

УДК 622

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Смирнова А. Д., аспирант группы ГМа-211, III курс

Калабухов Д. М., студент гр. ПГс-201, IV курс

Трофимов М. В., студент гр. ПГс-201, IV курс

Научный руководитель: Михайлова Т. В., к.т.н., доцент,

заведующий кафедрой маркшейдерского дела и геологии

Кузбасский Государственный технический университет

имени Т. Ф. Горбачева

г. Кемерово

Согласно ежегодному статистическому обзору мировой энергетики, в 2022 году показатели мировой добычи и потребления угля продолжили расти, увеличившись на 7% и 0,6% соответственно по сравнению с 2021 годом [1]. Эти данные подтверждают значимость угля в качестве энергетического ресурса, что отражается в достижении максимальных значений потребления угля впервые с 2014 года. Россия является одним из лидеров мирового угледобывающего сектора как по запасам, так и по объемам добычи. Около 50% добываемого угля в России приходится на Кузнецкий угольный бассейн, балансовые запасы которого превышают 100 млрд т (рисунок 1) [2].

Современное угледобывающее предприятие не может обеспечить высокие показатели объемов добычи без внедрения горно-геологических информационных систем (ГГИС). Эти системы обеспечивают оптимизацию всех видов деятельности, включая разведку и подсчет запасов, проектирование и планирование отработки, а также рекультивацию нарушенных земель. От уровня их внедрения зависят не только получаемые результаты, но и безопасность ведения горных работ и себестоимость процесса извлечения [2].

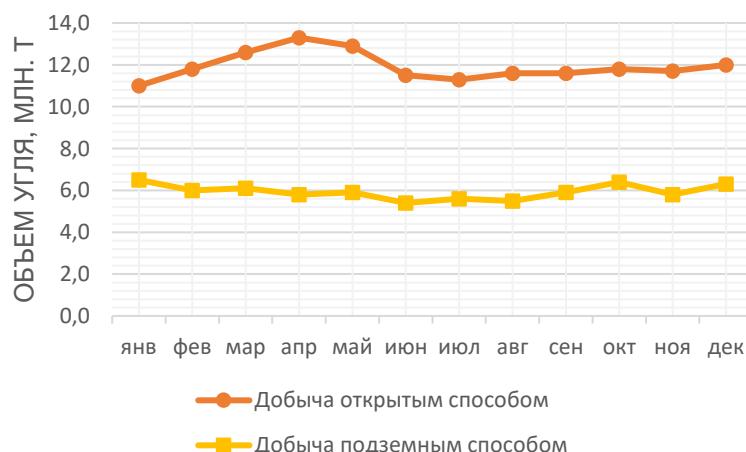


Рисунок 1. Итоги работы угольных предприятий Кузбасса за 2023 год [2]

В рамках реализации стратегии цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года повышение эффективности производства с использованием технологий информационного моделирования является необходимым для долгосрочного и устойчивого развития страны [4]. Данное исследование нацелено на обоснование актуальности внедрения отечественных ГГИС на угледобывающие предприятия Кузбасса, а также на анализ преимуществ и особенностей существующих отечественных разработок в этой области.

Современные ГГИС обладают уникальной особенностью интегрировать различные компоненты системы в единую платформу. Это позволило стандартизировать подход к обработке и хранению данных, что, в свою очередь, обеспечивает гибкость функциональных возможностей геоинформационных систем. Такая гибкость позволяет применять их на всех этапах работ по освоению угольных месторождений и автоматизировать процесс угледобычи. Создание объемных цифровых моделей угольных пластов и вмещающих пород осуществляется с использованием встроенных инструментов и команд, а их отображение в трехмерном пространстве позволяет судить о размерах, пространственном положении, а также физико-механических и качественных характеристиках объектов.

Внедрение геоинформационных систем начинается со службы главного геолога. Специалисты собирают и систематизируют данные об участке угольного месторождения, внося их в систему программы. В единую базу данных заносится вся имеющаяся информация результатов геологической разведки и геофизических исследований. Затем ГГИС-специалист строит блочные и каркасные модели месторождения, обеспечивая достоверность интерпретации полученных данных о геометрии и качестве полезного ископаемого. По итогу всех этапов моделирования и визуализации целевого объекта специалисты анализируют изменчивость состава и строения угольных пластов, а также влияние разломов в целях оптимизации проектирования и планирования отработки.

Несмотря на широкое использование цифровых технологий многими угледобывающими предприятиями, применение ГГИС отечественного производства до сих пор остается недостаточно распространенным. В настоящее время на рынке ИТ-решений для горной добычи продолжают доминировать системы, разработанные за рубежом, доля которых на российском рынке составляет более 90% [5]. Однако, их использование может повлечь за собой несанкционированный доступ и утечку стратегически важной информации. Более того, зависимость от иностранных компаний может привести к непредвиденным сбоям и снижению эффективности работы предприятия из-за прекращения действия лицензионного договора по инициативе лицензиара. В связи с этим решение задачи по замещению импортной продукции в горной отрасли требует активного развития и наполнения отечественных систем трехмерного моделирования таким образом, чтобы достичь сопоставимых функциональных возможностей с иностранными аналогами [6].

Главным преимуществом российских цифровых решений является соблюдение отечественно-правовых требований к методам получения и хранения геологической информации [7]. Кроме того, внедрение систем отечественного производства способствует сокращению финансовых затрат, связанных с приобретением лицензий и обновлением иностранного программного обеспечения. Это позволит перераспределить сэкономленные средства на повышение квалификации сотрудников и специалистов по работе в программе, что в свою очередь повысит производительность и эффективность работы предприятия.

Представителями российской ИТ-среды, удерживающими остаточную долю на рынке в несколько процентов, являются ГГИС Геомикс, Mineframe и tNavigator. Все они обладают геологическим модулем, предназначенным для решения практических задач разведки. Этот модуль включает в себя сбор данных из различных источников, их интеграцию и создание геологической модели в трехмерном пространстве. Такой подход позволяет осуществлять более рациональный выбор мест бурения устьев геологоразведочных скважин. Кроме того, существующие российские ГГИС обеспечивают возможность оценки качества и подсчета запасов полезного ископаемого, что является важным для определения экономической целесообразности добычи.

Особенностью ГГИС Геомикс является уникальная технология моделирования взрывного разрушения горных пород. Данная технология позволяет учитывать большое количество природных и техногенных факторов, действующих на процесс взрыва, что решает ключевые задачи горного производства. В числе таких задач: прогнозирование возможных аварийных ситуаций по результатам взрывных работ; повышение эффективности и полноты извлечения полезного ископаемого [8].

В последние годы ГГИС Mineframe находит всё более широкое применение на горнодобывающих предприятиях России. Это связано с гибкостью системы к требованиям заказчиков по разработке специализированных инструментов. Разрабатываемые инструменты используются индивидуально, под нужды конкретного предприятия [9]. Одним из перспективных направлений развития ГГИС Mineframe является создание цифровой платформы [10]. Данная платформа обеспечит доступ к функционалу системы через открытые интерфейсы передачи данных. Другими словами, благодаря платформе станет возможно интегрировать цифровые инструменты, разрабатываемые сторонними разработчиками. Такой подход способствует увеличению функциональных возможностей ГГИС и расширению ее использования в различных областях горной промышленности.

Ещё одним из отечественных представителей цифровых решений для горнодобывающего сектора выступает программное обеспечение tNavigator, которое до недавнего времени специализировалось только на нефтегазовых месторождениях. Программный комплекс tNavigator содержит Geology Designer с инструментами оценки неопределенности и экономической оптимизации, разработанный для обеспечения уверенности при проведении геологоразведочных работ [11]. Инструментарий для решения оптимизационных задач в tNavigator

позволяет включать в модель косвенную информацию, которая не может быть включена напрямую с использованием традиционных средств, что значительно повышает точность и достоверность результатов оценки ресурсов и оптимизации процессов добычи. Более того, в системе возможно многовариантное автоматизированное выделение доменов и геологических тел методом Amazonas, предназначенный для многовариантного автоматизированного выделения доменов и геологических тел. Он основан на алгоритмах машинного обучения и корректно работает даже в условиях статистической нестационарности, когда традиционные геостатистические методы неприменимы. Также, впервые в мировой практике реализован полный инструментарий проверки статистической стационарности, позволяющий определить, применим ли в данном конкретном случае геостатистический подход или нет.

Помимо характерных преимуществ и отличительных особенностей, на сегодняшний день существуют недоработки прикладного функционала отечественных решений. Одной из главных причин отставания базового и прикладного функционала отечественных систем от иностранных аналогов стала концентрация российских исследователей и разработчиков на адаптации импортных программных продуктов к условиям конкретных предприятий. Это сказывается на прогрессе научных исследований, ориентированных на развитие цифровых технологий и информационных систем для горнодобывающей отрасли. В условиях открытого глобального рынка было необходимо создавать свои эффективные алгоритмы и цифровые инструменты для поддержания конкурентоспособности и достижения цифровой независимости.

Таким образом, проведенное исследование подтвердило актуальность внедрения отечественных ГГИС в угледобывающий сектор. В результате анализа преимуществ и особенностей существующих отечественных разработок в области геоинформационных систем была выявлена острая необходимость развития и совершенствования их базового и прикладного функционала. Это необходимо для достижения технологического суверенитета и решения проблемы импортозависимости от зарубежных программных решений, и внедрение отечественных систем трехмерного моделирования на угледобывающие предприятия Кузбасса станет важным шагом в этом направлении.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2024-082-2).

Список литературы:

1. Statistical review of world energy. – UK, London: Energy Institute, 2023. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.energyinst.org/statistical-review> (дата обращения: 04.03.2024).
2. Министерство угольной промышленности Кузбасса [Электронный ресурс]. – URL: <https://mupk42.ru/ru/> (дата обращения: 04.03.2024).
3. Наговицын О. В. Развитие ГГИС в современных реалиях российской горнодобывающей отрасли // Тезисы докладов Всероссийской научно-

- технической конференции: цифровые технологии в горном деле. – 2023. – №5. – С. 36–37. DOI: 10.37614/978.5.91137.491.4.
4. Стратегическое направление в области цифровой трансформации топливно-энергетического комплекса до 2030 года. – Москва: Правительство Российской Федерации, 2024.
5. Лукичев С. В. Цифровые горные технологии – импортозамещение и технологическая независимость / С. В. Лукичев // Горная промышленность. – 2023. – № 5S. – С. 04–09. DOI: <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-5S-04-09>.
6. Пороховский А. А., Тищенко С. В. Влияние санкций на экономику IT-сфера России // Вестник северо-кавказского федерального университета. – 2023. – Т. 97. – № 4 (97). – С. 92–101. DOI: 10.37493/2307-907X.2023.4.9.
7. Морозова Т. П. Перспективы применения в горной промышленности Российских систем цифрового проектирования: ГИС "ГЕОМИКС" и MINEFRAME / Т. П. Морозова // Инновации и инвестиции. – 2022. – № 5. – С. 132–135.
8. ГЕОМИКС: IT-решения для горного производства [Электронный ресурс]. – URL: <https://geomix.ru/> (дата обращения: 02.12.2023).
9. MINEFRAME: Цифровые решения для геологии, маркшейдерии, проектирования и планирования горных работ [Электронный ресурс]. – URL: <http://mineframe.ru/> (дата обращения: 02.12.2023).
10. Наговицын О. В. Развитие горно-геологической информационной системы в современных реалиях российской горнодобывающей отрасли / О. В. Наговицын // Горная промышленность. – 2023. – № 5S. – С. 35–40. DOI: <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-5S-35-40>.
11. RFD: tNavigator [Электронный ресурс]. URL: <https://rfdyn.com/> (дата обращения: 28.03.2024).