

16. Abramov E.S., Sidorov I.D. Metod obnaruzheniya raspredelennykh informatsionnykh vozdeystviy na osnove gibridnoy neyronnoy seti [Metod obnaruzheniya raspredelennykh informatsionnykh vozdeystviy na osnove gibridnoy neyronnoy seti], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2009, No. 11 (100), pp. 154-164.
17. Kohonen T. Self-Organizing Maps. Third, extended edition. Springer, 2001.
18. Abramov E.S., Anikeev M.V., Makarevich O.B. Ispol'zovanie apparata neirosetei pri obnaruzhenii setevykh atak [Ispol'zovanie apparata neyrosetey pri obnaruzhenii setevykh atak], *Izvestiya TRTU* [Izvestiya TSURE], 2004, No. 1 (36), pp. 130.
19. Abramov E.S., Anikeev M.V., Makarevich O.B. Podgotovka dannykh dlya ispol'zovaniya v obuchenii i testirovanii neirosetei pri obnaruzhenii setevykh atak [Preparing data for use in training and testing of neural networks in the detection of network attacks], *Izvestiya TRTU* [Izvestiya TSURE], 2003, No. 4 (33), pp. 204-206.
20. Aiello M., Cambiaso E., Scaglione S., Papaleo G. A similarity based approach for application DoS attacks detection, *2013 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор К.Е. Румянцев.

Абрамов Евгений Сергеевич – Южный федеральный университет; e-mail: abramoves@sfedu.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: 88634371905; кафедра безопасности информационных технологий; зав. кафедрой.

Тумоян Евгений Петрович – e-mail: eptumoyan@sfedu.ru; кафедра безопасности информационных технологий; доцент.

Тарасов Ярослав Викторович – ЗАО «Инфосистемы Джет»; e-mail: info@jet.msk.su; 125252, г. Москва, ул. 2-я Песчаная, 2/1, корп. 50; тел.: 84954117601, факс: 84954117602; директор по развитию бизнеса компании «Инфосистемы Джет».

Abramov Evgeny Sergeevich – Southern Federal University; e-mail: abramoves@sfedu.ru; 44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia; phone: +88634371905; the department of information security; head of the department.

Tumoyan Evgeny Petrovich – e-mail: eptumoyan@sfedu.ru; the department of information security; associate professor.

Tarasov Yaroslav Viktorovich – Jet Infosystems; e-mail: info@jet.msk.su; 2/1, 2nd Peschanaya street, build. 50, Moscow, 125252, Russia; phone: +74954117601, fax: +74954117602; director of Business Development in Jet Infosystems.

УДК 519.688

DOI 10.18522/2311-3103-2016-9-7181

С.Л. Беляков, А.В. Боженюк, М.Л. Белякова, А.А. Глушков

ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ*

Статья посвящена разработке геоинформационной модели для задач управления материальными потоками. Модель используется при разработке геоинформационной системы, ориентированной на информационную поддержку принятия решений. Специфическим требованием к модели является обеспечение заданного уровня достоверности решений. Рассмотрены существующие методики синтеза геоинформационных моделей. Указаны недостатки геоинформационных моделей для картографирования. Главным из них является статический характер пространственных данных, описывающих реальную среду. Модели для систем поддержки принятия решений обладают несомненным преимуществом в построении динамических представлений пространственных данных, но не предусматри-

* Работа поддержана грантами РФФИ, проекты № 15-01-00149 и № 15-07-00185.

вают механизма оперативного обновления. Рассогласование между состоянием реального мира и модели снижает достоверность результатов. Проведена классификация известных геоинформационных моделей, выделены пять типов моделей. Все модели ранжированы в порядке увеличения сложности. Описаны структуры геоинформационных систем, реализующих каждый тип модели. Сделан вывод о том, что геоинформационные модели пятого типа в наибольшей степени отвечают задаче принятия достоверных решений. Определены особенности геоинформационных систем для реализации модели. Они сводятся к необходимости хранения темпоральных зависимостей и знаний для обработки темпоральных представлений объектов логистических систем. Описана динамическая геоинформационная модель в виде набора объектов $\langle M, \Omega, R, Q \rangle$, где M – представление материальных потоков в виде логистической сети, Ω – множество картографических объектов и пространственных отношений картографической базы данных геоинформационной системы, R – привязка логистической сети к картографической основе, Q – набор процедур оценки показателей качества материального потока. Детализируются компоненты модели, особое внимание уделяется темпоральным компонентам. Обсуждается свойство полноты модели как возможность решать четыре практически важные задачи управления материальными потоками по показателям затрат на поставку, сроков поставки, уровней риска и величин возможных потерь. Приведены формулировки каждой задачи, указаны критерии и ограничения. Использование динамической модели позволит в несколько раз повысить уровень достоверности принимаемых решений.

Информационная поддержка принятия решений; геоинформационные системы; геоинформационные модели; управление материальными потоками.

S.L. Belyakov, A.V. Bozhenyuk, M.L. Belyakova, A.A. Glushkov

DYNAMIC GEOINFORMATION MODEL FOR THE TASKS OF MATERIALS MANAGEMENT

The article is devoted to the development of a geographic information model for material flow management tasks. The model is used in the development of geographic information system, which is oriented to provide an information support of decision-making. Providing a given level of confidence is making specific requirements for this model. Existing methods of synthesis of geographic information models are considered. Disadvantages of geographic information models are given for mapping. The main drawback is the static nature of spatial data describing the real environment. The models for decision support systems have the advantage of building a dynamic representations of spatial data, but do not provide a mechanism for rapid updating. The mismatch between the state of the real world and the model reduces the reliability of the results. Classification of known information models carried, five types of models are highlighted. All models are ranked in order of increasing complexity. The structures of information systems that implement each model type have been described. It was concluded that the GIS model of the fifth type is best suited to the task of taking significant decisions. Features of geographic information systems for the implementation of the model have been defined. They have shown the need for storage of the temporal dependencies and knowledge to handle the temporal representations of objects logistics systems. The paper describes the dynamic information model as a set of objects $\langle M, \Omega, R, Q \rangle$, where M – representation of material flows in a logistics network, Ω – set of map objects and the spatial relationships of cartographic database of geographic information system, R – binding logistics network a cartographic basis, Q – set of indicators of quality assessment procedures of material flow. The components of the model are detailed. Particular attention is paid to the temporal components. The study discusses the completeness property of the model as an opportunity to solve four important tasks of material flow management using the indicators of cost of supply, delivery dates, risk levels and the magnitudes of potential losses. The wording of each task is given, criteria and constraints are specified. The use of dynamic models will allow increasing the reliability of decisions by several times.

Informational support of decision-making; geographic information systems; geographic information model; materials management.

Введение. Управление материальными потоками представляет собой достаточно широкий класс прикладных задач. Работы данного направления охватывают как абстрактные проблемы управления потоками в сетях, принятия решений при недостатке, неполноте и неточности исходных данных, так и конкретные проблемы логистики в реальных условиях транспортировки, складирования и учета товаров [1–3]. Широкий спектр тематики указывает на то, что важную роль играет информационная поддержка процедур принятия решений как при разработке логистических проектов, так и при их реализации. Логистический проект – это описание логистической системы, которая создается для перемещения партии товара. Система существует в течение времени реализации поставленной задачи, причем ее состав и поведение неизбежно меняются в ходе нормального режима работы. Причиной изменений логистических систем является переменчивость состояния внешнего мира.

Геоинформационные модели играют важную роль в решении любых задач, требующих знания о внешней среде и ее поведении. Такая информация должна обладать требуемым уровнем достоверности. Чем выше уровень, тем сложнее модель. Сложность геоинформационных моделей определяет не только качество принимаемых решений, но и стоимость геоинформационной системы (ГИС), реализующей модель. Нахождение компромисса между значениями этих показателей – одна из важных задач проектирования [4, 5]. Как показывает анализ публикаций, данный аспект остается малоизученным.

Известные подходы к построению геоинформационных моделей. Геоинформационные модели строятся соответственно двум основным целям: для создания карт земной поверхности либо анализа и принятия решений на основе пространственных данных [5–12].

В первом случае моделирование предполагает синтез образно-знакового описания земной поверхности соответственно стандартам картографирования [5]. Стандарты определяют ряд параметров карт и порождают многообразие геоинформационных моделей. Отметим свойство статичности подобного рода моделей: опубликованная карта не предполагает никаких обновлений в течение нормативного срока, заменяется новой версией через определенное время.

Во втором случае моделируется информационная система, способная на основе пространственных данных генерировать решения прикладных задач либо картографические данные для их решения. Отличием такого рода геоинформационных моделей является использование специальных (в том числе и нестандартных) картографических представлений и аналитических процедур [8–12]. Следует заметить, что динамичность преобразований картографических представлений не означает адекватность отображения реального состояния мира. Механизмы обновления картографической основы не отражаются в геоинформационных моделях [13].

Оба типа моделей реализуются геоинформационными системами. Масштаб подобных систем различается в широких пределах: от локальных вариантов для различных типов цифровых устройств до сетевых сервисов Интернет. Как показал анализ публикаций, выявление связи между структурой геоинформационных моделей и архитектурой ГИС в общем случае достаточно затруднительно. Тем не менее, именно эта связь важна на начальных этапах проектирования специализированных систем. Актуальным представляется рассмотрение данной проблемы для класса задач управления материальными потоками.

Постановка задачи. Целью данной работы является построение геоинформационной модели для задач управления материальными потоками, отличающейся учетом параметра достоверности формируемых решений. Достоверность понима-

ется как соответствие реальной действительности, а оценивается степенью близости к реальности, которая сложным образом зависит от знаний об управляемых процессах, их информационном описании, времени обновления информационной базы ГИС, особенностей наблюдаемых объектов и явлений, технических средств наблюдения и измерения ГИС [14].

Проанализируем геоинформационные модели известных систем. Типы моделей рассмотрим в порядке усложнения реализующих эти модели ГИС [15]. Классифицировать модели будем по следующим параметрам:

- ◆ по сложности информационной компоненты модели, которая характеризуется классами объектов и отношений, описывающих предметную область;
- ◆ по степени развитости механизма актуализации, смысл которого в возможности выборочного обновления информационных объектов;
- ◆ по возможности описания динамики процессов внешнего мира, определяющих достоверность результатов.

На основании проведенного анализа было выделено 5 классов геоинформационных моделей, адаптированных для информационной поддержки принятия решений в задачах управления материальными потоками.

Геоинформационные модели первого типа. Формально описываются следующим образом:

$$W_1 = \langle \Omega \rangle \\ \omega_i \in \Omega,$$

где Ω – множество картографических объектов, ω_i – картографический объект, в данном случае отдельное картографическое изображение.

Данный класс моделей предполагает исключительно визуализацию картографической информации с помощью растровых изображений или снимков земной поверхности. Примером системы, реализующей подобную модель, является геоинформационная система ArcGIS Online [16]. Достоинством такого класса моделей является простота.

Модель реализуется геоинформационной системой, включающей в себя компонент хранения картографических данных, менеджер слоев, сервер приложений, конструктор рабочей области и подсистему визуализации. Построенная рабочая область визуализируется без каких-либо возможностей переконфигурации или модификации для повышения ее информативности [17]. Достоверность информации полностью определяется хранимыми картографическими данными.

Геоинформационные модели второго типа. Формально описываются следующим образом:

$$W_2 = \langle \Omega, Q \rangle \\ \omega_i(\bar{A}) \in \Omega,$$

где Ω – множество картографических объектов и отношений, Q – набор процедур управления картографическим изображением, \bar{A} – семантические атрибуты объекта или отношения, ω_i – картографический объект или отношение.

Данный класс моделей использует растровое и векторное представление картографических объектов и обладает процедурами их создания и редактирования. Примером использования подобного рода моделей выступают геоинформационные системы ERDAS IMAGINE [18], QGIS Desktop [19] и ProGIS [20]. Данный класс геоинформационных систем не имеет механизма актуализации данных в реально времени, принятие оперативных достоверных решений затруднено.

Геоинформационные модели третьего типа. Формально их можно описать следующим образом:

$$W_3 = \langle \Omega, Q' \rangle \\ Q \subset Q',$$

где Ω – множество картографических объектов и отношений, Q – набор процедур управления картографическим изображением, Q' – множество процедур управления картографическим изображением и пространственного анализа.

Отличием данной модели является включение в набор процедур дополнительных инструментов пространственного анализа. Примером системы, использующей данную модель, является геоинформационная система WinGIS [21]. Недостатками модели являются невозможность временных зависимостей параметров и процедур, отсутствие модуля принятия решения на основе знаний о временных зависимостях. Как и в предыдущих моделях, это приводит к невысокому качеству оперативного принятия решения.

Основным отличием структуры геоинформационных систем, реализующих рассматриваемую модель, является наличие выделенного модуля пространственного анализа.

Геоинформационные модели четвертого типа. Формально описываются следующим образом:

$$W_4 = \langle \Omega, Q' \rangle \\ Q' \subset Q''$$

где Ω – множество картографических объектов и отношений, Q' – множество процедур управления картографическим изображением и пространственного анализа, Q'' – множество процедур управления картографическим изображением, пространственного анализа и принятия решений.

Модель отличается набором процедур, расширенными средствами принятия решений. Примером системы, использующей модель, выступает геоинформационная система Transportation Analytics [22]. Геоинформационная система Transportation Analytics производит построение маршрутов на карте. Ее особенностью является предоставление вариантов решений с оценками их эффективности. Достоинствами системы являются наличие геопространственного анализа, система поддержки принятия решений, адаптированная для конкретной предметной области. Недостатками являются отсутствие процедур преобразования имеющихся данных, невозможность учета темпоральных зависимостей параметров и процессов, что в свою очередь приводит к неточности и недостоверности получаемых решений.

В структурном отношении геоинформационные системы, реализующие модель, отличаются наличием компонента поддержки принятия решений.

Геоинформационные модели пятого типа. Представляются формально как

$$W_5 = \langle \Omega, Q''' \rangle \\ Q'' \subset Q'''$$

где Ω – множество картографических объектов и отношений, Q'' – множество процедур управления картографическим изображением, пространственного анализа и принятия решений, Q''' – множество процедур управления картографическим изображением, пространственного анализа объектов с темпоральными зависимостями и принятия решений на основе опыта.

Модель обладает расширенным набором процедур, осуществляющих обработку темпоральных зависимостей, а также использование экспертных знаний при принятии решений. Примером систем, способных реализовать подобную модель, являются геоинформационные системы ArcGIS [23] или MapInfo Professional [24]. Достоинствами указанных систем являются пространственно-временной анализ, модуль поддержки принятия решения. Недостатками являются невозможность использования и анализа темпоральных зависимостей параметров и процессов.

Анализируя классы геоинформационных моделей, следует сделать вывод о том, что современные геоинформационные модели достаточны для решения довольно широкого круга задач. Вместе с тем в современных геоинформационных системах отсутствуют процедуры анализа объектов и отношений с темпоральными зависимостями, что серьезно сказывается на достоверности решений [25].

Для устранения указанного недостатка предлагается динамическая геоинформационная модель для информационной поддержки процессов управления материальными потоками. Модель описывает информационный объект, позволяющий решать задачи анализа и синтеза логистических проектов с более высоким уровнем достоверности. Модель включает в себя четыре элемента:

$$W_D = \langle M, \Omega, R, Q \rangle,$$

где M – представление материальных потоков в виде логистической сети; Ω – множество картографических объектов и пространственных отношений картографической базы данных геоинформационной системы; R – привязка логистической сети к картографической основе, т.е.

$$M \times \Omega \rightarrow R,$$

$Q = \{Q_P, Q_T, Q_R, Q_M\}$ – набор процедур оценки показателей качества материального потока. Здесь

Q_P – затраты на выполнение запланированных поставок;

Q_T – время необходимое для выполнения запланированных поставок;

Q_R – риск выполнения запланированных поставок;

Q_M – затраты на модификацию цепи поставок из-за изменения внешних условий.

Все перечисленные процедуры функционально зависят от параметров картографических объектов и отношений. Параметры любого объекта или отношения зависят от времени и делятся на три группы:

$$\omega_i(\bar{X}(t), \bar{T}, \bar{A}(t)) \in \Omega, i = \overline{1, n}$$

где ω_i – картографический объект или отношение;

$\bar{X}(t)$ – параметры пространственной привязки,

\bar{T} – параметры временной привязки,

$\bar{A}(t)$ – семантические атрибуты.

Таким образом,

$$Q = F(\bar{X}(t), \bar{T}, \bar{A}(t)).$$

Данное выражение определяет полноту предлагаемой модели. Полнота рассматривается как возможность моделировать четыре практически необходимые ситуации управления цепью поставок:

1) обеспечить минимум затрат на поставку в заданные сроки (Q_T^*), требуемом уровне риска (Q_R^*) и ограничении возможных потерь (Q_M^*)

$$Q_P \rightarrow \min$$

$$Q_T < Q_T^*, Q_R < Q_R^*, Q_M < Q_M^*$$

2) добиться оперативной работы цепи поставок, имея ограниченный объем ресурсов (Q_P^*), соблюдая ограничения риска (Q_R^*) и возможных потерь (Q_M^*)

$$Q_T \rightarrow \min$$

$$Q_P < Q_P^*, Q_R < Q_R^*, Q_M < Q_M^*$$

3) реализовать надежную цепь поставок при ограниченных ресурсах, заданном уровне риска и возможных потерях:

$$Q_R \rightarrow \min$$

$$Q_P < Q_P^*, Q_T < Q_T^*, Q_M < Q_M^*$$

4) придать цепи поставок устойчивость при имеющихся ресурсах, заданном уровне риска и временных рамках поставки:

$$Q_M \rightarrow \min$$

$$Q_P < Q_P^*, Q_T < Q_T^*, Q_R < Q_R^*$$

Логистическую сеть, представляющую систему материальных потоков, предлагается описывать следующим образом:

$$M = \langle A, B, \Lambda, \Gamma, T \rangle,$$

где $A = \{A_i, \Lambda^i, O_i, \tau_i^A\}, i = \overline{1, n}$ – это множество узлов (вершин) преобразования материального потока, в которых выполняются разнообразные логистические операции и без совершения которых невозможна транспортировка;

$\{A_i\}, i = \overline{1, n}$, – узел преобразования материального потока;

$\Lambda^i = \{\Lambda_j^i\} \neq \emptyset, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}$ – подмножество логистических операций, совершаемых в узле преобразования материального потока A_i (возможно присутствие нескольких логистических операций в одном узле преобразования материального потока). В каждом узле преобразования материального потока существует хотя бы одна логистическая операция. Одна и та же логистическая операция может выполняться несколько раз в узле преобразования материального потока

$$\Lambda_j^i = \Lambda_{j+1}^i;$$

$\{\Lambda^i\} \subset \Lambda$ – подмножество логистических операций, совершаемых в узле преобразования материального потока, которое всегда входит в множество логистических операций;

$\{O_i\}, \overline{1, n}$ – свойства материального потока в узле A_i , которые изменятся после выполнения операций;

$\{\tau_i^A\}, i = \overline{1, n}$ – общее время необходимое для выполнения всего подмножества логистических операций в узле A_i ;

$V = \{V_{uv}, P_{uv}, \Pi_{uv}, \tau_{uv}^R\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – множество связей между узлами преобразования материального потока. Каждая из связей представляет собой участок транспортной сети. Участок может быть самостоятельной сетью. На участке реализован какой-либо алгоритм маршрутизации. Алгоритм может не совпадать с алгоритмом, применяемым для всей сети;

$\{V_{uv}\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – дуга между узлами преобразования материального потока, где u, v – концевые узлы дуги из множества $\{A_i\}$, концевые узлы дуги не могут совпадать,

$u = A_u, v = A_v; A_u, A_v \in A_i; A_u \neq A_v$;

$\{P_{uv}\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – расстояние между узлами преобразования материального потока;

$\{\Pi_{uv}\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – пропускная способность сети между узлами преобразования материального потока;

$\{\tau_{uv}^R\}, u = \overline{1, n}, v = \overline{1, n}$ – время, затрачиваемое для прохождения по дуге V_{uv} ;

$\Lambda = \{\Lambda_j\}, j = \overline{1, m}$ – множество логистических операций, используемых в динамической геоинформационной модели управления материальными потоками;

$T = \{T_k\}, k = \overline{0, l}$ – интервалы постоянства весов дуг,

$T_k \cap T_{k+1} = \emptyset, k = \overline{0, l-1}$;

$\Gamma = \{\Gamma^s, \tilde{\Gamma}^t\}$ – множество пространственных объектов геоинформационной модели;

$\{\Gamma^s\}$ – подмножество статических пространственных объектов, не зависящие от времени;

$\{\tilde{\Gamma}^t\}$ – подмножество динамических пространственных объектов, т.е. объектов, изменяющих свои атрибуты со временем

$$\Gamma^s \cap \tilde{\Gamma}^t = \emptyset.$$

Анализ результатов. Рассматривая усложнение геоинформационных моделей и структур геоинформационных систем, можно сделать вывод о том, что задачи управления материальными потоками используют наиболее сложные варианты моделей. Это объясняется стремлением получать достоверные решения в условиях недостатка информации о внешнем мире. Определяющую роль играет фактор вре-

мени [26–28]. Добиться требуемой достоверности можно лишь за счет периодического обновления данных. Это обновление реализуется использованием разнородных источников информации от сенсорных систем оценки интенсивности транспортных потоков до оперативных снимков земной поверхности.

Ввиду объективных технических трудностей оперативного картографирования, большую значимость приобретает прогнозирование. Для этого на основе знаний описываются темпоральные зависимости параметров модели. В частности, это пропускные способности транспортных сетей, трудоемкость выполнения логистических операций, скорость транспортировки и затраты на нее.

Анализируя предложенную модель, необходимо отметить следующее:

- ◆ информационные компоненты модели M, Ω и R определяют сложность реализации геоинформационных систем для конкретных систем управления материальными потоками. Указанные компоненты отображают темпоральные зависимости логистических операций. Степень неполноты и неопределенности значений параметров напрямую определяет качество результата геоинформационного моделирования;
- ◆ процедурный компонент модели Q ориентирован на оценку параметров сетевой структуры, которая возникает в процессе привязки компонента M к карте Ω ;
- ◆ процедуры компонента Q сводятся к решению задачи маршрутизации в темпоральных сетях, поскольку компонент M описывает перемещение единичных материальных объектов или материальных потоков;
- ◆ процедуры компонента Q компенсируют неполноту, неопределенность и неточность описания параметров элементов M, Ω и R , которая существует в реальных условиях эксплуатации цепей поставки.

Предложенная динамическая геоинформационная модель, таким образом, решает проблему повышения достоверности формируемых решений для задач управления материальными потоками. Количественная оценка степени повышения достоверности может быть сделана на основе сравнения нормативного срока обновления карт (5 лет) и экспертной оценки практического устаревания топографических карт, которая составляет около 1 года [15]. Предусматривая механизм описания динамики реальности, отображаемой картографическими материалами, можно добиться, по крайней мере, пятикратного повышения достоверности.

Заключение. В данной работе представлена структура динамической геоинформационной модели, предназначенной для управления материальными потоками. В отличие от известных геоинформационных моделей, в нее введены темпоральные компоненты, характеризующие динамику реального мира. Данная модификация дает возможность значительно повысить достоверность принимаемых решений и сократить тем самым средний уровень ущерба.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бронштейн Е.М., Копылов И.Е.* Оптимизационная задача транспортной логистики с простыми маршрутами движения // Информационные технологии. – 2015. – Т. 21, № 9. – С. 662-665.
2. *Иванов, Д.А.* Управление цепями поставок.– СПб.: Издательство СПбГПУ. – 2009. – 660 с.
3. *Беляков С.Л., Боженик А.В., Гинис Л.А., Герасименко Е.М.* Нечеткие методы управления потоками в геоинформационных системах. – Таганрог: Изд-во ЮФУ. – 2013. – 176 с.
4. *Розенберг И.Н.* Спутниковые и геоинформационные технологии в интеллектуальных системах управления // Железнодорожный транспорт. – 2013. – № 3. – С. 28-32.

5. Берштейн Л.С., Беляков С.Л. Геоинформационные справочные системы. – Таганрог: Изд-во ТРТУ. – 2001. – 159 с.
6. Ковалев С.М., Гуда А.Н., Бутакова М.А. Гибридная стохастическая модель обнаружения особых типов паттернов в темпоральных данных // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2013. – № 3. – С. 36-42.
7. Дулин С.К., Дулина Н.Г., Никишин Д.А. Особенности моделей геоданных и методов их обработки в аспекте обеспечения семантической геоинтероперабельности // Информационные технологии. – 2015. – Т. 21, №3. – С. 224-235.
8. Pettit, C., Cartwright W., Bishop I., Lowell K., Puller D., Duncan D. Landscape Analysis and Visualisation, Spatial Models for Natural Resource Management and Planning. – Berlin: Springer-Verlag, 2008.
9. Jacek Malczewski GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview // Progress in Planning. – 2004. – Vol. 62. – P. 3–65.
10. Keim D.A. Information visualization and visual data mining // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. – 2002. – Vol. 8. – P. 1-8.
11. Chaowei Yang, Min Sun, Kai Liu, Qunying Huang, Zhenlong Li, Zhipeng Gui, Yunfeng Jiang, Jizhe Xia, Manzhu Yu, Chen Xu, Peter Lostritto, Nanying Zhou Contemporary Computing Technologies for Processing Big Spatiotemporal Data // Space-Time Integration in Geography and GIScience. – 2015. – P. 327-351.
12. Michael F. Goodchild, Linna Li Assuring the quality of volunteered geographic information // Spatial Statistics. –2012. – Vol. 1. – P. 110-120
13. Беляков С.Л., Белякова М.Л., Самойлов Д.С. Геоинформационный сервис ситуационного центра // Информационные технологии. – 2011. – № 8. – С. 29-32.
14. Беляков С.Л., Розенберг И.Н. Программные интеллектуальные оболочки геоинформационных систем. – М.: Научный мир. – 2010. – 132 с.
15. Черемисина Е.Н., Спивак И.Л., Спивак Л.Ф., Соколов А.С. ГИС-технологии сравнения карт и управления развитием территории // Геоинформатика. – 2014. – № 4. – С. 29-37.
16. <http://www.dataplus.ru/products/arcgis-online/detail/arcgis-online-map-services/> (дата обращения 01.02.2016).
17. Беляков С.Л., Диденко Д.А., Самойлов Д.С. Адаптивная процедура управления представлением рабочей области электронной карты // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 1 (114). – С. 125-130.
18. <http://erdas-russia.ru> (дата обращения 01.02.2016).
19. <http://www.qgis.org/ru/site/> (дата обращения 01.02.2016).
20. <http://www.progis.by> (дата обращения 01.02.2016).
21. <http://ims.wingis.org> (дата обращения 01.02.2016).
22. <http://www.dataplus.ru/products/arclogistics/detail/the-main-functions> (дата обращения 01.02.2016).
23. <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst/key-features> (дата обращения 01.02.2016)
24. <http://www.mapinfo.com/product/mapinfo-professional> (дата обращения 01.02.2016)
25. Беляков С.Л., Белякова М.Л., Савельева М.Н. Образная модель представления опыта принятия решений с помощью геоинформационных систем // Геоинформатика. – 2014. – № 4. – С. 23-28.
26. Bershtein L.S., Belyakov S.L., Bozhenyuk A.V., Rozenberg I.N. Routing in the conditions of uncertainty with the use of fuzzy temporal graphs // Life Sci J. – 2014. – № 11 (7s). – P. 182-186.
27. Bershtein L.S., Bozhenyuk A.V. Fuzzy Coloring and Evaluation of the Degree of Isomorphism of Fuzzy Graphs // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2002. – Vol. 41, No. 3. – P. 447-453.
28. Belyakov S.L., Bozhenyuk A.V., Belykova M.L., Rozenberg I.N. Model Of Intellectual Visualization Of Geoinformation Service // Proceedings 28th European Conference on Modelling and Simulation. – Breshia, 2014. – P. 326-332.

REFERENCES

1. *Bronshtejn E.M., Kopylov I.E.* Optimizacionnaya zadacha transportnoy logistiki s prostymi marshrutami dvizheniya [An optimization problem of transport logistics with a simple movement routes], *Informacionnye tekhnologii* [Information Technologies], 2015, No. 9 (21), pp. 662-665.
2. *Ivanov, D.A.* Upravlenie cepyami postavok [Supply Chain Management]. Sankt Petersburg: Izd-vo SPbGPU, 2009, 660 p.
3. *Belyakov S.L., Bozhenyuk A.V., Ginis L.A., Gerasimenko E.M.* Nechetkie metody upravleniya potokami v geoinformacionnykh sistemakh [Fuzzy methods of control by streams in geoinformation systems], Taganrog: Izd-vo YuFU, 2013, 176 p.
4. *Rozenberg I.N.* Sputnikovye i geoinformacionnye tekhnologii v intel-lektual'nykh sistemah upravleniya [Satellite and information technologies in intelligent control systems], *Zheleznodorozhnyy transport* [Railway transport], 2013, No. 3, pp. 28-32.
5. *Ivannikov A.L., Kulagin V.P., Tihonov A.N., Cvetkov V.YA.* Geoinformatika [Geoinformatics], Moscow, Maks press, 2001, 352 p.
6. *Kovalev S.M., Guda A.N., Butakova M.A.* Gibridnaya stokhasticheskaya model' obnaruzheniya osobykh tipov patternov v temporal'nykh dannykh [A hybrid stochastic model detecting specific patterns in temporal data types], *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya* [Vestnik RGUPS], 2013, No 3. pp. 36-42.
7. *Dulin S.K., Dulina N.G., Nikishin D.A.* Osobennosti modeley geodannykh i metodov ikh obrabotki v aspekte obespecheniya semanticheskoy geointero-perabel'nosti [Features of these models and methods of their processing in the aspect semantic geointeroperability], *Informacionnye tekhnologii* [Information Technologies], 2015, Vol. 21, No 3, pp. 224-235.
8. *Pettit, C., Cartwright W., Bishop I., Lowell K., Puller D., Duncan D.* Landscape Analysis and Visualisation, *Spatial Models for Natural Resource Management and Planning*. Berlin: Springer-Verlag, 2008.
9. *Jacek Malczewski* GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning*, 2004, Vol. 62, pp. 3-65.
10. *Keim D.A.* Information visualization and visual data mining, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2002, Vol. 8, pp. 1-8.
11. *Chaowei Yang, Min Sun, Kai Liu, Qunying Huang, Zhenlong Li, Zhipeng Gui, Yunfeng Jiang, Jizhe Xia, Manzhu Yu, Chen Xu, Peter Lostritto, Nanying Zhou* Contemporary Computing Technologies for Processing Big Spatiotemporal Data, *Space-Time Integration in Geography and GIScience*, 2015, pp. 327-351.
12. *Michael F. Goodchild, Linna Li.* Assuring the quality of volunteered geographic information, *Spatial Statistics*, 2012, Vol. 1, pp. 110-120.
13. *Belyakov S.L., Belyakova M.L., Samojlov D.S.* Geoinformacionnyj servis situacionnogo centra [Geoinformation service of situational center], *Informacionnye tekhnologii* [Information Technologies], 2011, No 8, pp. 29-32.
14. *Belyakov S.L., Rozenberg I.N.* Programmnye intellektual'nye obolochki geoinformacionnykh sistem [Software smart shell of geographic information systems], *Nauchnyy mir* [Scientific World Publishing House], 2010, 132 p.
15. *Cheremisina E.N., Spivak I.L., Spivak L.F., Sokolov A.S.* GIS-tekhnologii sravneniya kart i upravleniya razvitiem territorii [GIS technology comparison cards and management development], *Geoinformatika* [Geoinformatics], 2014, No 4, pp. 29-37.
16. <http://www.dataplus.ru/products/arcgis-online/detail/arcgis-online-map-services/>.
17. *Belyakov S.L., Didenko D.A., Samojlov D.S.* Adaptivnaya procedura upravleniya predstavleniem rabochey oblasti elektronnoy karty [An adaptive procedure for controlling the view map workspace] *Izvestiya YUFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2011, No. 1 (114), pp.125-130.
18. Available at: <http://erdas-russia.ru>.
19. Available at: <http://www.qgis.org/ru/site/>.
20. Available at: <http://www.progis.by>.
21. Available at: <http://ims.wingis.org>.
22. Available at: <http://www.dataplus.ru/products/arclogistics/detail/the-main-functions>.
23. Available at: <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst/key-features>.
24. Available at: <http://www.mapinfo.com/product/mapinfo-professional>.

25. *Belyakov S.L., Belyakova M.L., Savel'eva M.N* Obraznaya model' predstavleniya opyta prinyatiya resheniy s pomoshch'yu geoinformacionnykh sistem [Shaped model representation of the experience of decision making using geographic information systems] *Geoinformatika* [Geoinformatics], 2014, No 4, pp. 23-28.
26. *Bershtein L.S., Belyakov S.L., Bozhenyuk A.V., Rozenberg I.N.* Routing in the conditions of uncertainty with the use of fuzzy temporal graphs, *Life Sci J.*, 2014, No. 11 (7s), pp. 182-186.
27. *Bershtein L.S., Bozhenyuk A.V.* Fuzzy Coloring and Evaluation of the Degree of Isomorphism of Fuzzy Graphs, *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 2002, Vol. 41, No. 3, pp. 447-453.
28. *Belyakov S.L., Bozhenyuk A.V., Belyakova M.L., Rozenberg I.N.* Model of Intellectual Visualization Of Geoinformation Service, *Proceedings 28th European Conference on Modelling and Simulation*. Breshia, 2014, pp. 326-332.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Я.Е. Ромм.

Беляков Станислав Леонидович – Южный федеральный университет; e-mail: beliacov@yandex.ru; 347928, г. Таганрог, Некрасовский пер., 44; тел.: +78634371695; кафедра информационно-аналитических систем безопасности; д.т.н.; профессор.

Боженюк Александр Витальевич – e-mail: avb002@yandex.ru; д.т.н.; профессор.

Белякова Марина Леонтьевна – e-mail: mamitabha@yandex.ru; к.т.н.; доцент.

Глушков Андрей Александрович – e-mail: andrey@glushkov.net; аспирант.

Belyakov Stanislav Leonidovich – Southern Federal University; e-mail: beliacov@yandex.ru; 44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371695; the department of information analytical systems of safety; dr. of eng. sc.; professor.

Bozhenyuk Alexander Vitalievich – e-mail: avb002@yandex.ru; dr. of eng. sc.; professor.

Belyakova Marina Leontyevna – e-mail: mamitabha@yandex.ru; cand. of eng. sc. associate professor.

Glushkov Andrey Alexandrovich – e-mail: andrey@glushkov.net; postgraduate student.