
УДК 504.064.36**Разработка системы автоматизированного мониторинга атмосферного воздуха урбанизированных территорий***

Пушилина Ю.Н.

В статье решена актуальная научно-техническая задача, заключающаяся в оценке и прогнозировании загрязнения атмосферного воздуха на основе проведения экологического мониторинга урбанизированных территорий. На основе выполненных автором теоретических исследований разработана автоматизированная система экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха, которая позволяет осуществлять сбор и анализ экологической информации о загрязнении атмосферы промышленными предприятиями, предприятиями стройиндустрии и автотранспортом с представлением результатов на электронных картах местности и повысить эффективность принятия управленческих решений в области охраны атмосферного воздуха урбанизированных территорий. В статье описывается разработка таких моделей и методик, а также технических средств контроля и мониторинга состояния окружающей среды, которые бы использовали системный геоэкологический подход, обобщающий накопленные знания в области экологии, охраны окружающей среды и геотехнологий, открывающиеся структурно-управленческие и экономические возможности оценки состояния окружающей природной среды урбанизированных территорий.

Ключевые слова: автоматизированный мониторинг, прогнозирование, контроль, загрязнение атмосферы, урбанизированная территория.

The development of automated monitoring for urbanized area air

Pushilina Y.N.

The paper deals with an urgent scientific and technical challenge of estimating and predicting air pollution based on the environmental monitoring of urbanized areas. According to the theoretical studies performed by the author, an automated system of environmental air monitoring is developed, which provides collecting and analyzing environmental data on air pollution caused by industrial enterprises, construction companies and motor vehicles. The data is electronically mapped. This will increase the effectiveness of managerial decision-making in the field of urbanized area air protection. The paper describes the development of similar models and methods, as well as technical means of monitoring the environment, which would use a geo-ecological system approach to generalize the expertise gained in the field of ecology, environment and geo-technology, future structural administrative and economic opportunities for the environmental assessment of urbanized areas.

Keywords: automated monitoring, predicting, control, air pollution, urbanized areas.

Введение

Результаты геоэкологических исследований однозначно свидетельствуют о том, что загрязнение приземного слоя атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор влияния на человека, пищевую цепь и окружающую среду. К основным источникам

загрязнения природной среды относятся машиностроение (включая оборонный комплекс), химическое производство, черная металлургия, производство стройматериалов, производство пищевых продуктов, энергетика, радиоэлектроника, приборостроение.

***Статья подготовлена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук (№ 14.Z56.14.1983-МК) на 2014-15 гг.**

Колоссальный вклад в загрязнение приземного слоя атмосферы вносит автотранспорт. Увеличение объема производства в условиях рынка приводит к существенному повышению пылегазовых выбросов в атмосферу.

Кроме объектов промышленности на загрязнение окружающей природной среды влияют и другие факторы. Значительное влияние оказывают трансграничные переносы загрязняющих веществ из стран, соседствующих с Россией. Основными районами трансграничного влияния на атмосферу России являются: Западная и Восточная Европа (особенно Германия и Польша), Северо-восточные районы Эстонии (район добычи и переработки сланцев), Украина (радиоактивное загрязнение в районе Чернобыля, высокая концентрация промышленных узлов в центральной части, в Харьковской, Мариупольской областях и Донбассе), Северо-западный Китай (радиоактивное загрязнение), Северная Монголия (горно-промышленные районы). В связи с этим все большее распространение получают экологозависимые болезни (болезни верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы), нарушения иммунитета, психологические расстройства, болезни системы кровообращения, злокачественные новообразования и пр. [1].

В существующих методиках и моделях расчета загрязнения атмосферы не учитываются трансграничные переносы, а также ряд других факторов, в связи с чем, в настоящее время появилась необходимость в разработке технических средств контроля и мониторинга состояния окружающей среды урбанизированных территорий, используя системный геоэкологический подход, обобщающий накопленные знания в области экологии, охраны окружающей среды и геотехнологий, открывающиеся структурно-управленческие и экономические возможности.

Существующие технические средства контроля и мониторинга за состоянием атмосфер-

ного воздуха не всегда отвечают современным требованиям, имеют большую погрешность измерений и не дают достаточной картины для принятия управленческих решений по данному направлению охраны окружающей среды. В связи с этим необходимой является адаптация существующих систем к определенным условиям конкретной урбанизированной территории или узла сосредоточенного строительства. Для этого предлагается учитывать климатические особенности региона, особенности рельефа местности, территориальные распределения объектов стройиндустрии, а также объемы и состав выбросов загрязняющих веществ в атмосферу [2].

Цель работы – рассмотреть вопросы разработки системы автоматизированного мониторинга атмосферного воздуха урбанизированных территорий.

Алгоритм формирования системы автоматизированного мониторинга атмосферного воздуха

По структурно-функциональным признакам можно выделить три основных вида автоматизированных систем экологического контроля окружающей среды:

- региональные системы, рассчитанные на сбор и статистическую обработку данных о загрязнении на значительной территории.
- городские системы, предназначенные для измерения уровня загрязнения атмосферы городов выбросами промышленных предприятий, расположенных в данном городе;
- промышленные системы, контролирующие выбросы определенного предприятия и степень загрязнения воздуха в районах расположения предприятия;

В общем случае система автоматизированной системы контроля и экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха предназначена для своевременного обнаружения вредных компонентов в приземном слое воздушного бассейна урбанизированных тер-

риторий, прилегающих к источникам выбросов и сигнализации в случаях превышения их концентраций значений санитарных норм. Основными функциями такой автоматизированной системы контроля и экологического мониторинга являются:

- измерение содержания вредных компонентов в воздухе урбанизированных территорий прежде всего: оксидов азота, оксидов углерода, диоксида серы, тяжелых металлов и т.д.;
- измерение метеорологических параметров: скорости и направления ветра, влажности и температуры воздуха;

- сбор и передача информации;
- обработка информации на центральном пункте: индикация измерений; цветовая индикация превышения концентраций; отображение в виде графиков; архивирование; протоколирование; прогнозирование; сигнализация в случае превышения ПДК [3].

Предлагаемая структурная схема автоматизированной системы экологического мониторинга и управления выбросами вредных веществ в модульном варианте представлена на рис.1. В ней можно выделить три основных блока: информационно-измерительный; центр мониторинга; подсистема передачи данных.

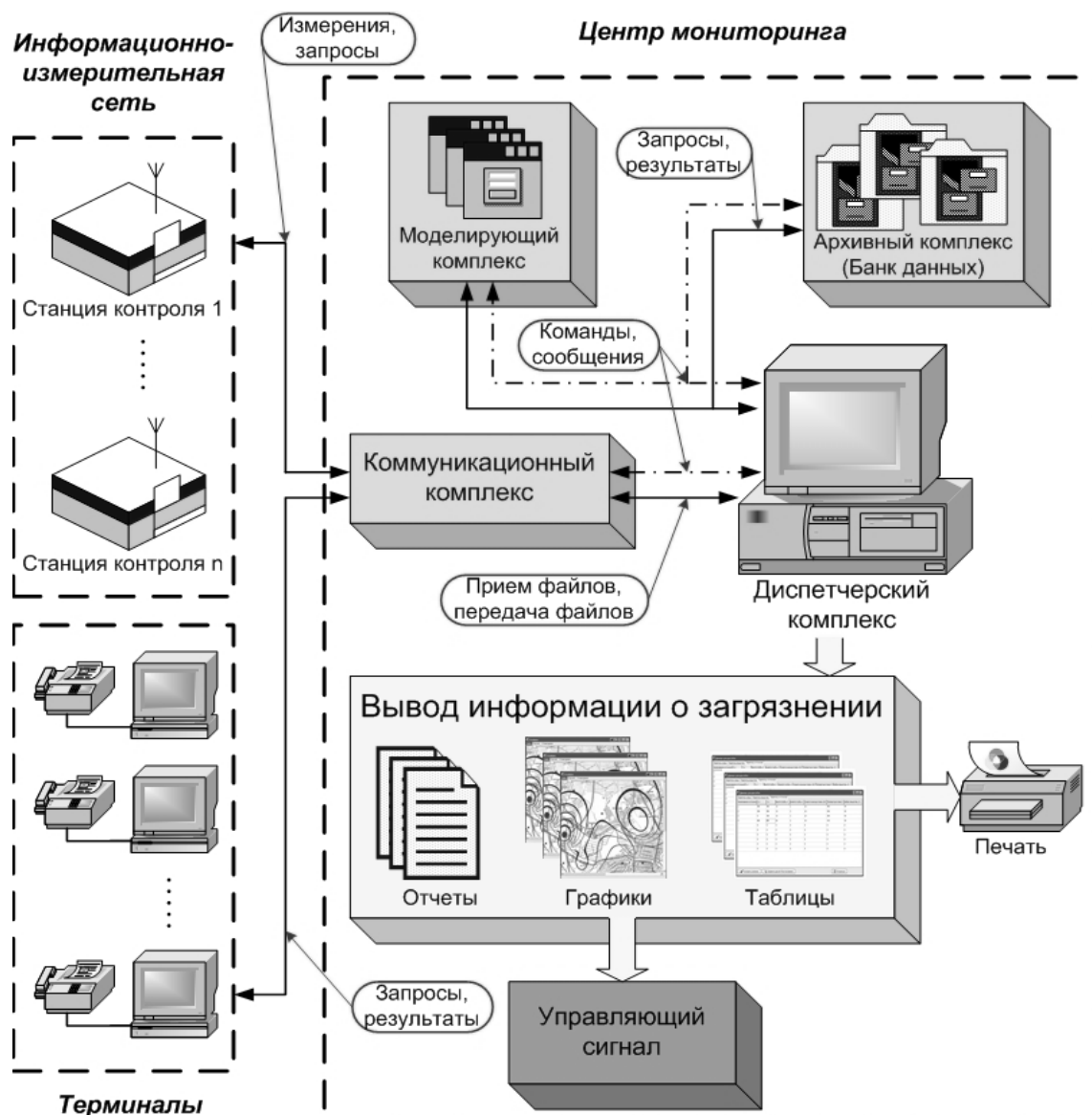


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы экологического мониторинга качества воздуха.

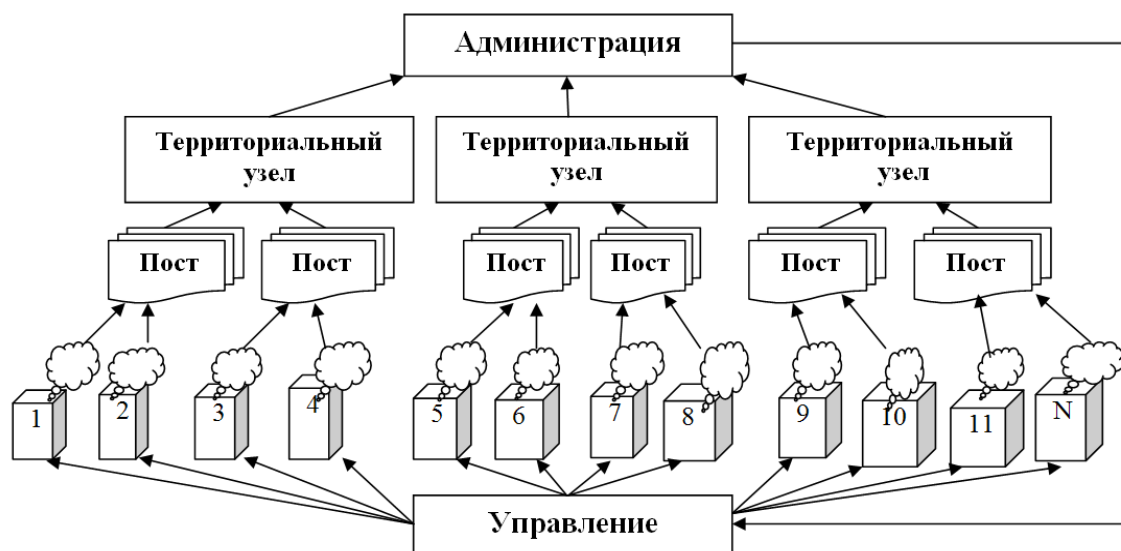


Рис. 2. Структура автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха.

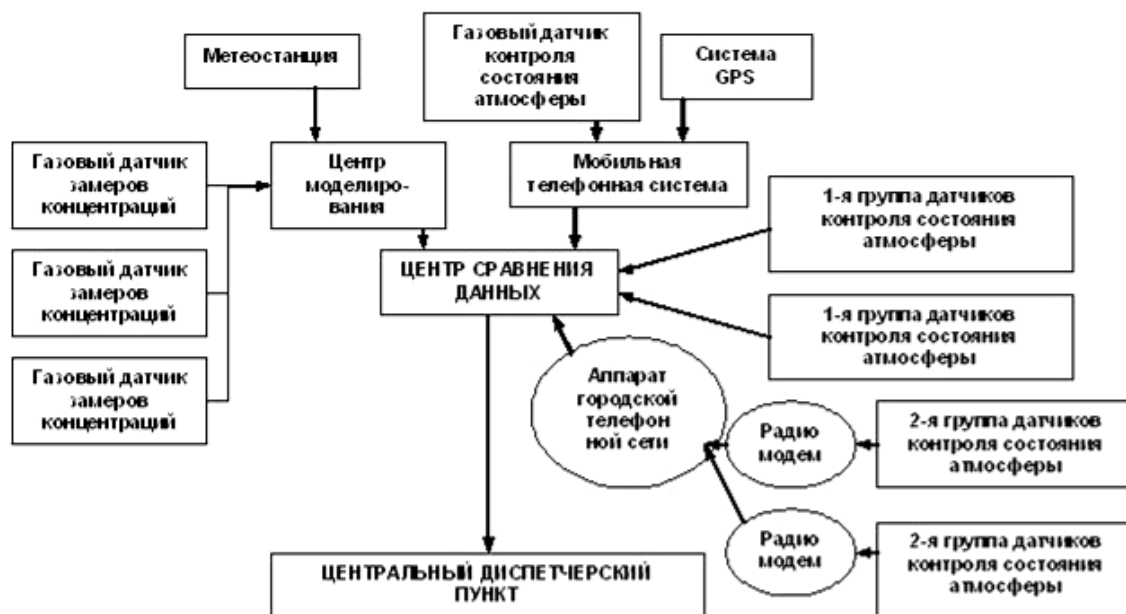


Рис. 3. Система экологического мониторинга атмосферного воздуха урбанизированных территорий.

Информационно-измерительный блок предназначен для фиксирования, сбора и преобразования первичной информации о состоянии атмосферного воздуха в форму, удобную для последующей передачи данных в центр мониторинга (ЦМ).

Центр мониторинга осуществляет сбор, накопление, аналитическую обработку и распределение мониторинговой информации по системе пользователей. Сеть пользовательских терминалов предназначена для оператив-

ного обеспечения пользователей справочной информацией о результатах мониторинга.

Техническая реализация системы автоматизированного мониторинга атмосферного воздуха

Следует принять во внимание, что сама система мониторинга не включает деятельность по управлению качеством среды, но является источником необходимой для принятия экологически значимых решений информации.

Основные цели экологического мониторинга урбанизированных территорий состоят в обеспечении системы управления природоохранной деятельности и экологической безопасности своевременной и достоверной информацией, позволяющей:

- оценить показатели состояния и функционирования целостности экосистем и среды обитания человека;

- выявить причины изменения этих показателей, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются; создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб.

Основным направлением совершенствования системы экологического мониторинга в Российской Федерации является переход на создание автоматизированных систем экологического мониторинга, в том числе автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха.

Перспективные автоматизированные системы экологического мониторинга региона создаются как интегрирующая надстройка уже существующих систем наблюдения.

Схема автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха представлена на рис. 2.

На постах мониторинга происходит сбор информации посредством считывания данных, посылаемых датчиками на порт персонального компьютера. На компьютере происходит разбор данных и первичная обработка, после чего они записываются в локальную БД. Датчики, входящие в аппаратную часть данной системы, позволяют осуществлять замеры концентрации таких веществ как: оксид углерода (CO), диоксид серы (SO₂), оксид азота (NO₂), пыли и других газов. Посты мониторинга должны располагаться как вблизи источников выбросов, так и вблизи социально-значимых объектов региона.

Подсистема передачи и хранения информации через определенный интервал времени осуществляет опрос постов и записывает данные из локальной БД на сервер. После чего удаляет данные из локальной БД.

Подсистема обработки и анализа информации представляет собой программу, которая устанавливается на рабочее место оператора и отображает информацию о состоянии атмосферного воздуха в городской среде в более наглядном виде.

Подсистема обработки и анализа строится на базе персонального компьютера с современным программным обеспечением, позволяющим в режиме реального времени получать экологическую информацию о картине загрязнения атмосферного воздуха, моделировать процессы загрязнения и отображать результаты моделирования на электронной карте или схеме, а также в виде диаграмм, графиков и таблиц[4].

Данные, необходимые для проведения моделирования, поступают непосредственно с сервера и после обработки отображаются в графическом виде на картах с возможностью импортировать их в среду AutoCAD Map.

На рис. 3 предложена функциональная схема автоматизированной системы контроля и экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха. Эта система относится к экологическим системам сбора информации, диагностики состояния атмосферы урбанизированных территорий и предназначена для использования в системе атмосфероохранных мероприятий для оперативного выявления источников загрязнения атмосферы с текущим нормативно-несанкционированным уровнем выбросов вредных веществ [5].

Задачей, предложенной автором системы, является повышение эффективности получения объективной информации об экологической обстановке в районах сосредоточенного строительства или урбанизированных территорий.

Для решения поставленной задачи в систему экологического мониторинга атмосферного воздуха, содержащую первую группу датчиков экологического контроля состояния среды, вторую группу датчиков состояния среды, средства радиосвязи датчиков второй группы с аппаратурой городской телефонной сети, центральный диспетчерский пункт, введена электротранспортная единица, снабженная быстродействующими газовыми датчиками экологического контроля состояния атмосферы, система GPS, мобильная телефонная система, соединенная по средствам мобильной телефонной связи с центром обработки и сравнения данных, группа датчиков замеров концентраций загрязняющих веществ непосредственно с источников загрязнения, соединенная через одноименные проводные каналы связи с центром моделирования, выходы которого соединены с входом центра обработки и сравнения данных.

Благодаря установке перечисленных технических средств на электротранспортных единицах расширяются функциональные возможности системы наблюдения за изменением состояния атмосферы региона и контроля движения транспорта в любой точке региона.

Поступление информации в Интернет позволяет следить за изменением состояния атмосферы из любой точки региона, а также контролироваться подразделениями Гидрометеоцентра, Комитета по охране природы, Центра по санитарному надзору, с направляющей и координирующей ролью Администрации города.

Установка в центре моделирования соответствующего программно-технического комплекса [6] позволяет сформировать карту распределения загрязнений атмосферы в соответствии с полученными от групп датчиков, установленных непосредственно на источниках загрязнения атмосферы данными об экологической ситуации урбанизированных территорий.

Заключение

Автором предложена оригинальная многоуровневая структура автоматизированной системы экологического мониторинга состояния атмосферного воздуха урбанизированных территорий, которая позволяет проводить сбор информации различными типами датчиков, использовать всевозможные технические средства, вести сравнительный анализ полученных данных, а также решать важнейшие задачи по определению вклада отдельных предприятий в загрязнение атмосферного воздуха на текущий момент времени, что позволит повысить эффективность принятия управленческих решений в области охраны атмосферного воздуха урбанизированных территорий

Литература

1. *Пушилина Ю.Н.* Влияние неблагоприятных факторов окружающей среды на заболеваемость населения // *Современные проблемы экологии: тезисы докладов VIII Междунар. науч.-технич. конференции под общ. ред. д.т.н., проф.В.М. Панарина.* – Тула: Изд-во «Инновационные технологии», 2013. – С. 81-86.
2. *Пушилина Ю.Н.* Применение современных информационных технологий в экологии // *Журнал «Автоматизация и современные технологии».* Научно-техническое издание «Машиностроение». 2011. Вып. №7. – С.28-30.
3. *Бизикин А.В.* Автоматизированная система экологического мониторинга воздуха: дис. канд. техн. наук. – Тула, 2008. – 147 с.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009615811 «Моделирование загрязнения атмосферного воздуха» /Правообладатель: Тульский государственный университет. Авторы: *Соколов Э.М., Алферов В.А., Панарин В.М., Рошупкин Э.В., Бизикин А.В., Зуйкова А.А., Симанкин А.Ф., Пушилина Ю.Н., Цветкова Ю.В., Юрченко А.В., Семин И.В., Сысоева Т.А., Чижова В.Л., Телегина Н.А.* Заявка № 2009612689. Дата поступления 3 июня 2009 г. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19 октября 2009 г.
5. Патент на изобретение №2780023 «Система экологического мониторинга атмосферного воз-

духа промышленного региона», Патентообладатель: Тульский государственный университет. Авторы: Соколов Э. М., Панарин В. М., Лапина О. Ю., Зуйкова А. А., Пушилина Ю. Н., Бизикин А. В., Павлова В. С., Рошупкин Э. В.. Зарегистрирован в Реестре изобретений РФ 27 января 2010 г.

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2009615812 «Система мониторинга состояния атмосферного воздуха промышленного региона» / Правообладатель: Тульский государственный университет. Авторы: Соколов Э. М., Алферов В. А., Панарин В. М., Рошупкин Э. В., Бизикин А. В., Зуйкова А. А., Симанкин А. Ф., Пушилина Ю. Н., Цветкова Ю. В., Юрченко А. В., Семин И. В., Чижова В. Л., Телегина Н. А., Сысоева Т. А. Заявка № 2009612690. Дата поступления 3 июня 2009. Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 19 октября 2009.

References

1. Pushilina Y.N. Vliyanie neblagopriyatnykh faktorov okruzhajushhej sredy na zabolevaemost' naselenija [The impact of adverse environmental factors on morbidity] // Sovremennye problemy jekologii [Modern problems of ecology abstracts VIII Intern. scientific-tech. conference under society]. – Tula: Publishing House "Innovative Technology", 2013. – P. 81-86.
2. Pushilina Y.N. Primenenie sovremennykh informacionnykh tehnologij v jekologii [The use of modern information technologies in ecology] // Automation

and modern technology. Scientific and technical magazine "Engineering". 2011. Issue 7. – P 28-30.

3. Bizikin A.V. Avtomatizirovannaja sistema jekologicheskogo monitoringa vozduha [Automated Environmental Monitoring System Air Dis]. Candidate. tehn. sciences. – Tula, 2008. – 147s.

4. Certificate of state registration of the computer № 2009615811 "Modeling of air pollution" / Copyright: Tula State University. Authors: E.M. Sokolov, V.A. Alferov, Panarin V.M. Roschupkin E.V., Bizikin A.V. Zuikova A.A., A.F. Simankin, Pushilina Y.N., Tsvetkova Y.V. Yurchenko A.V., Semin I.V., Sysoeva T.A., Chizhova V.L. Telegina N.A. Application №2009612689. Date June 3, 2009 Registered in the Register of computer programs October 19, 2009.

5. Invention patent № 2780023 "System Environment air monitoring industrial region," Patentee: Tula State University. Authors: E. M. Sokolov, Panarin V.M., O.Y. Lapina, Zuikova A.A., Pushilina Y.N., Bizikin A.V., V.S. Pavlova, E.V. Roschupkin. Registered in the Register of Inventions of Russia January 27, 2010.

6. Certificate of state registration of the computer № 2009615812 "System air monitoring industrial region" / Copyright: Tula State University. Authors: E.M. Sokolov, V.A. Alferov, Panarin V.M., Roschupkin E.V., Bizikin A.V., Zuikova A.A., A.F. Simankin, Pushilina Y.N., Tsvetkova Y. V. Yurchenko A.V., Semin I.V., Chizhova V.L., Telegina N.A., T.A. Sysoeva. Application №2009612690. Date June 3, 2009. Registered in the Registry of the computer programs 19 October 2009.

Статья поступила в редакцию 27 июня 2014 г.

Пушилина Юлия Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Городское строительство и архитектура» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тульский государственный университет», г.Тула, Россия. E-mail: Pyshilina@mail.ru

Pushilina Yulia Nikolaevna – Ph.D., Tula State University, Tula, Russia. E-mail: Pyshilina@mail.ru