УДК 004.9:622.012.2

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСКОГО И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА РУДНИКАХ ОАО «БЕЛАРУСЬКАЛИЙ»

В. Э. ЗЕЙТЦ,
главный маркшейдер,
ОАО «Беларуськалий», Солигорск, Беларусь

М. А. ЖУРАВКОВ,
зав. кафедрой

С. С. ХВЕСЕНЯ,
зав. лабораторией,
s.hvesenya@gmail.com

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Описаны этапы разработки и внедрения информационных систем геолого-маркшейдерского и инженерно-технического сопровождения горных работ на рудниках ОАО «Беларуськалий». Рассмотрены общие концептуальные подходы при проектировании и создании корпоративной информационной системы. Приведено описание текущего состояния системы, показаны элементы, находящиеся в стадии разработки, обозначены перспективные направления развития.

Ключевые слова: *горные работы, геолого-маркшейдерское и инженерно-техническое сопровождение, информационные системы, разработка и внедрение, направления развития.*

DOI: *10.17580/gzh.2018.08.07*

Введение

В ОАО «Беларуськалий» уделяется большое внимание работам, связанным с автоматизацией и компьютеризацией процессов проектирования и инженерно-технического сопровождения горных работ. Исследования в этом направлении выполняются достаточно давно и системно. Однако наиболее активно и масштабно внедрение информационных технологий в практику работы инженерно-технического персонала началось с распространением персональных вычислительных машин в 1990-х годах.

Следует отметить разработку и внедрение автоматизированных рабочих мест (АРМ) специалистов, которые имели своей целью автоматизацию определенных функций и решение некоторого набора задач, присутствующих в работе специалистов различных служб горного предприятия [1–3].

Очередной этап связан с переходом на качественно новый уровень и определяется системным подходом к разработке общих автоматизированных систем и комплексов для специалистов различных служб (геологов, маркшейдеров, проектировщиков и др.). Важным моментом при этом является использование специалистами различных служб и подразделений общих баз данных исходной горно-геологической и горнотехнической информации [4, 5].

Информационные системы геолого-маркшейдерского и инженерно-технического сопровождения горных работ

В связи со спецификой функционирования горного предприятия весьма актуальной при построении и работе с базами данных была разработка технологий с графической информацией [6–9]. Время показало, что правильным направлением развития явилось ориентирование на разработку и создание общей концепции крупной информационной системы, которая, в свою очередь, включает различные подсистемы и комплексы в качестве элементов общей системы, а не как отдельные обособленные элементы [5, 7, 9, 10–19].

Одним из определяющих факторов успешного функционирования общей системы является формирование глобального единого информационного пространства региона (предприятия) с обеспечением многопользовательского доступа к нему. Это достигается построением региональной интегрированной модели месторождения. Таким образом, весьма важным при планировании и управлении подземными работами является наличие интегрированной информационной модели (ИИМ) месторождения и региона в целом. На основе ИИМ региона появляется возможность формирования общего информационного пространства региона – от земной поверхности до глубин ведения горных работ с обеспечением многопользовательского доступа к нему.

Интегрированная информационная модель месторождения аккумулирует в себе данные, описывающие месторождение с различных сторон. Так, геологическая часть модели месторожде-

© Зейтц В. Э., Журавков М. А., Хвесеня С. С., 2018

Рис. 1. Представление кадастровых участков

ния содержит в себе информацию, отображающую структурно-геологические, инженерно-геологические, гидрогеологические, геомеханические и другие характерные черты и особенности конкретного региона ведения подземных работ. Маркшейдерские данные позволяют отслеживать количественные и качественные изменения в топологии модели месторождения. Маркшейдерская и геодезическая информация служит базисом для создания ИИМ, отражая динамику изменения геометрии шахтного поля и рельефа земной поверхности. Цифровые технологические модели отображают качественное состояние месторождения с позиций инженерно-технического сооружения. Необходимой частью в общей интегрированной модели месторождения являются модули с информацией, описывающей геомеханическое состояние породного массива.

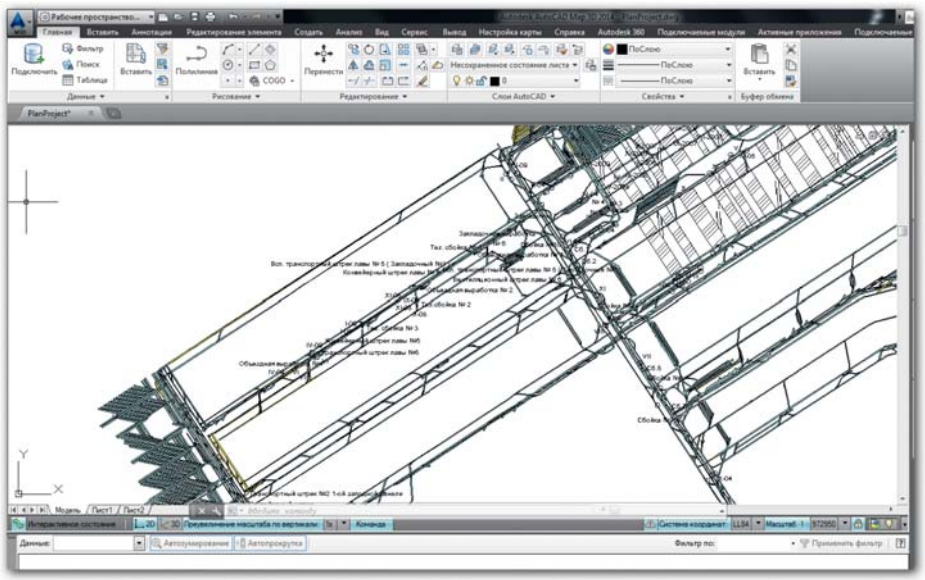

Рис. 2. Представление планов горных работ в CAD-системе

Необходимо отметить, что конечный результат работы многих комплексов и подсистем – цифровые компьютерные карты со специальной информацией, которые являются дополнительными слоями к ИИМ. Например, карты оседаний земной поверхности, используя которые можно построить новый рельеф поверхности. Также карты распределения напряжений в породной толще существенным образом помогают в проектировании горных работ и решении целого ряда специальных задач.

Интегрированная информационная модель региона (месторождения) в совокупности со специальным программным обеспечением составляют *информационное ядро* общей корпоративной автоматизированной системы. Информационное ядро разрабатывают, базируясь на идеологии и концепции современных ГИС- и САПР-технологий. На базе интегрированной информационной модели региона (месторождения) с использованием специализированного программного обеспечения, исходя из запросов пользователей и конечных целей исследования, строят различные проекты.

На сегодня корпоративная компьютерная система геолого-маркшейдерского сопровождения и проектирования горных работ внедрена и эксплуатируется во всех рудоуправлениях ОАО «Беларуськалий». В корпоративной системе работают маркшейдерские и геологические отделы рудников, бюро проектирования, горные участки рудников, отдел главного геолога и главного

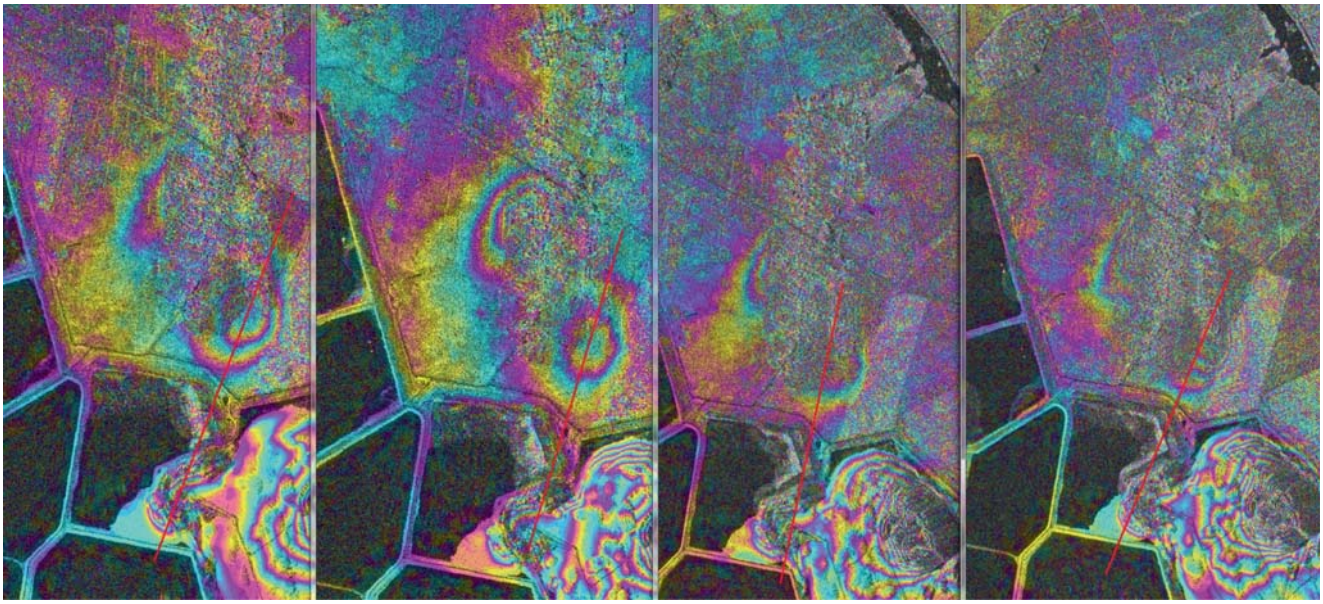

Рис. 3. Представление результатов спутниковой интерферометрии

маркшейдера акционерного общества, главные специалисты. Благодаря этому достигнут высокий уровень автоматизации процессов проектирования и сопровождения горных работ. Накопленный опыт будет использован и на новой строящейся площадке ОАО «Беларуськалий» – Петриковском месторождении калийных солей.

Наличие актуальной, в режиме реального времени информации о ведении горных работ существенно повышает скорость принятия управленческих решений, обеспечивая высокую степень интеграции и взаимодействия между отделами, работающими в единой информационной системе.

Корпоративные базы данных и проекты горно-геологической информационной системы (ГГИС) являются неотъемлемой частью и основой создаваемых геологических, геомеханических и целого ряда сопряженных локальных и региональных моделей, обеспечивая взаимную интеграцию и непрерывную связь принимаемых проектных решений с безусловным выполнением требований безопасного ведения горных работ.

Следует отметить, что корпоративная компьютерная система геолого-маркшейдерского сопровождения и проектирования горных работ ОАО «Беларуськалий» является динамичной и постоянно развивающейся. В текущих и планируемых работах выделяются несколько направлений.

Во-первых, постоянные актуализация, алгоритмизация и дополнение имеющихся модулей системы в соответствии с обновляющимися нормативными документами, системами представления выводимой информации и др.

Во-вторых, максимальное вовлечение и интеграция в систему новой горно-геологической и иной информации по целому ряду направлений (вентиляция, кадастр, энерго- и электрохозяйство и др.). Пример визуализации информационной (геометрической и атрибутивной) основы по кадастровым участкам показан на **рис. 1**.

В-третьих, интеграция с современными CAD-системами, преимущественно продуктами семейства AutoCAD (Map3D, Civil и др.) для согласованной совместной работы специалистов в корпоративной системе и используемых сторонних приложениях. Пример интегрированных планов горных работ в CAD-системе показан на **рис. 2**.

В-четвертых, активное развитие мобильных технологий в последние 5–10 лет, что вывело портативные мобильные устройства на новый качественный уровень. Это, в свою очередь, открывает возможности для создания прикладных мобильных приложений для работы в шахтных и полевых условиях. Последние позволяют полноценно использовать графику и прикладную функциональность, необходимые специалисту. Безусловно, разработка комплексного корпоративного мобильного приложения является перспективной и востребованной.

В-пятых, системная интеграция и интерактивное использование данных спутниковой интерферометрии как в корпоративной информационной системе сопровождения горных работ, так и в региональной системе сопряженного геомониторинга безопасного ведения горных работ. Это направление также является достаточно перспективным [20]. Подобные технологии позволяют отслеживать территориально крупные участки в интерактивном режиме и являются важной компонентой системы регионального геомониторинга безопасного ведения горных работ. Пример представления результатов спутниковой интерферометрии показан на **рис. 3**.

Заключение

Эффект от использования разработанных и внедренных информационных систем геолого-маркшейдерского и инженерно-

технического сопровождения горных работ на рудниках ОАО «Беларуськалий» показывает правильность принятых ранее и принимаемых в настоящее время руководством акционерного общества стратегических решений в этом направлении. На сегодняшний день предприятие обладает мощным корпоративными хранилищем информации и комплексом инструментов автоматизации планирования и ведения горных работ, которые полностью соответствуют современным тенденциям в ИТ-индустрии и являются, безусловно, необходимыми в современном информационном мире.

Библиографический список

1. *Видякин В. В., Журавков М.А., Коновалов О. Л.* и др. ГИС-технологии при добыче полезных ископаемых. Специализированная корпоративная геоинформационная система MapManager / под общ. ред. М. А. Журавкова. – Минск, 2004. – 208 с.
2. *Журавков М. А., Смычник А. Д.* Проектирование геомониторинговых систем для регионов крупномасштабного освоения подземного пространства. – Минск : БелАБЖ, 1997. – 189 с.
3. *Опарин В. Н.* Методологические основы построения многослойных мониторинговых систем геомеханико-геодинамической безопасности для горнодобывающих районов в тектонически активных зонах // Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающей промышленности : матер. 6-й Междунар. науч.-практ. конференции, 9–11 сентября 2013г. Алматы, 2013.
4. *Бычков И. В., Владимиров Д. Я., Опарин В. Н., Потапов В. П., Шокин Ю. И.* Горная информатика и проблема «больших данных» в построении комплексных мониторинговых систем безопасности недропользования // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2016. № 6. С. 163–179.
5. *Schutt R., O'Neil C.* Doing DataScience. O'Reilly Media, 2014. – 375 p.
6. *Бурмин Л. Н., Степанов Ю. А.* Формирование пространственно-атрибутивных данных для объектов горнотехнических систем // Геоинформатика. 2016. № 4. С. 36–40.
7. *Zaki M. J., Vagner M. Jr.* Data Mining and analysis. Fundamental Concepts and Algorithm. – New York : Cambridge University Press, 2014. – 607 p.
8. *Николаев В. Г.* Геоинформационная платформа «Единое информационное пространство геоданных» для создания комплексных региональных систем // Геоматика. – 2015. № 1. С. 81–88.
9. *McCormick K., Abbott D., Brown M. S., Khabaza T., Mutchler S. R.* IBM SPSS Modeler Cookbook. Birmingham : Mumbai Packt Publishing , 2013. – 360 p.
10. *Журкин И. Г., Шайтура С. В.* Геоинформационные системы – М. : КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272 с.
11. *Anderson C.* Creating a Data-Driven organization: Practical Advice from the Trenches. O'Reilly Media, 2015. – 302 p.
12. *Блискавицкий А. А.* Концептуальные основы создания и развития геоинформационных систем фондов геологической информации // Геоинформатика. 2016. № 1. С. 9–21. ГЖ

«GORNYI ZHURNAL», 2018, № 8, pp. 54–57
DOI: 10.17580/gzh.2018.08.07

Development and introduction of information systems for geological surveying, engineering and technical support of mining operations at Belaruskali

Information about authors
V. E. Zeits[1], Chief Surveyor
M. A. Zhuravkov[2], Head of Chair
S. S. Khvesenya[2], Head of Laboratory, s.hvesenya@gmail.com

[1] Belaruskali, Soligorsk, Belarus
[2] Belarusian State University, Minsk, Belarus

Abstract
Belaruskali pays much attention to automation and computation of mine planning and design, as well as to engineering and technical support of mining. The recent practice has proved efficiency of newly developed and introduced information systems meant for geological surveying, engineering and technical support of mining operations, which is reflective of the correct decision-making by the company management.
One of the determinants of general successful performance is formation of united information space at the level of a region (or a mine) with the multiuser access. An example of such system is a regional integrated model of a mineral deposit. It is very important to possess an integrated information model (IIM) of a deposit and a region as a whole for planning and management of underground mining. The regional IIM enables generation of a regional information space, from the ground surface down to the mining depth, accessible by multiple users.
This article focuses on general conceptual approaches to design and creation of the corporate information system. The current state of the system is described, its elements under developed are presented, and the trends of the future research are identified.
At the present day, Belaruskali holds a high-capacity corporate information storage and a set of instrumentation for planning and implementation of mining operations, which totally comply with the modern tendencies in the IT industry.

Keywords: mining operations, geological surveying, engineering and technical support, information systems, development and introduction, development trends.

References

1. Vidyakin V. V., Zhuravkov M. A., Konovalov O. L. et al. GIS Technologies in Mineral Mining. Dedicated Corporate Geoinformation System MapManager. Minsk, 2004. 208 p.
2. Zhuravkov M. A., Smychnin A. D. Geomonitoring System Engineering for Large-Sale Underground Mining Regions. Minsk : BelABZh, 1997. 189 p.
3. Oparin V. N. Methodological framework for engineering systems of multi-layered monitoring of geomechanical and geodynamic safety for mining regions with tectonic activity. *Problems and Innovative development in Mining Industry: VI International Scientific–Practical Conference Proceedings.* Almaty, 2013.
4. Bychkov I. V., Vladimirov D. Ya. Oparin V. N., Potapov V. P., Shokin Yu. I. Mining information science and Big Data concept for integrated safety monitoring in subsoil management. *Journal of Mining Science.* 2016. Vol. 52, No. 6. pp. 1195–1209.
5. Schutt R., O'Neil C. Doing DataScience. O'Reilly Media, 2014. 375 p.
6. Burmin L. N., Stepanov Yu. A. Generation of spatial and attribute information for objects of mine-technical systems. *Geoinformatika.* 2016. No. 4. pp. 36–40.
7. Zaki M. J., Vagner M. Jr. Data Mining and Analysis. Fundamental Concepts and Algorithm. New York : Cambridge University Press, 2014. 607 p.
8. Nikolaev V. G. Geoinformation platform Uniform Information Space of GeoData for generation of integrated regional systems. *Geomatika.* 2015. No. 1. pp. 81–88.
9. McCormick K., Abbott D., Brown M. S., Khabaza T., Mutchler S. R. IBM SPSS Modeler Cookbook. Birmingham : Mumbai Packt Publishing, 2013. 360 p.
10. Zhurkin I. G., Shaitura S. V. Geoinformation Systems. Moscow : KUDITS-PRESS, 2009. 272 p.
11. Anderson C. Creating a Data-Driven organization: Practical Advice from the Trenches. O'Reilly Media, 2015. 302 p.
12. Bliskavitsky A. A. Conceptual framework for engineering and expansion of geological information systems. *Geoinformatika.* 2016. No. 1. pp. 9–21.