

гульованого привода дозволяє також поставити і вирішити задачу оптимального керування конвеєрами.

Наявність пружних механічних зв'язків створює сприятливі умови для виникнення коливань, що збільшує динамічні навантаження робочого обладнання, призводить до коливальних процесів у електричній частині (моменту і струму двигунів) не дивлячись на попередню оптимізацію системи. Пружна механічна ланка у системі збільшує статичну похибку, а наявність в'язкого тертя - збільшує швидкісну похибку. ©©©Список літератури

1. **Ключев В.И., Терехов В.М.** Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов / Учебник для вузов/ **Ключев В.И., Терехов В.М.** // - М.: Энергия, 1980. - 360 с.;
2. **Онищенко Г.Б., Юньков М.Г.** Электрический привод турбомеханизмов/ **Онищенко Г.Б., Юньков М.Г.** - М.: Энергия, 1972. - 270 с.
3. **Католиков В.Е., Димкель А.Д., Седуниин А.М.** Автоматизированный электропривод подъемных установок глубоких шахт/ **Католиков В.Е., Димкель А.Д., Седуниин А.М.** - М.: Недра, 1983. - 270 с.
4. **Азарян А.А., Кривенко Ю.Ю., Кучер В.Г.** Автоматизация первой стадии измельчения, классификации и магнитной сепарации – реальный путь повышения эффективности обогащения железных руд

Рукопис подано до редакції 11.02.14

УДК 623.272

РОМАНЕНКО А.В., д-р техн. наук, ГП «ГПИ «Кривбасспроект»,
ПЛОТНИКОВ В.Ф., ГП «ГПИ «Кривбасспроект»,
НАЗАРЕНКО М.В., д-р техн. наук, НИИБТГ Криворожский национальный университет

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ГП «ГПИ «КРИВБАССПРОЕКТ»

В статье изложены основные проблемы и особенности использования автоматизированных систем проектирования в проектных организациях. Рассматриваются основные этапы при создании и эксплуатации комплексной САПР в ГП «ГПИ «Кривбасспроект» на базе геоинформационной системы K-MINE.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Необходимым условием конкурентоспособности предприятий в современных условиях является внедрение информационных технологий на всех этапах конструирования, производства и эксплуатации высокотехнологичной продукции. Данное положение справедливо и для проектных организаций, выполняющих проектирование промышленных и гражданских объектов.

Современный рынок проектных работ уже давно не рассматривается без применения информационных технологий и компьютерных программ. Заказчики услуг всё чаще обращают внимание не только на стоимость проекта, но и на техническую оснащенность организации, ее способность в сжатые сроки выпустить качественный проект. Эти обстоятельства вынуждают проектные организации повышать уровень технического оснащения и использовать новейшие достижения программного обеспечения для автоматизации процессов проектирования.

Целью данной статьи является обоснование использования геоинформационных и горно-геологических систем для выполнения проектов в ГП «ГПИ «Кривбасспроект», а также представление основных решений по созданию комплексной системы автоматизированного проектирования.

Изложение материала и результаты. Многие проектные организации уже используют средства автоматизированного проектирования, но зачастую неполное обоснование регламентов и стандартов работы с электронными данными не приносят ощутимого роста эффективности труда. Использование значительного количества работоспособных САПР, не связанных в единую технологическую цепочку проектирования, не обеспечивает желаемого результата. Нерегламентированные и нестандартизированные интерфейсы передачи информации между рабочими местами сводят на нет все преимущества автоматизации. Плодятся копии электронных файлов, сохраненных в разнообразных форматах, происходит несогласованное изменение данных, к тому же еще и автоматизированное. Кроме этого значительное время тратится на приведение и согласование данных, получаемых от различных систем проектирования, к единому формату.

В стандартный пакет услуг, предоставляемых разработчиками и поставщиками программного обеспечения (ПО) для проектирования, содержит: поставку ПО, развертывание системы, обучение пользователей и техническая поддержка ПО. Данный подход актуален для решения локальных задач на рабочих местах, но явно недостаточен для комплексных, многостадийных проектов. Автоматизация проектирования должна поддерживать потребности максимального количества проектных специальностей, а также обеспечивать единое информационное пространство и корректный информационный обмен между рабочими местами различного назначения. Только эти факторы позволяют существенно повысить качество выпускаемой проектной документации, снижают риски ошибок, позволяют сократить сроки проектирования и тем самым обеспечивают необходимую эффективность инвестиций в программное обеспечение.

С подобными проблемами сталкиваются большинство проектных организаций, в том числе и ГП «ГПИ «Кривбасспроект». Именно понимание проблематики вопроса заставляет коллектив предприятия искать новые пути совершенствования процессов проектных работ. Одним из таких решений является создание комплексной системы автоматизированного проектирования на базе геоинформационной системы K-MINE.

Решающим фактором в данном вопросе является создание единой информационной среды. Это позволяет организовать коллективную работу подразделений; обеспечивает многовариантность проектных решений; дает возможность контроля и управления информацией, обеспечивает ее надежность и сохранность; приводит к снижению ошибок, повышает производительность труда и конкурентоспособность предприятия. В данном случае также важно охватить весь цикл проектирования с существенным сокращением сроков и стоимости выполняемых работ, с повышением качества выпускаемой проектно-сметной документации. Основной эффект от внедрения достигается благодаря четкому управлению и планированию работы всех участников процесса проектирования.

Внедрение такого подхода в ГП «ГПИ «Кривбасспроект» на базе K-MINE обеспечивает: организацию работы всех участников процесса проектирования в едином информационном пространстве; повышение точности выполняемых проектов; ведение оперативного контроля и устранение ошибок и несоответствий в результатах работы специалистов разных отделов и групп; работу с трехмерными моделями объектов проектирования; использование в расчетах разнообразной семантической и фактографической информации, с привязкой ее к графическим объектам и примитивам; автоматизацию решения технологических задач различного назначения; контроль сроков выполнения проектов и загруженности отделов; подготовку документации в едином формате, в соответствии со стандартами и нормами.

Организация работ в едином информационном пространстве позволила повысить производительность труда специалистов и снизить риски от ошибок, вызванные многократным обменом данными между отделами в бумажном виде, их дальнейшим сканированием и оцифровкой, совмещением разнородных данных, получаемых из различных программных продуктов в различных форматах. Данные работы являются первым шагом к созданию единого информационного пространства и ключом к выполнению требований стандартов ISO.

Повышение точности выполняемых проектов, достигнуто за счет: корректного и правильного представления первичной информации, работы всех отделов и групп в едином координатном пространстве, использовании единых форматов данных. Повышение точности исходной информации ведет к снижению погрешности в расчетных задачах и повышению качества выполняемых работ.

Ведение оперативного контроля, устранение ошибок и несоответствий в результате работы специалистов разных отделов выполняется регулярно после завершения каждой стадии и этапа работ. Такой контроль оказался возможен только за счет использования единого массива данных. При работе в консолидированной системе специалисты при выполнении проектов учитывают результаты работ, которые выполняются параллельно в других отделах.

Использование в проектировании трехмерных моделей объектов (рис. 1) позволяет повысить точность расчетов и обеспечить визуализацию проектных решений в удобном и понятном виде для обеспечения наглядной проверки работ и демонстрации полученных результатов. При визуализации полученных результатов значительно упрощается процесс контроля и выявления несоответствий между результатами работ, выполняемых в различных отделах.

Использование в расчетах семантической информации с привязкой ее к графическим объ-

ектам и примитивам, позволяет автоматизировать и упростить значительное количество расчетных и статистических задач. Отпадает необходимость в многократном повторении операций по вводу семантических данных для одного и того же объекта специалистами разных отделов.

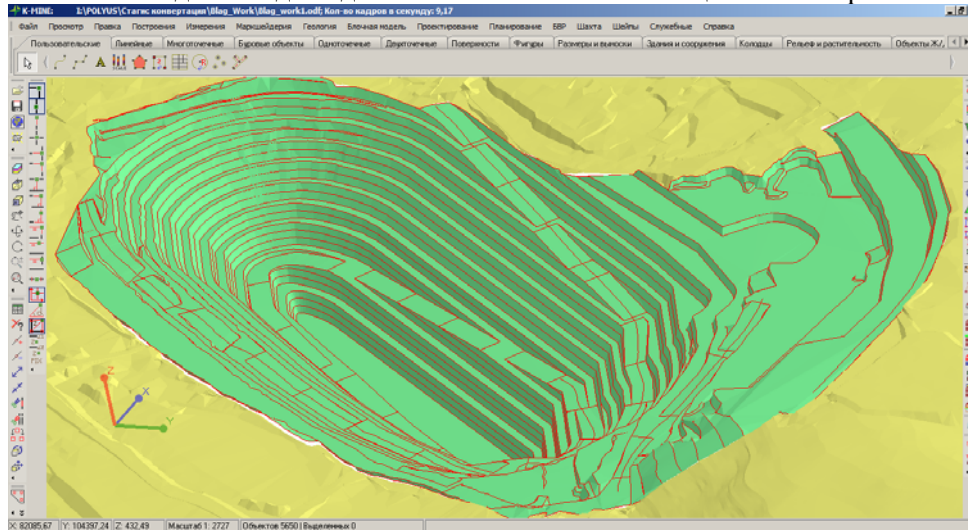


Рис. 1. Использование трехмерных моделей при проектировании горных работ

Автоматизация проектных расчетов, выполняемых в проектных отделах, достигается благодаря адаптации системы к специфике выполняемых задач. Структура K-MINE позволяет выполнять настройку программного интерфейса по запросу пользователей. Кроме того, система имеет ряд конфигураций, содержащие наборы процедур и функций для выполнения наиболее типовых и часто повторяющихся задач для различных групп специалистов и отделов проектной организации. На рис. 2 приведен пример использования данных консолидированной трехмерной горно-геологической модели объекта проектирования в расчетах количественных и качественных показателей руды и вмещающих пород при подготовке календарного плана отработки месторождения.

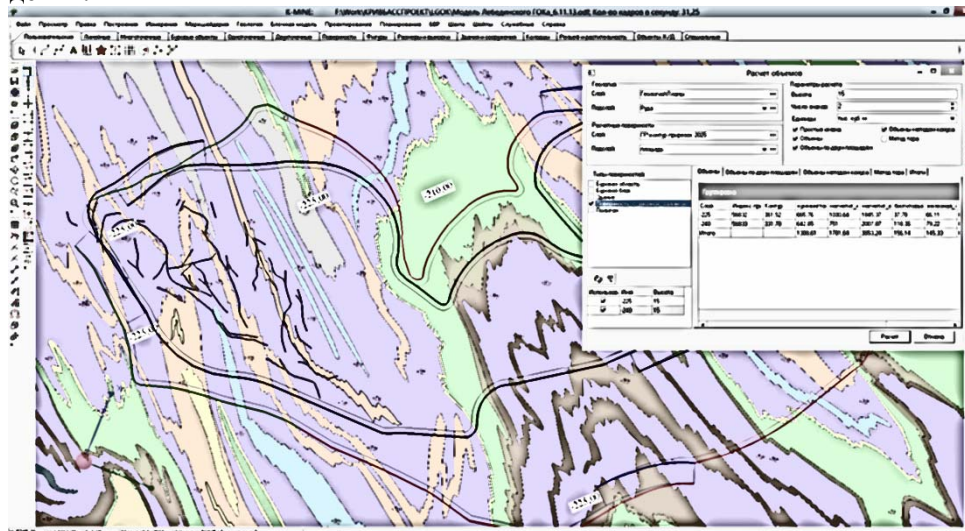


Рис. 2. Пример расчета объемов руды и пород вскрыши для горизонта карьера

Контроль сроков выполнения и загруженности отделов, выполняется в автоматизированном режиме. Оперативный анализ загруженности отделов, сотрудников и оптимального распределения текущих задач может быть выполнен оперативно, по запросу определенных лиц (руководитель группы или отдела, ГИП, главный инженер). Анализ накопленных данных предоставляет возможность временного планирования проектных работ института с учетом общей загруженности как отделов в целом, так и каждого из специалистов в отдельности.

Подготовка проектной документации в едином формате в соответствии со стандартами позволяет исключить ошибки в оформлении чертежной графической документации. При подготовке документов используются типовые шаблоны, которые могут быть дополнены и(или) изменены пользова-

телями и используются всеми участниками проекта. Комплексная автоматизированная система проектирования предусматривает установку серверной станции, которая используется для хранения интегрированной горно-геологической и конструкторской документации и обеспечивает взаимодействие специалистов-проектировщиков разных проектных отделов.

Процессы внедрения K-MINE в «Кривбасспроект» включают следующие этапы: обследование процессов по всем стадиям проектирования; концептуальные подходы и решения при выборе функциональности программных модулей, разработку перечня основных работ по внедрению системы; формализацию процессов выполнения работ; разработку концепции единого информационного пространства и средств ее реализации; обучение специалистов, в том числе правилам информационного обмена между группами и отделами; ввод системы в эксплуатацию; техническую поддержку и модернизацию системы.

На всех этапах внедрения системы большую роль сыграла ее опытно-промышленная эксплуатация. Эффективность использования системы проектирования на базе решений K-MINE была достигнута при обучении пользователей на реальных примерах.

Первичная информация об объекте проектирования, как правило, формируется на основе материалов, предоставляемых заказчиком. Чаще они представлены бумажными картами, планами, разрезами. Задачами создания первичных данных занимаются маркшейдерский отдел и геологическая группа горного отдела. Вся полученная информация обрабатывается, систематизируется, группируется. На ее основе создаются трехмерные модели горно-технических объектов (карьеры, отвалы, территории, элементы электронных карт промплощадок и генпланов проектируемых объектов, топографическая основа и пр.), рис. 3.

Созданные модели являются основой для выполнения всех последующих этапов проектирования.

Так, в случае выполнения горных проектов по отработке месторождений твердых полезных ископаемых открытым способом с применением K-MINE в «Кривбасспроект» решаются следующие группы задач.

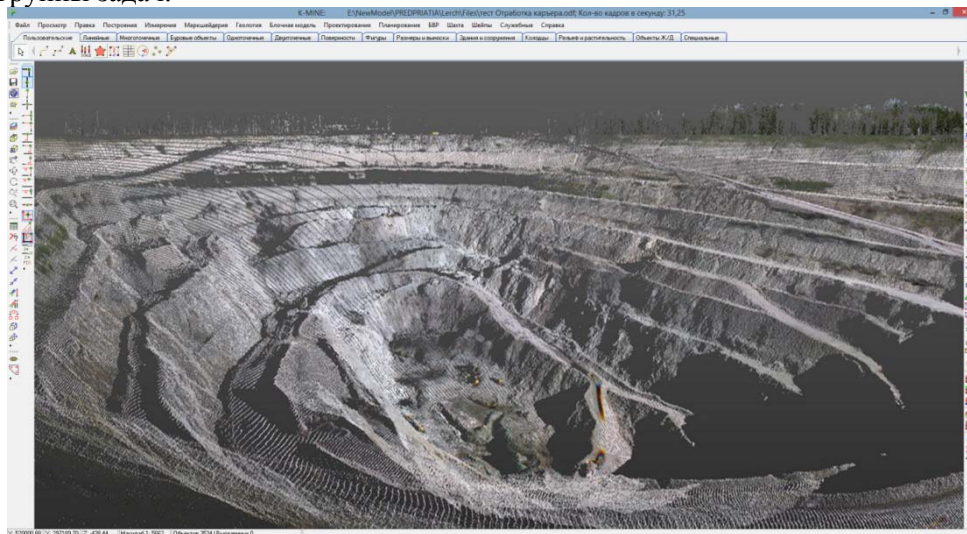


Рис. 3. Цифровая модель поверхности карьера, полученная в результате обработки данных лазерного сканирования

Горный отдел: подготовка первичной горно-геологической информации, трехмерное моделирование, оценка и подсчета запасов; определение конечных контуров карьера; выбор системы разработки; проведение горнокапитальных работ; формирование календарного плана добычных работ; формирование календарного плана вскрышных работ; формирование положения горных работ на конец отработки; формирование контуров отвалов.

Отдел экологии и охраны окружающей среды: разработка систем водоотлива и осушения; формирование календаря работ по рекультивации нарушенных земель.

Отдел транспорта и генплана: выбор системы транспортирования; разработка схем дорожного развития для конечного контура карьера и промежуточных положений при формировании календаря отработки (рис. 4); разработка проекта генплана предприятия и промплощадки; проектирование основных коммуникаций.

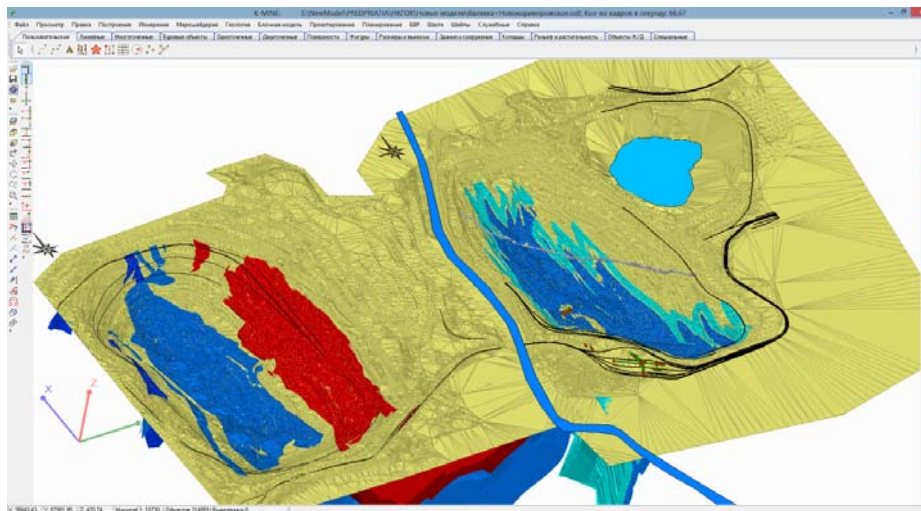


Рис. 4. Пример проектирования системы транспортных коммуникаций при развитии карьеров №2-бис и №3 ПАТ «АрселорМиттал Кривой Рог»

Также проводится подготовка и выпуск отчетной графической документации для всех отделов.

Выводы и направление дальнейших исследований. Применение ГИС K-MINE при проектировании объектов горнодобывающей промышленности различной сложности позволяет: отказаться проектировщикам от трудоемких горно-геометрических расчетов и построений; обеспечить безбумажную технологию при проектировании с момента изысканий до выпуска проекта; обеспечить многопользовательский режим проектирования в едином информационном пространстве; сэкономить время, ускорив процесс проектирования; осуществить многовариантное проектирование, планирование, прогнозирование и анализ ведения горных работ; повысить экономические и качественные показатели за счет: решения оптимизационных задач при определении конечных контуров отработки, повышения точности расчетов, упрощения процедуры подготовки и выпуска проектной документации; ускорить процессы согласования проектной документации с заказчиком и органами государственного контроля.

Основной эффект от внедрения комплексной системы автоматизированного проектирования в «Кривбаспроект» достигается благодаря четкому управлению, контролю и планированию работы всех участников процесса проектирования. Все это позволяет в кратчайшие сроки осуществлять выполнение реальных проектов с применением системы и получать максимальную прибыль от вложенных средств.

Список литературы

1. Назаренко В.М., Назаренко М.В., Хоменко С.А. Використання ГИС K-MINE для комплексного управління процесами ведення гірничих робіт на гірничих підприємствах // Геоінформатика. – 2006. – №2. – С. 90-95.
2. В.М. Назаренко, С.А. Хоменко, А.И. Купин. Современные информационные технологии для управления работой рудником горнообогатительного комбината // Разраб. рудн. месторожд., Кривий Ріг, 2002. – Вып. 77.
3. Использование геоинформационной системы K-MINE в различных сферах деятельности: сборник докладов научно-практического семинара «SVIT GIS-2010». – Кривой Рог, 2010. – 278 с.
4. Геоінформаційні технології в надрокористуванні (на прикладі ГИС K-MINE) / Г.І. Рудько, М.В. Назаренко, С.А. Хоменко, О.В. Нецький, І.А. Федорова. – К.: «Академпрес», 2011, – 336 с.
5. Кормен Т. Алгоритмы: Построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. – М.: МЦНМО, 2001, – 960 с.
6. Groshong R. H., Jr. 3D structural geology: a practical guide to surface and subsurface map interpretation / Groshong R. H., Jr. – Berlin: SpringerVerlag, 1999. – 324 p.
7. Joornei A.G. Geostatistical simulation; methods for exploration and mine planing / A.G. Joornei // Engineering and Mining Journal. – December. – 1979.
8. Давид М. Геостатистические методы при оценке запасов руд: пер. с англ. / М. Давид – Л.: «Недра», 1980, – 360 с.
9. Резниченко С.С. Математическое моделирование в горной промышленности / С.С. Резниченко. – М.: Недра, 1981. – 216 с.
10. Stuart N. J. Pit optimization using solid modelling and the Lerchs Grossman algorithm / N. J. Stuart // Int. J. Surface Mining & Recl. – 1992. – №6(1). – P. 19-30.
11. Dowd P.A., Onur A.H. Optimising open-pit design and sequencing : Proceedings of the 23rd APCOM / USA ; Colorado ; Littletonpub: Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc., 19