21. *Kovshov I.V., Ryabova Yu.S., Serov V.A., Ustinov S.A.* Algoritm adaptatsii podvodnoy robotizirovannoy shagayushchey platformy na marshrute dvizheniya [The adaptation algorithm of underwater robotic walking platform on the route], *XXXVII Vserossiyskaya konferentsiya po problemam nauki i tekhnologiy, posvyashchennaya 70-letiyu Gosudarstvennogo raketnogo tsentra im. akademika V.P. Makeeva (g. Miass, Chelyabinskaya obl., 13-15 iyunya 2017 g.) / RAN, Min-vo oborony RF, Mezhregional'nyy sovet po nauke i tekhnologiyam [i dr.]* [XXXVII all-Russian conference on problems of science and technology, dedicated to the 70th anniversary of the State rocket center named. academician V.P. Makeyev (Miass, Chelyabinsk region, from 13 to 15 June 2017), Russian Academy of Sciences, the Ministry of defence of the Russian Federation, the interregional Council on science and technology [and others]. Moscow, 2017, Vol. 2, pp. 124-132.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. В.В. Чернышев.

Серов Валерий Анатольевич – АО «Федеральный научно-производственный центр «Титан-Баррикады»; e-mail: cdb@cdbtitan.ru; 400071, г. Волгоград, проспект им. В.И. Ленина; тел.: 88442749326; к.т.н.; и.о. первого заместителя генерального директора и генерального конструктора.

Ковшов Игорь Викторович – к.т.н.; главный конструктор НТН-5.

Устинов Сергей Анатольевич – к.т.н.; начальник отдела.

Serov Valeriy Anatolievich – Join-stock company «The Federal research-and-production centre «Titan-Barricades»; e-mail: cdb@cdbtitan.ru; 400071, Volgograd, pr. V.I. Lenin; phone: +78442749326, cand. of eng. sc.; Acting First Deputy of General Director and General Designer.

Kovshov Igor Viktorovich – cand. of eng. sc.; Chief Designer of the Fifth Scientific and Technical Department.

Ustinov Sergey Anatolievich – cand. of eng. sc.; head of department.

УДК 004.041 DOI 10.23683/2311-3103-2017-9-192-201

И.М. Бородянский, Л.В. Гордиенко, А.И. Павлова

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ГОРОДСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СОЦИОСЕМАНТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

В данной работе проблему состояния дорожной инфраструктуры города предлагается решать с помощью метода поддержки принятия решения на основе интеграции геоинформационных, экспертных систем и социосемантического элемента. К выявлению недостатков дорожной инфраструктуры города привлекаются обычные граждане – пользователи мобильных устройств. Разработана геоинформационная система в форме мобильного приложения, позволяющая осуществлять сбор и передачу пространственных и атрибутивных данных обнаруженных проблем. Встроенная экспертная система на основе знаний экспертов ранжирует проблемы по степени их риска. Экспертная система использует представление знаний в форме правил-продукций. Данный подход позволяет в кратчайшие сроки принимать решения о реконструкции или ремонте наиболее рисковых участков при ограниченных средствах. Проблемы дорожной инфраструктуры классифицированы и в системе представлены в виде интерактивного списка. Описан регламент и функции работы системы. В качестве картографической основы приложения выбран API Яндекс.Карты. Для прототипирования интерфейса пользователя в приложении использован фреймворк jQuery Mobile, который автоматизирует процесс создания Ajax сайтов и приложений.Вся информация, публикуемая пользователями, хранится на сервере в виде таблиц

базы данных. Также в базе данных должна храниться информация о самих пользователях для обеспечения функционала регистрации в системе. Информация из БД отправляется пользователю после запроса GET. А записывается после запроса POST. Весь графический интерфейс, а также промежуточная БД хранятся на мобильном устройстве пользователя, на сервере же хранятся основная БД, а также скрипты, обрабатывающие запросы от клиента.

Экспертная система; дорожная инфраструктура; геоинформационная система; мобильное приложение; веб-сайт.

I.M. Borodyansky, L.V. Gordienko, A.I. Pavlova

DECISION SUPPORT SYSTEM IN URBAN GOVERNANCE ON THE BASIS OF GEOINFORMATION SOCIOSEMANTIC TECHNOLOGIES

The present paper proposes to solve the problem of the city road infrastructure state using the method of decision support on the basis of integration of geoinformation expert systems and a sociosemantic element. To identify the shortcomings of the city road infrastructure, ordinary citizens, mobile device users, are involved. A geoinformation system is developed in the form of a mobile application which allows collecting and transmitting spatial and attributive data of detected problems. The built-in expert system, based on expert knowledge, ranks the problems according to the degree of their risk. The expert system uses the knowledge representation in the form of rules-products. The given approach allows making a decision on reconstruction or repair of the most risky areas with limited funds and at the earliest date. The problems of the road infrastructure are classified and presented in the system as an interactive list. The rules and functions of the system operation are described. The Yandex Maps API is chosen as the cartographic basis of the application. To prototype the user interface, the application uses the jQueryMobile framework, which automates the process of creating Ajax sites and applications. All information published by users is stored on the server as database tables. The database should also store the information about users themselves to ensure the functionality of registration in the system. The information from the database is sent to the user after a GET request. And it is written after a POST request. The entire graphical interface, as well as the intermediate database, is stored on the user's mobile device, the server also stores the main database, as well as scripts processing the requests from the client.

Expert system; road infrastructure; geoinformation system; mobile application; website.

Введение. Автомобильные дороги являются социально и экономически важным объектом любого муниципального образования. При этом во многих городах существуют проблемы с их содержанием [1]. От состояния дорожной сети зависит безопасность движения, экологическое состояние (снижение скорости движения приводит к существенному, до 30 % увеличению вредных выбросов). Для успешного функционирования дорожной сети города необходимо постоянно проводить работы по выявлению проблем с учетом динамически меняющейся ситуации в рамках единой системы. Разработка подобной системы в настоящее время весьма актуальна.

Целью разработки данной системы является поддержка принятия решений по управлению дорожным хозяйством города в условиях ресурсных (финансовых, временных) ограничений.

Современное состояние проблемы мониторинга дорожной инфраструктуры. Известны различные методы мониторинга дорожной инфраструктуры [2, 3]:

- Мониторинг сети с помощью специалистов-операторов. За каждым оператором закрепляется определенный участок сети, который он постоянно исследует и вносит информацию в систему. Недостатком такого метода является необходимость содержать штат данных специалистов.

- Регистрация при помощи датчиков, встраиваемых в дорожное полотно. В данном случае затраты на установку и содержание датчиков, развитие инфраструктуры связи с центром обработки довольно высоки.
- Космическая съемка местности. В данном случае необходимы фотографические снимки высокого разрешения. Но отечественные и зарубежные космоснимки разрешением менее 10 метров, относятся к категории «закрытых».

В настоящее время актуальным становится привлечение рядовых пользователей для участия в решении всевозможных задач. Пользователи собирают информацию о проблемных участках дорожной сети и, используя мобильное приложение, передают ее муниципальным органам власти. Анализируя эту информацию, муниципальные службы будут иметь возможность выявлять наиболее проблемные участки дорожной сети [4, 5], недобросовестных подрядчиков, а также прогнозировать возникновение проблем, касающихся дорожного полотна.

В России существует несколько похожих на описанную систем, однако они аккумулируют хаотичную информацию от пользователей, которая касается в основном сферы услуг, например, проблемы с точками розничной торговли. К тому же, все они выполнены в виде веб-сайтов, которые, в свою очередь, имеют ряд недостатков, таких как необходимость подключения к сети, необходимость хранения конфиденциальных данных на удаленных серверах, а также плохую отзывчивость.

Особенностью данной системы является интеграция геоинформационной системы, экспертной системы и социосемантического элемента при решении задач управления городским хозяйством. Акторы – пользователи приложения осуществляют сбор пространственных данных, экспертная система ранжирует проблемы по степени их риска и выдает рекомендательные решения.

Концептуальное проектирование системы. В данной работе в качестве инструмента для сбора данных предлагается разработка мобильного приложения. Этот выбор обусловлен следующими факторами:

1) Наиболее близкий к ОС и привычный для пользователей интерфейс. Мобильное приложение наиболее тесно интегрировано с платформой и дает реализовать привычный отзывчивый интерфейс. К тому же мощность мобильных устройств продолжает расти и существенно меняться в лучшую сторону.

2) Интеграция с платформой. В этой области приложения далеко опережают сайт. В приложении существенно больше возможностей для доступа к устройству. Кроме того, постоянно растет уровень предоставления доступа к возможностям устройства из браузера через расширяющийся функционал API.

3) Наличие Интернет. Web – сайт запускается из браузера, поэтому требует постоянного соединения с сетью. Это не имеет значения, если проект реализуется исключительно как онлайновый. Однако даже в этом случае из-за особенностей мобильного доступа в Интернет переход между частями приложения (навигация) связана с неприятными для пользователя задержками.

Мобильные приложения могут осуществлять работу без подключения, выполняя кеширование и обновление данных, если требуется, при появлении соединения.

Таким образом, создание мобильного приложения в качестве инструмента для сбора данных является перспективной альтернативой из-за простоты в использовании, быстродействия и удобного интерфейса.

При этом инструментарий администрирования системы выполнен в виде веб-сайта. Подразумевается, что сотрудник муниципальной службы, взаимодействующий с системой, находится в рабочее время на своем рабочем месте, а это, чаще всего, стационарный ПК. Его основные задачи: аккумулирование данных, их обработка и принятие решения об устранении проблемы.

В качестве картографической основы приложения выбран API Яндекс. Карты [6]. Конечно существуют аналоги, однако Яндекс.Карты выгодно отличаются в сторону большей информативности на территории РФ и большей дружелюбности инструментария API. Так, на Google картах зачастую перепутаны номера домов, а некоторые переулки и вовсе отсутствуют, в то время, как программа «2ГИС» допускает расширение своей функциональности только за счет написания плагинов к нему.

Обычно разработка приложений под ту или иную мобильную систему ведется на нативном языке программирования. Так для IOs это языки Objective-C и разработанный самой компанией Apple язык Swift [7]. Для Android систем это языки Java и набирающий в последнее время популярность Kotlin. Естественно, что ни о какой мультиплатформенности речи идти не может. Компании нанимают разных специалистов для написания приложений под разные системы, что негативно сказывается на экономической составляющей проекта. Однако, существует решение, которое позволяет подойти к вопросу разработки кросплотформенного мобильного приложения как к веб-сайту. Такую возможность предоставляет фреймворк Cordova/PhoneGap [8]. По сути, этот фреймворк предоставляет API для доступа к нативным функциям мобильного устройства, таким как геолокация, видеокамера, акселерометр и т.д. Также PhoneGap предоставляет облачный сервис для компиляции приложения. Приложение, написанное на PhoneGap по сути является веб-приложением, т.е. состоит из HTML страницы, стилей CSS и скриптов на JavaScript.

Таким образом, предполагается создать ситуационную систему мониторинга состояния дорожной инфраструктуры [9], которая предназначена для оказания помощи в разрешении важных дорожных проблем. Эта система позволит продвинуть общественно-значимые предложения граждан и улучшить состояние дорожной сети. Помимо этого, система позволит муниципальным властям следить за состоянием дорог и сопутствующих коммуникаций. Предполагается, что система будет аккумулировать данные и передавать их конечным пользователям.

Система должна обеспечивать:

1. Выявление наиболее проблемных участков дорожной сети (если пользователь сталкивается с какой-либо проблемой, являющейся настолько важной на его взгляд, что она требует вмешательства и ее решения). В свою очередь, проблема должна касаться дорожной сети (яма на дороге, разбитая дорога, отсутствует светофор, отсутствует пешеходный переход, отсутствует разметка, отсутствует люк, перегорожен проезд, подтопление участка дороги, снежный завал, дикие животные, обрыв линии электропередачи, отсутствует освещение, другая подобная проблема).

2. Открытое публичное обсуждение и решение проблем (возможность комментирования другими пользователями).

3. Создание на базе муниципальной дорожной службы отдела, курирующего работу приложения.

4. Оперативная работа муниципальных служб с существующими проблемами.

Интеллектуальная оболочка системы. При наличии большого количества разнородной информации лицу, принимающему решение, требуется больше времени для планирования работ. Проектирование современных геоинформационных

систем направлено на интеллектуализацию их функционала [10–13]. В данную систему заложены правила-продукции на основе знаний экспертов [14–17], позволяющие выводить рекомендательные решения.

Пусть набор риск-параметров дорожной сети, которые оценивают пользователи, образует множество

$$R = \{r^i_j\},\ j = \overline{1,6},$$

где r_1 – ямы; r_2 – деформация дорожного полотна; r_3 – некачественное покрытие; r_4 – низкое состояние обочин; r_5 – проблемы дорожной инфраструктуры (отсутствует светофор, отсутствует пешеходный переход, отсутствует разметка, отсутствует люк, отсутствует освещение); r_6 –обрыв линии электропередачи.

При этом отдельные риск-параметры обладают следующими свойствами:

$$r_1 = \{r^i_1\},\ i = \overline{1,2},$$

где r^1_1 – глубина, м; r^2_1 – размер, м^2

$$r_3 = \{r^i_3\},\ i = \overline{1,4},$$

где r^1_3 – подтопление; r^2_3 – покрытое твердым снегом; r^3_3 – покрытое льдом; r^4_3 – наличие камней.

$$r_5 = \{r^i_5\},\ i = \overline{1,5},$$

где r^1_5 – отсутствует светофор; r^2_5 – отсутствует пешеходный переход; r^3_5 – отсутствует разметка; r^4_5 – отсутствует люк; r^5_5 – отсутствует освещение.

По следующим правилам-продукциям на основе знаний экспертов [18] оценивается степень опасности участка *Sr*.

$$IF\ (r^1_1>0{,}3\ AND\ r^2_1>1)\ AND\ r_2\ AND\ (r^1_5\ OR\ r^3_5)\ THEN\ Sr = очень_опасный;$$

$$IF\ (0{,}2<r^1_1<0{,}3\ AND\ r^2_1\leq 1)\ AND\ r_2\ AND\ r_6\ THEN\ Sr = опасный;$$

$$IF\ (r^1_1\leq 0{,}2\ AND\ r^2_1\leq 1)\ AND\ (r_2\ OR\ r_4\ OR\ r_6)\ THEN\ Sr = малоопасный;$$

$$IF\ (r^1_1\leq 0{,}1\ AND\ r^2_1\leq 1)\ AND\ (r_4\ OR\ r_6)\ THEN\ Sr = неопасный.$$

Прототипирование интерфейса с помощью jQuery Mobile виджетов. Для прототипирования интерфейса пользователя в приложении был использован фреймворк jQuery Mobile [19–20]. В jQuery Mobile входит автоматическая загрузка страниц с помощью AJAX, с включенной кнопкой возврата, настройки анимации и простые инструменты для отображения диалогов.

JQuery Mobile автоматизирует процесс создания Ajax сайтов и приложений. По умолчанию, при нажатии на ссылку, указывающую на внешнюю страницу (например, products.html), структура разбирает HREF ссылки, формулирует запрос Ajax и отображает загрузку. Если запрос Ajax успешно выполнен, новое содержание страницы будет добавлено в DOM, все мобильные виджеты автоматически инициализируются, и новая страница будет выведена на экран. Если запрос Ajax не удался, отдельным слоем будет выведено сообщение об ошибке, которое исчезнет после через небольшой промежуток времени, так, что это не нарушит навигационный поток.

Созданное главное меню приведено на рис. 1.

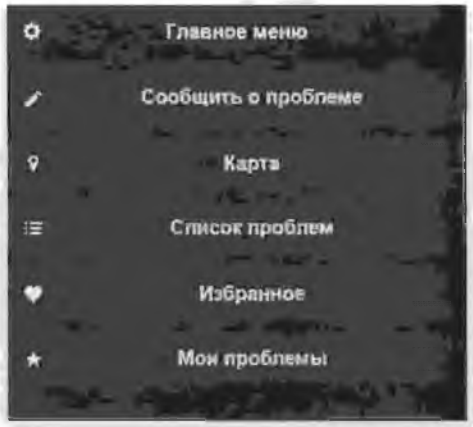

Рис. 1. Главное меню

Одной из основных функций является работа с картой, на которой путем запроса координат определяется текущее местоположение пользователя, и выставляется маркер по соответствующим координатам.

Вид карты и пример метки приведены на рис. 2.

Рис. 2. Страница с картой, содержащей маркеры проблем

Логика обработки данных и пространственной привязки представлена с помощью UML диаграммы действий на рис. 3.

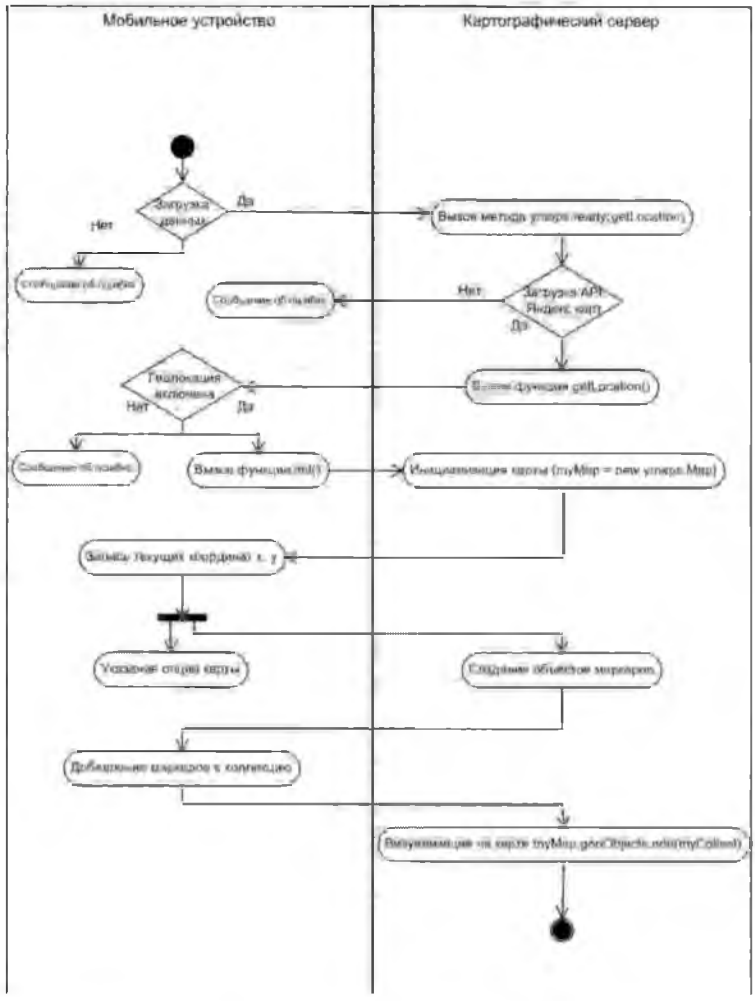

Рис. 3. UML диаграммы действий создания и визуализации маркера

Регламент работы системы:

1. Пользователь выставляет маркер на карте и в специальной форме описывает суть проблемы. При переходе по ссылке «Сообщить о проблеме» открывается новая внутренняя страница.

После первичной фильтрации (спам фильтр, цензура) запись переходит на стадию публичного обсуждения и голосования, получая статус «Открыто». Предполагается предусмотреть возможность фильтрования отображения заявок по их статусам на карте.

Вся информация, публикуемая пользователями, должна храниться на сервере в виде таблиц базы данных. Также в базе данных должна храниться информация о самих пользователях для обеспечения функционала регистрации в системе. Информация из БД отправляется пользователю после запроса GET, а записывается после запроса POST.

Весь графический интерфейс, а также промежуточная БД хранятся на мобильном устройстве пользователя, на сервере же хранятся основная БД, а также скрипты, обрабатывающие запросы от клиента.

2. После получения статуса «Открыто», пользователи должны иметь возможность оценить важность решения проблемы по системе «Like» – «Dislike». Пользователи также могут оставить комментарий под записью, обсудить все аспекты сложившейся ситуации (рис. 4).

Рис. 4. Меню существующей проблемы

3. Уполномоченный работник отдела муниципальной дорожной службы формирует по итогу отчетного периода списки имеющихся проблем (с учетом их рейтинга) и передает их на рассмотрение в оперативный отдел дорожной службы. Статус заявки в системе меняется на «В работе». Также собранная информация используется аналитиками отдела для формирования статистической картины состояния дорожной сети и сопутствующих коммуникаций.

4. После завершения работ по устранению проблемы, уполномоченный представитель отдела меняет статус заявки на «Закрыто».

5. Пользователи открыто обсуждают опубликованный отчет уполномоченного лица для принятия решения о подтверждении ликвидации проблемы путем системы голосования.

6. Если проблема не ликвидирована, или ликвидирована не надлежащим образом, то по истечению определенного периода, пользователи имеют право заново открыть заявку.

Заключение. Таким образом, данная геоинформационная система позволяет оперативно выявлять проблемы дорожной инфраструктуры города, привлекая обычных граждан – пользователей мобильного приложения. Поддержка принятия решения на основе правил-продукций обеспечивает принятие оптимального решения о реконструкции дорожной инфраструктуры при ограниченных ресурсах (время, финансовые средства).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Халтурин Р.А.* Приоритеты формирования дорожной инфраструктуры России // Вопросы экономики и права. – 2011. – № 4. – С. 226-230.
2. *Сидоренко Ю.А., Цветкова Н.Ю.* Проблемы мониторинга состояния объектов транспортной инфраструктуры // Интерактивная наука. – 2016. – № 2. – С. 151-154.

3. *Селиверстов Я.А., Стариченков А.Л.* Особенности построения системы городского транспортно-логистического мониторинга // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2015. – № 1. – С. 29-36.
4. *Саломатин К.С.* Мониторинг улично-дорожной сети города // Вестник ЮРГТУ (НПИ). – 2013. – № 4. – С. 40-45.
5. *Михеева Т.И., Рудакова И.А., Чугунов И.А.* Система моделирования «Транспортная инфраструктура города» // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2008. – № 1. – С. 28-38.
6. Геоинформационные технологии компании Яндекс. – URL: https://company.yandex.ru/technologies/geoinformation/ (дата обращения: 23.11.17).
7. *Усов В.* Swift. Основы разработки приложений под iOS. – СПб.: Питер, 2016. – 304 с.
8. *Rohit Ghatol, Yogesh Patel.* Beginning PhoneGap: Mobile Web Framework for javascript and HTML5, 2012.
9. *Гордиенко Л.В., Павлова А.И.* Исследование функциональных возможностей геоинформационных систем для мониторинга и анализа городской дорожной сети // Международный научный журнал «Инновационная наука». – 2016. – № 10-2. – С. 27-30.
10. *Гинис Л. А. Гордиенко Л.В.* Моделирование сложных систем: когнитивный теоретико-множественный подход. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – 160 с.
11. *Белякова М.Л.* Интеллектуальные геоинформационные системы для управления инфраструктурой транспортных комплексов: монография. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2016. – 190 с.
12. *Беляков С.Л., Белякова М.Л., Боженюк А.В, Савельева М.Н.* Оптимизация потоков в транспортных системах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 5 (154). – С. 161-167.
13. *Гордиенко Л.В.* Представление информационной модели транспортной сети в геоинформационной системе // Современные системы искусственного интеллекта и их приложения в науке: Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием: материалы конф. – Казань, 2013. – 166 с.
14. *Поллак Г.А.* Инструментальные средства разработки экспертных систем: учеб. пособие. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 65 с.
15. *Джарратано Д., Райли Г.* Экспертные системы: принципы разработки и программирование. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2007.
16. *Vizureanu P.* (ed.) Expert Systems. – Изд-во InTech, 2010. – 246 p.
17. *Vizureanu P.* (ed.) Advances in Expert Systems. InTeOp, 2012. – 128 p.
18. *Вагин В.Н., Головина Е.Ю., Загорянская А.А., Фомина М.В.* Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / под ред. В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: Физматлит, 2004.
19. *John Reld.* jQuery Mobile. – Packt Publishing. 2011. – 124 p.
20. *Camden Raymond, Matthews Andy.* jQuery Mobile Web Development Essentials. – 3rd Edition. – Packt Publishing, 2017. – 265 p.

REFERENCES

1. *Khalturin R.A.* Prioritety formirovaniya dorozhnoy infrastruktury Rossii [Priorities for the Formation of the Road Infrastructure of Russia], *Voprosy ekonomiki i prava* [Issues of Economics and Law], 2011, No. 4, pp. 226-230.
2. *Sidorenko Yu.A., Tsvetkova N.Yu.* Problemy monitoringa sostoyaniya ob"ektov transportnoy infrastruktury [Problems of monitoring the state of transport infrastructure objects], *Interaktivnaya nauka* [Interactive Science], 2016, No. 2, pp. 151-154.
3. *Seliverstov Ya.A., Starichenkov A.L.* Osobennosti postroeniya sistemy gorodskogo transportno-logisticheskogo monitoringa [Features of building the system of urban transport and logistical monitoring], *Izvestiya SPbGETU «LETI»* [News of SPbGETU «LETI»], 2015, No. 1, pp. 29-36.
4. *Salomatin K.S.* Monitoring ulichno-dorozhnoy seti goroda [Monitoring of the street-road network of the city], *Vestnik YuRGTU (NPI)* [Herald of the SRSTU (NPI)], 2013, No. 4, pp. 40-45.
5. *Mikheeva T.I., Rudakova I.A., Chugunov I.A.* Sistema modelirovaniya «Transportnaya infrastruktura goroda» [Modeling system "Transport infrastructure of the city"], *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Engineering science], 2008, No. 1, pp. 28-38.

6. Geoinformatsionnye tekhnologii kompanii Yandeks [Geo-information technologies of Yandex]. Available at: https://company.yandex.ru/ technologies/geoinformation/ (accessed 23 November 17).
7. *Usov V.* Swift. Osnovy razrabotki prilozheniy pod iOS [Swift. Basics of developing applications for iOS]. Saint Petersburg: Piter, 2016, 304 p.
8. *Rohit Ghatol, Yogesh Patel.* Beginning PhoneGap: Mobile Web Framework for javascript and HTML5, 2012.
9. *Gordienko L.V., Pavlova A.I.* Issledovanie funktsional'nykh vozmozhnostey geoinformatsionnykh sistem dlya monitoringa i analiza gorodskoy dorozhnoy seti [Research of functionalities of geoinformation systems for monitoring and analysis of the city road network], *Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Innovatsionnaya nauka»* [International scientific journal "Innovative science"], 2016, No. 10-2, pp. 27-30.
10. *Ginis L. A. Gordienko L.V.* Modelirovanie slozhnykh sistem: kognitivnyy teoretiko-mnozhestvennyy podkhod [Modeling of complex systems: cognitive set-theoretic approach]. Taganrog: Izd-vo YuFU, 2016, 160 p.
11. *Belyakova M.L.* Intellektual'nye geoinformatsionnye sistemy dlya upravleniya infrastrukturoy transportnykh kompleksov: monografiya [Intelligent geoinformation systems for infrastructure management of transport complexes: monograph]. Taganrog: Izd-vo YuFU, 2016, 190 p.
12. *Belyakov S.L., Belyakova M.L., Bozhenyuk A.V, Savel'eva M.N.* Optimizatsiya potokov v transportnykh sistemakh [Optimization of flows in transport systems], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering sciences], 2014, No. 5 (154), pp. 161-167.
13. *Gordienko L.V.* Predstavlenie informatsionnoy modeli transportnoy seti v geoinformatsionnoy sisteme [Presentation of the information model of the transport network in the geo-information system], *Sovremennye sistemy iskusstvennogo intellekta i ikh pri-lozheniya v nauke: Vserossiyskaya nauchnaya Internet-konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem: materialy konf.* [Modern systems of artificial intelligence and their applications in science. All-Russian scientific Internet conference with international participation: materials of conf.]. Kazan', 2013, 166 p.
14. *Pollak G.A.* Instrumental'nye sredstva razrabotki ekspertnykh sistem: ucheb. posobie [Tools for the development of expert systems: Textbook]. Chelyabinsk: Izd. YuUrGU, 2003, 65 p.
15. *Dzharratano D., Rayli G.* Ekspertnye sistemy: printsipy razrabotki i programmirovanie [Expert Systems: Principles and Programming, Fourth Edition]. 4 ed. Moscow: Vil'yams, 2007.
16. *Vizureanu P.* (ed.) Expert Systems. Izd-vo InTech, 2010, 246 p.
17. *Vizureanu P.* (ed.) Advances in Expert Systems. InTeOp, 2012, 128 p.
18. *Vagin V.N., Golovina E.Yu., Zagoryanskaya A.A., Fomina M.V.* Dostovernyy i pravdopodobnyy vyvod v intellektual'nykh sistemakh [A reliable and plausible conclusion in intelligent systems], ed. by V.N. Vagina, D.A. Pospelova. Moscow: Fizmatlit, 2004.
19. *John Reld.* jQuery Mobile. Packt Publishing. 2011, 124 p.
20. *Camden Raymond, Matthews Andy.* jQuery Mobile Web Development Essentials. 3rd Edition. Packt Publishing, 2017, 265 p.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Л.К. Самойлов.

Бородянский Илья Михайлович – Южный федеральный университет; e-mail: iborodyanskiy@sfedu.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44; тел.: +79185027169; кафедра информационных измерительных технологий и систем; доцент.

Гордиенко Лариса Владимировна – e-mail: lgordienko@sfedu.ru; тел.: +79281502206; кафедра информационных измерительных технологий и систем; старший преподаватель.

Павлова Алена Игоревна – e-mail: alyonabill3@mail.ru; тел.: +79381564917; кафедра конструирования электронных средств; магистрант.

Borodyansky Ilya Mikhailovich – Southern Federal University; e-mail: iborodyanskiy@sfedu.ru; 44, Nekrasovskiy lane, Taganrog, 347928, Russia; phone: +79185027169; the department of Information measuring technologies and systems; assistant professor.

Gordienko Larisa Vladimirovna – e-mail: lgordienko@sfedu.ru; phone: +79281502206; the department of Information measuring technologies and systems; assistant.

Pavlova Alena Igorevna – e-mail: alyonabill3@mail.ru; phone: +79381564917; the department of designing electronic device; graduate student.