедрения новых управляющих воздействий и установки дополнительных технических средств организации дорожного движения на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская г.о. Самара. Разработана оптимальная модель управления дорожным движением, учитывая вступившие в силу изменения в правилах дорожного движения.

Ключевые слова: транспортный поток, модель управления, дорожное движение.

Введение

Безопасность дорожного движения и эффективность автомобильных перевозок в значительной мере определяются качеством организации дорожного движения, в основу которой входит управление транспортными и пешеходными потоками. Незнание природы их характера ограничивает возможности планирования рациональных мероприятий по организации дорожного движения, их оптимизации и оперативной коррекции в соответствии с изменившимися условиями.

В крупных городах данная проблема приобретает особую остроту. Ситуация усложняется такими тенденциями, как постоянно возрастающая мобильность населения, уменьшение перевозок общественным транспортом и увеличение перевозок личным транспортом, нарастающий разрыв между увеличением количества автомобилей и протяжённостью улично-дорожной сети (УДС), не рассчитанной на современные транспортные потоки (ТП).

Для поиска эффективных стратегий управления ТП в мегаполисе, оптимальных решений по проектированию улично-дорожной сети и организации дорожного движения необходимо учитывать широкий спектр характеристик транспортного потока, закономерности влияния внешних и внутренних факторов на динамические характеристики смешанного ТП.

Применение методов управления и создание адекватной модели ТП является актуальной задачей в процессе организации и управления дорожным движением.

В статье рассмотрены решения следующих задач:

- сбор информации о существующей модели управления;
- анализ существующей модели на предмет её соответствия реальным условиям и ГОСТу Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств»;
- определение необходимости корректировки существующей модели управления и внедрения новых управляющих воздействий и установки дополнительных технических средств организации дорожного движения (ТСОДД);
- определение степени важности и очерёдности внедрения новых управляющих воздействий;
- разработка оптимальной модели управления дорожным движением на локальном перекрёстке.

Анализ существующей модели управления дорожным движением на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская

На рисунке 1 представлена дислокация дорожных знаков, светофоров и разметки на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская.

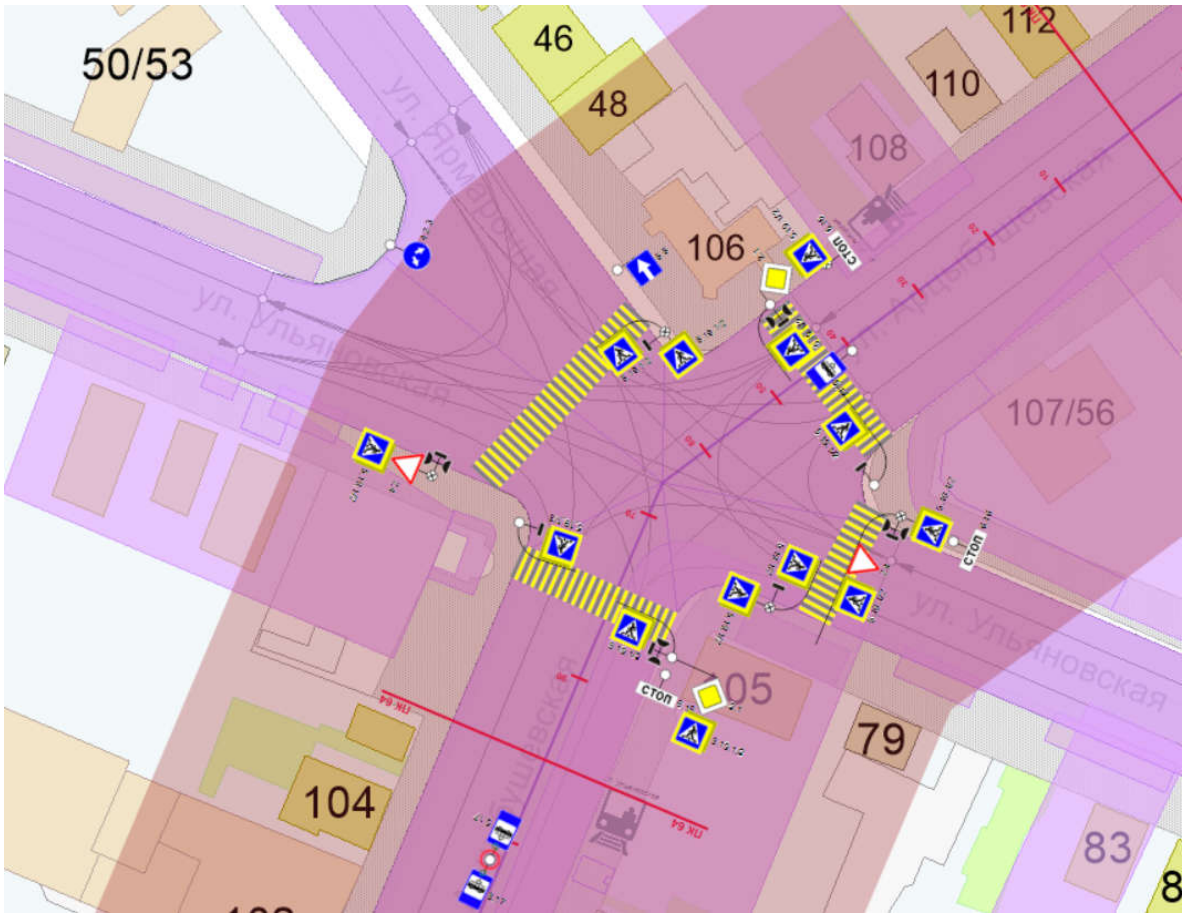

Рисунок 1. Дислокация дорожных знаков, светофоров и разметки на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская

На основе собранной информации по данному перекрестку можно заключить, что существующая модель управления дорожным движением соответствует реальным условиям и ГОСТ Р 52289-2004 «Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств», а также достаточно эффективна, что можно определить по отсутствию существенных заторов (в данном случае – опытным путем во время исследования интенсивности транспортного потока на перекрестке).

Корректировка существующей модели управления дорожным движением на перекрестке

Важно отметить, что с 1 января 2018 года вступили в силу изменения Правил дорожного движения (ПДД). Введен ряд новых дорожных знаков, а

также модификации некоторых уже существующих.

Таким образом, нужно рассмотреть необходимость применения нововведений на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская.

Остановка общественного транспорта

Учитывая, что вблизи с перекрестком ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская на четной стороне ул. Арцыбушевской на месте остановки общественного транспорта (ООТ) в настоящее время не расположен дорожный знак 5.16 «Место остановки автобуса и (или) троллейбуса» (рисунок 2), то рационально (в силу того, что не нужно убирать старый знак, чтобы установить новый) будет сразу использовать такое нововведение, как знак 5.16 д «Совмещенный знак остановки и указателя маршрутов» (рисунок 3).

Рисунок 2. Остановка общественного транспорта, ул. Арцыбушевская 108; отсутствие знака 5.16

Рисунок 3. Пример дорожного знака 5.16 д «Совмещенный знак остановки и указателя маршрутов»

Запрет остановки рядом с ТЦ «Галактика»

Из-за сложности движения транспортного потока на данном перекрестке (рисунок 4) и особенности расположения пешеходного перехода через сечения 2 и 3 (рисунок 5) стоянка возле ТЦ «Галактика» (ул. Ульяновская 52) в месте слияния улиц Ярмарочная и Ульяновская, а также на четной стороне ул. Ярмарочная снижает безопасность дорожного движения. Главной причиной является ухудшение обзора для водителя, а также для пешехода, переходящего дорогу от ул. Ульяновская 52. Следовательно, необходимо запретить остановку в обозначенных местах.

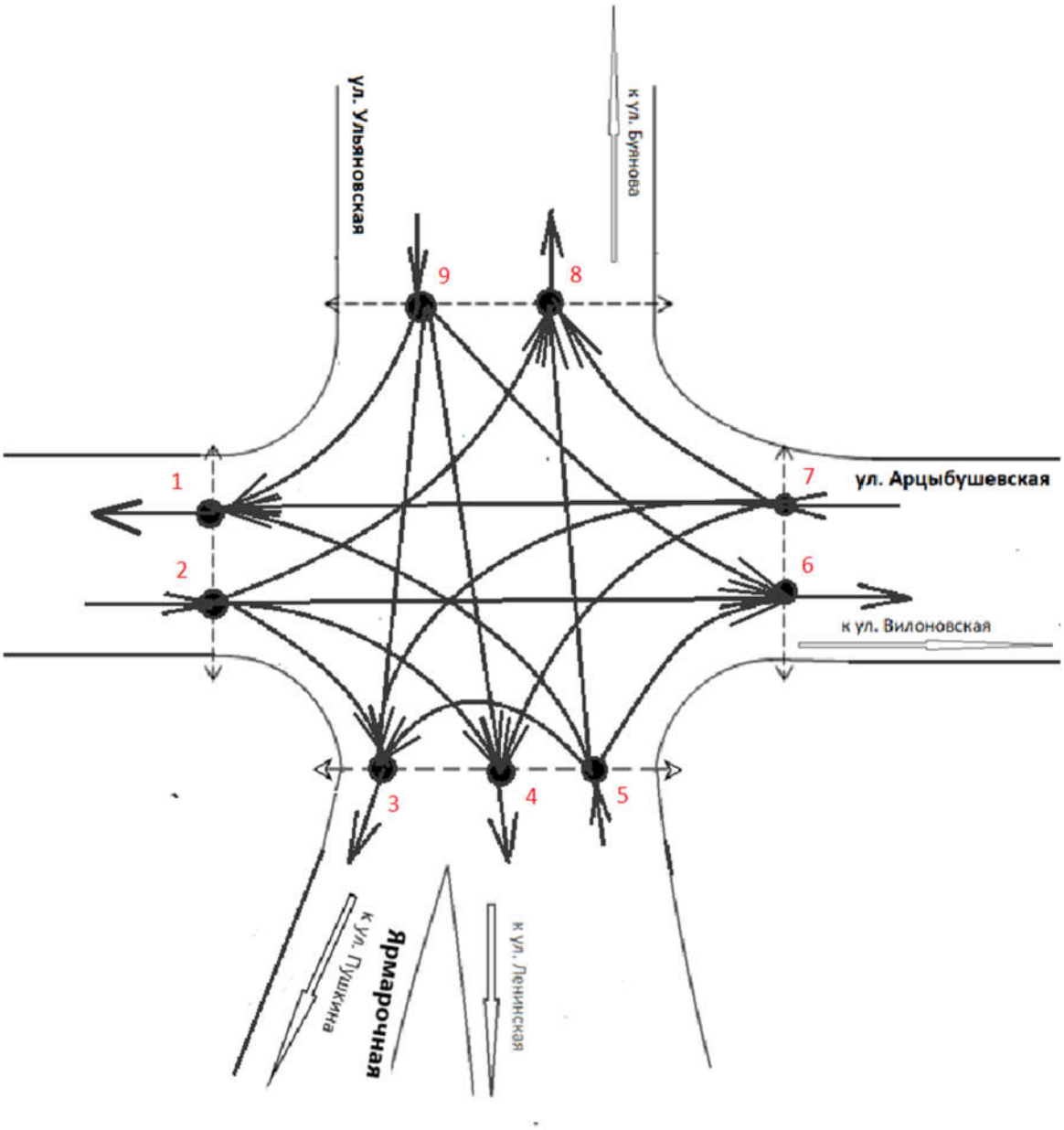

Рисунок 4. Ориентированный граф ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская

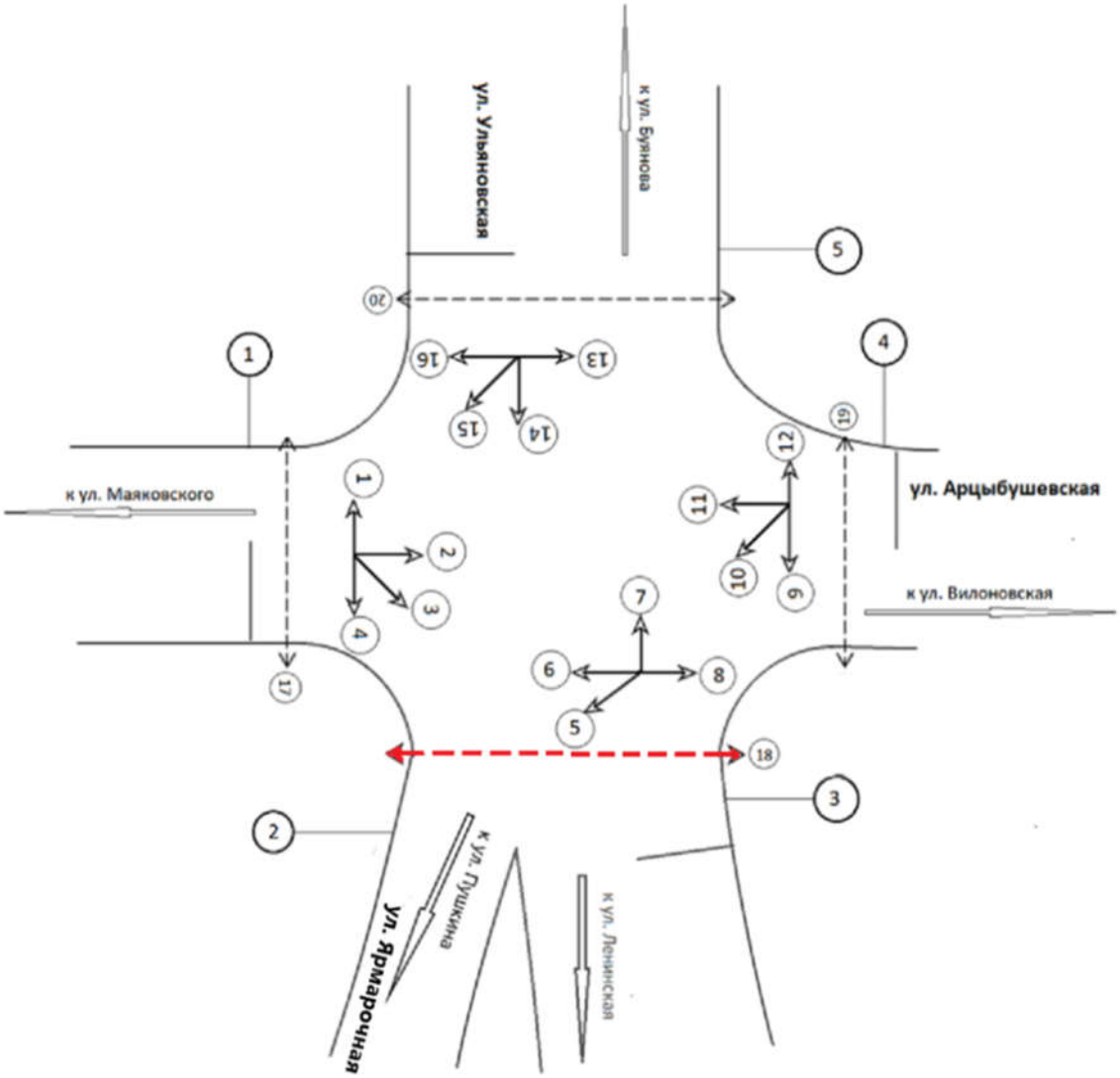

Рисунок 5. Схема обозначений сечений и направлений движения на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская

Для ул. Ярмарочная актуальным будет размещение дорожного знака 3.27 д «Остановка запрещена по обе стороны дороги», который можно расположить на одном основании со знаком 5.5 «Дорога с односторонним движением» (рисунок 6). Также необходимо указать зону действия знака – 25 метров (рисунок 7).

Нужно учесть наличие парковочных мест возле ТЦ «Галактика» при движении по ул. Ульяновская через 25 метров (рисунок 8) от знака 4.2.3 «Объезд препятствия справа или слева» (рисунок 9), на одном основании с которым оптимально будет разместить знак 3.27 «Остановка запрещена» вместе с табличкой 8.2.2 «Зона действия», где указать 25 метров.

Рисунок 6. Дорожный знак 5.5 «Дорога с односторонним движением», ул. Арцыбушевская, 106

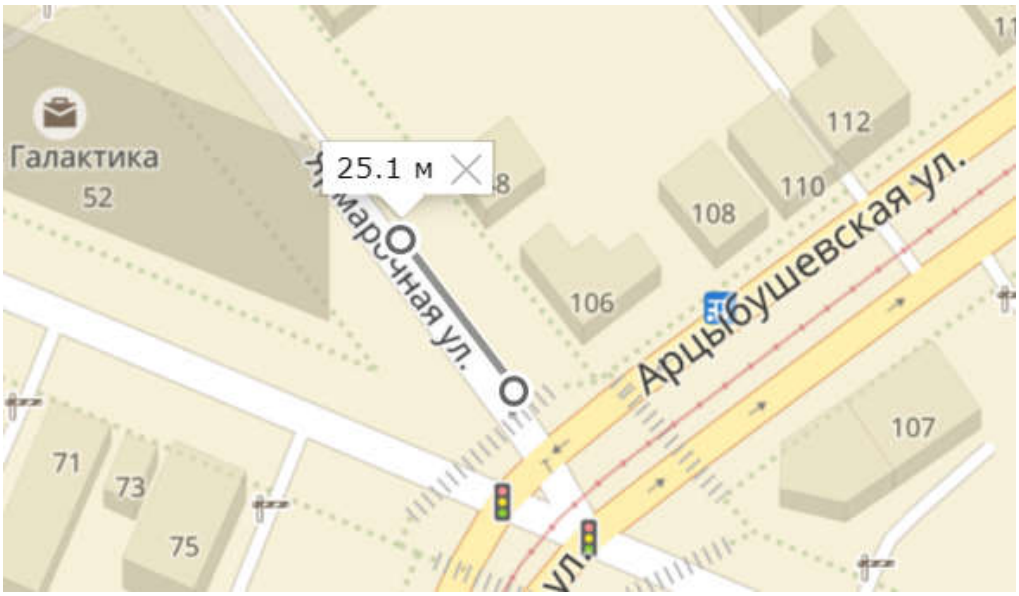

Рисунок 7. Зона действия знака 3.27 д

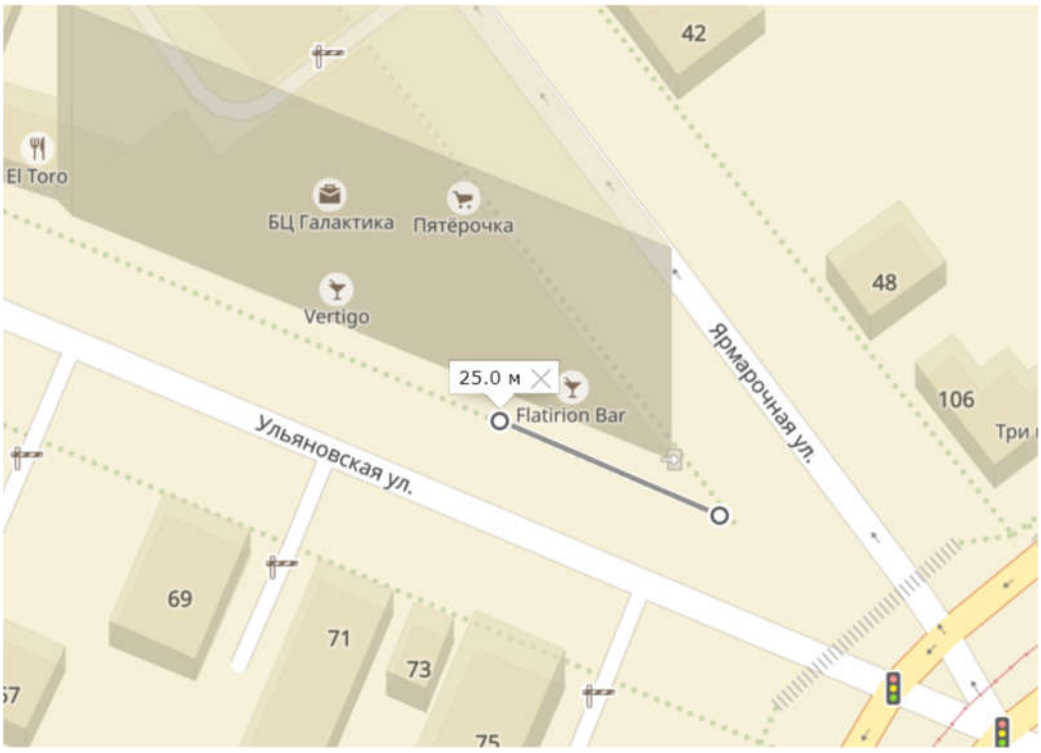

Рисунок 8. Зона действия знака 3.27 «Остановка запрещена»

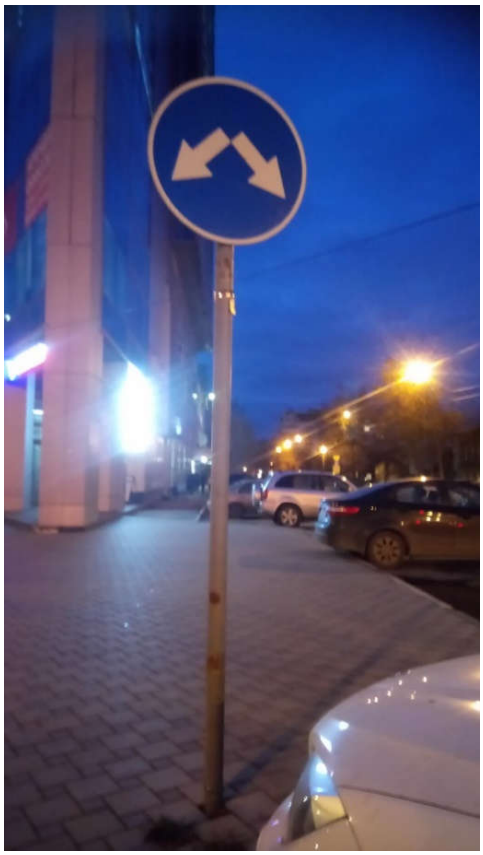

Рисунок 9. Дорожный знак 4.2.3 «Объезд препятствия справа или слева», ул. Ульяновская, 52

Запрет выезда на перекресток в случае затора

Сложное движение транспортного потока из-за большого количества направлений на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская приводит к образованию заторов. Для разрешения трудных ситуаций, касающихся этой проблемы, был введен знак 3.34 д «Въезд на перекресток в случае затора запрещен» (рисунок 10), запрещающий выезжать на занятый перекресток и создавать тем самым препятствия для движения транспортных средств в поперечном направлении. Отметим, что знак является дополнением к разметке. То есть при отсутствии разметки для определения правонарушения ссылаться на этот знак нельзя. Следовательно, на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская необходимо установить не только знак 3.34 д, но и соответствующую разметку (рисунок 11).

Рисунок 10. Дорожный знак 3.34 д

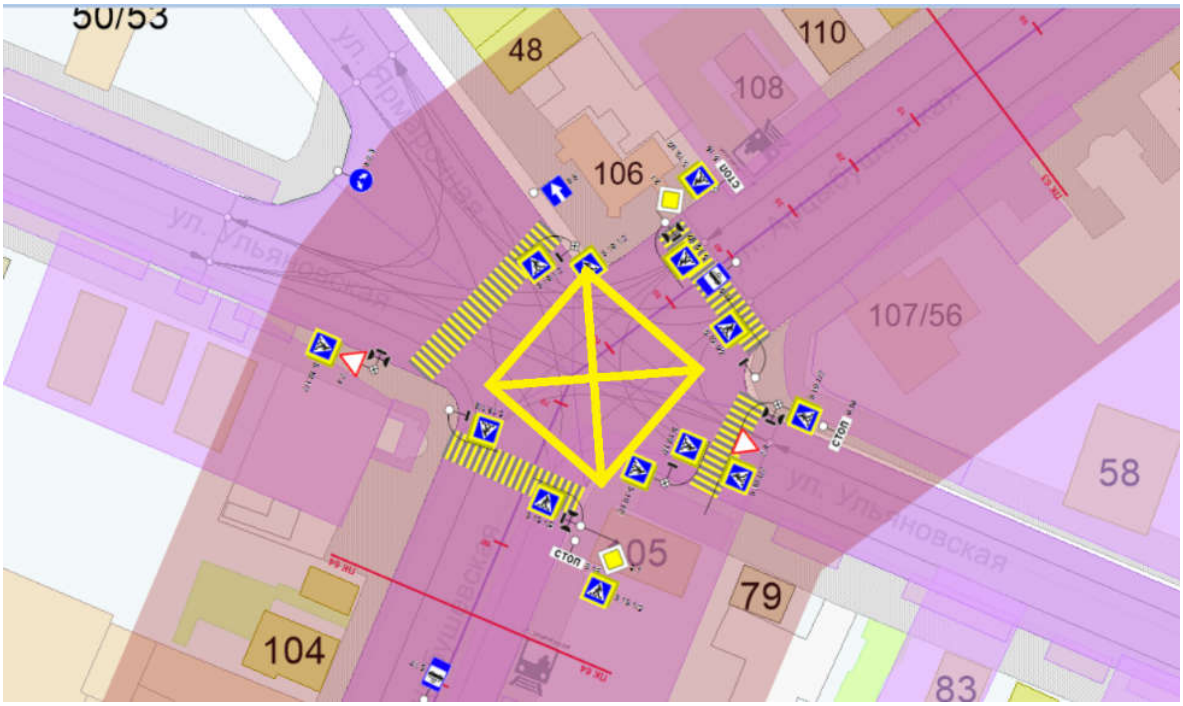

Рисунок 11. Разметка для дорожного знака 3.34 д

Заключение

В результате поиска оптимальных решений по организации дорожного движения использованы нововведения в ПДД от 01.01.18, что позволило получить на перекрестке ул. Арцыбушевская и ул. Ульяновская г.о. Самары оптимальную модель дислокации ТСОДД.

Список литературы

1. Новые знаки ПДД с 1 января 2018 года [Электронный ресурс] / Automir24. URL: auto-mir24.ru/novye-znaki-pdd-s-1-yanvarya-2018-goda.
2. ГОСТ Р 52290-2004. Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования [Электронный ресурс] / Техэксперт. URL: docs.cntd.ru/document/gost-r-52290-2004.
3. Знаки дорожного движения [Электронный ресурс] / Am.ru. URL: pdd.am.ru/road-signs.
4. Сидоров А.В., Михеев С.В., Осьмушин А.А. Диагностика состояния транспортной инфраструктуры с использованием нейронных сетей // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6; URL: www.science-education.ru/113-11807.
5. Михеева Т.И., Михеев С.В. Исследование методов локального управления транспортными потоками // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники». Самара: СГАУ, 2003. С. 24-30.

УДК 656

Михеев С.В.[1,2], Гейчук А.М.[1]

ДИСЛОКАЦИЯ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ В Г. САМАРА

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]ИнтелТранс

В статье рассмотрены вопросы дислокации светофоров на различных перекрестках города Самары.

Ключевые слова: светофор, светофорный объект, дислокация.

Организация дорожного движения – система мероприятий, направленная на наиболее эффективное передвижение транспортных средств по улицам и дорогам.

Проблемой больших городов является частое возникновение заторов на дорогах, количество которых увеличивается с каждым годом. Одним из решений данной задачи является оперативный мониторинг и своевременная модификация режимов работы светофоров в городе. Решая данную задачу в комплексе, в единой автоматизированной экспертной системе, можно разработать схему оптимального распределения транспортных потоков на улично-дорожной сети с учетом приоритетов отдельных дорог и на основании данных об интенсивности движения в каждом узле транспортной сети. Для улучшения распределения транспортных потоков на улицах города необходимо занести все данные о светофорах, интенсивностях и циклах работы светофорных объектов в базу данных автоматизированной системы и произвести анализ оптимальности. На основе рекомендаций экспертного блока программного средства необходимо внести изменения в работу светофоров города и своевременно обновлять данные об интенсивностях движения транспортных потоков [3].

Светофорное регулирование является одним из эффективных методов повышения безопасности дорожного движения и регулирования транспортных и пешеходных потоков. Светофорные объекты, использующие индивидуальные автоматические переключатели светофорных сигналов и работающие в одном или нескольких жестких (постоянных по времени независимо от интенсивности движения) или адаптивных (программы зависят от интенсивности движения, используются транспортные детекторы) режимах, проектируют на пересечениях автомобильных дорог. При значительном взаимном удалении светофорных объектов друг от друга такой способ регулирования дает хорошие результаты. Необходимыми условиями для этого являются обоснованная установка светофора и оптимальное назначение режима его работы в зависимости от объемов транспортного и пешеходного движения и планировочной характеристики пересечения автомобильных дорог. Светофоры предназначены для поочередного пропуска участников движения через определенный участок дорожной сети, а также для обозначения опасных участков дорог. В зависимости от условий светофоры применяются для управления движением в определенных направлениях или по отдельным полосам данного направления.

Светофоры классифицируются по их функциональному назначению (транспортные, пешеходные); по конструктивному исполнению (одно-, двух- или трехсекционные, трехсекционные с дополнительными секциями); по их роли, выполняемой в процессе управления движением (основные, дублеры, повторители).

Светофоры рекомендуется располагать так, чтобы обеспечивалась наилучшая видимость их сигналов участникам дорожного движения. Таким же образом рекомендуется устанавливать светофоры-дублеры и светофоры-повторители. При установке пешеходных светофоров необходимо, чтобы была обеспечена видимость их сигналов пешеходами с противоположной стороны проезжей части дороги. Пешеходными светофорами оборудуют все пешеходные переходы, расположенные на регулируемом пересечении автомобильных дорог [1].

Проведено исследование нескольких перекрестков для того, чтобы наглядно рассмотреть расположение светофоров в зависимости от вида перекрестка. Посчитано количество светофоров каждого типа и указано, какие светофоры работают в одной фазе.

Первый вид перекрестка – простой четырехсторонний Х-образный. Расположен на перекрестке ул. Дзержинского и ул. Аэродромная. На таком перекрестке расположено 16 светофоров. Из них 8 транспортных и 8 пешеходных. Транспортные 1, 2, 9, 10 , транспортные 5, 6, 13, 14, пешеходные 4, 7, 12, 15, пешеходные 3, 8, 11, 16 работают в одной фазе соответственно. Данный перекресток изображен на рисунке 1.

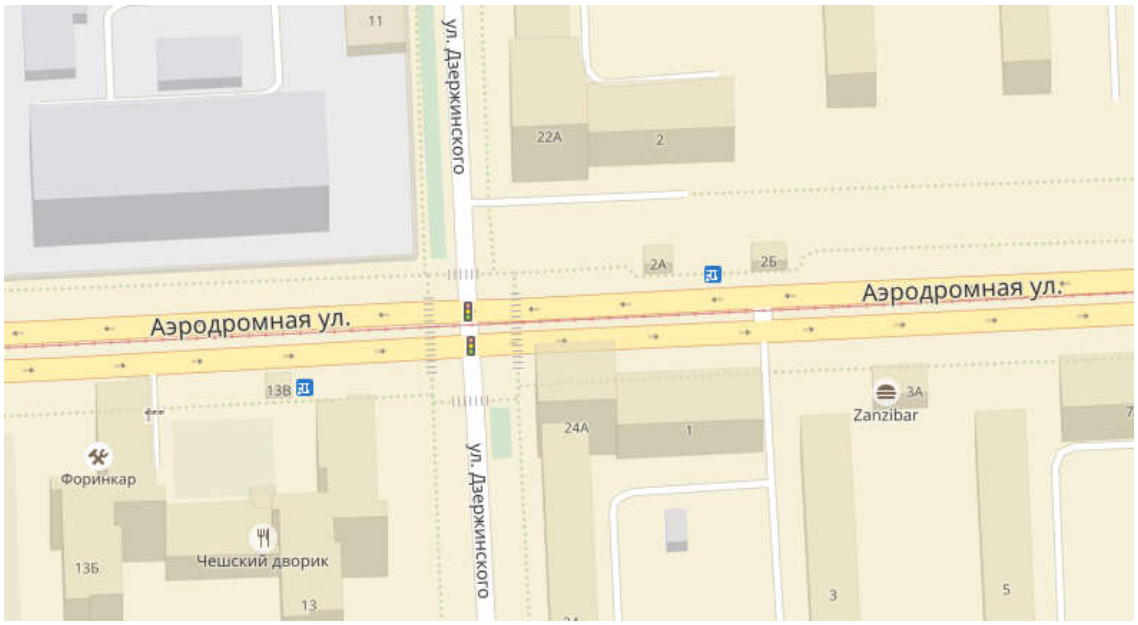

Рисунок 1. Перекресток ул. Дзержинского и ул. Аэродромная

Дислокация светофорных объектов на перекрестке ул. Дзержинского и ул. Аэродромная изображена на рисунке 2.

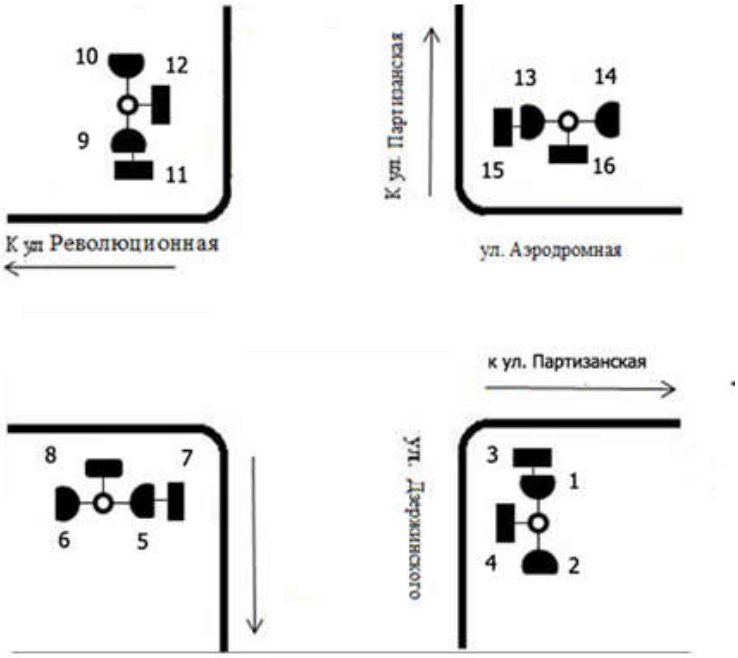

Рисунок 2. Дислокация светофорных объектов
на перекрестке ул. Дзержинского и ул. Аэродромная

Второй вид перекрестка – сложный четырехсторонний Х-образный (с осью). Расположен на перекрестке пр. Кирова и ул. Физкультурная. На таком перекрестке расположено 20 светофоров. Из них 8 транспортных и 12 пешеходных. Транспортные 7, 10, 15, 20, транспортные 5, 6, 12, 13, пешеходные 1, 2, 3, 4, 8, 9, 14, 16, пешеходные 11, 17, 18, 19 работают в одной фазе соответственно. Данный перекресток изображен на рисунке 3.

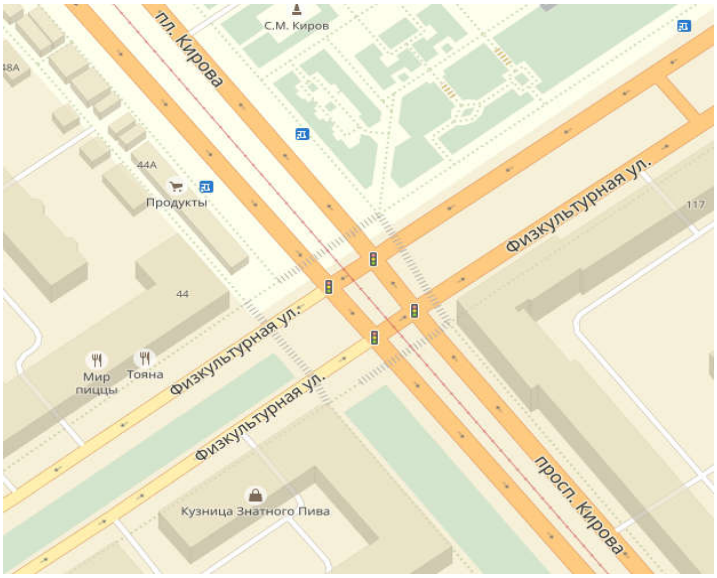

Рисунок 3. Перекресток пр. Кирова и ул. Физкультурная

Дислокация светофорных объектов на перекрестке пр. Кирова и ул. Физкультурная изображена на рисунке 4.

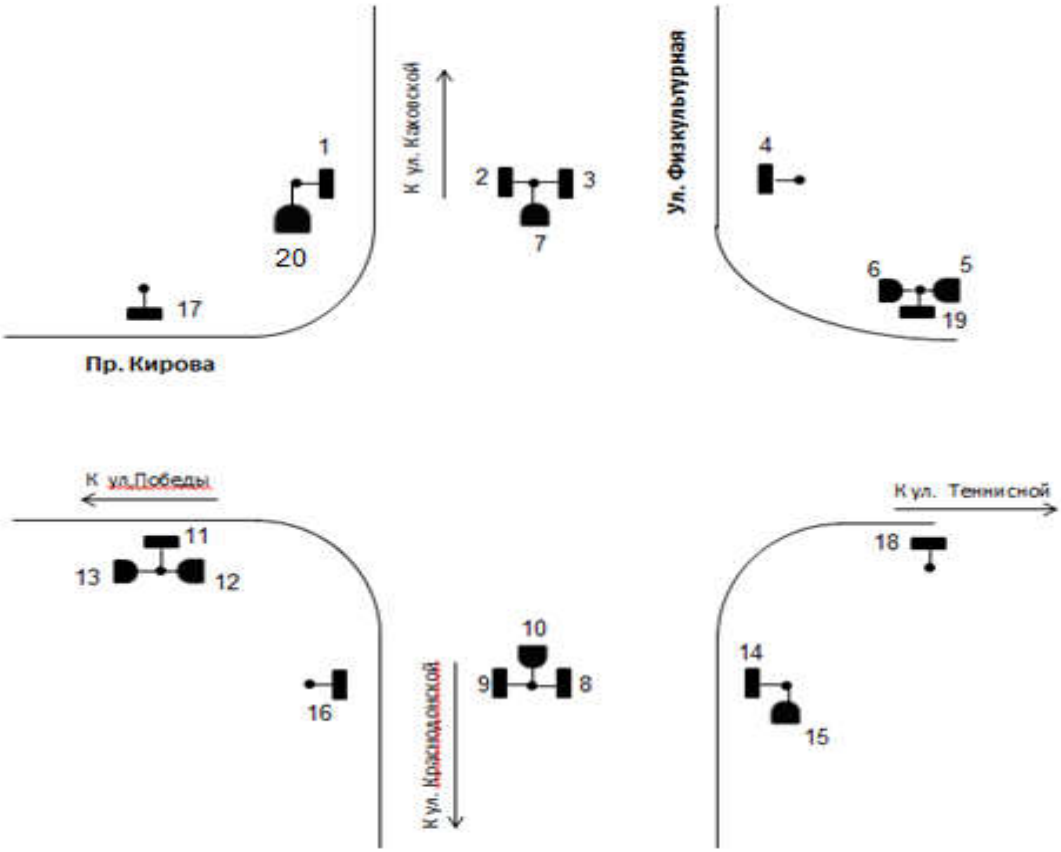

Рисунок 4. Дислокация светофорных объектов на перекрестке пр. Кирова и ул. Физкультурная

Третий вид перекрестка – Т-образный. Расположен на перекрестке ул. Юбилейная и ул. Победы. На таком перекрестке расположено 10 светофоров. Из них 6 транспортных и 4 пешеходных. Транспортные 4, 5, 8, 9, транспортные 2, 6, пешеходные 3, 7, пешеходные 1, 10 работают в одной фазе соответственно. Данный перекресток изображен на рисунке 5.

Дислокация светофорных объектов на перекрестке ул. Юбилейная и ул. Победы изображена на рисунке 6.

На исследуемых перекрестках светофоры хорошо видны теми участниками дорожного движения, для которых предназначены. Все светофоры без видимых повреждений, затрудняющих их восприятие. Они не закрыты ветками деревьев, опорами наружного освещения, рекламными плакатами. Светофоры синхронизированы соответствующим образом и исправно работают.

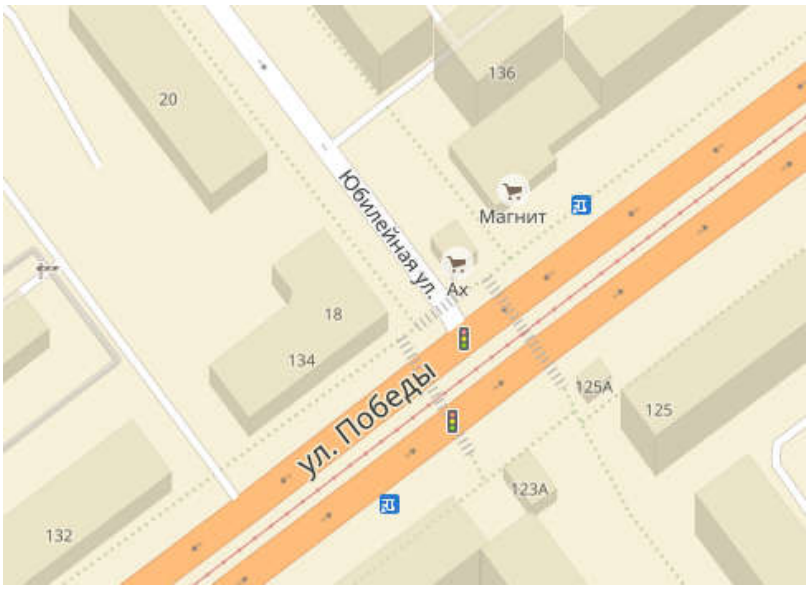

Рисунок 5. Перекресток ул. Юбилейная и ул. Победы

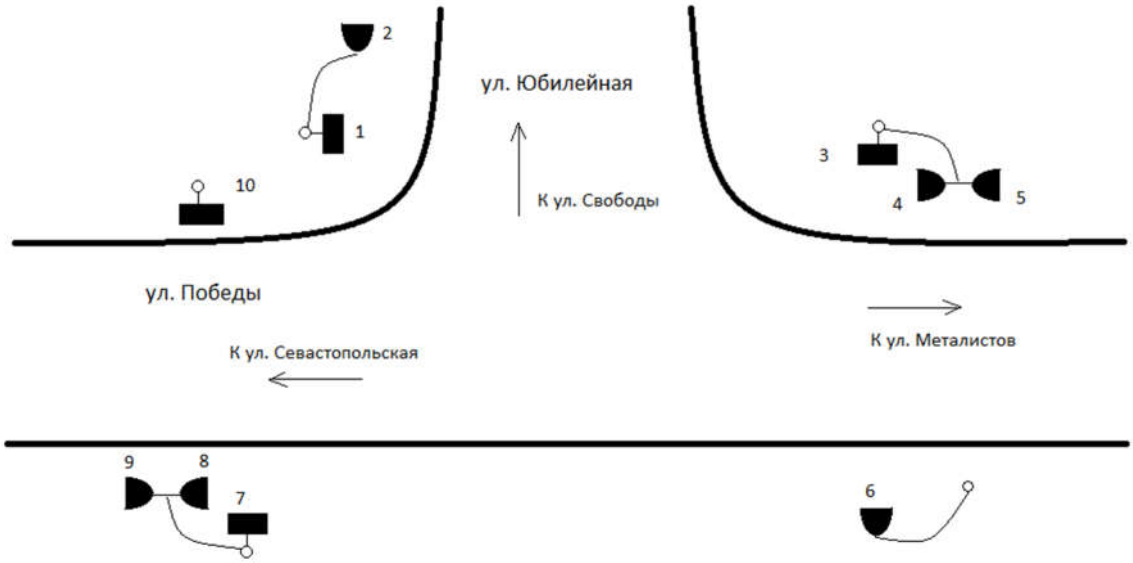

Рисунок 6. Дислокация светофорных объектов
на перекрестке ул. Юбилейная и ул. Победы

Список литературы

1. ОДМ 218.6.003-2011. Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] URL: docs.cntd.ru/document/1200098292.
2. ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний [Электронный ресурс]. URL: znaytovar.ru/gost/2/GOST_R_522822004_Texnicheskie.html.

3. Михеева Т. И., Лыков П. С. Автоматизированная система дислокации и мониторинга светофоров на улично-дорожной сети [Электронный ресурс] / НиКа. 2008. URL: cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-dislokatsii-i-monitoringa-svetoforov-na-ulichno-dorozhnoy-seti.
4. Михеева Т.И., Михеев С.В. Исследование методов локального управления транспортными потоками // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники». Самара: СГАУ, 2003. С. 24-30.

УДК 656.11

Головнин О.К.[1,2], Харитонова Е.Н.[1]

ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА Т-ОБРАЗНОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]ИнтелТранс

В статье рассматривается организация дорожного движения на примере Т-образного пересечения ул. Революционная и ул. Аэродромная.

Ключевые слова: дорожное движение, организация дорожного движения, Т-образный перекрёсток.

Организация дорожного движения (ОДД) – комплекс работ и мероприятий, нацеленных на реализацию обеспечения безопасного движения транспорта и пешеходов по улично-дорожной сети (УДС) согласно утвержденным правовым документам, включающие в себя требования к применению технических средств организации дорожного движения (ТСОДД) и светофорного регулирования (рисунок 1) [1].

Почему так важна организация дорожного движения? Главной причиной является безопасность населения. Основными принципами обеспечения безопасности дорожного движения являются: приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими результатами хозяйственной деятельности; приоритет ответственности государства за обеспечение безопасности дорожного движения над ответственностью граждан, участвующих в дорожном движении; соблюдение интересов граждан, общества и государства при обеспечении безопасности дорожного

движения; программно-целевой подход к деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения [4].

В эпоху глобализации автомобильного движения, когда почти у каждого жителя планеты есть собственное средство передвижения, внимание работников транспортной сферы сосредоточено на обеспечении безопасности путем упрощения с помощью технических средств организации дорожного движения и расположением перекрестков.

Перекрёсток – это место пересечения, примыкания или разветвления дорог на одном уровне, ограниченное воображаемыми линиями, соединяющими соответственно противоположные, наиболее удаленные от центра перекрёстка начала закруглений проезжих частей.

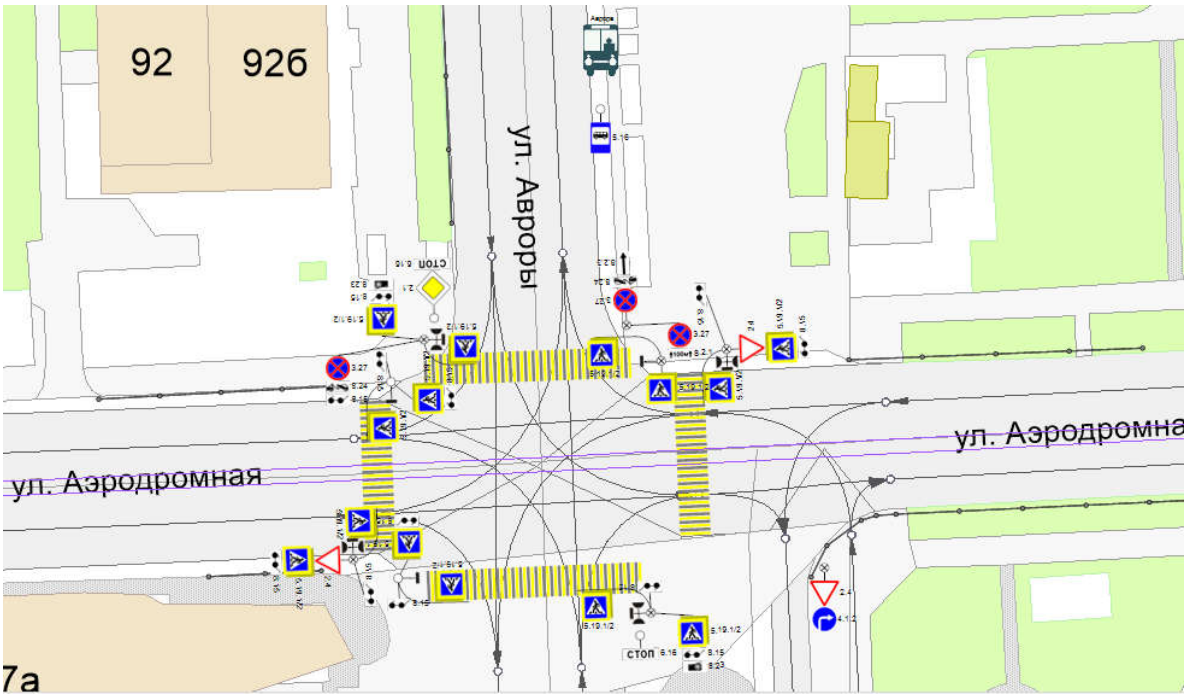

Рисунок 1. ОДД на примере перекрестка ул. Аэродромной и ул. Авроры

Виды перекрестков по конструкции (конфигурации):

- четырехсторонние;
- Т-образные;
- У-образные;
- Х-образные;
- круговые.

Типы перекрестков по очередности движения:

- регулируемые (перекрестки, на которых стоят и работают светофоры или регулировщики);
- нерегулируемые.

В данной статье рассматривается перекресток ул. Революционная и ул. Аэродромная, находящийся в Железнодорожном районе г. Самара (рисунок 2). Данный перекресток – пример Т-образного регулируемого перекрестка. Особенность заключается в том, что, подъезжая к перекрестку по ул. Революционной, можно увидеть дополнительный разворот.

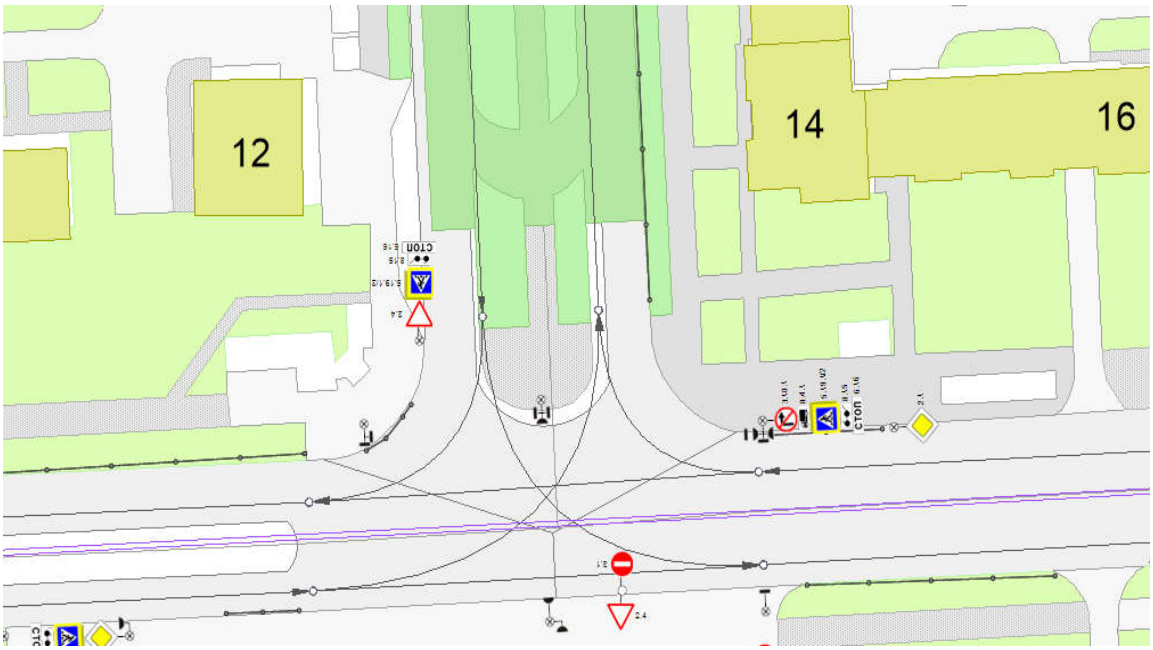

Рисунок 2. Перекресток ул. Революционная х ул. Аэродромная

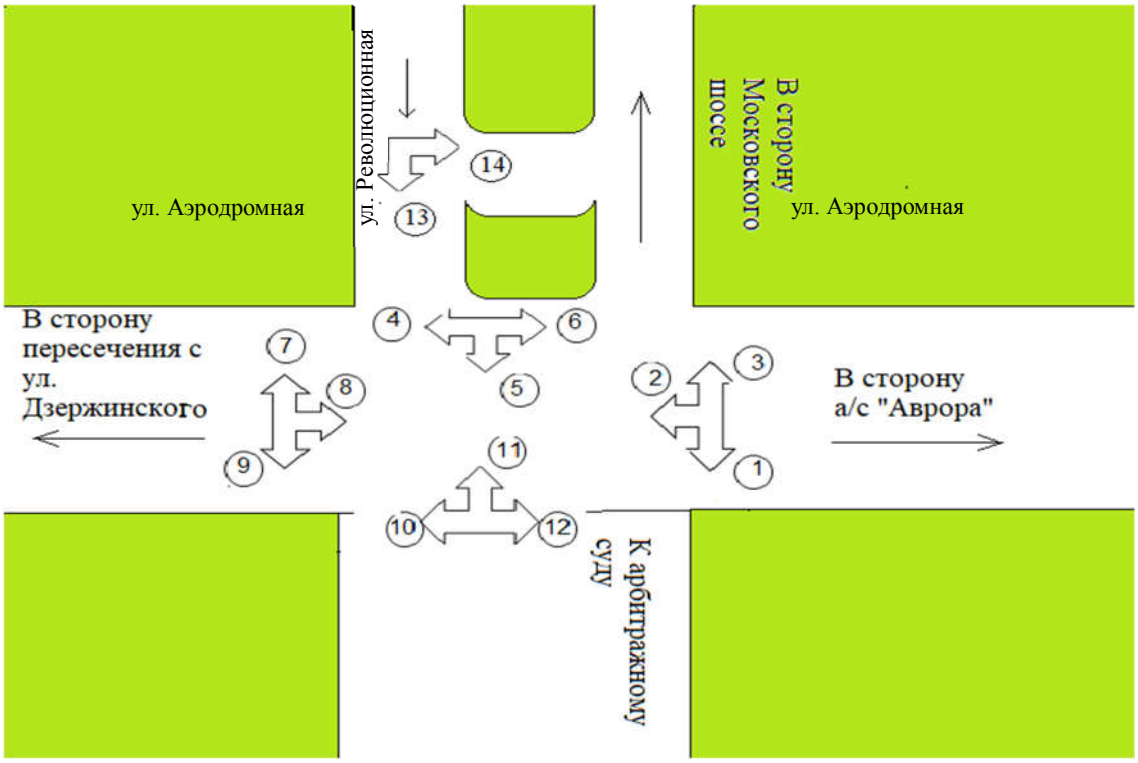

Рисунок 3. Схема перекрестка ул. Революционная и ул. Аэродромная

При исследовании и подсчете интенсивности данный перекресток рассматривается как обычный четырехсторонний перекресток, так как было замечено, что некоторое количество машин заезжает и выезжает в районе Арбитражного суда. Дополнительно, подсчитана интенсивность для разворота, рассматривая его как небольшой нерегулируемый перекресток.

В ходе исследования данного перекрестка следовало изучить следующие ТСОДД:

- светофоры;
- дорожные ограждения;
- остановки общественного транспорта;
- дорожные знаки.

Для регулирования дорожного движения на данном перекрёстке размещены светофоры: транспортные и пешеходные. Светофорный цикл составляет 58 секунд. На рисунке 4 представлена схема расположения светофоров. На данном перекрестке расположено 8 транспортных и 8 пешеходных светофоров.

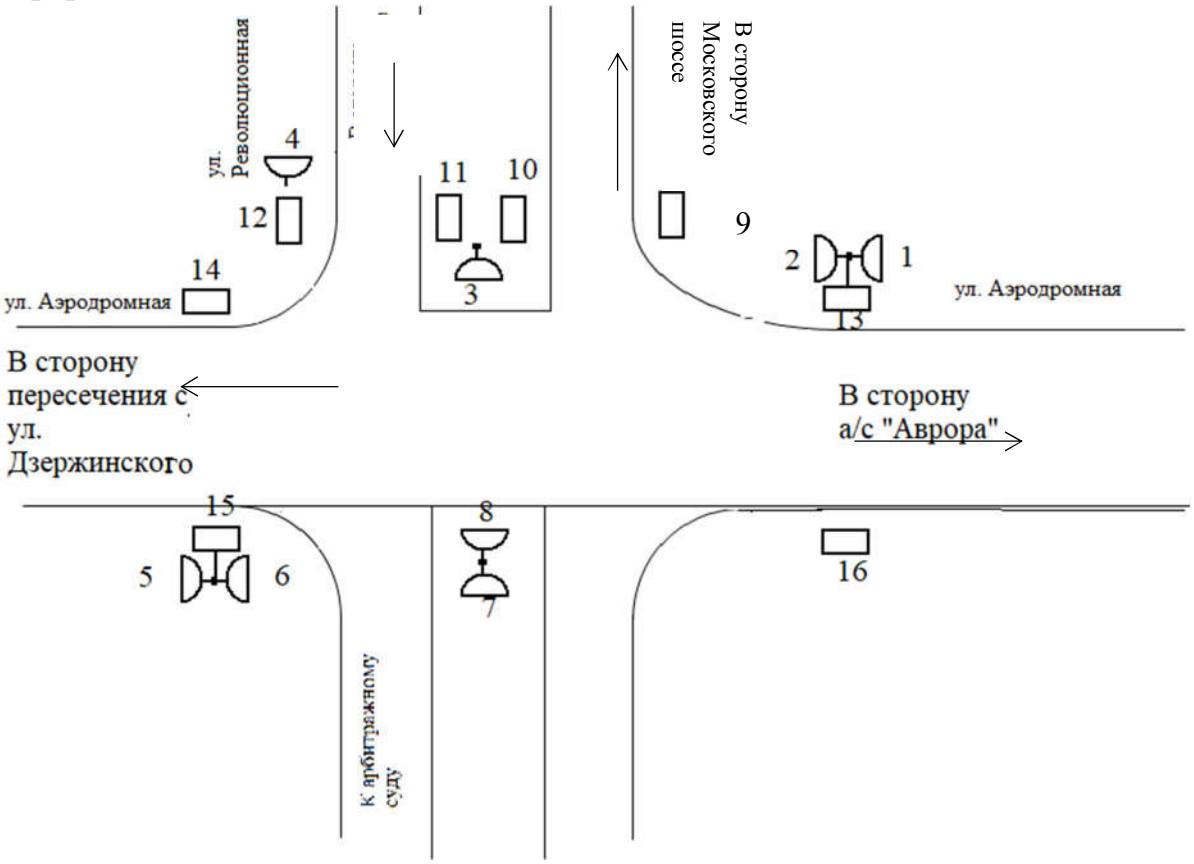

Рисунок 4. Схема расположения транспортных и пешеходных светофоров на перекрестке ул. Революционная и ул. Аэродромная

Далее, хочется обратить внимание на дорожные ограждения. Дорожные ограждения выполняются преимущественно из стали, верхний слой которого покрывается тонким защитным слоем из цинка, что предотвращает его преждевременную порчу. Элементы дорожных ограждений представляют собой балки, которые имеют опорные установочные столбы [2].

Также, следует обратить внимание на остановки общественного транспорта – специальное место, предназначенное для посадки и высадки пассажиров, пользующихся общественным транспортом. Знак, обозначающий остановку общественного транспорта в ГОСТе имеет номер 5.16.1 и 5.16.3.

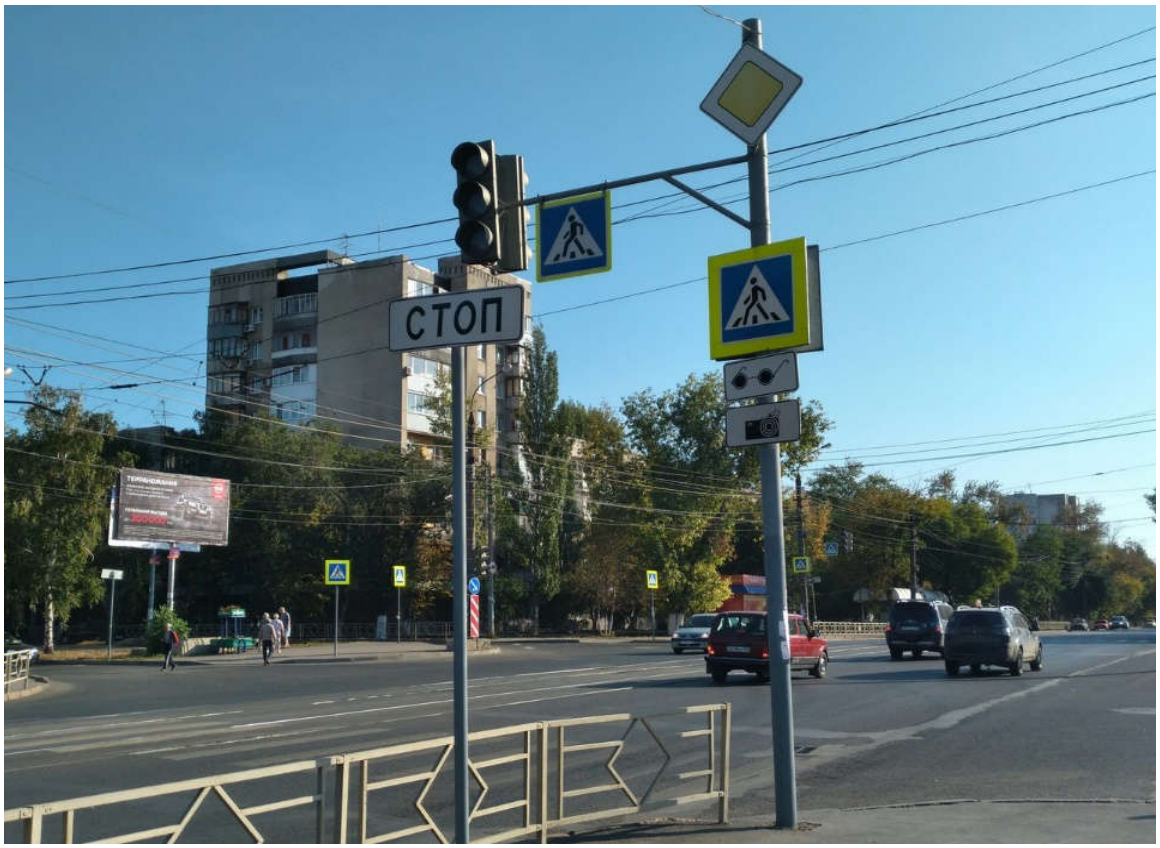

Рисунок 5. Транспортные светофоры 5 и 6 на перекрестке ул. Революционная и ул. Аэродромная

Перейдем к дорожным знакам. Дорожные знаки утверждены Постановлением Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 «О Правилах дорожного движения», приложение 1 «Дорожные знаки». В настоящее время наиболее распространены знаки, выполненные на металлической подложке, покрытой световозвращающей плёнкой [3].

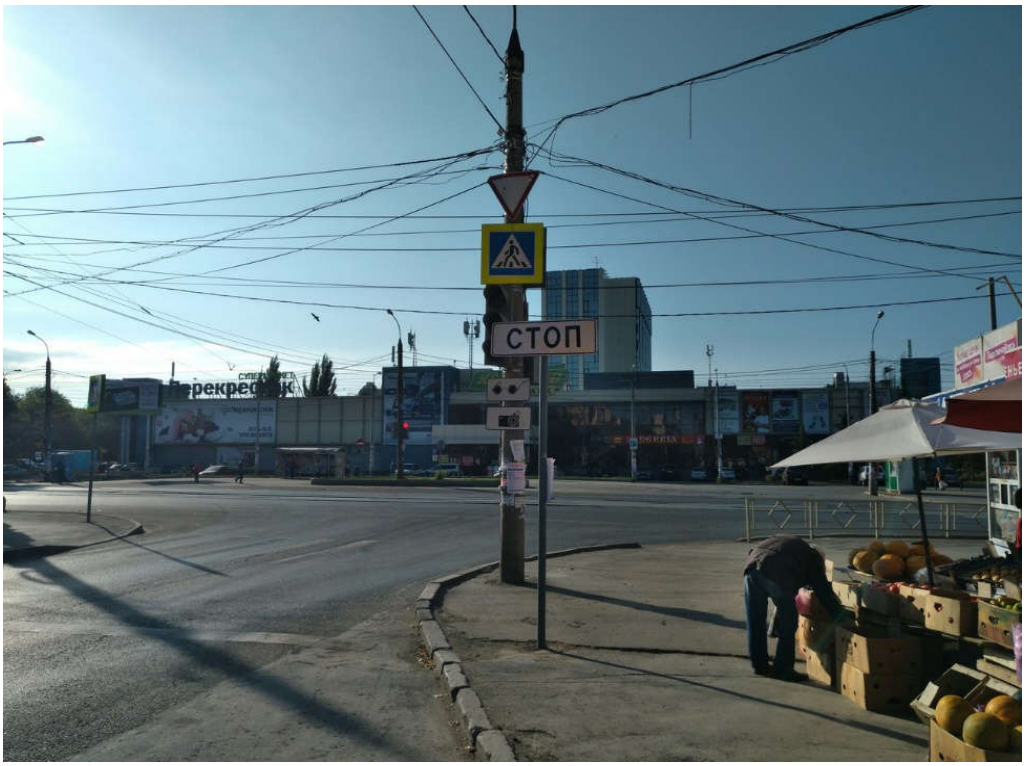

Рисунок 6. Транспортный светофор 4 на перекрестке ул. Революционная и ул. Аэродромная

Рисунок 7. Пешеходное ограждение по ул. Аэродромная, нечетная сторона, от пешеходного перехода до поворота

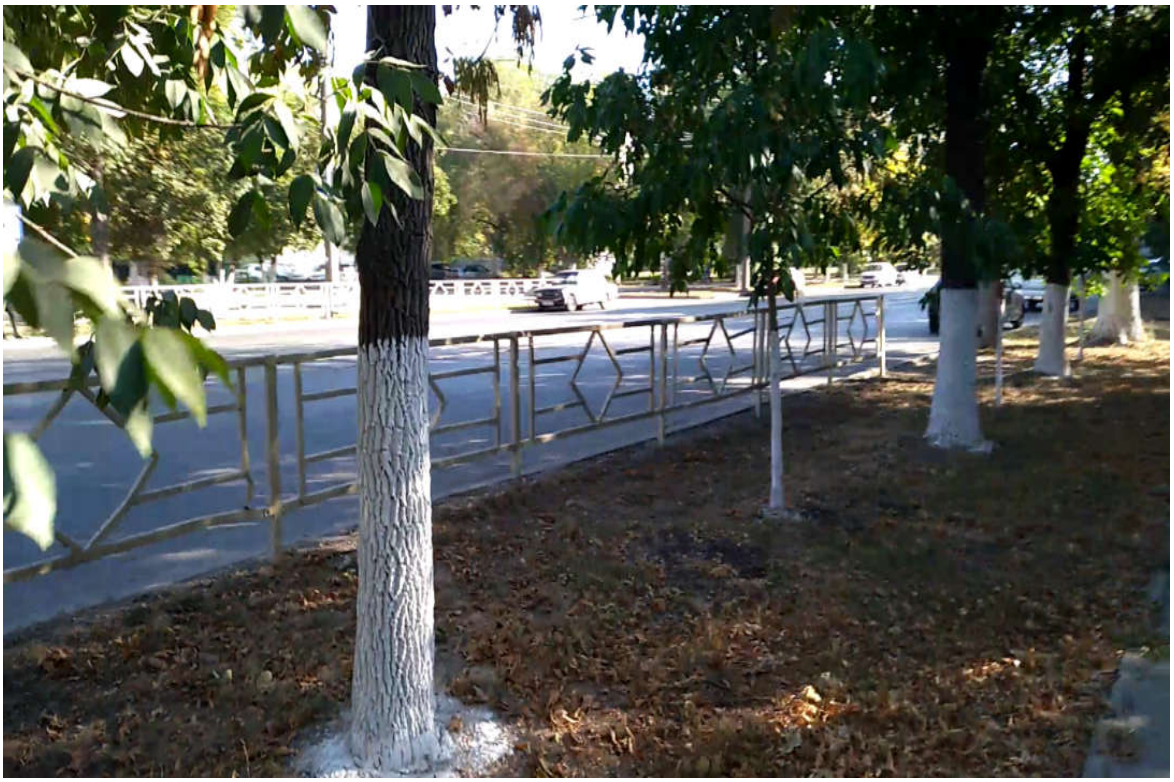

Рисунок 8. Пешеходное ограждение по ул. Аэродромная, нечетная сторона от поворота до ул. Аэродромной, д. 29

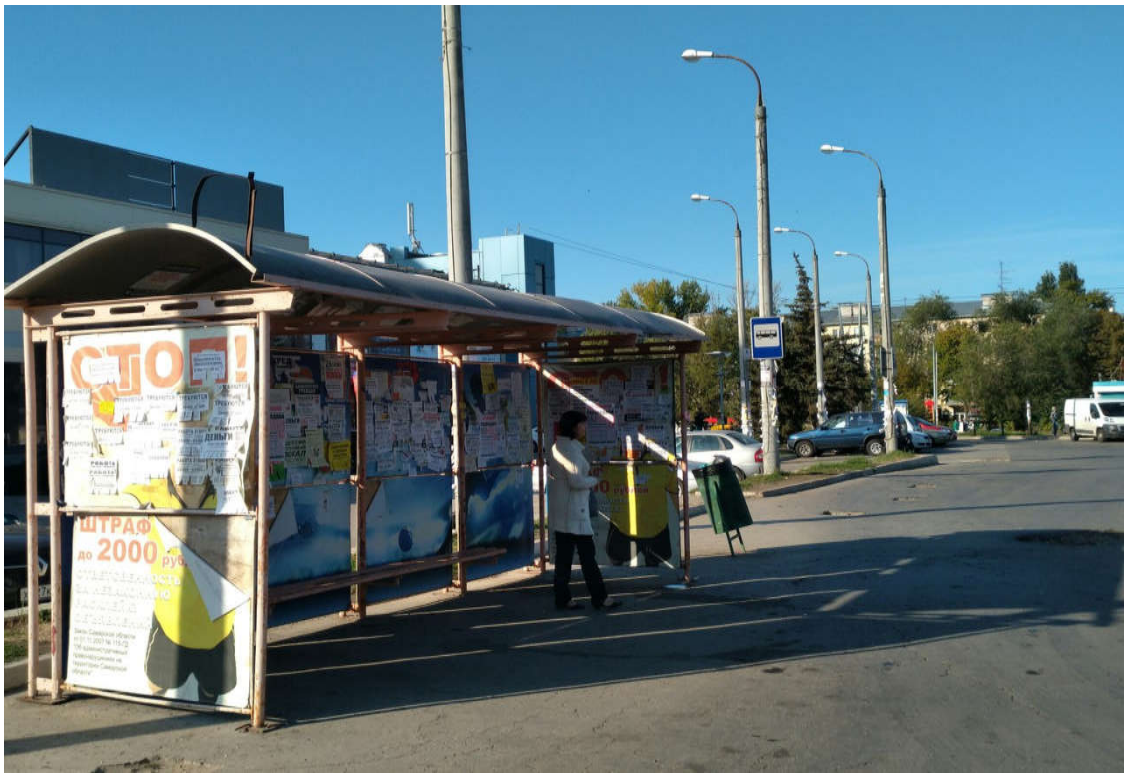

Рисунок 9. Остановка «Дом Молодёжи» ул. Аэродромная, нечётная сторона

Рисунок 10. Остановка «Дом Молодежи(Революционная)» на ул. Аэродромная, четная сторона

Таблица 1. Перекресток ул. Революционная и ул. Аэродромная и перегон от ул. Революционная и ул. Аэродромная до ул. Аэродромная и ул. Волгина. Примеры дорожных знаков.

№ знака по ГОСТ	Вид знака	Опора
5.16.1		Световая
3.1		Световая
2.1		Самостоятельная
5.19.1		Самостоятельная

№ знака по ГОСТ	Вид знака	Опора
8.15.3		Самостоятельная
2.4		Самостоятельная
4.2.1		Самостоятельная

Рисунок 11. Дорожный знак 5.16.1 и 5.16.3,
ул. Революционная и ул. Аэродромная, нечетная сторона

Рисунок 12. Дорожный знаки 3.18.1. и 8.4.1, ул. Аэродромная, чётная сторона, рядом с автобусной остановкой.

Заключение

Транспортный процесс в эволюции занял лидирующие позиции в жизни населения. И, занимаясь регулированием данного действия, повышается безопасность дорожного движения, и, как следствие, безопасность граждан – всех участников дорожного движения – водителей, пешеходов. При организации дорожного движения в часы пик стремятся разгрузить основные дорожные магистрали от скопления на них большого количества транспортных средств и направить транспортные потоки в объезд участков, на которых создаются заторы. Большое значение для правильной организации дорожного движения имеет составление с помощью компьютерной техники оптимальных графиков движения автобусов и троллейбусов, а также грузовых автомобилей, выполняющих массовые перевозки. Для повышения организованности движения устанавливаются средства двусторонней радиосвязи на автомобилях и автобусах, осуществляется дорожный контроль

за выполнением графиков движения. Таким образом, с помощью работы по изучению перекрестка, будет внесен небольшой вклад в развитие оптимизации дорожного движения.

Список литературы

1. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.Б. Организация дорожного движения: учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 2001. 247 с.
2. Смирнов А. Дорожные ограждения [Электронный ресурс] URL: svoizabor.ru/territoriya/dorozhnye-ograzhdeniya.html.
3. Дорожные знаки РФ [Электронный ресурс] / Wikipedia.org. URL: ru.wikipedia.org/wiki/Дорожные_знаки_России.
4. Российская федерация. Федеральный закон (1995). Федеральный закон о безопасности дорожного движения N 196-ФЗ [Электронный ресурс] URL: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585.
5. Михеева Т.И., Михеев С.В., Сапрыкин О.Н. Управление транспортной инфраструктурой. Самара: Интелтранс, 2015. 173 с.
6. Головнин О.К., Ключников В.А., Михеев С.В. Автоматизированная система паспортизации автомобильной дороги // Перспективные информационные технологии: труды Международной научно-технической конференции. Самара: СГАУ. 2013. С. 230-233.
7. Михеева Т.И., Сидоров А.В., Головнин О.К. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети // Перспективные информационные технологии: труды Международной научно-технической конференции. Самара: СГАУ. 2013. С. 236-241.

УДК 656

Михеева Т.И.[1,2], Дарбинян М.Г.[1]

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛ. КУЙБЫШЕВА И УЛ. ПИОНЕРСКАЯ

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]ИнтелТранс

В данной статье представлено исследование существующей интенсивности транспортного потока на пересечении ул. Куйбышева и ул. Пионерская г.о. Самара, выполнен расчёт часовой интенсивности.

Ключевые слова: интенсивность, транспортный поток, исследование.

Рост уровня автомобилизации привел к резкому увеличению загрузки улично-дорожной сети городов и несоответствию их планировочного решения размерам транспортно-пешеходного движения, увеличению количества дорожно-транспортных происшествий, повышению шума и загазованности. Мероприятия по реконструкции улично-дорожной сети, направленные на приведение в соответствие транспортных требований и планировочного решения улично-дорожной сети, повышению безопасности движения транспорта и пешеходов, требует изучения фактических характеристик движения:

- интенсивности и структуры транспортных потоков;
- интенсивности пешеходного движения;
- скоростей движения транспорта;
- задержек транспортных средств перед светофорами;

Все эти характеристики транспортных и пешеходных потоков определяются методами натурных обследований.

В качестве исследования интенсивности транспортного потока воспользуемся перекрестком ул. Куйбышева и ул. Пионерская изображенным на рисунке 1.

Интенсивностью движения называется количество транспортных средств, прошедших через определенное сечение объекта (дороги, улицы, перекрёстка, моста, эстакады, транспортной развязки и т.п.) во всех направлениях за единицу времени. В качестве расчетного периода времени для

определения интенсивности движения транспортного потока принимают год, месяц, сутки, час и более короткие промежутки времени (минуты, секунды) в зависимости от поставленной задачи наблюдения и средств измерения.

Рисунок 1. Отображение перекрестка ул. Куйбышева и ул. Пионерская на карте

Для ее подсчёта были выбраны точки (основные направления движения потоков), которые составляют суммарную интенсивность движения на конкретных улицах, представлено на рисунке 2.

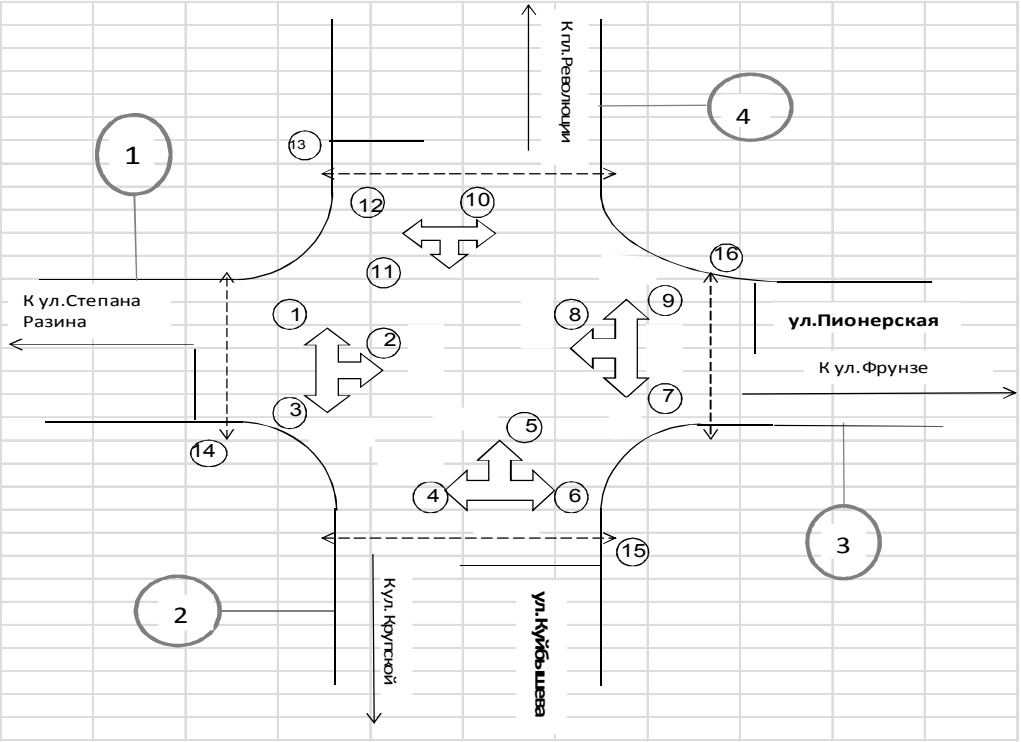

Рисунок 2. Схема основных направлений движения потоков на перекрестке ул. Куйбышева и ул. Пионерская

Для непосредственного получения суточной среднегодовой интенсивности воспользуемся формулой:

$N_{\text{сут}} = (N_{\text{ч}})/(k_t * k_{\text{н}} * k_{\text{г}} * 365)$,

где $N_{\text{ч}}$ −интенсивность сечения;

k_t −коэффициент, учитывающий время, когда был проведен подсчёт;

$k_{\text{н}}$ −коэффициент, учитывающий день недели, когда был проведен подсчёт;

$k_{\text{г}}$ −коэффициент, учитывающий месяц, когда был проведен подсчёт.

Расчет интенсивности проводится отдельно для пешеходных и транспортных потоков, по каждому направлению движения. На заданном участке улично-дорожной сети (УДС) необходимо посчитать количество транспортных средств (ТС) и пешеходов, проходящих через перекресток. Подсчет проводился три раза в сутки в следующие интервалы времени: 8:47-9:02, 13:20-13:35, 16:05-16:20. Зафиксированные значения интенсивности в 15 минутном интервале представлены в таблицах 1,2,3.

Таблица 1. Интенсивность в период с 8:47-9:02

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковой авто	12	24	13	16	40	39	21	45	17	7	29	9
Грузовой до 2т	0	0	3	0	3	0	0	1	0	0	0	0
Грузовой до 6т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Грузовой до 8т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой > 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	9	0	0	0	22	0	0	0	0	0	10	4
Сочленённый автобус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газель пассажирская	3	0	0	0	9	3	0	0	0	0	3	7
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Автопоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0
Пешеходы		42			28			23			16	
Общая интенсивность	25	24	16	16	74	42	21	47	17	8	44	22
Время расчёта	8:47-9:02			8:47-9:02			8:47-9:02			8:47-9:02		

Таблица 2. Интенсивность в период 13:20-13:35

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковой авто	13	26	9	11	47	23	16	41	17	11	41	32
Грузовой до 2т	0	0	3	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Грузовой до 6т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 8т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой > 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	19	10
Сочленённый автобус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газель пассажирская	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	17	6
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автопоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пешеходы		32			69			12			54	
Общая интенсивность	15	26	12	11	80	23	17	41	17	11	78	52

Таблица 3. Интенсивность в период 16:05-16:20

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковой авто	18	36	4	9	70	5	11	51	12	19	55	21
Грузовой до 2т	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Грузовой до 6т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 8т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой > 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	12	0	0	0	11	0	0	0	0	0	12	9
Сочленённый автобус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газель пассажирская	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	14	6
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автопоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пешеходы		31			27			30			46	
Общая интенсивность	33	36	7	9	91	5	11	51	12	21	81	38
Время расчёта	16:05-16:20			16:05-16:20			16:05-16:20			16:05-16:20		

Вычисления часовой интенсивности представлены в таблицах 4,5,6.

Таблица 4. Часовая интенсивность в период времени 8:47-9:02

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковой авто	48	96	52	64	160	156	84	180	68	28	116	36
Грузовой до 2т	0	0	18	0	18	0	0	6	0	0	0	0
Грузовой до 6т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0
Грузовой до 8т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой > 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	72	0	0	0	176	0	0	0	0	0	80	32
Сочленённый автобус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газель пассажирская	12	0	0	0	36	12	0	0	0	0	12	28
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Автопоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пешеходы	168			112			92			64		
Общая интенсивность	140	96	70	64	390	168	84	198	68	36	218	112
Суммарная интенсивность	**306**			**622**			**350**			**366**		

Таблица 5. Часовая интенсивность в период времени 13:20-13:35

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковой авто	52	104	36	44	188	92	64	164	68	44	164	128
Грузовой до 2т	0	0	12	0	0	0	4	0	0	0	4	4
Грузовой до 6т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 8т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой > 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	0	0	0	0	96	0	0	0	0	0	76	40
Сочленённый автобус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газель пассажирская	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	68	24
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автопоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пешеходы	128			276			48			216		
Общая интенсивность	60	104	48	44	320	92	68	164	68	44	312	208

Таблица 6. Часовая интенсивность в период 16:05-16:20

Направление	1			2			3			4		
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковой авто	72	144	16	36	280	20	44	204	48	76	220	84
Грузовой до 2т	0	0	12	0	0	0	0	0	0	8	0	0
Грузовой до 6т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 8т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой > 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	48	0	0	0	44	0	0	0	0	0	48	36
Сочленённый автобус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газель пассажирская	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	56	24
Велосипед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автопоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Пешеходы	124			108			120			184		
Общая интенсивность	132	144	28	36	364	20	44	204	48	84	324	152

В заключении отмечу, что интенсивность движения является одним из основных показателей транспортного потока. Она необходима для решения многих экономических и инженерных задач дорожного хозяйства, автомобильного транспорта, организации движения и перевозок, например, для определения необходимости введения светофорного регулирования, при расчёте длительности такта, фаз и цикла регулирования.

Самара, как и большинство современных российских мегаполисов, строились в эпоху, когда о массовом индивидуальном транспорте не мечтали. Аналитическое агентство «АВТОСТАТ» провело исследование парка легковых автомобилей в Самаре [5]. По данным в городе было зарегистрировано 400 тысяч легковых автомобилей. Существующая городская инфраструктура с большим трудом выдерживает такое количество автомобилей. Бурный рост автомобилизации – одна из самых заметных тенденций последнего времени, оказывающих влияние на жизнь людей в городе.

Общая интенсивность за 1 час на перекрестке ул. Куйбышева и ул. Пионерская представлена на рисунке 3, с помощью его можно сделать вывод, что наибольшая интенсивность транспортного потока является в утреннее время.

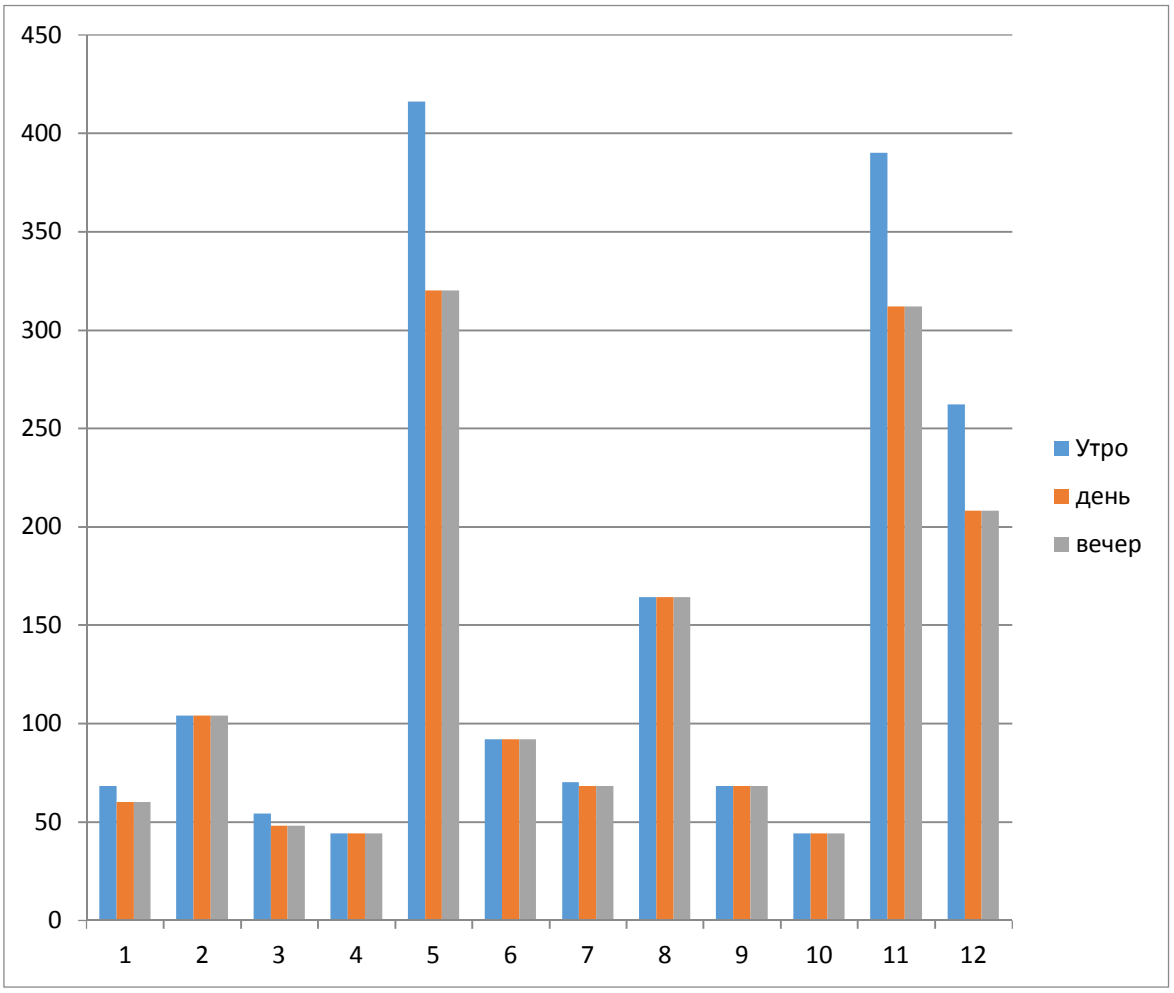

Рисунок 3. Общая интенсивность движения за 1 час (утро, день, вечер)

Список литературы

1. Захаров А.П. Экспериментальное изучение характеристик транспортного и пешеходного движения. Учеб. пособие / Рос. гос. тех. ун-т. Уральск: УПИ, 2009.
2. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов. М.: Логос, 2013. 188с.
3. Прогнозирование интенсивности движения на автомобильных дорогах мегаполиса / Михеева Т.И. [и др.]. // Перспективные информационные технологии. Самара: Издательство СНЦ РАН, 2013. С. 254-257.
4. Михеева Т.И., Головнин О.К., Федосеев А.А. Паттерновое проектирование интеллектуальных транспортных систем // Современные проблемы науки и образования. 2012. №6. С. 132.
5. Автостат [Электронный ресурс]. URL: https://www.autostat.ru/.

УДК 656.11

Михеев С.В.[1,2]

ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]ИнтелТранс

В статье описывается стратификация объектов транспортной инфраструктуры на основе объектно-ориентированного проектирования с учетом таксономических отношений при проектировании системы поддержки принятия решений при управлении транспортными процессами.

Ключевые слова: объект транспортной инфраструктуры, объектно-ориентированное проектирование, таксономия, стратификация.

Решая те или иные задачи управления транспортной инфраструктурой, инженеры и исследователи сталкиваются со следующими вопросами: как соизмерить значение, степень важности различных мероприятий, направленных на улучшение обслуживания транспортных и пешеходных потоков; как сопоставить эти мероприятия и дать им необходимую комплексную оценку. Ответы на эти вопросы могут дать только эксперименты - натурный и вычислительный.

Для повышения эффективности применения имитационного моделирования в процессе управления транспортными потоками необходимо предоставить в распоряжение пользователя методы проектирования моделей, средства автоматизации программирования моделей и методы проведения эксперимента на имитационных моделях. Необходимость решения перечисленных выше задач определяет проблему создания гибкой технологии, обеспечивающей проведение компьютерных экспериментов в предметной области (ПрО) «Управление транспортной инфраструктурой», имеющей эффективную реализацию в современной вычислительной среде, легко адаптирующейся к задачам проектирования и исследования интеллектуальных транспортных систем. Эта проблема связана с использованием методов и инструментальных средств, позволяющих разрабатывать технологии автоматизированного проектирования и компьютерного исследования с полным учетом свойств ПрО и профессионального кругозора исследователя.

Ответственным моментом в обеспечении безопасности функционирования сложных объектов, т.е. безопасности дорожного движения, является повышение эффективности принимаемых решений в условиях неопределенности информации о критических ситуациях, дефицита времени. В этой связи задача проектирования системы управления дорожным движением с использованием современных объектно-ориентированных технологий становится весьма актуальной. Рассмотрению теоретических и практических вопросов, связанных с использованием объектно-ориентированных (таксономических) моделей, уделяется достаточно большое внимание в работах как российских, так и зарубежных ученых в связи с развитием концепций объектно-ориентированного конструирования программных комплексов. Параллельно ведутся исследования в области структурирования информации.

В качестве методологической основы предметно-ориентированного проектирования компьютерной технологии управления транспортными процессами в статье рассматривается и используется стратификация (расслоение) свойств ПрО. Подобное расслоение базируется на использовании таксономических моделей, которые, с одной стороны, органично связаны с иерархической декомпозицией ПрО, а с другой – имеют адекватную реализацию в виде механизмов наследования свойств, характерного для объектно-ориентированных систем проектирования и моделирования.

Таксономия позволяет конструировать новые виды объектов на основе старых, наследуя их свойства и методы. На рисунке 1 приведен пример таксономического дерева, описывающего модель улично-дорожной сети (УДС) (некоторую ее часть).

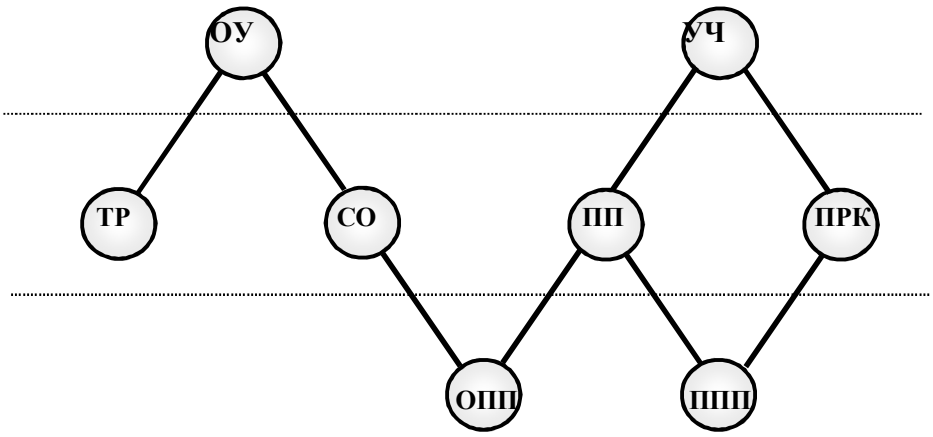

Рисунок 1. Таксономические деревья модели УДС

Семантика классов, представленных на рис. 1. следующая:

ОУ – Объект на участке;

УЧ – Участок дороги;

ТР – Тротуар;

СО – Световая опора;

ПП – Пешеходный переход;

ПРК – Перекресток;

ОПП – Освещенный пешеходный переход;

ППП – Перекресток с наличием пешеходного перехода.

Построенная таксономическая модель характеризуется наличием двух родовых классов (ОУ, УЧ), четырех единичных (ТР, СО, ПП, ПРК) наследников и двух множественных (ОПП, ППП).

Любой шаг в процессе конструирования объекта а связан с включением предшествующей (обобщающей) основы $P(A_i)$ в формируемую $P(A_{i+1})$. Уникальность объекта – носителя определяющих свойств заключается в том, что все его слои–страты индивидуальны. Например (рис. 2), конструирование объектов по спецификации УЧ *⟩ ПП, ПК приводит к тому, что в любом объекте *пп is_a ПП,* как и в любом объекте *прк is_a ПРК* будет собственная страта для хранения свойств *Р(УЧ):*

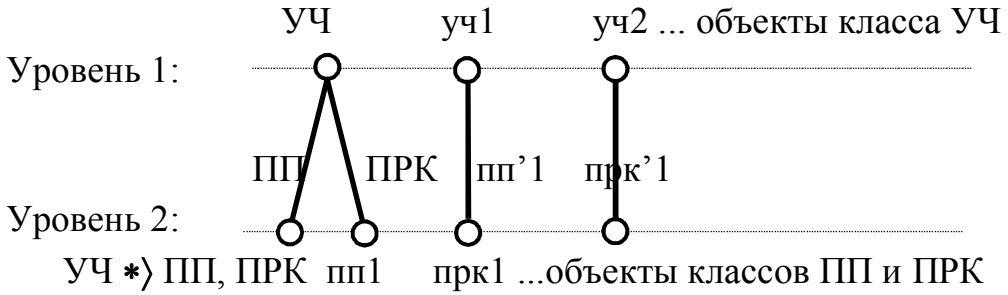

Рисунок 2. Конструирование объектов на основе единичного наследования

Страты уч1, уч2 в объектах пп1, прк1 используются как носители свойств *Р(УЧ)* (обобщающего класса УЧ). Страты пп’1, прк’1 в этих же объектах используются, как носители приобретенных свойств:

Р’(ПП) = Р(ПП) – Р(УЧ) (обобщаемого класса ПП),

Р’(ПРК) = Р(ПРК) – Р(УЧ) (обобщаемого класса ПРК);

пп1 con_of (уч1, пп’1); прк1 con_of (уч2,прк’1).

Конструирование объектов на основе множественного наследования связано с созданием агрегатов, в которых количество страт превышает количество уровней в соответствующей модели (рис. 3).

В этой структуре

onn1 con_of (co1, nn1, onn'1) |
(co1 is_a CO) & (nn1 is_a ПП) & (onn'1 is_a ОПП'/ P'(ОП));
onn2 con_of (co2,nn2,onn'2) |
(co2 is_a CO) & (nn2 is_a ПП) & (onn'2 is_a ОПП'/ P'(ОПП)).

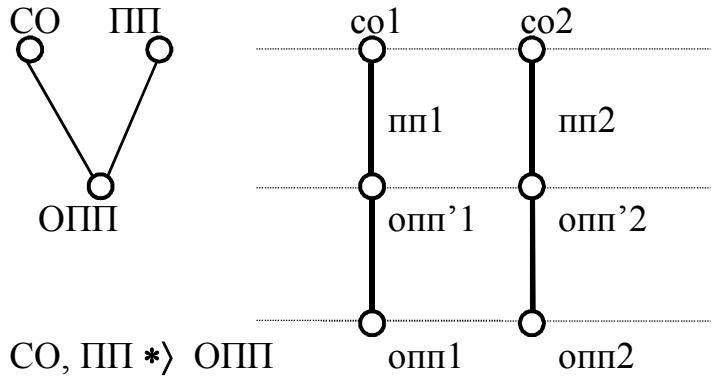

Рисунок 3. Конструирование объектов
на основе множественного наследования

Таксономическая модель единично-множественного наследования всегда (рис. 4) приводит к определению неминимальных объектов. Создание таких объектов связано с введением дополнительных правил, определяющих доступ к стратам.

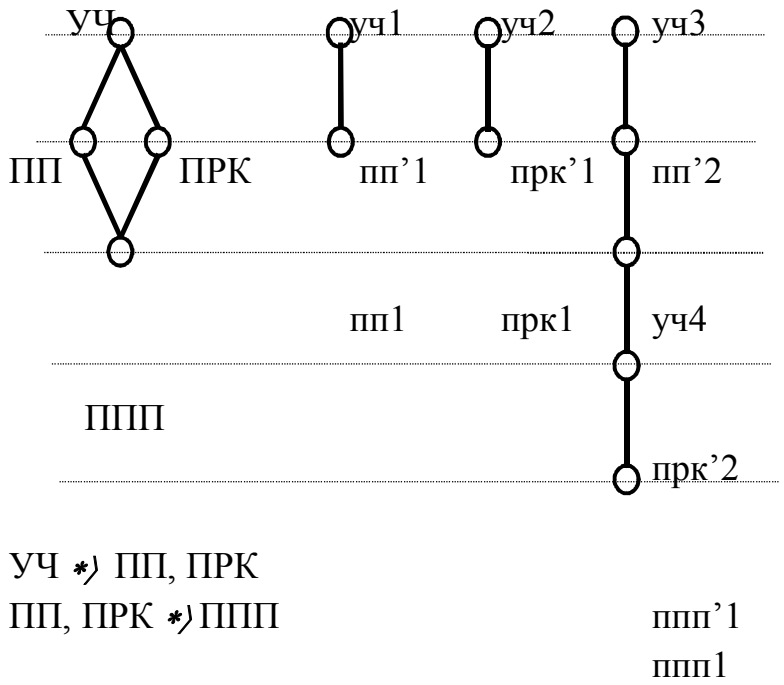

Рисунок 4. Конструирование объектов
на основе единично-множественного наследования

В модели единично-множественного наследования существует как минимум два различных обобщающих пути вида УЧ *) ... *) ППП. Сводя промежуточные уровни обобщения в один класс, получим: (УЧ *) ПП,ПРК) & (ПП,ПРК *) ППП). Единичное наследование УЧ *) ПП,ПРК определяет объекты пп и прк, в структурах которых присутствуют различные страты для хранения родовых свойств Р(УЧ). Естественно, что они войдут и в структуру объектов класса ПП, ПРК *) ППП:

пп1 con_of (уч1, пп'1);

прк1 con_of (уч2, прк'1);

ппп1 con_of (уч3, пп'2, уч4, прк'2, ппп'1).

В работе ставилась цель: реализовать предметно-ориентированное конструирование компьютерной технологии для решения задач в области проектирования и исследования систем управления дорожным движением на основе таксономического расслоения свойств предметной области. Такая технология предоставляет пользователю-непрограммисту предметно-ориентированные средства спецификации моделей, проектирования, проведение имитационных экспериментов и анализа их результатов. Разработанная компьютерная технология проектирования систем управления дорожного движения отличается от существующих высоким уровнем предметной ориентации, позволяющим повысить адекватность имитационной модели.

Список литературы

1. Приемы объектно-ориентированного проектирования: паттерны проектирования / Э. Гамма [и др.]. СПб.: Питер, 2001. 368 с.
2. Ибрагим И.М. Принципы разработки специализированных объектно-ориентированных приложений // Системы управления и информационные технологии. 2007. Т. 27, № 1.1. С. 155-159.
3. Михеева Т.И. Моделирование движения в интеллектуальной транспортной системе / Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Самара: СГАУ, 2004. С. 118-126.
4. Михеева Т.И., Золотовицкий А.В. Применение теории графов в задачах управления дорожным движением // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники». Самара: СГАУ, 2003. С. 20-24.

5. Головнин О.К., Сидоров А.В., Михайлов Д.А. Поддержка принятия решений автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 4-2. С. 413-418.
6. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 2-5. С. 1058-1062.
7. Михеева Т.И., Сидоров А.В., Головнин О.К. Информационная технология автоматической дислокации геообъектов транспортной инфраструктуры на улично-дорожной сети // Перспективные информационные технологии: труды Международной научно-технической конференции. Самара: СГАУ. 2013. С. 236-241.
8. Михеева Т.И., Михеев С.В., Сапрыкин О.Н. Управление транспортной инфраструктурой. Самара: Интелтранс, 2015. 173 с.
9. Паттерны проектирования сложноорганизованных систем / Т.И. Михеева, С.В. Михеев, О.К. Головнин, О.Н. Сапрыкин. Самара: Интелтранс, 2015. 216 с.
10. Михеева, Т.И. Использование принципов объектно-ориентированного проектирования интеллектуальной транспортной системы // Вестник Самарского гос. техн. ун-та. Серия «Физико-математические науки». №34. Самара: СамГТУ, 2004. С. 141-149.
11. Семенов В.А., Морозов С.В., Порох С.А. Стратегии объектно-реляционного отображения: систематизация и анализ на основе паттернов // Труды института системного программирования РАН, 2004. citforum.gatchina.net.
12. Михеева Т.И., Головнин О.К., Федосеев А.А. Паттерновое проектирование интеллектуальных транспортных систем // Современные проблемы науки и образования. 2012. №6. С. 132.

УДК 656.11

Федосеев А.А.[1,2], Архиреева Т.С.[1]

СБОР СВЕДЕНИЙ ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЛОКАЛЬНОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]Ракетно-космический центр «Прогресс»

Статья содержит данные об интенсивности движения и составе транспортных потоков на пересечении ул. Революционной и ул. Мориса Тореза города Самара. Анализ информации позволяет выявить загруженность участка дороги и определить закономерность режимов движения.

Ключевые слова: перекрёсток, транспорт, интенсивность движения, транспортный поток.

Число автомобилей постоянно растёт, а это означает, что повышается риск различных автокатастроф на дорогах. Чтобы предотвратить эти катастрофы, нужно периодически проводить учет интенсивности транспортного потока. Это приводит к созданию новых мер, направленных на повышение безопасности дорожного движения.

Расчет существующей и прогнозирование интенсивности движения на автомобильных дорогах заключается в определении вероятного количества автотранспортных средств, совершающих поездки на рассматриваемой территории.

Исследование было проведено 27 сентября (среда) утром, днём и вечером. Для получения интенсивности на заданном перекрёстке ул. Революционной и ул. Мориса Тореза г. Самары (рисунок 1), в каждой из четырёх точек перекрёстка в течение 15 минут подсчитывалась величина транспортного потока, движущегося по трём направлениям относительно точки наблюдения: направо, прямо или налево, и количество пешеходов.

Использованы коэффициенты:

Nч − интенсивность сечения;

kt − коэффициент, учитывающий время, когда был проведен подсчёт,

kt = 0,055 для интервала 8:00-9:00;

kt = 0,05 для интервала 13:00-14:00;

kt = 0,07 для интервала 17:00-18:00;

kн – коэффициент, учитывающий день недели, когда был проведен подсчёт, kн = 0,14 для среды;

kг − коэффициент, учитывающий месяц, когда был проведен подсчёт, kг = 0,11 для сентября.

Для непосредственного получения суточной среднегодовой интенсивности воспользуемся формулой:

Nсут = (Nч)/(kt · kн · kг · 365).

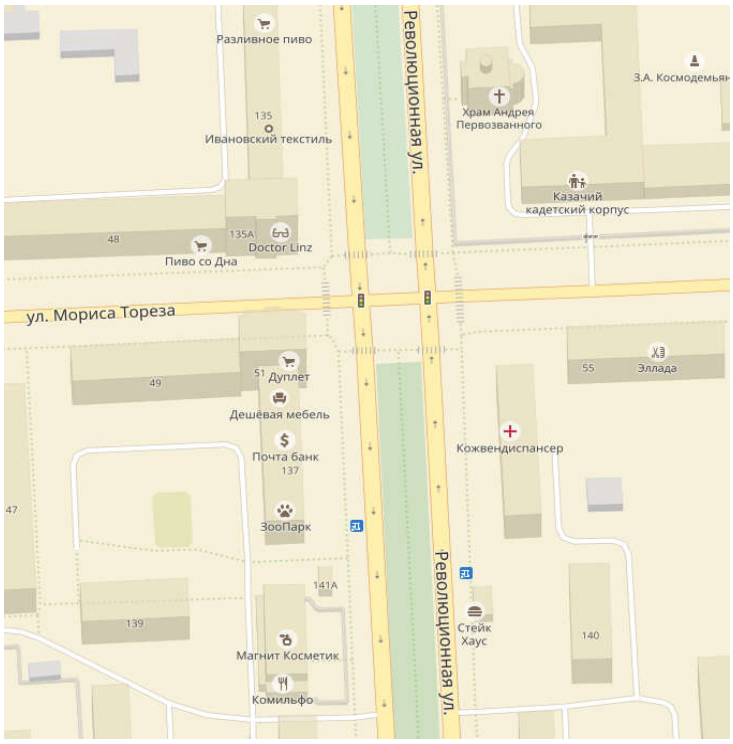

Рисунок 1. Перекрёсток ул. Революционная и ул. Мориса Тореза

27.09.17, среда, утро

Nч1=1+2+3+4+8+12=138+634+156+198+462+128=1716 – ул. Революционная к ул. Гагарина

Nч2= 3+4+5+6+7+11= 156+198+642+34+60+638=1728 – ул. Мориса Тореза к ул. Мяги.

Nч3= 2+6+7+8+9+10=634+34+60+462+196+104=1490 – ул. Революционная к ул. Аэродромная

Nч4= 1+5+9+10+11+12=138+642+196+104+638+128=1846 – ул. Мориса Тореза к ул. Аврора

Nсут1= (1716 ÷ (0,055·0,14·0,11·365))=5550

Nсут2= (1728 ÷ (0,055·0,14·0,11·365))=5589

Nсут3= (1490 ÷ (0,055·0,14·0,11·365))=4819

Nсут4= (1846 ÷ (0,055·0,14·0,11·365))=5971

Nобщ= Nсут1+ Nсут2+ Nсут3+ Nсут4=5550+5589+4819+5971=21929

Интенсивность транспортных потоков на перекрестке ул. Революционная х ул. Мориса Тореза в утреннее время представлена на рисунке 2.

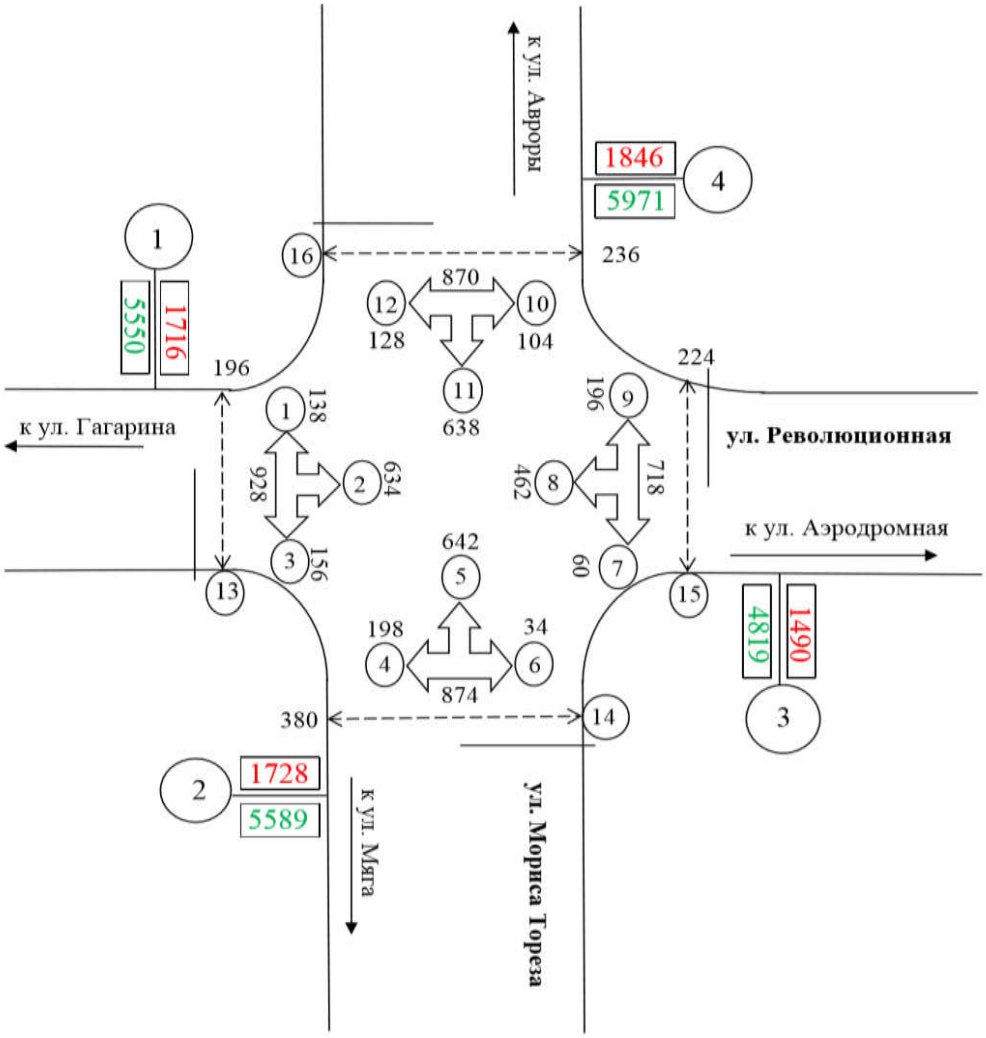

Рисунок 2. Интенсивность транспортных потоков на перекрёстке ул. Революционная и ул. Мориса Тореза (27.09.17, среда, утро)

27.09.17, среда, день

Nч1= 1+2+3+4+8+12=134+504+144+222+550+214=1768 – ул. Революционная к ул. Гагарина

Nч2= 3+4+5+6+7+11= 144+222+552+18+28+400=1364 – ул. Мориса Тореза к ул. Мяги

Nч3= 2+6+7+8+9+10=504+18+28+550+158+102=1360 – ул. Революционная к ул. Аэродромная

Nч4= 1+5+9+10+11+12=134+552+158+102+400+214=1560 – ул. Мориса Тореза к ул. Аврора

Nсут1= (1768 ÷ (0,05·0,14·0,11·365))=6290

Nсут2= (1364 ÷ (0,05·0,14·0,11·365))=4853

Nсут3= (1360 ÷ (0,05·0,14·0,11·365))=4838

Nсут4= (1560 ÷ (0,05·0,14·0,11·365))=5550

Nобщ= Nсут1+ Nсут2+ Nсут3+ Nсут4=6290+4853+4838+5550=21531

Интенсивность транспортных потоков на перекрестке ул. Революционная и ул. Мориса Тореза в дневное время представлена на рисунке 3.

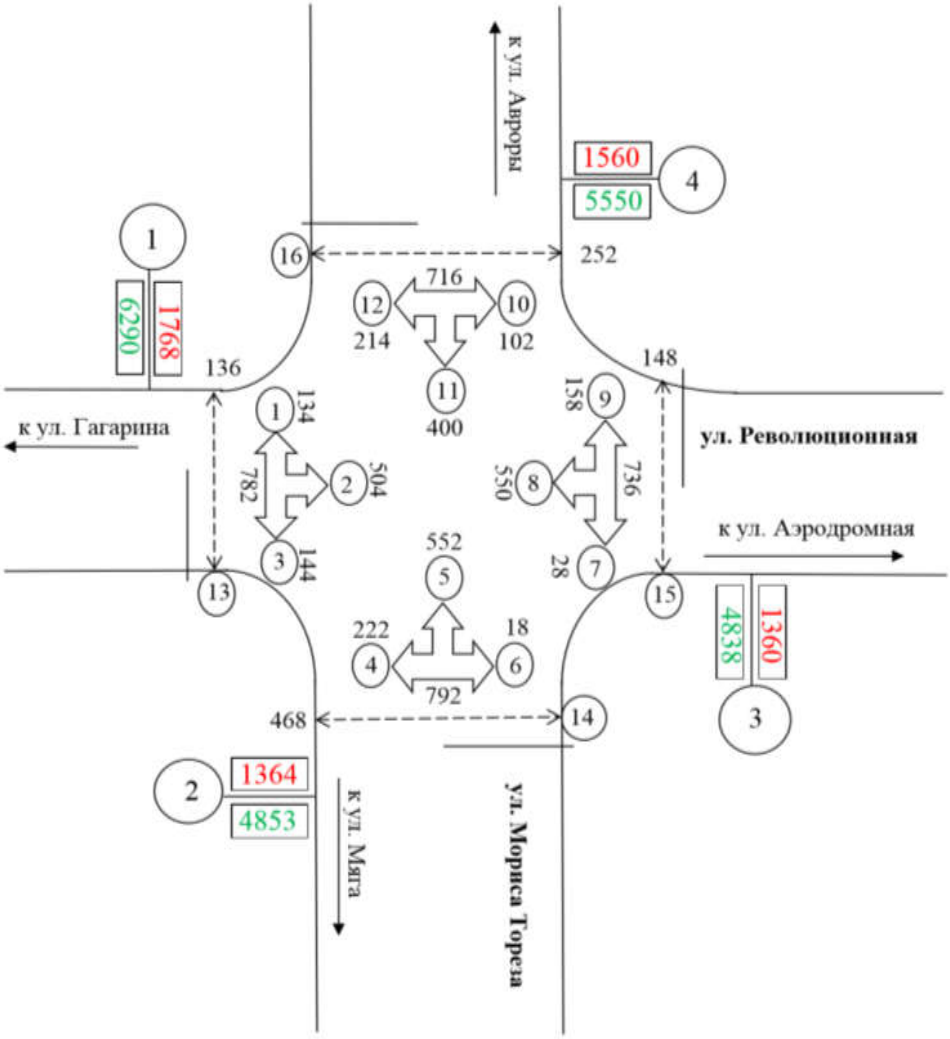

Рисунок 3. Интенсивность транспортных потоков на перекрёстке ул. Революционная и ул. Мориса Тореза (27.09.17, среда, день)

27.09.17, среда, вечер

Nч1= 1+2+3+4+8+12=94+434+136+236+558+124=1582 – ул. Революционная к ул. Гагарина

Nч2= 3+4+5+6+7+11=136+236+552+44+40+422=1430 – ул. Мориса Тореза к ул. Мяги

Nч3= 2+6+7+8+9+10=434+44+40+558+260+84=1420 – ул. Революционная к ул. Аэродромная

Nч4= 1+5+9+10+11+12=94+552+260+84+422+124=1536 – ул. Мориса Тореза к ул. Аврора

Nсут1= (1582 ÷ (0,065·0,14·0,11·365))=4329

Nсут2= (1430 ÷ (0,065·0,14·0,11·365))=3913

Nсут3= (1420 ÷ (0,065·0,14·0,11·365))=3886

Nсут4= (1536 ÷ (0,065·0,14·0,11·365))=4204

Nобщ= Nсут1+ Nсут2+ Nсут3+ Nсут4=4329+3913+3886+4204=16332

Интенсивность транспортных потоков на перекрестке ул. Революционная и ул. Мориса Тореза в вечернее время представлена на рисунке 4.

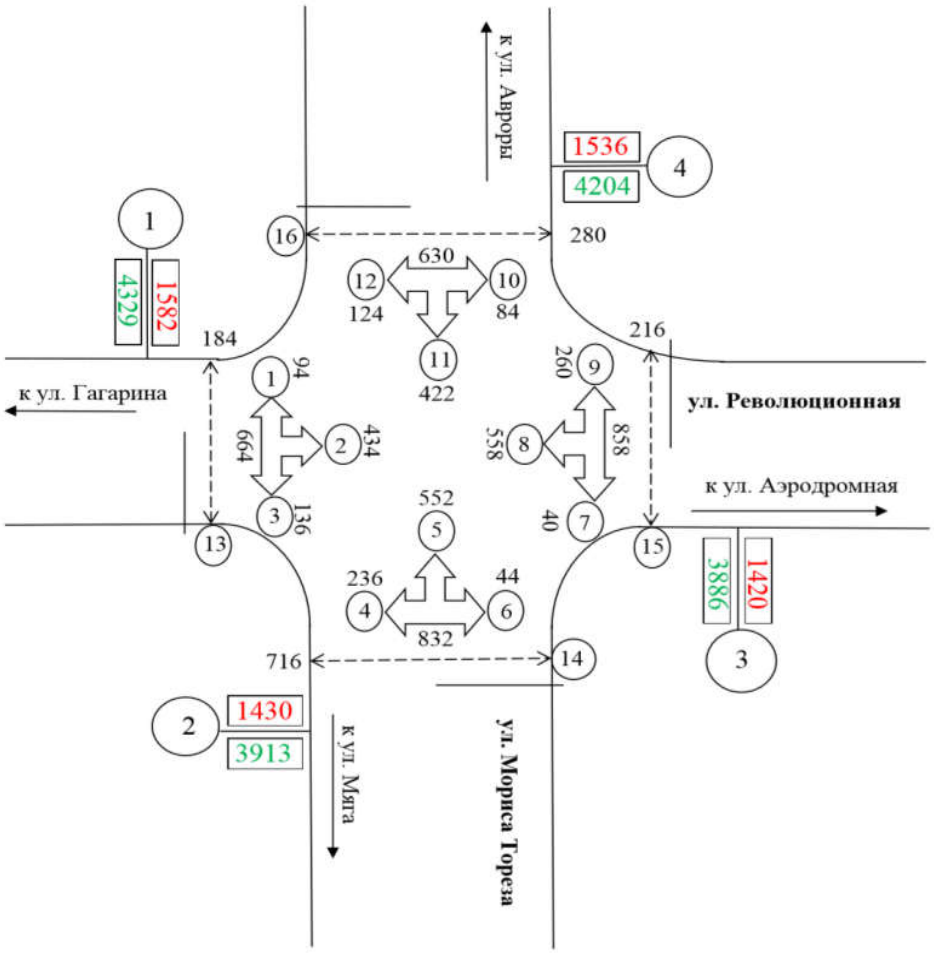

Рисунок 4. Интенсивность транспортных потоков на перекрёстке ул. Революционная и ул. Мориса Тореза (27.09.17, среда, вечер)

Наибольшее количество транспортных средств приходится на утреннее и дневное время на перекрёстке ул. Революционная и ул. Мориса Тореза.

От общего количества транспортных потоков большой процент составляют легковые автомобили и грузовые автомобили до 2 т.

Следовательно, исследование интенсивности и состава транспортного потока позволяет устанавливать соответствие транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог, определять загруженность данного участка дороги, разработать мероприятия по повышению безопасности движения, дает определить износ дорожного покрытия.

Список литературы

1. Транспортный поток [Электронный ресурс] / URL: studopedia.ru/7_31440_transportniy-potok.html.
2. Михеев С.В., Седов И.Н. Исследование транспортных систем // IT & Transport. Самара: Интелтранс, 2017. Т. 7. С. 108-110.
3. ГОСТ 32965-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока [Электронный ресурс] / URL: http://docs.cntd.ru/document/1200132267.
4. Архитектура геоинформационной справочной системы объектов городской инфраструктуры / Михеев С.В., Сидоров А.В., Головнин О.К., Михайлов Д.А. // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3. С. 92.

УДК 656

Головнин О.К.[1,2], Желовникова К.А.[1]

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА Г.О. САМАРА

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]ИнтелТранс

В статье проводится анализ некоторых остановок в г.о. Самара на соответствие эксплуатационным требованиям. На основании отраслевого стандарта ОСТ 218.1.002-2003 описывается необходимое состояние остановки общественного транспорта в современном населенном пункте. В результате сравнения реальных городских остановок и технических требований к ним, выявляются отклонения от стандарта и предлагаются

меры для усовершенствования городской общественной системы транспорта.

Ключевые слова: общественный транспорт, остановка, павильон, дорожные знаки, урны, освещение, таблицы маршрутов.

Введение

Сложно представить современный населенный пункт без остановки общественного транспорта (ООТ), тем более город-миллионник. В таком городе должно быть уделено особое внимание развитию транспортной системы, а остановка является одной из неотъемлемых ее частей.

Комфортные остановки – признак заботы о горожанах. Тысячи людей каждую минуту ожидают свой общественный транспорт, находясь в автопавильонах. Павильон незаменим в любое время года. В нем можно укрыться от дождя и града, снегопада и сильного ветра. Летом навес спасает от жарких солнечных лучей.

Наличие скамьи на остановке дает возможность горожанину передохнуть, поставить не нее тяжелую сумку. Незаменима скамья для пенсионеров и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Урны у остановок помогают сохранить город в чистоте, а наличие таблиц с расписанием маршрутов – ориентироваться в городе.

К сожалению, не все городские остановки обладают павильонами, лавочками, урнами, таблицами маршрутов и дорожными знаками. Данная статья направлена на решение проблемы качества технического оборудования городских остановок.

Технические требования к остановкам общественного транспорта

Технические требования к остановкам общественного транспорта указаны в стандарте отрасли ОСТ 218.1.002-2003 «Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования».

Особенности конструкции автопавильона:

- по стандарту автопавильон предназначен для укрытия пассажиров, ожидающих прибытия автобуса, от воздействия неблагоприятных погодно-климатических факторов (осадки, солнечная радиация, ветер и т.п.);
- на дорогах IV категории допускается установка павильона с одной стороны дороги;
- автопавильон может быть закрытого типа или открытого (в виде навеса). Закрытый павильон должен иметь стены, доходящие до перекрытия павильона не менее чем с трех сторон. Открытый павильон имеет стены, не доходящие до перекрытия, или не более двух стен;

- ближайшая грань автопавильона должна быть расположена не ближе 3 м от кромки остановочной площадки;
- размер автопавильона определяют с учетом количества одновременно находящихся в час пик на автобусной остановке пассажиров из расчета 4 чел/м2;
- не допускается размещение в помещении (на площади) автопавильона торговых киосков.

Оборудование остановок скамьями:

- автобусные остановки оборудуют скамьями, одну из которых устанавливают в павильоне, а другие (на дорогах I-III категорий) – на площадке ожидания из расчета 1 скамья на 10 площадки.

Контейнер и урны для мусора:

- на дорогах I-III категории на автобусной остановке в санитарной зоне размещают контейнер, а у автопавильона и на площадке ожидания устанавливают урны для мусора. Одну из урн размещают с внешней стороны боковой стенки (границы) павильона, а другую на площадке ожидания в месте размещения скамьи;
- на дорогах IV категории размещают одну урну для мусора рядом с павильоном или у скамьи.

Технические средства организации дорожного движения:

- автобусная остановка должна быть оборудована дорожными знаками, разметкой, светофорами и ограждениями в соответствии с ГОСТ 10807; ГОСТ Р 51256; ГОСТ 25695; ГОСТ 23457 и разделом 5.

Освещение автобусных остановок:

- автобусные остановки на дорогах I-III категорий, находящиеся в пределах населенных пунктов, должны иметь электрическое освещение. Нормы освещения автобусных остановок должны соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Состояние осветительных установок должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 50597.

Размещение торговых киосков и рекламы:

- торговые киоски допускается размещать за пределами посадочных площадок и площадок ожидания;
- элементы автобусной остановки не следует использовать для размещения рекламы;
- в непосредственной близости от автобусной остановки запрещается размещение средств наружной рекламы, которые могут ограничивать видимость автобусной остановки водителям, приближающимся к остановке, и пешеходам, находящимся на остановке.

Выделим основные признаки остановки, соответствующей стандартам (рисунок 1).

Остановка не должна быть слишком тесной: ее длина и количество сидячих мест рассчитываются исходя из статистики загруженности остановочного пункта. Павильон должен иметь три стенки, боковые из которых прозрачные, крышу со скатом дождя и снега.

Каждая остановка должна быть оборудована скамейками и урнами. Идеальной скамьей признана деревянная (из-за низкой теплопроводности) – зимой на ней не так холодно, а летом не сильно жарко. Чтобы вода не скапливалась на лавках, принято делать зазоры между деревянными рейками.

На остановке должно присутствовать информационное табло со схемой маршрутов и дорожными знаками, обозначающими остановку общественного транспорта. Ночью остановка должна освещаться.

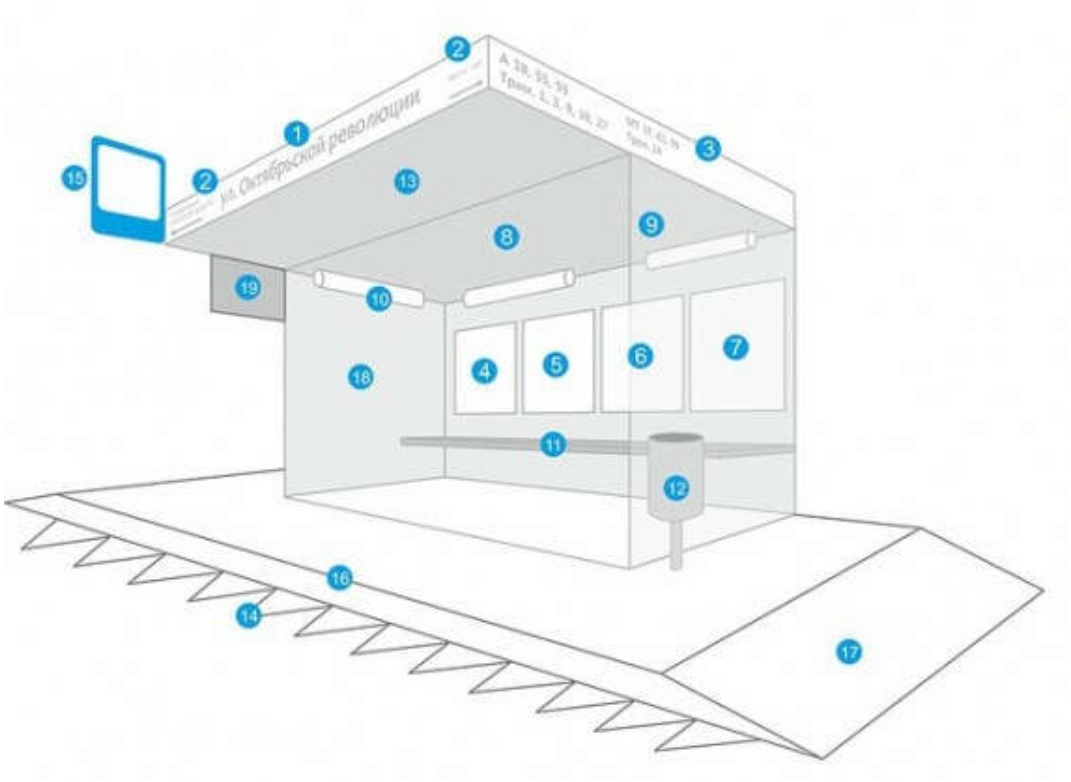

Рисунок 1. Схема остановки общественного транспорта
(1–название остановочного пункта, 2–указатели предыдущего остановочного пункта, 3–номера маршрутов, 4–расписание движения транспорта, 5–схема движения транспорта, 6–карта ближайшей территории, 7–информация об изменениях в движении, 8–непрозрачная крыша, 9–прозрачная стенка со стороны приближающегося транспорта, 10–освещение, 11–лавочка, 12–урна, 13–навес над тротуаром, 14–разметка, 15–знак, 16–посадочная платформа, 17–пандус, 18– свободная поверхность, которая может быть использована под рекламу, 19–цифровое табло)

Исследование остановок общественного транспорта г.о. Самара

Проведем анализ остановок общественного транспорта на перекрестке ул. Осипенко и пр. Ленина (г.о. Самара).

На данном перекрестке автомобильное движение очень оживленное. Проспект Ленина и ул. Осипенко – дороги второй категории. На таких дорогах остановки должны располагаться с обеих сторон проезжей части.

Дислокация остановок общественного транспорта на перекрестке ул. Осипенко и пр. Ленина приведена в таблицах 1–2, а также прилагается рисунок 2 с изображением остановки на нечетной стороне по проспекту Ленина и рисунок 3 с изображением остановки на четной стороне.

Рисунок 2. Нечетная сторона пр. Ленина

Рисунок 3. Четная сторона пр. Ленина

Таблица 1. Дислокация остановок общественного транспорта на перекрестке ул. Осипенко и пр. Ленина

№ п.п.	Улица	Сторона	Местоположение павильона или указателя остановки	Название остановки	Количество павильонов, шт	Наличие кармана
1	пр. Ленина	нечетная	Перед пр. Ленина, 12	Площадь Героев 21-й Армий	1	нет
2	пр. Ленина	чётная	Перед Осипенко, 32Б	Площадь Героев 21-й Армий	1	нет

Таблица 2. Дислокация остановок общественного транспорта на перекрестке ул. Осипенко и пр. Ленина

Малые архитектурные формы, шт.					Наличие знаков 5.16, 5.17	Таблички маршрутов
№ п.п.	Урна	Скамья	Стенд для афиш и рекламы	Киоск		
1	2	1	3	1	5.16 – 2 шт 5.17 – 2 шт	Присутствуют
2	2	1	5	0	5.16 – 2 шт 5.17 – 2 шт	Присутствуют

Остановки на перекрестке ул. Осипенко и пр. Ленина оборудованы павильонами с прозрачными стенками и непрозрачной крышей. Лавочки, урны, таблицы с маршрутами и знаки остановки присутствуют. Ночью остановки освещаются. Таким образом, они соответствуют стандарту.

Таким же образом оценим качество других остановок в городе Самара.

Проведем исследования остановок общественного транспорта на 35-ти перекрестках. Основными критериями соответствия стандарту будем считать наличие павильона, скамьи, урн, маршрутных таблиц и знаков.

По результатам исследования у некоторых остановок были выявлены отклонения от стандартов.

На остановках «ул. Дыбенко»(четная сторона) ,«ул. Энтузиастов»(чётная и нечётная сторона), «Мехзавод №1»(четная сторона) и «ТЦ Колизей»(чётная сторона) нет урн (рисунки 4–8). Вместе с тем остановки «ул.

Энтузиастов» и «Мехзавод №1» находятся в плачевном состоянии. На остановке общественного транспорта(ООТ) «Мехзавод №1» нужно заменить скамейку.

Рисунок 4. ООТ «ул. Дыбенко» ул. Ивана Булкина, чётная сторона

Рисунок 5. ООТ «Мехзавод №1», чётная сторона

Рисунок 6. ООТ «ул. Энтузиастов» ул. Мориса Тореза, нечётная сторона

Рисунок 7. ООТ «ул. Энтузиастов» ул. Мориса Тореза, чётная сторона

Рисунок 8. ООТ «ТЦ Колизей» ул. Стара-Загора, чётная сторона

На остановках общественного транспорта «ул. Пионерская» (четная сторона), «Кинотеатр «Самара»» (нечетная сторона), «ул. Волгина» (нечётная сторона) отсутствуют знаки (рисунки 9–11). У остановки «Дом Молодежи (Революционная)» (четная сторона) павильон не имеет боковых стенок, защищающих от погодных явлений (рисунок 12).

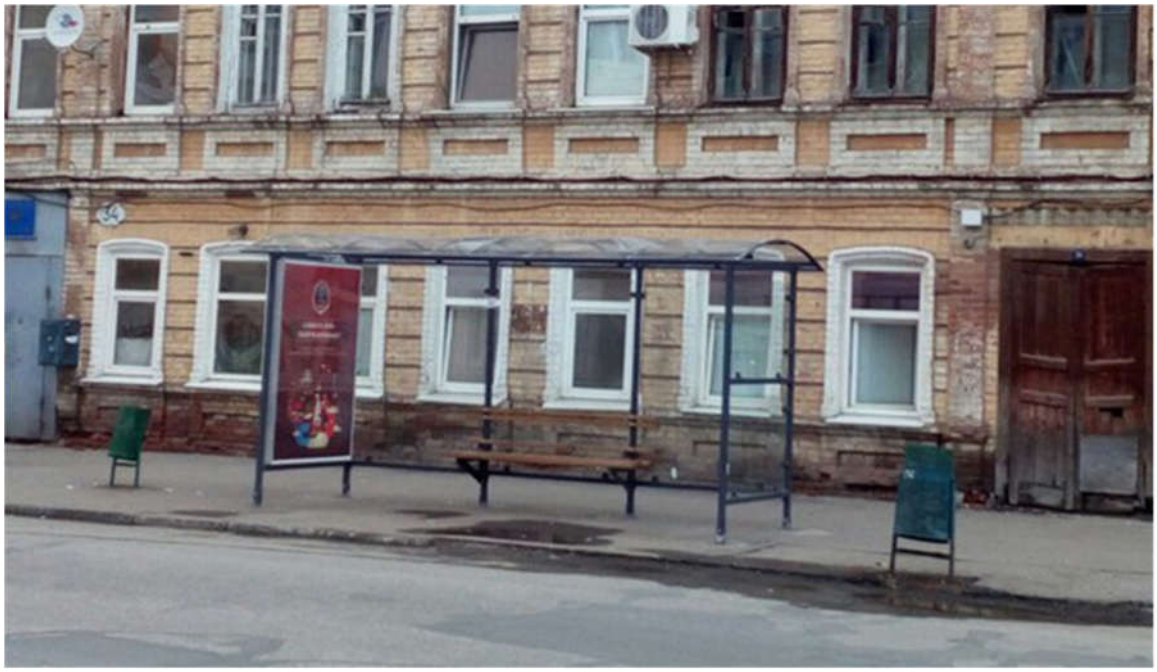

Рисунок 9. ООТ «ул. Пионерская», четная сторона

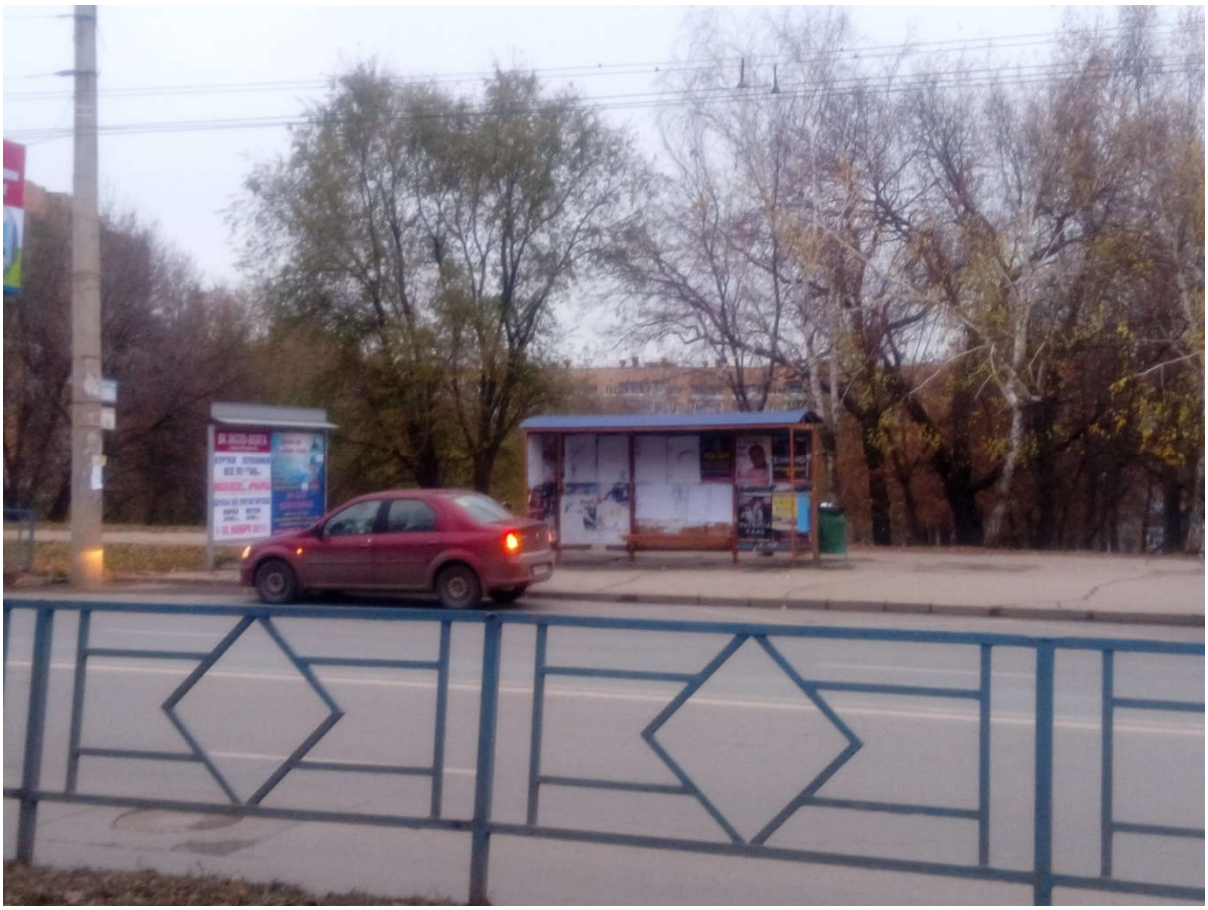

Рисунок 10. ООТ «Кинотеатр «Самара»» ул. Стара-Загора, нечетная сторона

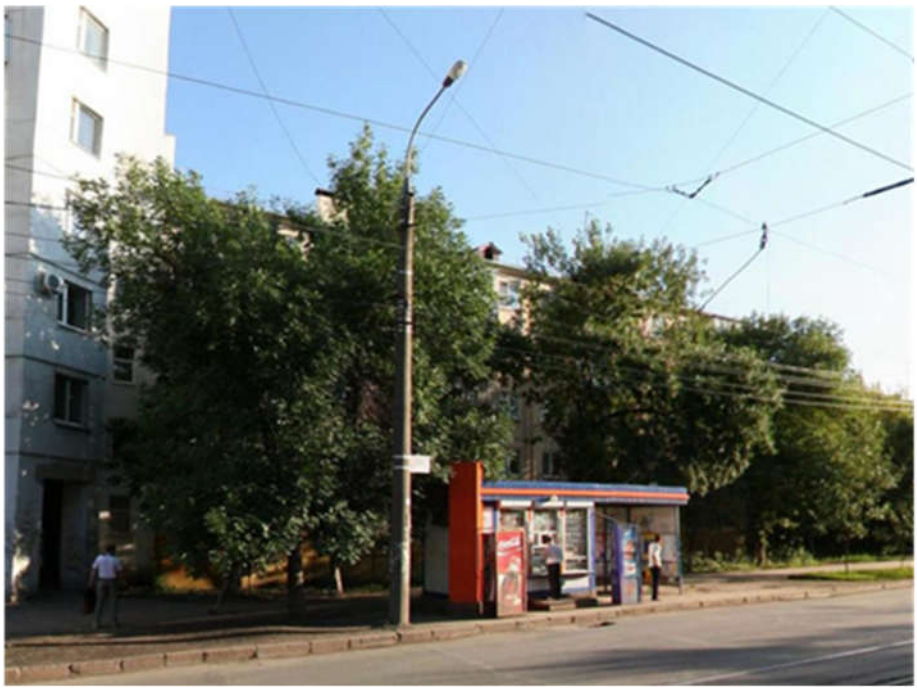

Рисунок 11. ООТ «ул. Волгина» ул.Аэродромная, нечётная сторона

Рисунок 12. ООТ «Дом Молодежи (Революционная)» на ул. Аэродромная, четная сторона

Отсутствуют урны и знаки на остановках «Проспект Карла Маркса» (нечетная сторона), «ТЦ Аврора» (четная сторона) (рисунки 13–14). На остановке «Мориса Тореза» (нечетная сторона) нет лавки (рисунок 15).

Рисунок 13. ООТ «Проспект Карла Маркса», нечетная сторона

Рисунок 14. ООТ «ТЦ Аврора», четная сторона

Рисунок 15. ООТ «Мориса Тореза», нечетная сторона

Выводы

В результате исследования тридцати пяти остановок г.о. Самара были выявлены несоответствия стандартам на 12 из них. Это говорит о том, что стоит провести масштабную работу по привидению остановок общественного транспорта к эксплуатационным требованиям. Не так давно стал доступен предварительный национальный стандарт «ПНСТ 247-2017 Экспериментальные технические средства организации дорожного движения. Типоразмеры дорожных знаков. Виды и правила применения дополнительных

дорожных знаков. Общие положения». В нем появился совмещенный знак остановки и указателя маршрутов 5.16 д, который вводится для удобства пассажиров общественного транспорта и был бы полезен на исследуемых остановках.

Список литературы

1. Клинковштейн Г.И., Афанасьев М.В. Организация дорожного движения. М. Транспорт, 2001.С.58-73.
2. Технология учета остановок общественного транспорта с использованием электронной карты/ Т.И. Михеева, О.К. Головнин, Я.А. Тендляш, Е.В. Силакова // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ-2012). Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. С. 228-231.
3. Павлова И.О., Лубянец В.В. Исследование дислокации остановок общественного транспорта // ИТ и Транспорт. 2016. Т. 6. С.13-18.
4. Все новые дорожные знаки в России по новому стандарту в 2018 году [Электронный ресурс]. URL: ruspdd.ru/izmeneniya-pdd/447-vse-novye-dorozhnye-znaki-v-rossii-po-novomu-standartu.
5. Стандарт отрасли ОСТ 218.1.002-2003 «Автобусные остановки на автомобильных дорогах. Общие технические требования» [Электронный ресурс]. URL: dokipedia.ru/document/5324665.
6. Классификация автомобильных дорог [Электронный ресурс]. URL: files.stroyinf.ru/Data1/46/46568/.
7. Методические рекомендации по проектированию автобусных остановок [Электронный ресурс]. URL: http://quagroup.ru/normdocs/14255.
8. Головнин О.К., Ключников В.А., Михеев С.В. Автоматизированная система паспортизации автомобильной дороги // Перспективные информационные технологии: труды Международной научно-технической конференции. Самара: СГАУ. 2013. С. 230-233.
9. Михеева Т.И., Михеев С.В., Головнин О.К. Параметризация управляющих объектов урбанизированной территории // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 2-5. С. 1058-1062.

УДК 656

Золотовицкий А.В.[1,2], Зеленина А.А.[1]

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДНЕГОДОВОЙ СУТОЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]i-Sys

Приводятся фактические данные об среднегодовой суточной интенсивности движения транспортных потоков на некоторых перекрестках города Самары.

Ключевые слова: интенсивность движения, перекресток, транспортный поток.

В настоящее время возрастает количество автомобильного транспорта, следовательно, увеличивается загрузка на дорогах города. Регулярный учет интенсивности автомобильного движения на перекрестках, является важной задачей, позволяющей выявить загруженность того или иного перекрестка.

Исследование проведено в период с 21 сентября по 30 октября 2017 года утром, днем, вечером. Подсчитана интенсивность транспортного потока на каждом перекрестке, движущегося по трем направлениям относительно точки наблюдения: прямо, направо и налево.

Для непосредственного получения суточной среднегодовой интенсивности воспользуемся формулой:

$N_{\text{сут}} = (N_{\text{ч}})/(k_t * k_{\text{н}} * k_{\text{г}} * 365)$,

где $N_{\text{ч}}$ – интенсивность сечения;

k_t –коэффициент, учитывающий время, когда был проведен подсчёт;

$k_{\text{н}}$– коэффициент, учитывающий день недели, когда был проведен подсчёт;

$k_{\text{г}}$ – коэффициент, учитывающий месяц, когда был проведен подсчёт.

Аналогично подсчитываются данные для следующих перекрестков:

1. ул. Мориса Тореза и ул. Мяги;
2. ул. Мориса Тореза и ул. Карбышева;
3. ул. Ивана Булкина и ул. Антонова-Овсеенко;
4. ул. Пионерская и ул. Куйбышева;
5. пр. Масленникова и ул. Мичурина;
6. пр. Ленина и ул. Ново-Садовая;
7. ул. Тухачевского и ул. Киевская;

8. ул.Стара Загора и ул. Советской Армии;
9. ул. Революционная и ул. Дыбенко;
10. ул. Аэродромная и ул. Волгина;
11. ул. Ивана Булкина и ул. Дыбенко;
12. ул. Ново-Вокзальная и пр. Карла Маркса;
13. ул. Гагарина и ул. Революционная;
14. ул. Владимирская и ул. Коммунистическая;
15. ул. Ново-Вокзальная и ул. Ставропольская;
16. ул. Черемшанская и пр. Кирова;
17. ул. Советской Армии и ул. Дыбенко;
18. ул. Гагарина и ул. Советской Армии.

После всех подсчетов составляется сравнительная таблица суточной среднегодовой интенсивности перекрестков (таблица 1), графически на рисунке 1.

На основании сравнительной таблицы 1 можно выявить, что самым загрузочным перекрестком является перекресток ул. Революционная и ул. Гагарина. Самым свободным – перекресток ул. Пионерская и ул. Куйбышева.

Таблица 1. Сводные данные о суточной среднегодовой интенсивности

Перекресток	Суточная среднегодовая интенсивность			Общая суточная среднегодовая интенсивность
	Утро	День	Вечер	
ул. Мориса Тореза и ул. Мяги	13597	12233	11870	37700
ул. Мориса Тореза и ул. Карбышева	13997	10360	11012	35369
ул. Ивана Булкина и ул. Антонова-Овсеенко	23410	22983	38544	84937
ул. Пионерская и ул. Куйбышева	10634	11896	12707	35237
пр. Масленникова и ул. Мичурина	14589	11163	11128	36880
пр. Ленина и ул. Ново-Садовая	22214	29222	39316	90752
ул. Тухачевского и ул. Киевская	29949	30952	28879	89780

Продолжение табл. 1.

Перекресток	Суточная среднегодовая интенсивность			Общая суточная среднегодовая интенсивность
	Утро	День	Вечер	
ул.Стара Загора и ул. Советской Армии	16586	12428	17362	46376
ул. Революционная и ул. Дыбенко	16151	19636	18925	54712
ул. Аэродромная и ул. Волгина	10205	13418	15837	39460
ул. Ивана Булкина и ул. Дыбенко	13545	12926	12219	38690
ул. Ново-Вокзальная и пр. Карла Маркса	19918	16758	18270	54946
ул. Гагарина и ул. Революционная	32474	34924	35721	103119
ул. Владимирская и ул. Коммунистическая	19845	20999	20744	61588
ул. Ново-Вокзальная и ул. Ставропольская	19640	19982	20413	60035
ул. Черемшанская и пр. Кирова	20195	16127	12678	49000
ул. Советской Армии и ул. Дыбенко	20519	19012	20834	60365
ул. Гагарина и ул. Советской Армии	28964	17167	32318	78449

Следует отметить, что при помощи интенсивности транспортных потоков, можно определить степень загруженности дорог. На основании сводной таблицы можно выявить, что самым загрузочным перекрестком является перекресток ул. Революционная и ул. Гагарина. Самым свободным – перекресток ул. Пионерская и ул. Куйбышева. Следовательно, исследование интенсивности и состава транспортного потока позволяет устанавливать соответствие транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных

дорог, определять загруженность данного участка дороги, разработать мероприятия по повышению безопасности движения, дает определить износ дорожного покрытия.

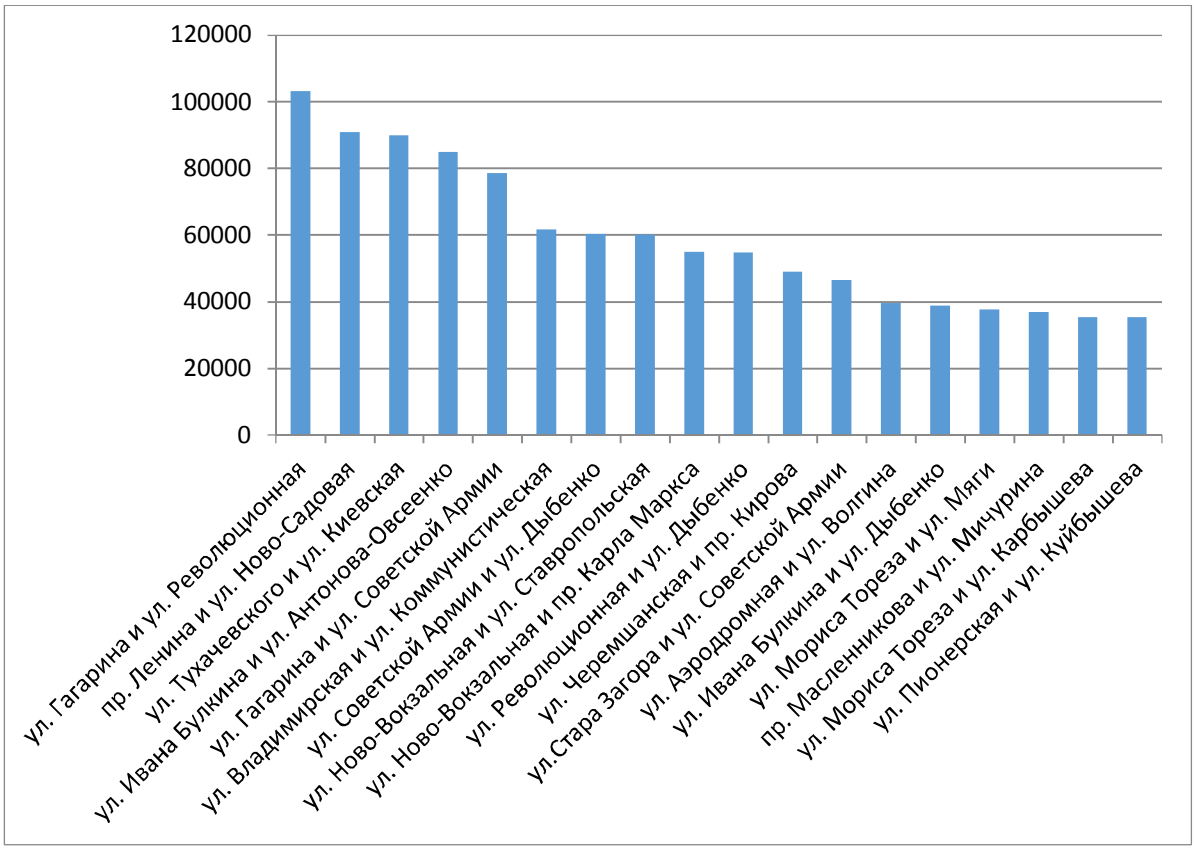

Рисунок 1. Суточная среднегодовая интенсивность (авт./ч.)

Список литературы

1. Михеева Т.И., Рудаков И.А., Чугунов И.А. Система моделирования «Транспортная инфраструктура города» // Вестник Самарского государственного технического университета, серия «Технические науки». 2008. № 1. С. 28-38
2. Михеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий // Информационные технологии. 2006. №1. С.69-75.
3. Организация и безопасность дорожного движения: учебник для вузов / В.И. Коноплянко, О.П. Гуджоян, В.В. Зырянов, А.В. Косолапов. Кемерово: Кузбассвузиздаст, 1998. 236 с.
4. Золотовицкий А.В. Применение теории графов в задачах управления дорожным движением / Михеева Т.И., Золотовицкий А.В. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. Сер. «Актуальные проблемы радиоэлектроники». Самара: СГАУ, 2003. С. 20-24.

УДК 656.5

Морозова М.М., Обухова А.С.

ДИСЛОКАЦИЯ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ТЕХНОЛОГИЮ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

В статье рассматривается влияние состояния и дислокации остановок общественного транспорта на эффективное функционирование и безопасность транспортной системы.

Ключевые слова: остановка, элементы дорожного движения, пропускная способность, безопасность.

Технология транспортных процессов (ТТП) – область профессиональной деятельности, которая включает технологию, организацию, планирование и управление технической и коммерческой эксплуатацией транспортных систем, организацию на основе принципов логистики рационального взаимодействия видов транспорта, составляющих единую транспортную систему [1].

В настоящее время геоинформационные системы (ГИС) применяются для решения разнообразных задач, в том числе и при организации процесса перевозки пассажиров и грузов. Перевозки общественным транспортом представляют собой отрасль перевозочной деятельности, так как имеют ряд особенностей, в том числе периодичность движения и использование фиксированных мест посадки и высадки пассажиров (остановок общественного транспорта). Одной из актуальных задач при моделировании ГИС является задача моделирования функционирования объектов транспортной инфраструктуры. В данной работе рассматривается вопрос визуализации на карте статических объектов – остановок общественного транспорта (ООТ). В основе ГИС «ITSGIS» лежат базы данных о географических объектах, а также связях между ними. В качестве исходных данных выбираем маршрутные транспортные средства, предназначенные для перевозки по дорогам людей и движущиеся по установленному маршруту с обозначенными остановочными пунктами [2].

Согласно ГОСТу остановка должна иметь такие элементы дорожного движения как остановочная площадка, посадочная площадка, площадка ожидания, заездной карман, разделительная полоса, тротуары и пешеходные дорожки, пешеходный переход, автопавильон, скамьи, контейнер и урны для мусора, технические средства организации дорожного движения, освещение [3].

На рисунке 1 показано расположение остановки общественного транспорта, недостатком которой является отсутствие кармана. Это может служить следствием образования дорожных заторов.

Рисунок 1. Остановка «Площадь им. Кирова»

Дорожный затор, или автомобильная пробка, – скопление на дороге транспортных средств, движущихся со средней скоростью, значительно меньшей, чем нормальная скорость для данного участка дороги.

На рисунке 2 отсутствует такое техническое средство дорожного движения как знак 5.16 «Место остановки автобуса». Это может привести к дорожно-транспортному происшествию.

Дорожно-транспортное происшествие – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб.

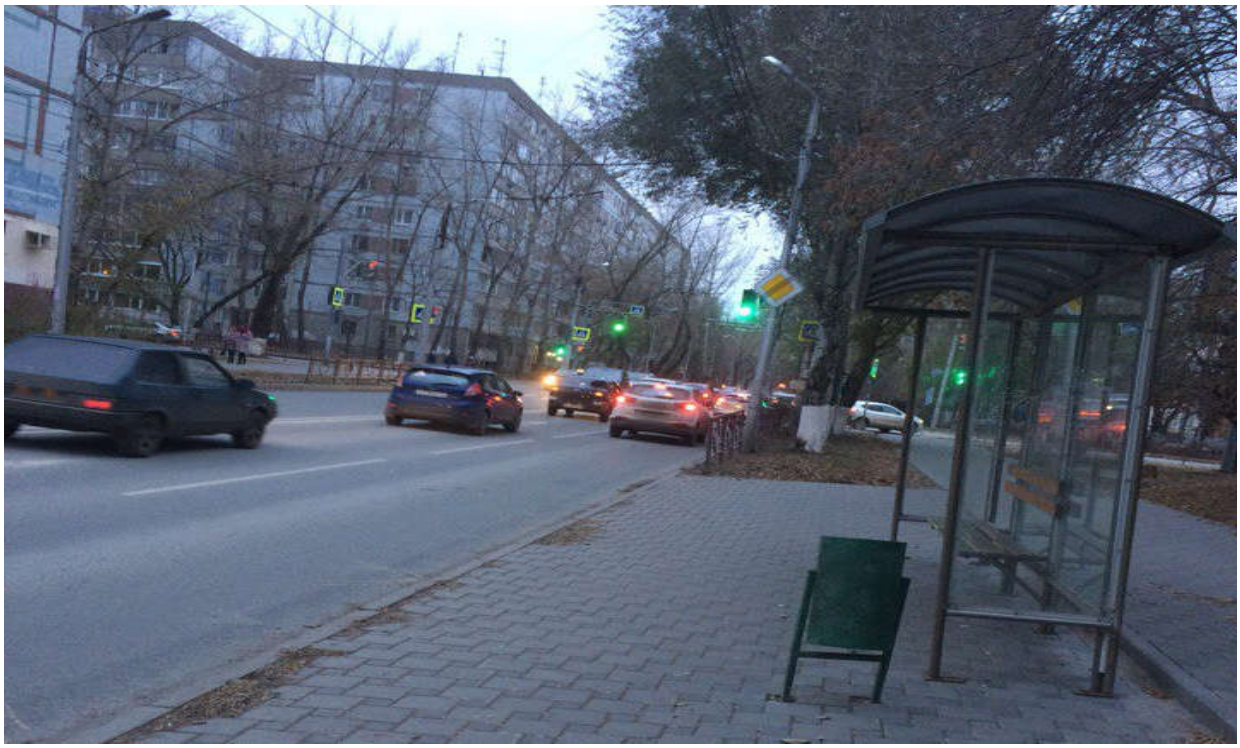

Рисунок 2. Остановка «Клиническая»

На рисунке 3 отсутствует посадочная площадка, что может привести к несчастному случаю. По ГОСТу посадочные площадки должны быть приподняты на 0,2 м над поверхностью остановочных площадок. По границе остановочной и посадочной площадок устанавливают бордюр, который продолжают на участки переходно-скоростных полос, прилегающих к остановочной площадке, при наличии идущего рядом с ними тротуара.

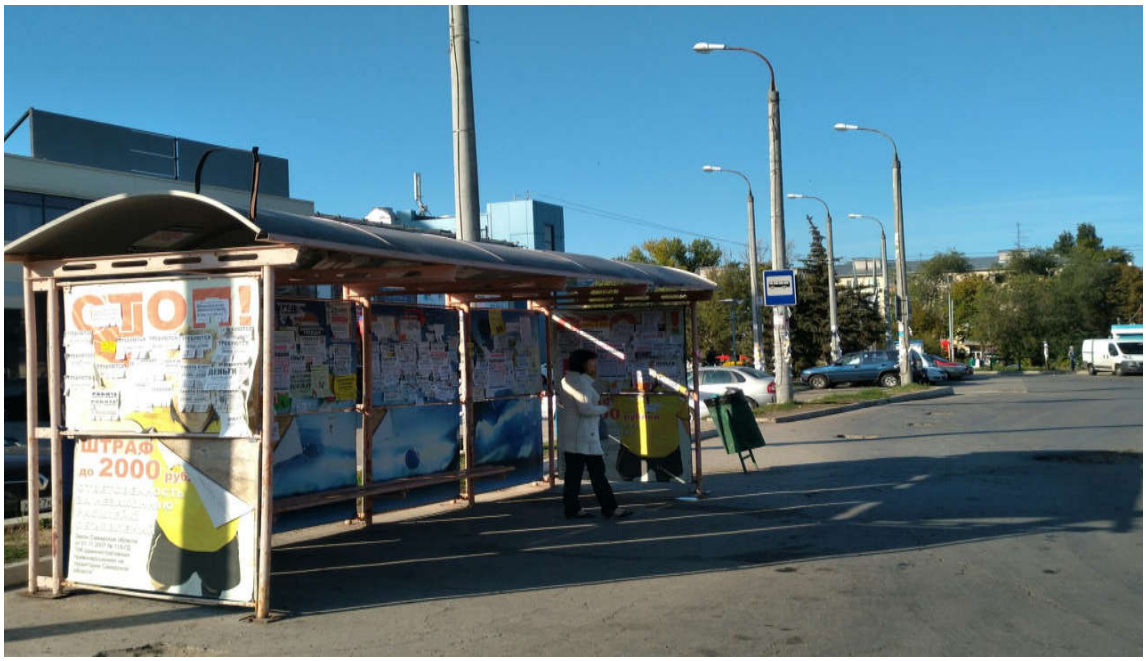

Рисунок 3. Остановка «Дом Молодёжи»

На дорогах I-III категории на автобусной остановке в санитарной зоне размещают контейнер, а у автопавильона и на площадке ожидания устанавливают урны для мусора. Одну из урн размещают с внешней стороны боковой стенки (границы) павильона, а другую на площадке ожидания в месте размещения скамьи. Отсутствие этих элементов приводят к загрязнению окружающей среды (рисунок 4).

Рисунок 4. Кряж, в сторону 116 км

Остановка, изображенная на рисунке 5, имеет неустойчивую конструкцию павильона, что может угрожать безопасности граждан, использующих общественный транспорт.

Рисунок 5. Остановка «Пл. Кирова»

Исследовав остановки общественного транспорта в городе Самара составим сводную таблицу 1.

Таблица 1. Сводные данные по остановкам

Название	Карман	Урна	Скамья	Киоск	Знак	Таблица
Универсам (ул. Белорусская)	нет	да	да	нет	да	да
Кряж в ст 116 км	нет	да	да	нет	да	да
Мориса-Тереза	нет	да	да	да	да	да
Дзержинского	нет	да	да	да	да	нет
Пл. Кирова (проспект Кирова)	нет	да	да	да	да	да
Пл. Кирова (ул. Победы)	да	да	да	да	да	нет
Ново-Садовая	да	да	да	нет	да	нет
пл. Героя 21 армии	нет	да	да	да	да	нет
Ульяновская	нет	да	да	нет	нет	да
Ташкентская	нет	нет	нет	нет	да	нет
Волгина	нет	да	да	да	нет	нет
Кинотеатр «Самара» (ул.Стара-Загора)	нет	да	да	нет	да	да
Дом Молодёжи (ул. Аэродромная)	да	да	да	нет	да	нет
ТЦ «Колизей» (ул. Стара-Загора)	нет	да	да	нет	да	нет
Коммунистическая	нет	да	да	нет	да	нет

На российских дорогах, кроме привычных ухабов, наметилась еще одна, чисто российская проблема: в последнее время слишком часто стали погибать граждане, ожидающие общественный транспорт на остановках. Масштаб проблемы отражает сухая статистика: в этом году в России в результате наездов на остановки погибло 25 человек. Защищать пешеходов уже невозможно одним лишь ужесточением наказаний. Речь зашла об инженерно-технических приспособлениях.

В 2008 году в Москве появились пять экспериментальных безопасных остановок. Проекты появились после ряда громких ДТП с человеческими жертвами. От обычных остановок их отличает положение относительно проезжей части – они отодвинуты в специальный карман. Также павильоны ограждены светоотражающими столбиками. На проезжую часть перед экспериментальным площадкам нанесено специальное покрытие красного цвета. Оно позволяет уменьшить скольжение и в два раза сократить тормозной путь.

Список литературы

1. Технология транспортных процессов [Электронный ресурс] URL: http://www.stu.ru/abiturient/index.php?page=2348.
2. Михеева Т.И., Михеев С.В. Геоинформационная модель объектов транспортной инфраструктуры [Электронный ресурс] URL: http://www.ssau.ru/files/resources/npk2011.pdf.
3. ГОСТ 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. Введ. 2004-04-30. Издательство стандартов, 2004. 152 с.
4. Опасные остановки. Как защитить пассажиров [Электронный ресурс] URL: allbest.ru/k-2c0a65625b3bc69a4c53a88421306d36.html.
5. Автобусные остановки. Общие технические требования [Электронный ресурс] URL: standartov.ru/norma_doc/43/43760.
6. Технология учета остановок общественного транспорта с использованием электронной карты/ Т.И. Михеева, О.К. Головнин, Я.А. Тендляш, Е.В. Силакова // Перспективные информационные технологии в научных исследованиях, проектировании и обучении (ПИТ-2012). Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. С. 228-231.

УДК 004

Михеева Т.И.[1,2], Антошина Е.Е.[1]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ СВЕТОФОРНОГО ЦИКЛА

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]ИнтелТранс

Статья знакомит с проведенным исследованием структуры светофорного цикла на пересечении улиц Мориса Тореза и Карбышева города Самара.

Ключевые слова: светофорный такт, фаза регулирования, светофор, цикл регулирования.

Введение

В связи с ростом численности автомобильного парка на некоторых участках дорог могут наблюдаться транспортные проблемы различного рода. Применение светофоров направлено на решение конкретных проблем на том или ином участке дороги, за счет оптимально рассчитанного светофорного цикла. Введение светофорного регулирования ликвидирует наиболее опасные конфликтные точки, что способствует уменьшению аварийных ситуаций и повышению безопасности дорожного движения.

Главным и основным предназначением светофоров является регулирование движения транспорта на определённых участках дорожно-транспортной сети путём организации определенной очерёдности пропуска участников дорожного движения, таких как автотранспорт, пешеходы, вело- и мототранспорт, и др. Светофорное регулирование – это также один из эффективных способов повышения безопасности движения на дорогах.

Светофорный цикл регулирования –совокупность всех фаз светофорного регулирования, которая периодически повторяется.

Светофорной фазой называется совокупность промежуточного и основного светофорных тактов.

Светофорным тактом называется время, на протяжении которого действует та или иная комбинация светофорных сигналов. Такты могут быть основными и промежуточными.

Во время основного такта движение транспорта и/или пешеходов в определённых направлениях разрешается. В период основного такта разрешено, а в конфликтующем направлении запрещено, движение определённой группы транспортных и пешеходных потоков.

Промежуточный такт предназначен для того, чтобы оставшийся на перекрёстке транспорт завершил начатые во время основного такта манёвры. Выезд на перекрёсток во время промежуточного такта запрещён за исключением транспортных средств, водители которых своевременно не смогли остановиться у стоп-линии. Промежуточный такт служит для безопасности движения в переходный период, когда движение предыдущей группы потоков уже запрещено, а последующая группа еще не получила разрешение на движение.

Основные такты:

- красный сигнал;
- зелёный сигнал.

Промежуточные такты:

- красный с жёлтым сигналом;
- жёлтый;
- зеленый с желтым сигналом.

Структура светофорного цикла

Структуру светофорного цикла (цикла светофорного регулирования) составляют все светофорные фазы, которые работают в определённой последовательности и с определённой периодичностью. В отношении регулируемого перекрёстка применяется также понятие режима светофорного регулирования, которое включает: количество фаз, их последовательность в цикле, длительность основных тактов фазы, длительность промежуточных тактов фазы, общую длительность светофорного цикла, и др.

Расчет светофорного цикла

Структура светофорного цикла и его длительность, рассчитываются в зависимости от:

- входящей интенсивности транспортного и пешеходного движения на перекрёстке
- его пропускной способности
- других характеристик дорожного пересечения.

Производится при помощи сложных алгоритмов и формул с учётом большого количества показателей, а также с помощью программ, специально предназначенных для этого.

Светофорный цикл считается эффективным, если каждый такт имеет минимально необходимую продолжительность. Именно такая структура

светофорного цикла может обеспечить бесперебойное движение транспорта, отсутствие пробок и удобство перехода проезжей части пешеходами, если не предусмотрены подземные или наземные варианты перехода.

Структуру светофорного цикла рассмотрим на примере пересечения улиц Мориса Тореза и Карбышева города Самара. Проводится замер длительности основных и промежуточных тактов светофоров исследуемого перекрестка. Учитываем, что светофоры-дублеры работают в одной фазе, что и основные светофоры, а в пешеходных светофорах отсутствуют промежуточные такты. Даем номер каждому светофору и заносим в таблицу 1 посекундно такты. Рассматриваем только один цикл.

Рисуется карта с обозначением существующих светофоров для наглядного отображения светофорного цикла (рисунок 1, таблица 1).

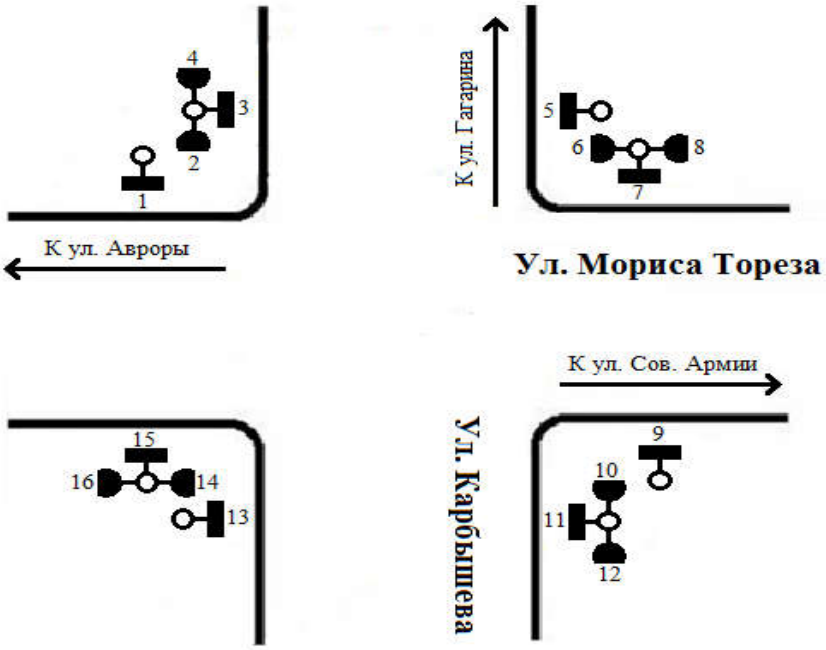

Рисунок 1. Дислокация светофорных объектов на перекрестке ул. Мориса Тореза и ул. Энтузиастов

Таблица 1 – Светофорный цикл

Светофор\Сек		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Транспортный	2, 4, 10, 12	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к
Транспортный	6, 8, 14, 16	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з
Пешеходный	1, 7, 9, 15	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к
Пешеходный	3, 5, 11, 13	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з

Продолжение таблицы 1

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к/ж	к/ж	з
з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з/м	з/м	з/м	ж	ж	ж	к
к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	з
з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з/м	з/м	з/м	ч	ч	ч	к

Продолжение таблицы 1

33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з
к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к
з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з	з
к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к	к

Продолжение таблицы 1

52	53	54	55	56	57	58
з	з/м	з/м	з/м	ж	ж	ж
к	к	к	к	к	к/ж	к/ж
з	з/м	з/м	з/м	ч	ч	ч
к	к	к	к	к	к	к

Продолжение таблицы 1

к	– красный
з	– зеленый
з/м	– зеленый мигающий
ж	– желтый
ч	– черный
к/ж	– кратковременное сочетание красного и желтого

Для регулирования дорожного движения на данном перекрёстке размещены транспортные и пешеходные светофоры. Полный светофорный цикл составляет 58 секунд. На данном перекрёстке установлено 8 транспортных и 8 пешеходных светофоров.

Заключение

Эффективность светофорного регулирования возможна лишь при условии обоснованной установки светофорных объектов и подбора оптимальных параметров их работы, таких как фаза, такт, цикл. Именно поэтому, светофорное регулирование является одним из важнейших инструментов реализации транспортной концепции, которая включает в себя мероприятия для ускорения дорожного движения общественного транспорта, мероприятия обеспечивающие должный уровень безопасности и удобства для пешеходов и водителей в момент их пересечения и движения по проезжей части.

Список литературы

1. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения. Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 2001.
2. Светофор: виды, функции, регулирование [Электронный ресурс]. URL: http://transspot.ru/2015/01/11/svetofor-funkciividy-regulirovanie.
3. Михеева Т.И. Построение математических моделей объектов улично-дорожной сети города с использованием геоинформационных технологий// Информационные технологии. 2006. № 1. С. 69-75.
4. Федотова Е.В., Михеева Т.И., Михеев С.В. Светофорное регулирование. Определение структуры светофорного цикла // IT & Transport. 2017. С. 89-98.

УДК 004

Остроглазов Н.А.[1,2], Ивасенко Д.М.[1]

ИНТЕНСИВНОСТЬ И СОСТАВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ: СБОР И АНАЛИЗ ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ

[1]Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва
[2]ИнтелТранс

Приводятся фактические данные об интенсивности движения и составе транспортных потоков на пересечении ул. Осипенко и пр. Ленина города Самара.

Ключевые слова: интенсивность движения, перекресток, транспортный поток.

Введение

За последние годы в Российской Федерации наблюдается резкий рост автомобильного транспорта. С увеличением количества автомобилей при существующей улично-дорожной сети городов постоянно растет интенсивность транспортного потока и, соответственно, снижается скорость транспортного потока. Периодический учет интенсивности транспортного потока позволяет разрабатывать мероприятия, направленные на повышение безопасности дорожного движения, изучить тенденцию изменения транспортных потоков.

Исследование проведено 9 октября (четверг) утром, днем, вечером. Подсчитана интенсивность транспортного потока, движущегося по трем направлениям относительно точки наблюдения: направо, прямо и налево. Данные сведены в таблицу, распределяющую потоки по видам транспорта (международная система классификации транспортных средств, согласно которой они подразделяются на четыре категории: A, B, C, D), направлениям и времени проведения подсчетов.

Результаты учета интенсивности в 15 минутном интервале в утренние часы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Интенсивность за 15 минут (09.10.17, утро)

Направление		1			2			3			4	
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковой авто	28	164	34	23	76	49	28	152	16	43	66	19
Грузовой до 2т	3	1	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0
Грузовой до 6т	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 8т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Грузовой до 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой > 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	1	7	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
Сочленённый автобус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газель пассажирская	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1
Велосипед	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автопоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	4	0	0		0	0	2	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	3	0	0		0	0	3	0	0	0	0
Пешеходы		85			50			94			35	
Общая интенсивность	33	180	34	23	79	50	28	165	18	44	70	21
Время расчёта	9:32-9:47			9:32-9:47			9:32-9:47			9:32-9:47		

Результаты учета интенсивности за 1 час в утреннее время представлены в таблице 2.

Таблица 2. Интенсивность движения за 1 час

Направление		1			2			3			4	
Вид ТС	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Легковой авто	112	656	136	92	304	196	112	608	64	172	264	76
Грузовой до 2т	12	4	0	0	8	4	0	0	0	0	12	0
Грузовой до 6т	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой до 8т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Грузовой до 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Грузовой > 14т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автобус	4	28	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0
Сочленённый автобус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Сочленённый троллейбус	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Газель пассажирская	0	0	0	0	0	0	0	0	8	4	0	4
Велосипед	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл с коляской	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Мотоцикл/мопед	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Автопоезд	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трактор	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Трамвай	0	16	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
Трамвай 2 вагона	0	12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
Пешеходы	340			200			376			140		
Общая интенсивность	132	720	136	92	316	200	112	660	72	176	280	84

Результаты учета интенсивности с приведёнными коэффициентами в утреннее время представлены в таблице 3.

Для получения суточной среднегодовой интенсивности поделим перекресток на 4 сечения и посчитаем интенсивность каждого сечения, используя интенсивность в приведенных единицах.

Для непосредственного получения суточной среднегодовой интенсивности воспользуемся формулой:

$$N_{\text{сут}} = (N_{\text{ч}})/(k_t * k_{\text{н}} * k_{\text{г}} * 365);$$

$N_{\text{ч}}$ – интенсивность сечения,

k_t – коэффициент, учитывающий время, когда был проведен подсчёт,

$k_t = 0{,}055$ для интервала 9:00-10:00;

$k_t = 0{,}05$ для интервала 12:00-13:00;

$k_t = 0{,}05$ для интервала 18:00-19:00;

$k_н$– коэффициент, учитывающий день недели, когда был проведен подсчёт.
$k_н = 0{,}145$, для четверга;
$k_г$ = коэффициент, учитывающий месяц, когда был проведен подсчет;
$k_г = 0{,}11$, для октября.

Перекресток пр. Ленина и ул. Осипенко (09.10.2017, четверг, утро)

$N_{ч1}$= 1+2+3+4+8+12=1069+92+724+90=1975- пр.Ленина к ул. Челюскинцев
$N_{ч2}$=3+4+5+6+7+11=136+618+112+292=1158- Осипенко к ул. Мичурина
$N_{ч3}$=2+6+7+8+9+10=787+202+908+176=1871- пр. Ленина к ул. Первомайская
$N_{ч4}$=1+5+9+10+11+12=146+324+72+558=1100- Осипенко к ул. Ново-Садовая
$N_{сут1}$= (1975 / (0,055*0,145*0,11*365)) =6168
$N_{сут2}$= (1158 / (0,055*0,145*0,11*365)) =3616
$N_{сут3}$= (1871 / (0,055*0,145*0,11*365)) =6474
$N_{сут4}$= (1100 / (0,055*0,145*0,11*365)) =3435
$N_{общ} = N_{сут1} + N_{сут2} + N_{сут3} + N_{сут4} == 19693$

Подсчет интенсивностей в дневном и вечернем интервалах рассчитывается так же, как и для дневного времени. Интенсивность транспортных потоков на перекрестке пр. Ленина и ул. Осипенко представлена на рисунках 1, 2, 3.

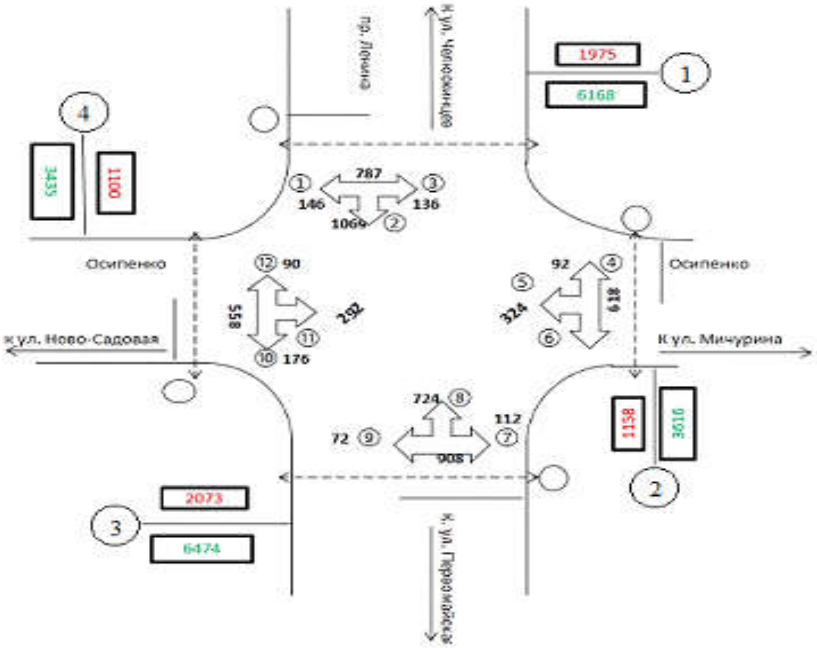

Рисунок 1. Интенсивность на перекрестке
пр. Ленина и ул. Осипенко (09.10.17, четверг, утро)

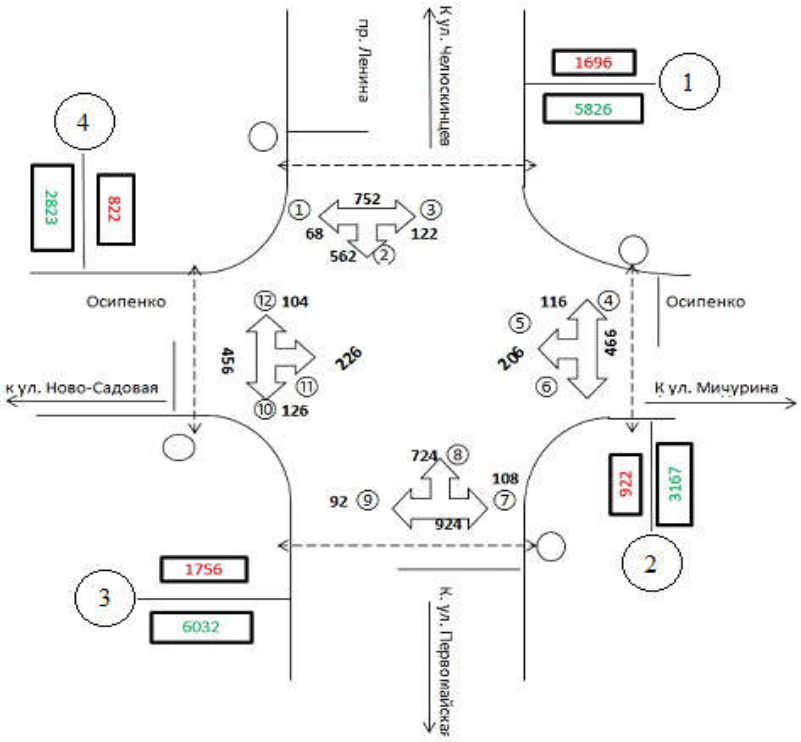

Рисунок 2. Интенсивность на перекрестке
пр. Ленина и ул. Осипенко (09.10.17, четверг, день)

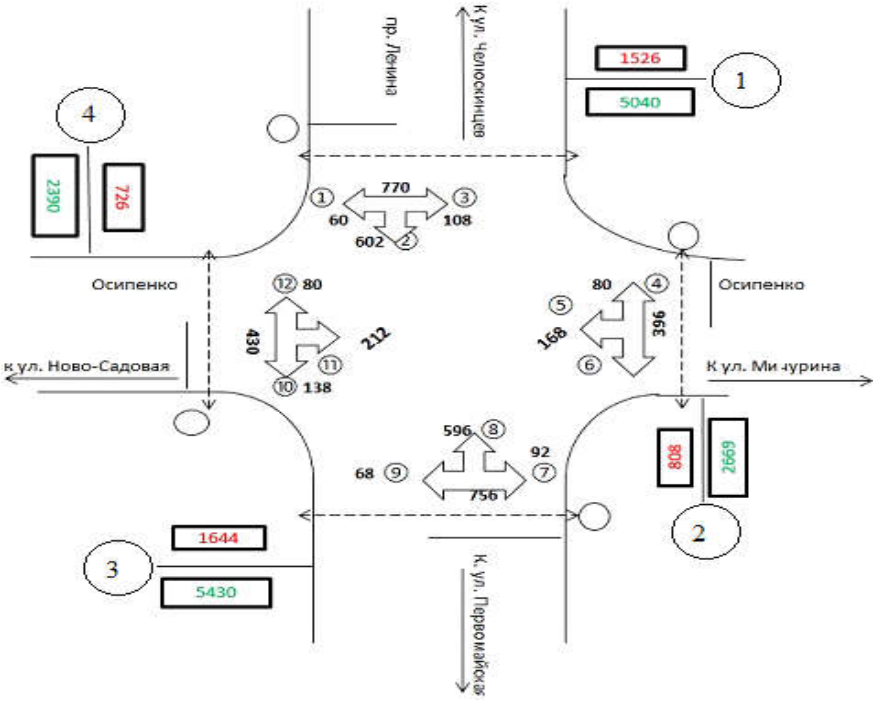

Рисунок 3. Интенсивность на перекрестке
пр. Ленина и ул. Осипенко (09.10.17, четверг, вечер)

Чтобы провести сравнение в каком направлении интенсивность с приведёнными коэффициентами больше, построим график, изображенный на рисунке 4.

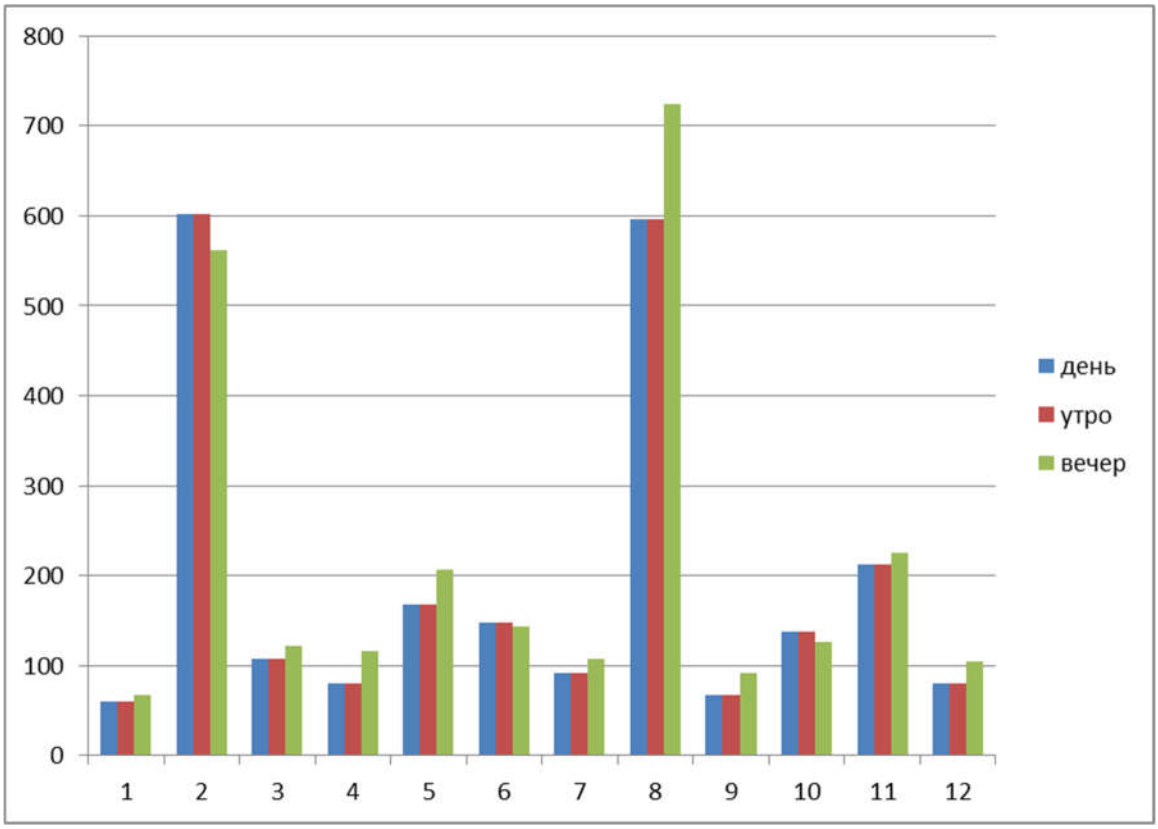

Рисунок 4. Сравнение интенсивности по направлениям

Заключение

Из полученных данных можно заметить, что наибольшее количество транспортных средств приходится на утреннее и вечернее время, но отличие от дневного времени незначительное, т.к. транспортный узел (пр. Ленина и ул. Осипенко) сильно загружен. В основном в направлении к улице Челюскинцев и улице Первомайская (рисунок 4). От общего количества транспортных потоков большой процент составляют легковые автомобили и пассажирские транспортные средства (автобусы, пассажирские газели, трамваи).

Список литературы

1. Головнин О.К., Виноградова Т.В. Исследование интенсивности транспортных потоков на перекрестке // ИТ & Транспорт: сборник научных статей. Самара: НПЦ ИТС Т. 6. С. 3-8.

2. Организация и безопасность дорожного движения: учебник для вузов // В. И. Коноплянко, О. П. Гуджоян, В. В. Зырянов, А. В. Косолапов. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 1998. 183 с.
3. Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Теория транспортных процессов и систем: учебник для вузов. М.: Транспорт, 1998. 167 с.
4. Сидоров А.В., Михеев С.В., Осьмушин А.А. Диагностика состояния транспортной инфраструктуры с использованием нейронных сетей// Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6; URL: www.science-education.ru/113-11807.

СПИСОК АВТОРОВ СБОРНИКА

Михеева Татьяна Ивановна, доктор технических наук, профессор кафедры организации и управления перевозками на транспорте, профессор кафедры информационных систем и технологий Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва, генеральный директор группы компаний «ИнтелТранС».

Амброх М.А., ООО «Анкор Кадровые решения».

Антошина Е.Е., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Архиреева Т.С., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Гейчук А.М., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Головнин Олег Константинович, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте, доцент кафедры информационных систем и технологий Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва, директор департамента информационных технологий группы компаний «ИнтелТранС».

Дарбинян М.Г., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Дяминова Элина Ильдаровна, кандидат технических наук, доцент кафедры экономической информатики Уфимского государственного авиационного технического университета.

Желовникова К.А., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Зеленина А.А., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Золотовицкий Аркадий Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва, директор по развитию «i-Sys».

Ивасенко Д.М., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Махмутшина К.И., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Михеев Сергей Владиславович, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва, генеральный директор научно-производственного центра «Интеллектуальные транспортные системы».

Морозова М.М., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Обухова А.С., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Осорина В.В., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Остроглазов Никита Александрович, аспирант 2 года обучения Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва, начальник отдела веб-технологий группы компаний «ИнтелТранС».

Тихонов Алексей Николаевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой организации и управления перевозками на транспорте Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Тихонова Анастасия Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры организации и управления перевозками на транспорте Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

Федосеев Александр Андреевич, кандидат технических наук, начальник сектора, Ракетно-космический центр «Прогресс».

Филиппова Анна Сергеевна, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики Башкирского государственного педагогического университета им. М. Акмуллы.

Харитонова Е.Н., студент Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва.

СОДЕРЖАНИЕ

Тихонова А.А., Осорина В.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ СТРУКТУРНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУР АНАЛИЗА ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ.....3

Филиппова А.С., Амброх М.А., Дяминова Э.И. ВЕРОЯТНОСТНЫЕ АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МАРШРУТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ДИХОТОМИЧЕСКИМ ВЕТВЛЕНИЕМ 14

Тихонов А.Н., Махмутшина К.И. РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ НА УЧАСТКЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ.....22

Михеев С.В., Гейчук А.М. ДИСЛОКАЦИЯ СВЕТОФОРНЫХ ОБЪЕКТОВ В Г. САМАРА 31

Головнин О.К., Харитонова Е.Н. ОРГАНИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА Т-ОБРАЗНОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ.....37

Михеева Т.И., Дарбинян М.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛ. КУЙБЫШЕВА И УЛ. ПИОНЕРСКАЯ.....48

Михеев С.В. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ 55

Федосеев А.А., Архиреева Т.С. СБОР СВЕДЕНИЙ ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ И СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ЛОКАЛЬНОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ 61

Головнин О.К., Желовникова К.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА Г.О. САМАРА 66

Золотовицкий А.В., Зеленина А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДНЕГОДОВОЙ СУТОЧНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ.....79

Морозова М.М., Обухова А.С. ДИСЛОКАЦИЯ ОСТАНОВОК ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ТЕХНОЛОГИЮ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ.....83

Михеева Т.И., Антошина Е.Е. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ СВЕТОФОРНОГО ЦИКЛА 89

Остроглазов Н.А., Ивасенко Д.М. ИНТЕНСИВНОСТЬ И СОСТАВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ: СБОР И АНАЛИЗ ПЕРВИЧНЫХ ДАННЫХ 93

СПИСОК АВТОРОВ СБОРНИКА 100

Научное издание

IT & TRANSPORT
ИТ & ТРАНСПОРТ
Сборник научных статей

Редакционная коллегия
Михеева Т.И. – главный редактор;
Головнин О.К. – ответственный редактор;
Зеленко Л.С., Золотовицкий А.В., Михеев С.В.,
Сапрыкин О.Н., Остроглазов Н.А.

Издательство «ИнтелТранС»

Подписано в печать 31.01.2018.
Формат 60x84 1/8.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 12,09.
Тираж 300 экз.

Группа компаний «ИнтелТранС»

Отпечатано в типографии ГК «ИнтелТранС»
443086, г. Самара, ул. Лукачева, 42