

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «МОНИТОРИНГ КОНЦЕНТРАЦИИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ»

кандидат технических наук, доцент **Н. Ю. Юдина**²

кандидат технических наук, доцент **Д.Д. Лапшин**¹

магистр **Н. В. Хальзев**²

1- ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», Воронеж, Россия

2- ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет

имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

В статье рассматриваются аспекты построения базы данных информационно-вычислительной системы «Моделирование влияния автотранспортного потока на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Воронеж». База данных представляет реализованную с помощью технических средств динамическую информационную модель территории, отражающую пространственно-временную структуру, состояние и взаимосвязи между отдельными элементами моделируемой экосистемы. Наличие исходной информации о параметрах окружающей среды, характеризующих компоненты входящие в состав атмосферного воздуха, позволяет обеспечить экологов результатами обработки экспериментальных данных и дать рекомендации по устранению выбросов загрязняющих веществ автомобильным транспортом в атмосферу. Рассматриваемая база представляет собой совокупность реляционных таблиц в формате СУБД (MySQL), где каждое отдельно взятое наблюдение (показатель или параметр обилия загрязняющего вещества в конкретной пробе атмосферного воздуха) информационно связано со спецификацией местности, координатами и характеристиками точки отбора проб (географический аспект), а также датой проведения экспедиции (временной аспект). Обобщенная информационная модель базы данных, состоит из следующих таблиц: информация об улицах и районах города; исходные данные о различных типах транспорта и интенсивности их движения в различных районах города; выходные данные о загрязнителях: вещество, масса и концентрация по определенным улицам и районам города; константные данные об автомобильных загрязнителях (CH,SO,Pb и другие); прочие константные данные необходимые для корректной работы информационной системы. Актуальность данной темы обусловлена возрастающим количеством автомобильного транспорта в г Воронеж и решением проблемы его воздействия на качество городской среды и здоровье населения.

Ключевые слова: информационная система, поля, таблицы.

CONCEPTUAL APPROACH TO BUILDING A DATABASE OF INFORMATION SYSTEM "MONITORING OF CONCENTRATION OF POLLUTANTS SUBSTANCES BY AUTOMOBILE TRANSPORT"

PhD (Engineering), Associate Professor **N.Yu. Yudina**²

PhD (Engineering), Associate Professor **D.D. Lapshin**¹

Master-degree student **N. V. Khalzev**²

1-FSBEI HE «Voronezh State Technical University»

2-FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov» Voronezh,
Russian Federation

Abstract

The article discusses aspects of building a database of information system "Modeling of the influence of traffic flow on the emissions of polluting substances in atmospheric air of Voronezh". The database is realized with the help of technical means of dynamic information model of the territory, reflecting spatial and temporal structure, condition, and relationship between the individual elements of the simulated ecosystem. The presence of baseline information on the environmental parameters characterizing the components included in the atmospheric air, allows to provide ecologists with the results of processing of experimental data and give recommendations for elimination of emissions of polluting substances by motor automobile transport into atmosphere. The reporting database is a set of relational tables in MySQL database format, where each individual observation (measurement or setting of abundance of the pollutant in a particular sample of atmospheric air) is informationally associated with specification of location coordinates and characteristics of sampling sites (geographical aspect), as well as the date of expedition (time aspect). A generalized information model of the database consists of the following tables: information about the streets and districts of the city; the original data on the different types of transport and intensity of their movement in different parts of the city; output of pollutants: substance, mass, and concentration on certain streets and districts of the city; constant data about automotive pollutants (CH₄, SO₂, Pb, and others); other constant data, which are necessary for correct operation of the information system. The relevance of this topic is explained by increasing number of motor vehicles in the city of Voronezh and the solution to the problem of its impact on the quality of urban environment and public health.

Keywords: information system, field, table.

Оценка экологического состояния окружающей среды предполагает наличие исходной информации о параметрах, ее характеризующих и наличие адекватных методов оценивания. Автоматизация мониторинга концентрации автомобильных выбросов по территории города позволяет обеспечить экологов результатами обработки экспериментальных данных, сделать правильные выводы и дать рекомендации по устранению или уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Это соответствует двум стадиям, на которые условно можно разбить процессы использования информации: сбор и хранение, обработка и принятие решений.

На стадии сбора, хранения и преобразования данных специалист-технолог получает и поддержи-

вает их в актуальном состоянии. При проектировании БД на концептуальном уровне (моделирование данных) на сегодняшний день преобладают два подхода: реляционный и объектно-ориентированный. К достоинствам объектно-ориентированного подхода (ООП) следует отнести следующие характеристики: возможность разбить систему на совокупность независимых сущностей-объектов и провести их строгую независимую спецификацию, простота эволюции системы за счет использования таких элементов объектного подхода как наследование и полиморфизм, возможность объектного моделирования системы, позволяющее проследить поведение реальных сущностей предметной области уже на ранних стадиях разработки [5].

Объектная модель представления данных является достаточно удобной для проектирования ИС корпоративного уровня, разработка которой ведется методами ООП, что предопределяет выбор объектной СУБД как основного элемента системы. Сделав такой выбор, разработчики получают возможность пользоваться стандартизованными средствами доступа к базам данных, основанными на стандарте ODMG93, который расширяет стандарт объектного проектирования. На ранних стадиях проектирования ИС выбор данной СУБД позволяет в полной мере реализовать такие преимущества ООП как возможность объектного моделирования предметной области и анализа отображения ее сущностей в проектируемые объекты и классы [6].

На последующих стадиях проектирования основная нагрузка падает на программную реализацию основных элементов системы, поэтому в данном случае очевиден выбор объектного языка программирования в качестве инструмента разработки. С точки зрения программиста создание программ для объектных баз существенно отличается от написания приложений, взаимодействующих с реляционными СУБД. Объектная СУБД, как правило, поддерживает один или несколько объектно-ориентированных языков - C++, Java, Smalltalk, ObjectLisp и т.п.

Выбор реляционной СУБД MySQL обоснован следующими факторами:

1. СУБД достаточно проста в управлении данными содержащиеся в БД как со стороны разработчика так и со стороны пользователя (администратора БД).

2. Лучшее сочетание с языком программирования C++, что делает базу данных легко доступной информационной системе, как на локальных машинах так и в глобальных сетях (Internet).

3. MySQL, как известно, имеет язык запросов, что упрощает управление базы данных приложением и ускоряет обращение к ним.

4. Большинство хостингов, особенно более дешевых или бесплатных, работают именно с базами данных Sql, что значительно упрощает внедрение БД в глобальную сеть после разработки.

5. Базовые версии этой СУБД находятся в свободном доступе, этого достаточно, чтобы разра-

ботать относительно простую БД для информационной системы.

Информация об объекте проектирования собрана в базе данных, созданной с помощью СУБД MySQL и делится на следующие группы:

- данные об улицах и районах города;
- исходные данные о различных типах транспорта и интенсивности их движения в различных районах города;
- выходные данные о загрязнителях: вещество, масса и концентрация по определенным улицам и районам города;
- константные данные об автомобильных загрязнителях (CH,SO,Pb и другие);
- прочие константные данные необходимые для корректной работы ИС.

Применительно к региональной ИС по определению степени загрязнения окружающей среды различными видами автомобильного транспорта, под базой данных будем понимать реализованную с помощью технических средств динамическую информационную модель территории, отражающую пространственно-временную структуру, состояние и взаимосвязи между отдельными элементами моделируемой экосистемы.

Информация, необходимая для информационной системы по определению степени загрязнения окружающей среды различными видами автомобильного транспорта и принятия решения по данной проблеме расположена в базе данных, ER-диаграмма, которой представлена на рис. 1.

Из ER диаграммы видно, что семь константных таблиц: коэффициент пересечения, коэффициент рассеивания, коэффициент влажности, коэффициент аэрации, коэффициент скорости ветра, коэффициент уклона, коэффициент зависимости загрязнений от скорости не связаны ни с одной из таблиц БД, поскольку эти таблицы отвечают за константные величины.

Основными связующими полями являются: районы, улицы из таблицы улиц, поле вещество из таблицы индексов, и тип транспортного средства из таблицы коэффициентов интенсивности. Данные из этих полей фиксируются и переносятся по соответствующим полям других таблиц БД.

В связи с тем, что объем информации достаточно велик и разнообразен наиболее подходящей стратегией проектирования баз данных для нашей информационной системы является использование нисходящего подхода, который демонстрируется в концепции модели «сущность-связь». Разработка моделей данных начинается с выявления высокоуровневых сущностей и связей между ними, а затем продолжается в виде серии нисходящих уточнений низкоуровневых сущностей, связей и относящихся к ним атрибутов.

Все таблицы БД в качестве ключевого поля используют поле ID с типом данных целого числа (Long integer) длиной 18 символов с автоинкрементом, беззнаковое в дальнейшем рассмотрении указывать это поле просто не имеет смысла. Большая длина используется во избежание переполнения поля, поскольку автоинкремент увеличивает значение на единицу независимо от операций, производимых с кортежем по этой записи.

В качестве дробных чисел используются числа с плавающей точкой типа данных Decimal,

так как этот тип данных имеет большой порог мантиссы числа и не зависит от общей длины самого числа.

Описание таблиц, используемых в расчетах параметров загрязнения атмосферы города автомобильным транспортом представлены ниже.

1. Коэффициент аэрации (Aero_coefficient).

Поля:

а) Тип местности (Place_type). Тип данных Varchar (символьный), максимальная длина значения 100.

б) Коэффициент (Coefficient). Тип данных Decimal (2,1). Беззнаковое

Здесь следует отметить что предпочтение отдается символьному типу Varchar, в связи с тем, что этот тип данных (в отличие от классического Char) не имеет фиксированной длины в памяти ЭВМ, память выделяется при сохранении значения поля под текущее количество символов, что весьма удобно.

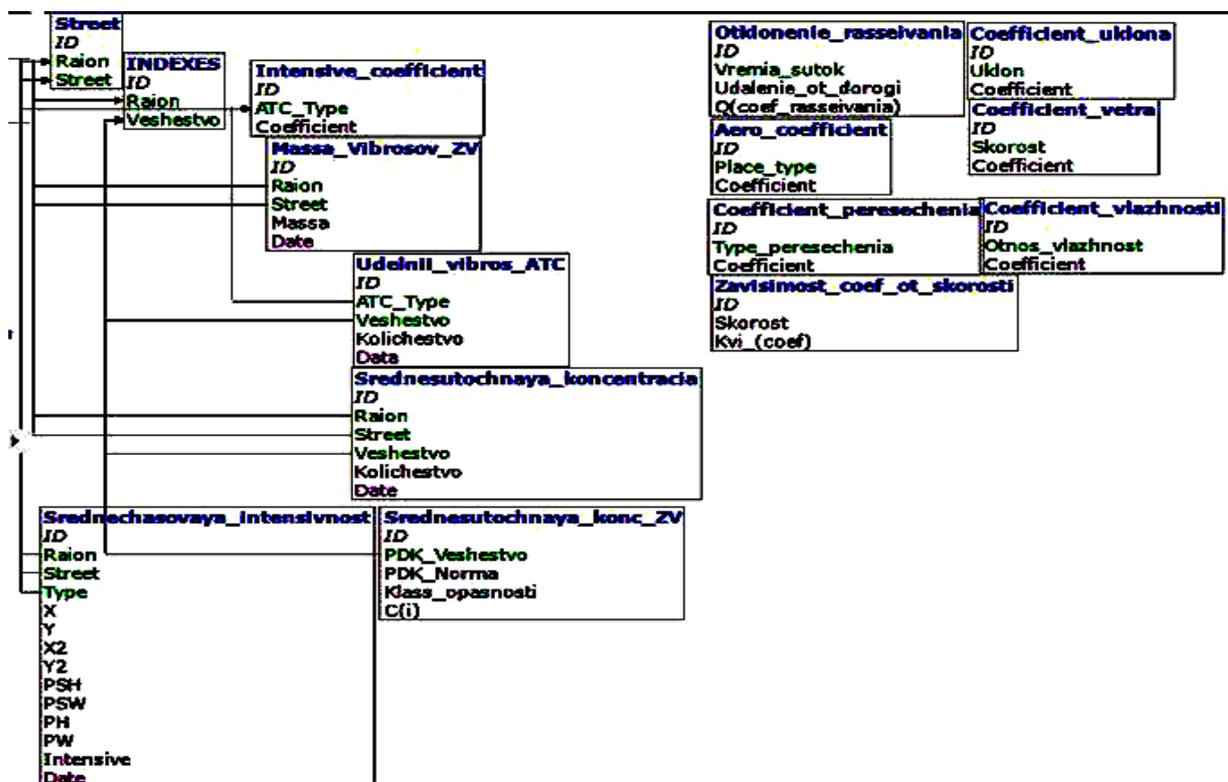


Рис. 1 - ER-диаграмма базы данных АТС

2. Коэффициент пересечения (Coefficient_peresechenia).

Поля:

а) Тип пересечения (Type_peresechenia). Тип данных Varchar (символьный). Длина 75

б) Коэффициент (Coefficient). Тип данных Decimal (2,1). Беззнаковое

3. Коэффициент уклона (Coefficient_uklona).

Поля:

а) Уклон (Uklon). Тип данных Varchar (символьный). Длина 15.

б) Коэффициент (Coefficient). Тип данных Decimal (4,3). Беззнаковое.

4. Коэффициент ветра (Coefficient_vetra).

Поля:

а) Скорость (Skorost). Тип данных Varchar (символьный). Длина 15.

б) Коэффициент (Coefficient). Тип данных Decimal (4,3). Беззнаковое.

5. Коэффициент влажности (Coefficient_vlazhnosti).

Поля:

а) Относительная влажность (Otnos_vlazhnost). Тип данных Varchar (символьный). Длина 15.

б) Коэффициент (Coefficient). Тип данных Decimal (4,3). Беззнаковое.

6. Коэффициент зависимости от скорости (Zavisimost_coef_ot_skorosti).

Поля:

а) Скорость (Skorost). Тип данных SmallInt (целые числа). Длина 4. Беззнаковое

б) Коэффициент (Kvi_(coef)). Тип данных Decimal (7,3). Беззнаковое.

7. Гауссовский коэффициент рассеивания (Otklonenie_rasseivania).

Поля:

а) Время суток (Vremia_sutok). Тип данных Varchar (символьный). Длина 20.

б) Удаление от дороги (Udalenie_ot_dorogi). Тип данных MediumInt (целые числа). Длина 5. Беззнаковое.

с) Коэффициент рассеивания (Qcoef_rasseivania). Тип данных Decimal (7,3). Беззнаковое.

Таблица INDEXES, предназначена для хранения наименований данных о районах, где проводились замеры выброса загрязняющих веществ, наименования этих веществ и их концентрация.

Поля таблицы INDEXES:

1) Районы (Raion). Тип данных Varchar (символьный). Длина 25. NULL Разрешен.

2) Вещество (Veshestvo). Тип данных Varchar (символьный). Длина 7. NULL Разрешен.

Эти поля являются внешними ключами для создания ссылок на хранимые записи в других таблицах базы данных таких как среднесуточная концентрация, среднесуточная интенсивность, удельные выбросы автотранспорта и др.

Таблица Intensive_coefficient и таблица Street обеспечивают кроме хранения данных, создание ссылок на изменяемые таблицы (исходные и результирующие и др.).

Таблица Intensive_coefficient содержит следующие поля:

1) Тип Автотранспортных средств (ATC_Type). Тип данных Varchar. Длина 70.

2) Коэффициент (Coefficient). Тип данных Decimal (7,3). Беззнаковое.

Поля таблицы Улицы (Street):

1) Raion. Тип данных Varchar. Длина 25.

2) Street. Тип данных Varchar. Длина 75

Таблица ПДК загрязняющих веществ (Srednesutochnaya_konc_ZV), является ключевой таблицей, для формирования выводов о загрязненности окружающей среды (рис. 2).

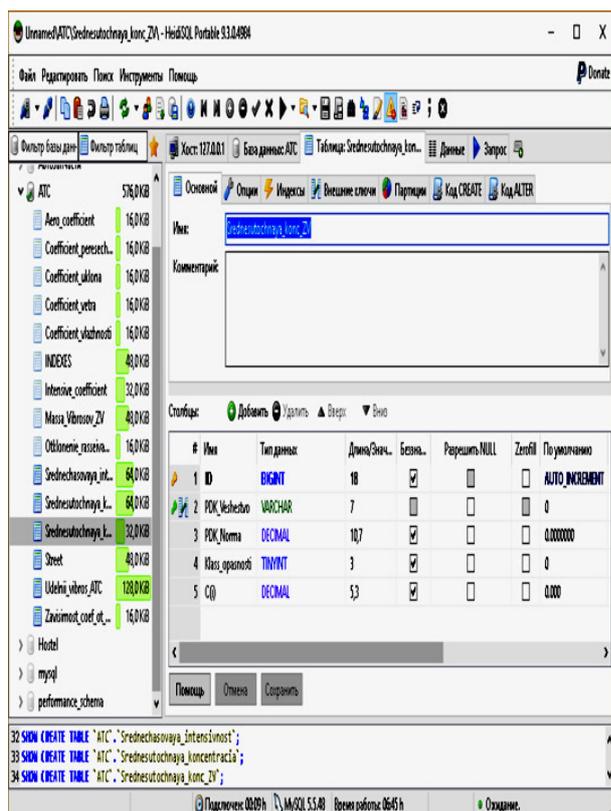


Рис. 2 Таблица ПДК загрязняющих веществ

Таблицы среднесуточная интенсивность движения (Srednechasovaya_intensivnost) и удельный выброс АТС (Udelnii_vibros_ATC) содержат данные, которые будут использованы для отображения интенсивности загрязнения на карте города.

Поля таблицы «Среднесуточная интенсивность движения (Srednechasovaya_intensivnost)»:

- 1) Район (Raion). Тип данных Varchar. Длина 25.
- 2) Улица (Street). Тип данных Varchar. Длина 50.
- 3) Тип АТС. Тип данных Varchar. Длина 70.
- 4) Координата X. Тип данных SmallInt. Длина 4. Беззнаковое.
- 5) Координата Y. Тип данных SmallInt. Длина 4. Беззнаковое.
- 6) Координата X2. Тип данных SmallInt. Длина 4. Беззнаковое.
- 7) Координата Y2. Тип данных SmallInt. Длина 4. Беззнаковое.
- 8) Размер вертикального ползунка (PSH). Тип данных SmallInt. Длина 4. Беззнаковое.
- 9) Размер горизонтального ползунка (PSW). Тип данных SmallInt. Длина 4. Беззнаковое.

- 10) Позиция вертикального ползунка (PH). Тип данных SmallInt. Длина 4. Беззнаковое.
- 11) Позиция горизонтального ползунка (PW). Тип данных SmallInt. Длина 4. Беззнаковое.
- 12) Интенсивность движения (Intensive). Тип данных Integer. Длина 10. Беззнаковое.
- 13) Дата (Date). Тип данных Date (дата соответственно).

Поля таблицы удельный выброс АТС (Udelnii_vibros_ATC) (рис. 3):

- 1) Тип АТС (ATC_Type). Тип данных Varchar. Длина 70.
- 2) Вещество (Veshstvo). Тип данных Varchar. Длина 7.
- 3) Количество (Kolichestvo). Тип данных Decimal (8,6).
- 4) Дата (Date). Тип данных Date.

Данные о массе загрязняющих веществ содержатся в таблице Massa_Vibrosov_ZV и о среднесуточной концентрации загрязняющих веществ в таблице Srednesutochnaya_koncentracia.

Поля таблицы Масса загрязняющих веществ (Massa_Vibrosov_ZV) (рис. 4):

- 1) Район (Raion). Тип данных Varchar. Длина 25.
- 2) Улица (Street). Тип данных Varchar. Длина 50.
- 3) Масса (Massa). Тип данных Decimal (12,8).
- 4) Дата (Date). Тип данных Date.

Поля таблицы Среднесуточная концентрация загрязняющих веществ (Srednesutochnaya_koncentracia):

- 1) Район (Raion). Тип данных Varchar. Длина 25.
- 2) Улица (Street). Тип данных Varchar. Длина 50.
- 3) Вещество (Veshstvo). Тип данных Varchar. Длина 7.
- 4) Количество (Kolichestvo). Тип данных Decimal (11,7).
- 5) Дата (Date). Тип данных Date.

Таблицы «Масса выбросов загрязняющих веществ», представленная на рис.4 и таблица «Среднесуточная концентрация» дают возможность отображения концентрации выбросов загрязняющих веществ на карте города.

С точки зрения конечного пользователя выбор БД определяется такими ее эксплуатационными характеристиками как возможности резервного

копирования, сетевого доступа, реализация политики безопасности. Помимо этого следует учитывать, что конечными пользователями разрабатываемой ИС являются сотрудники экологических предприятий, предприятия охраны окружающей среды. В силу разного рода причин персонал, обслуживающий ИТ-инфраструктуру таких организаций, подготовлен для эксплуатации программного обеспечения на базе операционных систем семейства Windows, поэтому при выборе СУБД придется отказываться от СУБД для *nix-платформ.

Сочетание с языком программирования C++, что делает базу данных легко доступной информа-

ционной системе, как на локальных машинах так и в глобальных сетях (Internet). Использование языка C++ обеспечивает работу со всеми типами баз данных, архитектур и протоколов. Механизм ODBC придает обслуживанию связей с базами данных удивительную простоту и прозрачность. Проводник Database Explorer позволяет отображать связи и объекты баз данных графически. Наследование готовых форм и их "подгонка" под специфические требования заметно сокращают временные затраты на решение подобных задач.

Библиографический список

1. Юдина, Н.Ю. Создание информационной системы «Мониторинг концентрации выбросов загрязняющих веществ автотранспортных средств в экосистемах [Текст]/ Н.Ю. Юдина, Н.В. Хальзев// Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 7-3 (18-3). С. 132-136.
2. Комплекс программ для автоматизации атмосфероохранной деятельности "АТМОСФЕРА-ПДВ" Режим доступа: http://logosoft.ru/prog/eco_atm/about.htm (дата обращения: 15.08.2016).
3. Автоматизированная система сбора и анализа экологической информации о загрязнении атмосферного воздуха/ А.А. Горюноква [и др.]// Вестник компьютерных и информационных технологий. 2013. № 1. С. 9-11.
4. Кропотов Ю.А., Суворова Г.П. Марковские модели в автоматизированной системе мониторинга и прогнозирования экологического состояния промышленной зоны// Известия ОрелГТУ. Серия «Информационные системы и технологии». 2008. № 1-3/269(544). С. 113-118.
5. Донченко В.К. Экометрия: системно-аналитический метод эколого-экономической оценки и прогнозирования потенциальной опасности техногенных воздействий на природную среду / Донченко В.К. // Инженерная экология. 1996. № 3. С.45-61.
6. Бизикин А.В. Принципы построения автоматизированной системы экологического мониторинга при выбросах вредных веществ/ А.В. Бизикин [и др.] // Экологически устойчивое развитие центрального федерального округа: докл. науч.-практ. Форума / под общ. ред. д.т.н., проф. В.М. Панарина, Тула:Изд-во ТулГУ, 2008. С. 173-182.
7. Heatwole H. The concept of the econe, a fundamental ecological unit // Trop. Ecol. 1989. V. 30. № 1. P. 13-19.
8. Canter L.W. Environmental Impact Assessment. 2nd Ed. – NY.: McGraw-Hill, 1996. – 587 p.
9. Poroikov V.V., Filimonov D.A., Borodina Yu.V. et al. Robustness of Biological Activity Spectra Predicting by Computer Programm PASS for Noncongenetic Sets of Chemical Compounds // J. Chem. Inform. Comput. Sci. 2000. V. 40. № 6. P. 1349.
10. Ekaterina M.Lavrishcheva. Assembling Paradigms of Programming in Software Engineering. Journal of Software Engineering and Applications, 2016, 9, 296-317

References

1. Yudina, N.Yu., N.W. Khalzev *Sozdaniye informatsionnoy sistemy «Monitoring kontsentratsii vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv avtotransportnykh sredstv v ekosistemakh* [Creation of the information system "Monitoring the concentration of emissions of vehicle pollutants in ecosystems"] Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. 2015. T. 3. No. 7-3 (18-3). Pp. 132-136 (In Russian)
2. *Kompleks programm dlya avtomatizatsii atmosferookhrannoy deyatel'nosti "ATMOSFERA-PDV"* [The complex of programs for automation of atmospheric security activity "ATMOSPHERE-PDV"] Access mode://http://logosoft.ru/prog/eco_atm/about.htm (date of the application: 15.08.2016).
3. *Avtomatizirovannaya sistema sbora i analiza ekologicheskoy informatsii o zagryaznenii atmosfernogo vozdukh*/ A.A. Goryunkova [i dr.]// *Vestnik komp'yuternykh i informatsionnykh tekhnologiy*. 2013. № 1. S. 9-11.
4. Kropotov Yu.A., Suvorova GP Markov models in the automated system for monitoring and forecasting the ecological state of the industrial zone. // Proceedings of Orel State Technical University. Series "Information Systems and Technologies". 2008. No. 1-3 / 269 (544). Pp. 113-118.
5. Donchenko V.K. Ecometry: a system-analytical method for environmental and economic assessment and prediction of the potential hazard of man-made impacts on the natural environment. *Engineering ecology*. 1996. № 3. P.45-61.
6. Bizikin A.V. Principles of constructing an automated system of environmental monitoring for emissions of harmful substances. Ecologically sustainable development of the central federal district: Dokl. Scientific-practical. Forum / under the total. Ed. Doctor of technical sciences, prof. V.M. Panarina, Tula: Publishing House of Tula State University, 2008. S. 173-182.
7. Heatwole H. The concept of the econe, a fundamental ecological unit // *Trop. Ecol.* 1989. V. 30. № 1. P. 13-19.
8. Canter L.W. *Environmental Impact Assessment*. 2nd Ed. – NY.: McGraw-Hill, 1996. – 587 p.
9. Poroikov V.V., Filimonov D.A., Borodina Yu.V. et al. Robustness of Biological Activity Spectra Predicting by Computer Programm PASS for Noncongenetic Sets of Chemical Compounds // *J. Chem. Inform. Comput. Sci.* 2000. V. 40. № 6. P. 1349.
10. Ekaterina M.Lavrishcheva. Assembling Paradigms of Programming in Software Engineering. *Journal of Software Engineering and Applications*, 2016, 9, 296-317

Сведения об авторах

Юдина Надежда Юрьевна – доцент кафедры вычислительной техники и информационных систем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат технических наук, доцент, г. Воронеж, Российская федерация; e-mail: udinany@gmail.com

Лапшин Дмитрий Дмитриевич – заместитель директора института Международного образования и сотрудничества «Воронежский государственный технический университет» – кандидат технических наук, доцент; E-mail – lapshin@vgasu.vrn.ru

Хальзев Никита Валерьевич – магистр, курс 1. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», E-mail – nikitos.halzev@mail.ru

Information about authors

Yudina Nadezhda Yurievna - Associate Professor of Computer Engineering and Information Systems at the Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov", candidate of technical sciences, associate professor, Voronezh, Russian Federation; E-mail: udinany@gmail.com

Lapshin Dmitry Dmitrievich – Deputy Director of the Institute of International Education and Cooperation «Voronezh State Technical University» – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; E-mail - lapshin@vgasu.vrn.ru

Khalzev Nikita Valerievich – master, course 1, Federal State Budget Education Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov". E-mail – nikitos.khalzev@mail.ru