



УДК 004.89

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АГЕНТА ДЛЯ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

Д.А. Ромашенко

THE IMPLEMENTATION OF AN INTELLIGENT AGENT FOR THE PROBLEM OF OPTIMIZATION OF THE CARGO TRANSPORTATION

D.A. Romaschenko

Аннотация. Рассматривается задача оптимизации грузоперевозок с точки зрения критерия минимизации суммарных затрат. Для ее решения выбран подход, основанный на взаимодействии интеллектуальных агентов, каждый из которых будет принимать решения, исходя из рациональности принятия заказа отдельным транспортным средством. В результате предложены алгоритмы, основанные на построении минимального альтернативного маршрута, включающего поступивший заказ, и позволяющие сделать вывод о целесообразности принятия заказа, исходя из степени увеличения величины маршрута по сравнению с другими транспортными средствами.

Ключевые слова: *грузоперевозки; минимизация затрат; мультиагентный подход; интеллектуальный агент; алгоритм формирования маршрута.*

Abstract. The problem of optimization of cargo transportation from the standpoint of the criterion of minimization the total costs. To solve chosen an approach based on the interaction of intelligent agents, each of which will make decisions on the basis of rational decision ordering a separate vehicle. As a result of proposed algorithms, based on the formation of the minimum alternative route, including incoming orders, and leads to the conclusion on the expediency adoption of the order, based on the degree of increase in the value of the route compared to other vehicles.

Key words: *cargo transportation; minimizing costs; multi-agent approach; intelligent agent; route generation algorithm.*

Введение

Организация грузоперевозок является сложным процессом, требующим решения таких задач, как построение оптимальных маршрутов, минимизация затрат на перевозку груза, минимизация недогруза транспортного средства и др. Для поиска оптимального плана перевозок нужно будет проверить каждое транспортное средство (ТС) на рациональность доставки им заказа. Для ускорения этого действия можно распараллелить процесс нахождения критерия оптимальности заказа для каждого ТС, реализовать аппарат принятия решения для них и организовать взаимодействие. Для этих целей можно использовать мультиагентную систему (МАС).

МАС представляет собой множество взаимодействующих интеллектуальных единиц (агентов), каждый из которых выполняет определенные функции, направленные на достижение своих целей, а совместное поведение таких агентов должно обеспечить достижение оптимального состояния для всей системы [1, 2]. В данном случае задачу обеспечения оптимизации грузоперевозок можно «поручить» совокупности интеллектуальных агентов, каждый из которых будет отвечать за оптимизацию использования отдельного транспортного средства и выбора для себя таких заказов, которые обеспечат минимальное увеличение существующего маршрута (по сравнению с другими агентами) и, как следствие, минимизацию затрат на грузоперевозки.

В данной статье будет рассмотрена реализация интеллектуального агента, целью которого будет поиск оптимального маршрута движения транспортного средства, за которое он отвечает.

1. Постановка задачи

Исследуемую задачу можно сформулировать следующим образом. Пусть имеется n узлов, каждый из которых характеризуется своими географическими координатами (x_i, y_i) , $i = 1, \dots, n$. Узлы могут быть соединены между собой «дорогами». Эти условия позволяют рассматривать систему узлов и дорог как граф, вершинам которого соответствуют узлы, а ребрам – дороги. Каждый узел может являться как источником заявок (заказов), так и местом их доставки (или и то и другое одновременно для разных заказов). Пусть в системе имеется m транспортных средств, каждое из которых характеризуется:

- грузоподъемностью c_j , $j = 1, \dots, m$;
- месторасположением в данный момент времени (x_j, y_j) ;
- объемом груза, который средство перевозит в данный момент времени l_j , $0 \leq l_j \leq c_j$;
- текущим маршрутом движения (т.е. последовательностью координат узлов (x_i, y_i) , которые данное средство будет проходить, доставляя имеющийся груз или забирая уже запланированный ранее заказ).

В некоторые моменты времени в систему поступают заказы, причем предполагается, что в данный момент времени может поступить несколько заказов.

Каждый заказ характеризуется:

- объемом груза v_k ;
- прибылью, которую система получит от перевозки груза p_k ;
- географическими координатами источника заказа (x_{k1}, y_{k1}) ;
- географическими координатами назначения заказа (x_{k2}, y_{k2}) .

Необходимо определить совокупность ТС, которые будут осуществлять перевозку всех поступивших в данный момент заказов с учетом их текущего местоположения и загрузки, а также поставить в соответствие каждому транспортному средству:

- объем перевозимого груза;
- «идентификатор» перевозимого груза.

В качестве критерия оптимальности выберем минимизацию затрат на перевозку всех заказов. Без ограничения общности, будем считать, что затраты на перевозку прямо пропорциональны суммарному расстоянию, которое проехали все транспортные средства за исследуемый период. Таким образом, задача будет заключаться в назначении для данного заказа такого ТС, при котором суммарное расстояние, которое необходимо преодолеть всем ТС, будет минимально.

В качестве ограничений рассматриваются ограничения на грузоподъемность ТС. Это означает, что суммарный объем перевозимого данным ТС груза не должен превышать грузоподъемности ТС.

2. Мультиагентный подход к решению задачи

В [3] приведен обзор подходов к решению задачи и обоснован выбор мультиагентных технологий. При мультиагентном подходе ключевой единицей, достигающей поставленной цели, является агент, который представляет собой программно или аппаратно реализованную систему, обладающую свойствами автономности, способностью взаимодействия с другими агентами, реактивности и целенаправленности [4].

В мультиагентных системах задачи распределены между агентами, каждый из которых рассматривается как член группы или организации [5, 6]. Распределение задач предполагает назначение ролей каждому из членов группы, определение меры его ответственности и требований к опыту. В исследуемой задаче каждый интеллектуальный агент должен принимать решения о целесообразности принятия заказа для определенного



ТС. Таким образом, основная задача, которая ставится перед интеллектуальным агентом - проанализировать степень эффективности от принятия решения о назначении груза «своему» ТС. Для этого агент должен построить новый альтернативный маршрут, включающий точку погрузки и выгрузки заказа, после чего определить полученную разницу в расстоянии. После обмена полученных значений о новых маршрутах между всеми агентами принимается решение о назначении заказа тому ТС, маршрут которого будет увеличен в меньшей степени.

Для построения нового маршрута потребуется решение следующих задач:

- определить точку своего маршрута, из которой можно забрать заказ;
- определить точку своего маршрута, в которую необходимо следовать дальше (вместе с новым заказом);
- определить точку маршрута, после которой нужно следовать в точку выгрузки нового заказа;
- определить точку маршрута, в которую будет направлено ТС после выгрузки заказа;
- определить величину изменения маршрута с учетом данного заказа и уведомить об этой величине других агентов;
- принять решение (на основе данных, поступивших от других агентов) о целесообразности принятия данного заказа ТС и уведомить об этом остальных агентов.

3. Алгоритмы построения альтернативного маршрута

Суть алгоритма заключается в поиске альтернативного маршрута, с минимальной разницей длин в сравнении с основным маршрутом и другими альтернативными маршрутами. Для этого вначале формируется первый возможный маршрут, включающий новые пункты приема заказа («Прием») и его выгрузки («Доставка»), величина которого принимается за эталонное значение. Далее в цикле строятся новые возможные альтернативные маршруты с данными пунктами. Если такой маршрут короче первоначального, то именно он на данном этапе выбирается за эталон для последующего сравнения.

Схема алгоритма поиска участков альтернативного маршрута агентом «Транспортное средство» представлена на рис. 1.

На данном рисунке с помощью блоков 2-5 осуществляется поиск начального минимального альтернативного маршрута. В зависимости от выполнения ограничения на грузоподъемность (блок 6) составляется альтернативный маршрут из 3 участков (блоки 7, 8) либо проверяется возможность составления альтернативного маршрута из 4 участков (блоки 11, 12).

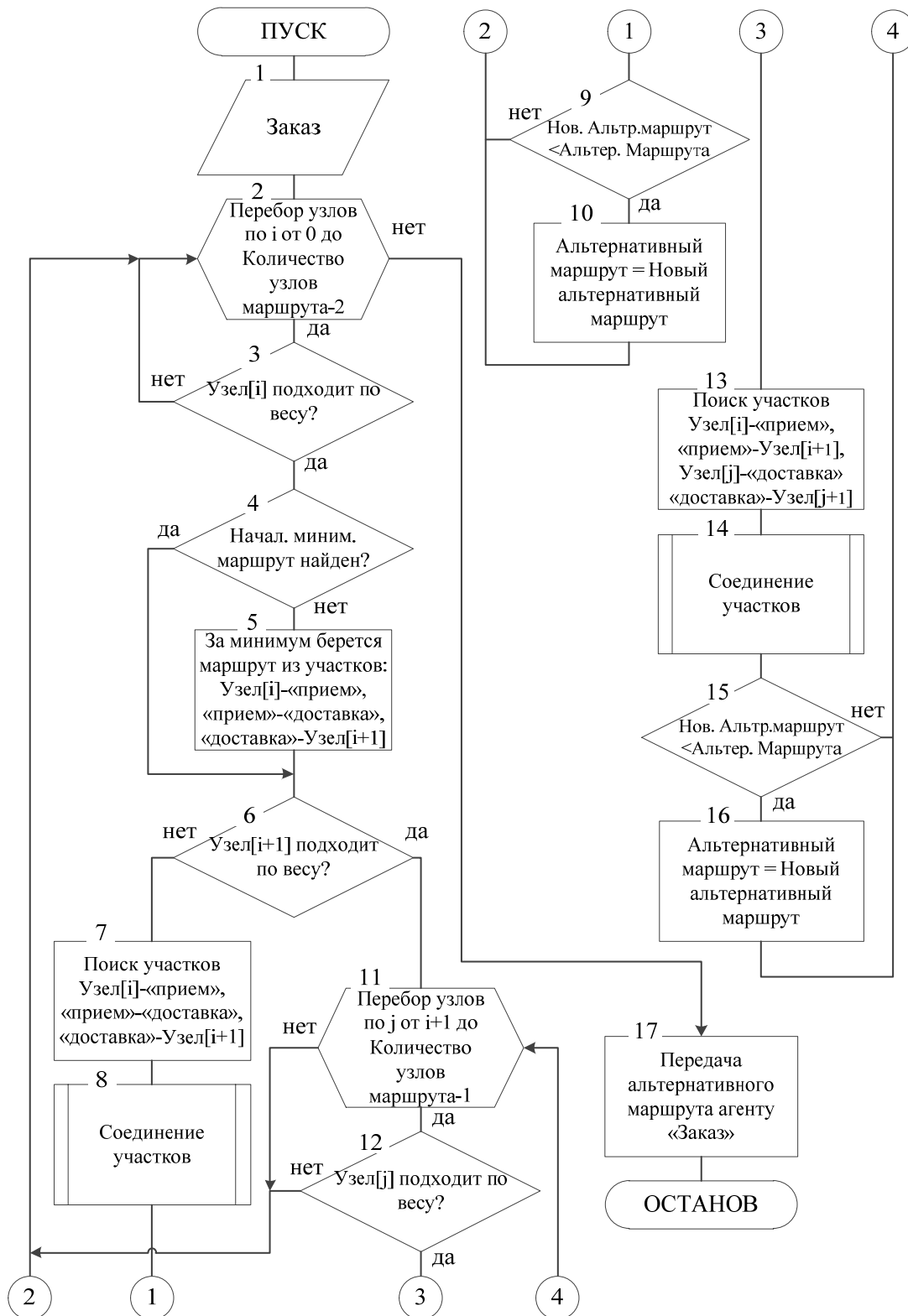


Рисунок 1 – Алгоритм поиска участков для составления альтернативного маршрута

На рис. 2 представлен исходный и альтернативный маршрут, состоящий из трех участков.

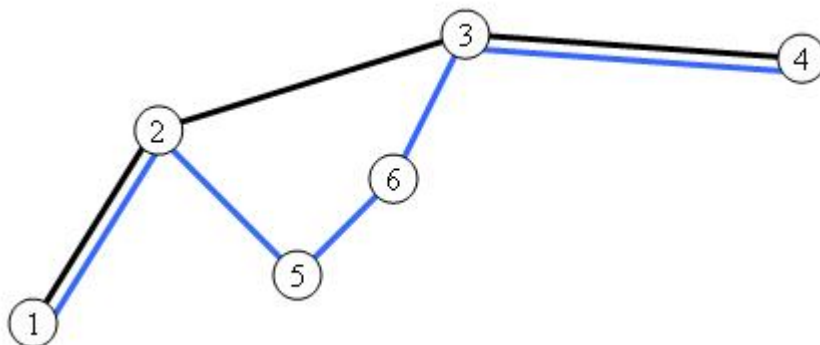


Рисунок 2 – Альтернативный маршрут из трех участков

На рис. 2 используются следующие обозначения:

- 1,2,3,4 – исходный маршрут (обозначен черным цветом);
- 5 – точка приема заказа;
- 6 – точка выгрузки заказа;
- 1,2,5,6,3,4 – альтернативный маршрут (обозначен синим цветом), состоящий из новых участков «Узел i » - «прием» (2-5), «прием» - «доставка» (5-6) и «доставка» - «Узел $i+1$ » (6-3) вместо участка 2-3.

В случае невыполнения ограничений будет построен маршрут из четырех участков (рис.3).

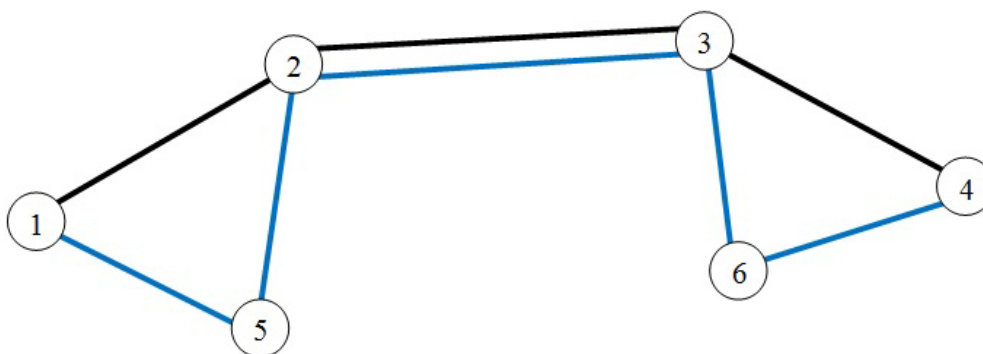


Рисунок 3 – Альтернативный маршрут из 4 участков

Поясним обозначения на рис. 3:

- 1,2,3,4 – исходный маршрут (обозначен черным цветом);
- 5 – точка приема заказа;
- 6 – точка выгрузки заказа;
- 1,5,2,3,6,4 – альтернативный маршрут (обозначен синим цветом), включающий новые участки «Узел i » - «прием» (1-5), «прием» - «Узел $i+1$ » (5-2) вместо участка 1-2; «Узел j » - «доставка», «доставка» - «Узел $j+2$ » вместо участка 3-4.

После того как цикл по i будет пройден агенту «Заказ» будет передан альтернативный маршрут. Если этот маршрут не был найден, то будет передан пустой маршрут.

Полученные участки соединяются в единый альтернативный маршрут с помощью алгоритма приведенного на рис. 2. Его суть состоит в том, что полученные участки: «маршрут» - «прием», «прием» - «маршрут», «маршрут» - «доставка», «доставка» - «маршрут» проверяются на наличие и последовательно соединяются дуг с другом и с участками основного маршрута, если они имеются. В ходе этого объединения образуется альтернативный маршрут. Крайние дублирующие узлы по концам участков удаляются (например, перед соединением участков «Узел i »-«прием» и «прием»-«Узел $i+1$ » из участка «Узел i »-«прием» удаляется узел «прием»).

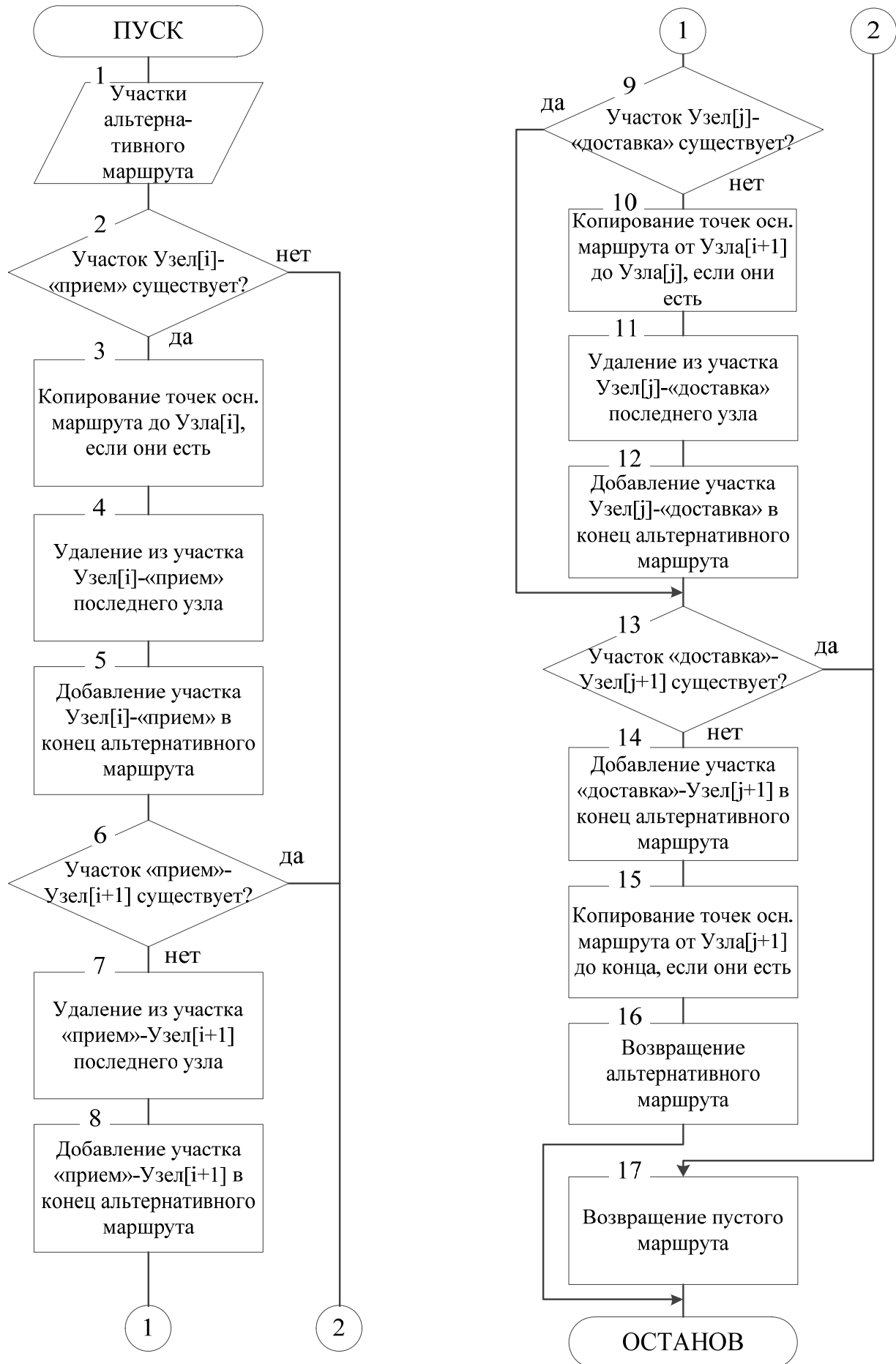


Рисунок 4 – Алгоритм соединения участков альтернативного маршрута

Таким образом, разработан комплекс алгоритмов, являющихся основой программной реализации интеллектуального агента, принимающего решение о принятии поступившего заказа. Алгоритмы позволяют определить минимальный альтернативный маршрут, включающий в себя поступивший заказ. При поступлении заказа предполагается одновременная работа всех интеллектуальных агентов, каждый из которых отвечает за свое ТС. После определения минимального альтернативного маршрута, он передается агенту заказа, который, сравнив результаты, поступившие от каждого агента, назначает для данного груза ТС, оптимальное с точки зрения минимизации увеличения длины маршрута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тарасов В. Б. От многоагентных систем к интеллектуальным агентам: философия, психология, информатика. М.: Едиториал УРСС, 2002. 352 с.
2. Городецкий В.И., Грушинский М.С., Хабалов А.В. Многоагентные системы (обзор) // Новости искусственного интеллекта, 1998. № 2. С. 64-116.
3. Ромашенко Д.А., Олейникова С.А. Об одном подходе к оптимизации грузоперевозок // Международная научная школа «Парадигма». Лято: сборник материалов в 8 т. Т.2. Варна, 2015. С. 170-177.
4. Баженов Р.И. Интеллектуальные информационные технологии. Биробиджан: ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2011. 176 с.
5. Kravets O.Ya., Oleinikova S.A. Multiagent technology for the application of a distributing function for load balancing in multiserver systems // Automation and Remote Control., 2014. V. 75. № 5. P. 977-982.
6. Lopatin R.S., Oleynikova S.A. Complex systems scheduling on the multi-agent approach basis. Monograph. Yelm, WA, USA: Science Book Publishing House, 2013. 110 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Ромашенко Денис Алексеевич

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж, Россия, магистр кафедры автоматизированных и вычислительных систем,
E-mail: denrom93@mail.ru

Romaschenko Denis Alexeyevich

FSEI HPE «Voronezh State Technical University», Voronezh, Russia, master,
E-mail: denrom93@mail.ru

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:
394026, Воронеж, Московский проспект, 14, ВГТУ.
8(473)243-77-18