

УДК 004.7

<sup>1</sup> В. А. РЫБАК, <sup>2</sup>ШОКР АХМАД

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УЧЁТА НАЛИЧИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

<sup>1</sup>Белорусская государственная академия связи<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является создание автоматизированной системы учёта наличия и использования природных ресурсов в Республике Беларусь. Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи: провести аналитический обзор подобных информационных систем, выделить их достоинства и недостатки, разработать новую усовершенствованную версию системы с учётом предыдущего опыта использования, апробировать полученный инструмент для оценки экологичности природоёмких производств и технологий. В статье приводится аналитический обзор современных программных средств автоматизации учёта и рационального использования природных ресурсов. Показано, что их применение не возможно для качественного решения актуальных задач в нашей стране.

Последовательно описаны три версии автоматизированной системы, предназначенной для сбора, хранения, обработки и представления предметных данных о наличии и использовании природных ресурсов. Выполнен сравнительный анализ с существующими аналогами. Указаны отличительные особенности и преимущества предложенного решения. С использованием разработанной системы выполнена оценка природоёмкости проектов в составе Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 20011–2015 годы. Выделено Министерство энергетики – как государственный заказчик наиболее природоёмких проектов и технологий. Таким образом, показано, что предлагаемая автоматизированная информационная система учёта наличия и использования природных ресурсов позволяет выполнять сбор, хранение, анализ и отображение предметной информации, а также является актуальной основой для поддержки принятия управленческих решений в области рационального природопользования и охраны окружающей среды. Полученные результаты использованы Государственным комитетом по науке и технологиям для оценки проектов в составе Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2011–2015 годы на предмет природоёмкости.

**Ключевые слова:** природные ресурсы, кадастры, автоматизированная система, инновационные производства

### Введение

С начала человеческой истории люди используют различные природные ресурсы (ПР) для обеспечения своей жизнедеятельности. Но только с развитием новых технологий появилась возможность как достаточно точно определять их местонахождение, так и хранить специализированную информацию в соответствующих предметных базах данных.

Несмотря на существенную разницу в структуре данных о различных природных ресурсах, представляется достаточно актуальным разработать комплексную систему для сбора, хранения, обработки и отображения информации о природно-ресурсном потенциале (ПРП) Республики Беларусь, которая бы служила основой для поддержки принятия решений в области рационального природопользования.

Дополнительный запрос в Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации подтвердил уникальность проектируемого комплексного решения, однако нельзя отрицать наличия более узких решений, таких, например, как информационная система «Недра» (ИС «Недра»). Эта система является основным отраслевым банком данных о недропользовании, разрабатывается с 1998 г., введена в эксплуатацию в 2001 г.

Информация в ИС «Недра» собирается на местах и ежеквартально передаётся в Росгеолфонд для обобщения. Данная система требует специальной установки и канала доступа к базе данных Росгеолфонда и включает следующие взаимосвязанные блоки: «Предприятия», «Лицензии», «Участки недр», «Работы по геологическому изучению недр», «Буровые скважины

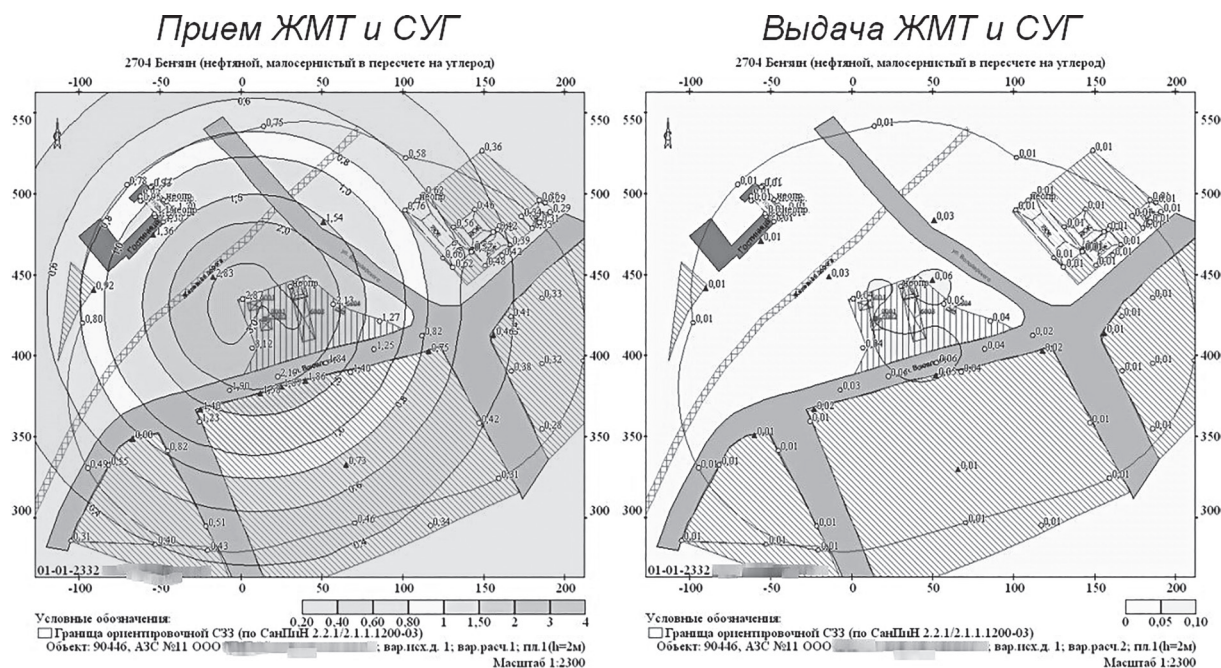


Рис. 1. Пример использования программы УПРЗА «Эколог»

на воду», «Объекты государственного баланса запасов полезных ископаемых», «Каталог документов», «Объекты учёта государственного кадастра месторождений и проявлений полезных ископаемых».

Достаточно известным инструментом для автоматизации управления природоохранной деятельностью является УПРЗА «Эколог» (Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы «Эколог») – разработанная Фирмой «Интеграл» программа для расчёта величин концентраций (приземных и на произвольной высоте) вредных веществ в атмосферном воздухе. В основу расчётов положена «Методика расчёта концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86)» Госкомгидромета. В зависимости от модификации программы реализуются также Приложение II к указанной «Методике...» (учет застройки и расчет на различных высотах) и «Отраслевая методика расчета приземной концентрации загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах компрессорных станций магистральных газопроводов». Программа позволяет по данным об источниках выброса веществ и условиях местности рассчитывать разовые (осредненные за 20–30 минутный интервал) концентрации веществ в приземном слое при неблагоприятных метеорологических условиях. В расчетах могут быть учтены нагретые и хо-

лодные выбросы точечных, линейных и площадных источников. Площадные источники могут быть трех типов: с выбросом со сплошной поверхности, для которых нельзя указать полного набора характеристик газовой воздушной струи: скорости и объема выходящих газов, диаметра устья источника (например, пруды-испарители, пылящие поверхности и т. п.); с выбросом со сплошной поверхности, для которых выброс по каждому веществу может иметь несколько (до пяти) значений в зависимости от наблюдаемой скорости ветра; описывающие выбросы из многих мелких точечных источников (например, печных труб в поселке); описывающие выбросы от автомагистралей. Общее число источников выбросов практически не ограничено.

Таким образом, программа УПРЗА «Эколог» может быть использована для оценки рассеивания выбросов в атмосферный воздух от промышленных предприятий (рис. 1), но для целей комплексной оценки экологичности данный продукт не подходит.

Схожие функции имеет и следующая рассматриваемая система «Эколог Город». Система «Эколог-город» разработана для автоматизации деятельности экологических служб администраций городов (регионов), проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов. Результаты сводных расчетов загрязнения атмосферы могут быть использованы в це-

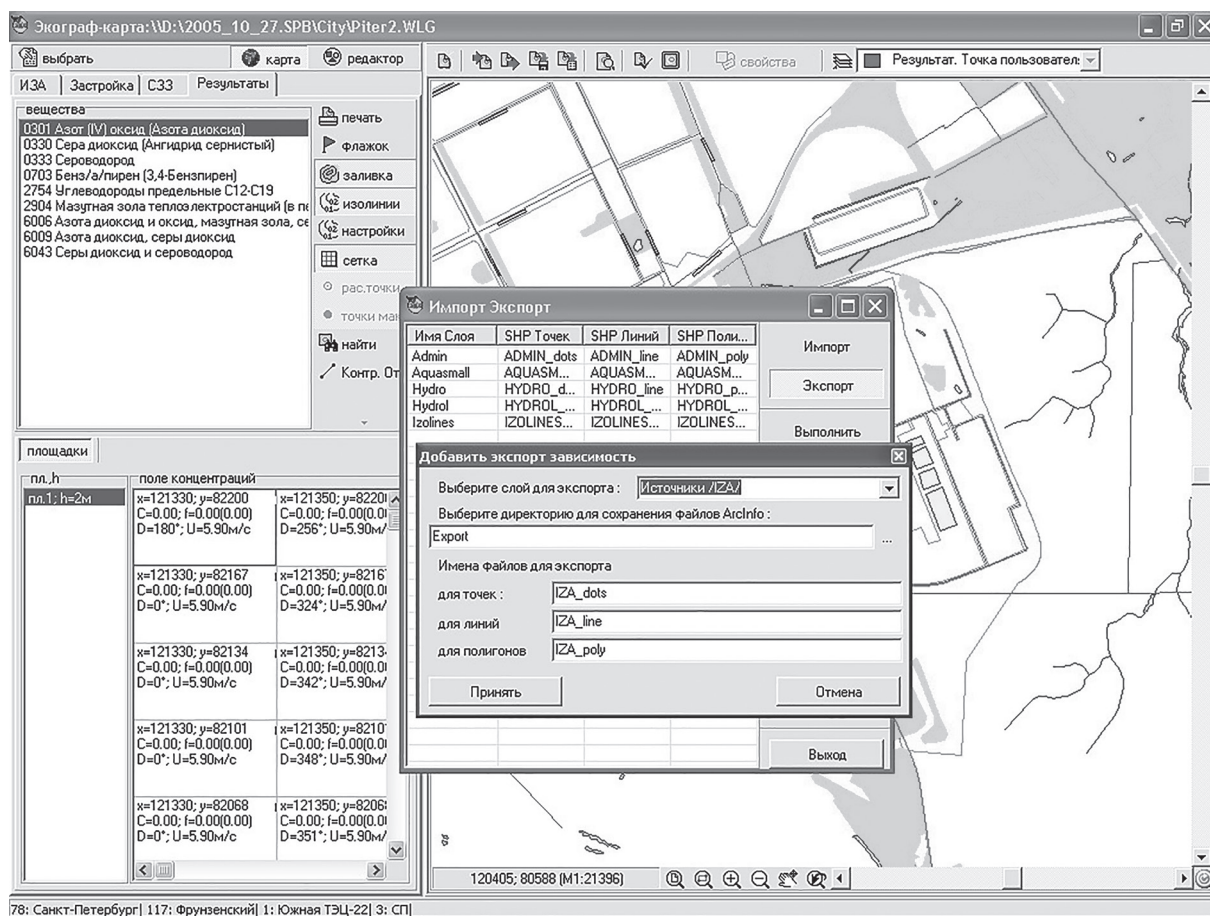


Рис. 2. Пример использования программы «Эколог Город»

лях нормирования выбросов загрязняющих веществ и для решения других задач.

Система позволяет:

- Устанавливать диагноз состояния качества атмосферного воздуха (региона);
- Определять доли вкладов различных предприятий (по территориальному или отраслевому принципу) в загрязнение воздуха;
- Определять фоновые концентрации по всем веществам, содержащимся в выбросах промышленности и автотранспорта;
- Оценивать ожидаемые изменения качества атмосферного воздуха города (региона) с учетом динамики выбросов предприятий и автотранспорта города (региона);
- Проводить оценку эффективности планируемых хозяйственных и природоохранных мероприятий;
- Определять допустимые вклады выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями.

Очевидно, что данный инструмент может быть использован для сравнения выбросов

в атмосферный воздух от различных предприятий, что может быть использовано при оценке экологичности (рис. 2).

Таким образом, проведенный анализ позволяет утверждать, что на сегодняшний день рынок предлагает большой выбор программных продуктов в области охраны окружающей среды. При этом ведущими фирмами-поставщиками компьютерных программ для экологов являются:

- ЗАО Научно-производственное предприятие «Логус», г. Красногорск, <http://www.logus.ru>,
- ООО «Предприятие ЛиДа инж.», г. Москва, <http://www.ecolida.ru>,
- ООО «Фирма Интеграл», г. Санкт-Петербург, <http://www.integral.ru>,
- ООО «Экологический центр», г. Воронеж, <http://www.soft.eco-c.ru>.

### Разработка автоматизированной системы

С учётом анализа существующих аналогов систем управления кадастровой информацией и поставленными задачами были разработаны



Озера по основным речным бассейнам



Данные

| Площадь зеркала, км2 | Западная Двина | Неман | Западный Буг | Днепр |
|----------------------|----------------|-------|--------------|-------|
| <0.10                | 1875           | 984   | 318          | 6252  |
| 0.11-0.25            | 360            | -     | 1            | 184   |
| 0.26-0.50            | 229            | 24    | 11           | 66    |
| 0.51-1.00            | 154            | 23    | 2            | 13    |

Рис. 3. Информация на web-сайте

научно-методические основы и программные средства для автоматизации процесса сбора, хранения, обработки и отображения соответствующих предметных данных.

Первая версия АИС «Кадастры» была разработана в 2005 году и внедрена в структурах Минприроды, а также в профильном институте Национальной академии наук Беларуси.

Главным объектом анализа, оценки и управления методами и средствами АИС являются природные ресурсы административной территории Республики Беларусь как регионального уровня (областей), так и более мелкого ранга – административных районов. Поскольку ПР в совокупности с позиции народного хозяйства и экономики страны представляют собой природно-ресурсный потенциал территорий (регионов), то основным объектом оценки и управления можно рассматривать ПРП районов, областей (регионов) и республики в целом.

Сформированные структуры и составы отдельных 11 баз данных представляют собой первый вариант создания баз данных как по отдельным природным ресурсам, так и в целом многоцелевую базу данных (МБД), и являются основным источником информации о ПР и ПРП и базисом любой отрасли экономики, включая инновационной ориентированной.

Промышленная эксплуатация первой версии АИС «Кадастры» выявила целесообразность переноса системы на web-ориентированную основу, что и было сделано в дальнейшем.

Во второй версии АИС «Кадастры» были реализованы все функции предыдущей версии с добавлением новых, включая построение диаграмм (рис. 3) и редактирование структуры таблиц (рис. 4). Предметные данные при этом хранятся на сервере провайдера и доступны круглосуточно.

Также был модернизирован алгоритм авторизации пользователей, позволяющий отправлять запросы администратору по электронной почте.

Использование второй версии автоматизированной системы подсказало пути дальнейшего усовершенствования с целью предоставления конечным пользователям удобного и надёжного инструмента.

В третьей версии системы (рис. 5) была добавлена возможность работы с географическими координатами и привязкой природного ресурса к карте. Это позволяет реализовывать выбор оптимального расположения ресурсоёмких производств с учётом минимизации стоимости транспортировки различных ресурсов, включая электрическую и тепловую энергию [1, 2].

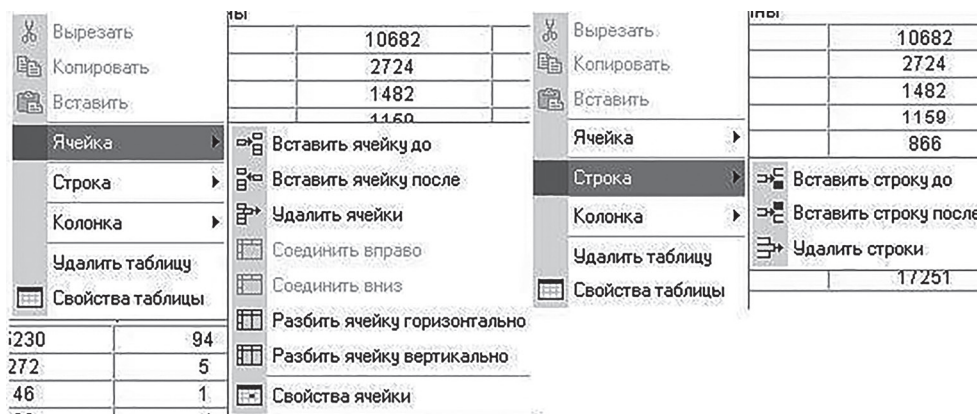


Рис. 4. Конструктор ячеек и таблиц

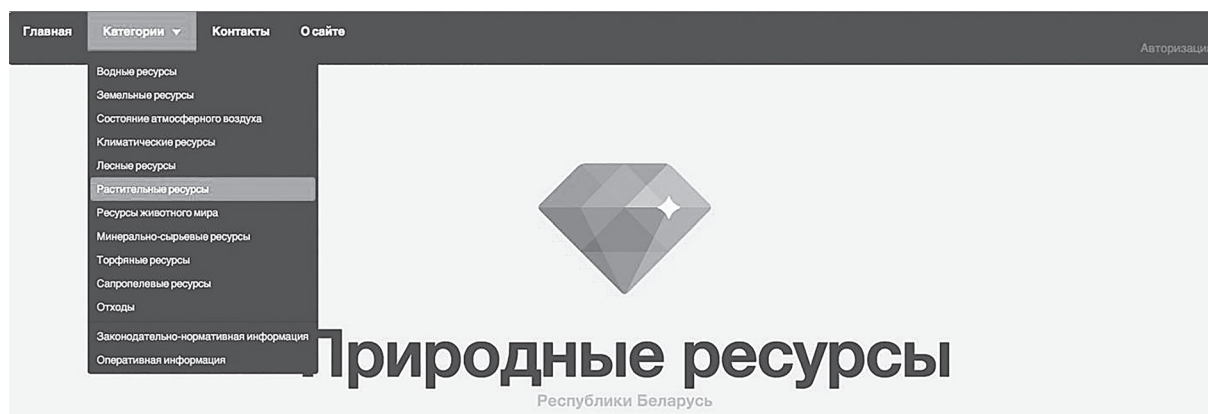


Рис. 5. Главная страница третьей версии

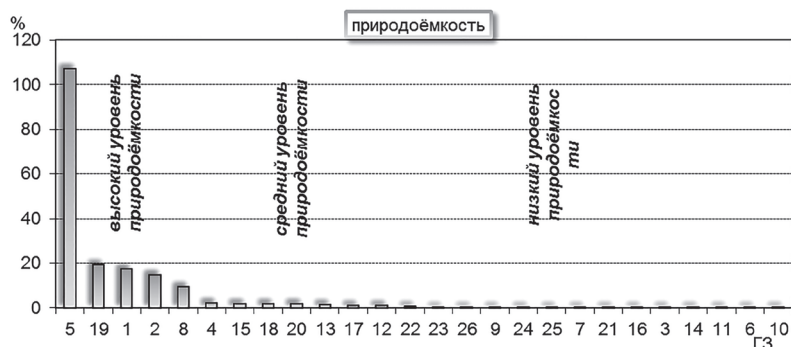


Рис. 6. Ранжирование ГЗ по различным уровням значимости природоёмкости

Указанная задача решается с использованием теории графов с учётом загруженности каждого ребра в соответствии со стоимостью транспортировки (прокладки новых линий и дорог) каждого используемого ресурса в точку конечного потребления.

В целом, предложенная автоматизированная система важна для анализа и оптимизации параметров экологичности ресурсоёмких проектов, включая новые инновационные производства. Применительно к Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 20011–2015 годы на рис. 6 представлено ранжирование Государственных заказчиков (ГЗ) по показателю «природоёмкость» [3, 4].

На рис. 6 указаны ГЗ:

1. Министерство промышленности;
2. Министерство архитектуры и строительства;
3. Министерство образования;
4. Министерство сельского хозяйства и продовольствия;
5. Министерство энергетики;
6. Министерство жилищно-коммунального хозяйства;

7. Министерство информации;
8. Министерство связи и информатизации;
9. Министерство транспорта и коммуникаций;
10. Министерство культуры;
11. Министерство лесного хозяйства;
12. Национальная академия наук;
13. Государственный военно-промышленный комплекс;
14. Государственный комитет по науке и технологии;
15. Концерн «Белбиофарм»;
16. Концерн «Белгоспищером»;
17. Концерн «Беллегпром»;
18. Концерн «Беллесбумпром»;
19. Концерн «Белнефтехим»;
20. Брестский областной исполнительный комитет;
21. Витебский областной исполнительный комитет;
22. Гомельский областной исполнительный комитет;
23. Гродненский областной исполнительный комитет;
24. Минский областной исполнительный комитет;

25. Могилевский областной исполнительный комитет;

26. Минский городской исполнительный комитет.

В таблице представлены отличительные характеристики предложенного решения в сравнении с уже существующими.

**Сравнение АИС «Кадастры» с аналогами**

| Название                       | Характеристики   |
|--------------------------------|--|
| Информационная система «Недра» | Банк данных о недропользовании Российской Федерации; требует специальной установки и канала доступа; не содержит данных обо всех природных ресурсах.   |
| Лесной реестр                  | Учёт лесных участков Российской Федерации; не содержит данных обо всех природных ресурсах.   |
| Водный реестр (АИС «ГВР»)      | Сведения о водных объектах Российской Федерации; не содержит данных обо всех природных ресурсах.   |
| Arc View, Map Info             | Многофункциональные ГИС; могут служить инструментом для решения широкого круга задач, но требуют предварительной разработки структуры и наполнения предметных баз данных, метаданных, комплексных показателей качества природных сред. |

### Выводы

Исходя из выше сказанного отметим, что не существует полных аналогов разработан-

ной АИС «Кадастры», которые можно было бы использовать без изменений и доработок. Пакеты современных ГИС могут быть использованы как основа для создания схожего решения, но без разработанных в АИС «Кадастры» структуры и наполненных предметных баз данных, метаданных и комплексных показателей решение поставленных задач не возможно.

Представленная структура кадастровых баз данных по 11 ресурсам с учётом специфики Республики Беларусь не претендует на пионерство в области ГИС, но обладает большой практической значимостью, так как впервые позволила интегрировать разрозненные базы, кадастры и реестры в единый инструмент поддержки принятия решений в области рационального природопользования.

Над созданием современных пакетов ГИС работают сотни коллективов с тысячами сотрудников, при этом выходной продукт предлагается по цене нескольких десятков и даже сотен тысяч долларов. Научная новизна разработанных технологий обусловлена тем, что предложены пути автоматизации решения природоохранных задач, наиболее актуальных для Республики Беларусь, и тем самым повышается эффективность рационального природопользования.

### Литература

1. Шенец, Л. В. Состояние и перспективы использования топливно-энергетических ресурсов в Республике Беларусь / Л. В. Шенец, И. В. Войтов, М. А. Гатих, В. А. Рыбак // Новости науки и технологий. – 2010. – № 3.
2. Войтов, И. В. Научно-аналитические подходы к оценкам состояния и повышению эффективности технологических процессов инновационных производств / И. В. Войтов, М. А. Гатих, В. А. Рыбак // Вестник БГУ. – 2009. – № 1. – С. 100–106.
3. Рыбак, В. А. Аналитический обзор технологий поддержки принятия решений / В. А. Рыбак, А. Шокр // Системный анализ и прикладная информатика. – 2016. – № 3. – С. 65–70.
4. Рыбак, В. А. Научно-методические основы и программные средства автоматизации оценки и анализа параметров перспективных эколого-безопасных технологий / В. А. Рыбак, Ахмад Шокр, А. Д. Гриб. – Минск: РИВШ, 2017. – 264 с.
5. Войтов, И. В. Научно-инновационный метод оценки и оптимизации управления эколого-экономической эффективностью рационального природопользования / И. В. Войтов, М. А. Гатих, В. А. Рыбак // Вестник ПГУ. – 2008. – № 6. – С. 129–138.
6. Автоматизированная система формирования и управления кадастровой информацией о состоянии и использовании природных ресурсов Республики Беларусь (АИС «Кадастры») / М. А. Гатих [и др.] // Природные ресурсы. – 2006. – № 4. – С. 25–31.
7. Войтов, И. В. Научно-инновационный метод оценки и оптимизации управления эколого-экономической эффективностью рационального природопользования / И. В. Войтов, М. А. Гатих, В. А. Рыбак // Вестник ПГУ. – 2008. – № 6. – С. 129–138.
8. Гатих, М. А. Научно-методические рекомендации по решению проблем анализа, оценки и управления качеством окружающей среды / М. А. Гатих [и др.]. – Мн.: «БелНИЦ «Экология», 2005. – 40 с.
9. Рыбак, В. А. Методы принятия решений в экологии / В. А. Рыбак. – Саарбрюкен: Lap Lambert Academic Publishing, 2014. – 376 с.
10. Рыбак, В. А. Система поддержки принятия решений в области управления параметрами экологичности промышленных проектов / В. А. Рыбак, А. Шокр // Scientific achievements of the third millennium: Collection of scientific

papers on materials International Scientific Conference, San Francisco (USA), July 21st, 2016 / LJournal – San Francisco – USA, 2016. – P. 38–42.

### References

1. **Shenets, L. V.** Status and prospects of using fuel and energy resources in the Republic of Belarus / L. V. Shenets, I. V. Voitov, M. A. Gatikh, V. A. Fisherman // News of science and technology. – 2010. – No. 3.
2. **Voitov, I. V.** Scientific-analytical approaches to assessing the state and improving the efficiency of technological processes of innovative production / I. V. Voitov, M. A. Gatikh, V. A. Fisherman // Bulletin of BSU. – 2009. – No. 1. – S. 100–106.
3. **Rybak, V. A.** Analytical review of decision support technologies / V. A. Rybak, A. Shokr // System Analysis and Applied Informatics.-2016.- No. 3.- P. 65–70.
4. **Rybak, V. A.** Scientific and methodical foundations and software tools for automating the assessment and analysis of parameters of promising ecologically safe technologies / VA Rybak, Ahmad Shokr, AD Grib. – Minsk: RIVSH, 2017. – 264 p.
5. **Voitov, I. V.** Scientific and innovative method of assessment and optimization of management of environmental and economic efficiency of rational nature management / I. V. Voitov, M. A. Gatikh, VA Rybak // Bulletin of the PGU. – 2008. – No6. – P. 129–138.
6. **Automated system** of formation and management of cadastral information on the state and use of natural resources of the Republic of Belarus (AIS «Cadastres») / M. A. Gatikh [and others] // Natural Resources. – 2006. – № 4. – P. 25–31.
7. **Voitov, I. V.** Scientific and innovative method of assessment and optimization of management of environmental and economic efficiency of rational nature management / I. V. Voitov, M. A. Gatikh, VA Rybak // Bulletin of the PGU.-2008. – ? 6. – P. 129–138.
8. **Gatikh, M. A.** Scientific and methodological recommendations for solving problems of analysis, assessment and management of environmental quality / M. Gatikh [and others]. – Mn.: «BelNIC» Ecology», 2005. – 40 p.
9. **Rybak, V. A.** Methods of decision making in ecology / B. A. Fisherman. – Saarbrücken: Lap Lambert Academic Publishing, 2014. – 376 p.
10. **Rybak, V. A.** System of decision support in the field of management of environmental parameters of industrial projects / V. A. Rybak, A. Shokr, Scientific achievements of the third millennium: Collection of scientific papers on materials International Scientific Conference, San Francisco (USA), July 21st, 2016 / LJournal-San Francisco-USA, 2016. – P. 38–42.

Поступила  
24.05.2017

После доработки  
06.06.2017

Принята к печати  
10.09.2017

*Rybak V. A., Chokr Ahmad*

## AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF CONTROL OF AVAILABILITY AND USING OF NATURAL RESOURCES

*Belarusian National Technical University*

*The purpose of this work is to create an automated system for recording the availability and use of natural resources in the Republic of Belarus. To achieve this goal, the following main tasks were solved: to conduct an analytical review of similar information systems, to highlight their advantages and disadvantages, to develop a new improved version of the system, taking into account previous experience of use, to test the received tool for assessing the environmental friendliness of nature-intensive production and technology. The article provides an analytical review of modern software tools for automation of accounting and rational use of natural resources. It is shown that their application is not possible for a qualitative solution of urgent problems in our country. Three versions of the automated system designed for collecting, storing, processing and presenting subject data on the availability and use of natural resources are consistently described. Comparative analysis with existing analogs is carried out. The distinctive features and advantages of the proposed solution are indicated. With the use of the developed system, the nature of projects in the State Program for Innovative Development of the Republic of Belarus for 20011–2015 was evaluated. The Ministry of Energy is pointed as the state customer of the most resource-intensive use projects and technologies. Thus, it is shown that the proposed automated information system for recording the availability and use of natural resources makes it possible to collect, store, analyze and display the subject information, and is an actual basis for supporting the adoption of management decisions in the field of natural resources management and environmental protection. The obtained results were used by the State Committee for Science and Technology for the evaluation of projects as part of the State Program of Innovative Development of the Republic of Belarus for 2011–2015 for the sake of natural resources cost-effectiveness.*

**Keywords:** *natural resources, cadastres, automated system, innovative production*



**Рыбак Виктор Александрович**

Ул. П. Бровки 14, 120, Минск 220013, Беларусь

Тел. +375 29 677 43 38; БНТУ, доцент кафедры «Информационных систем и технологий», кандидат технических наук

**Rybak V. A.** Research interests: decision support systems including artificial intelligence. E-mail: 6774338@tut.by



**Шокр Ахмад**

Ул. Ф. Скорины 25/3, учебный корпус 20, Минск 220114, Беларусь БНТУ, аспирант кафедры «Информационных систем и технологий»

**Shokr Ahmad.** Research interests: decision support system for industrial projects