

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДООТЛИВНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ НА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ

Н.М. Назимков («Полтавский горно-обогатительный комбинат», Комсомольск, Украина)

В 2007 г. окончил факультет естественных наук Кременчугского государственного политехнического университета по специальности «землеустройство и кадастр». После окончания университета работает в Днепропетровском рудоуправлении ОАО «Полтавский горно-обогатительный комбинат», в настоящее время — маркшейдер. Аспирант кафедры геодезии, землеустройства и кадастра Кременчугского национального университета им. Михаила Остроградского.

В.В. Артамонов (Кременчугский национальный университет им. Михаила Остроградского)

В 1963 г. окончил строительный факультет Новочеркасского политехнического института по специальности «инженер-строитель по специальности водоснабжение и канализация». С 2000 г. по настоящее время — заведующий кафедрой геодезии, землеустройства и кадастра Кременчугского национального университета им. Михаила Остроградского (Украина).

Опыт внедрения геоинформационных технологий показывает возможность существенного расширения диапазона их применения. С их помощью в настоящее время успешно решаются задачи обработки и представления разного вида информации. На их основе происходит разработка цифровых моделей состояния окружающей среды, атмосферы и гидросферы, исследования эрозии, деградации почв и т. д.

Широкое применение геоинформационные технологии нашли при добыче полезных ископаемых открытым способом. Это в какой-то мере связано с развитием геодезических средств измерений за счет использования приемников глобальных навигационных спутниковых систем (ГНС), обеспечивающих повышение эффективности, скорости и снижения стоимости геодезических работ. На основе геоинформационных систем (ГИС), включающих результаты геодезических съемок, оцифровки бумажных планов и карт участков открытых горных раз-

работок, строится цифровая модель местности путем дополнения ее новыми тематическими слоями информации.

Современное горное производство — это сложный комплекс различных мероприятий, направленных на поддержание безопасной, высокотехнологичной, рентабельной добычи полезных ископаемых.

На данный момент геоинформационные системы используются для обслуживания первоочередных звеньев производства: ведения буровзрывных работ, организации добычи, транспортировки и подсчетов объемов горной породы, построения геологических моделей месторождений и др. Дополнение имеющихся данных другими компонентами практически не происходит, поскольку они ведутся и учитываются маркшейдерской службой, в лучшем случае, в бумажном виде. Такой подход приводит к тому, что цифровую информацию очень трудно объединить с бумажными носителями для получения полной картины.

Одним из важных компонентов открытых горных разработок являются гидрогеологические условия. Наличие такого фактора, как подземные воды, в значительной степени усложняет проведение горных разработок, а в некоторых случаях делает их невозможными.

Таким образом, необходимой составляющей цифровой модели карьера является наличие базы данных гидрогеологических скважин для построения изогипс уровня подземных вод, ведения статистического учета химического состава подземных вод с привязкой к местности. Конечным результатом при использовании этой модели будет уменьшение влияния подземных вод на горные работы, отображение инфраструктуры водоотливного хозяйства на общей цифровой модели месторождения.

Состояние подземных вод также оказывает серьезное воздействие на экологическую обстановку. Следует отметить, что подъем и сброс воды с водоносных горизонтов или с

мест ее накопления в карьере наносит значительный вред экологии прилегающих территорий. А несвоевременный водоотлив делает невозможным ведение горных работ. Поэтому, учитывая на организационном уровне состояние подземных вод, которые откачиваются из карьера, можно существенно снизить их влияние на окружающую среду.

ОАО «Полтавский горно-обогатительный комбинат» (Полтавский ГОК) расположен в левобережной части Среднего Приднепровья, возле г. Комсомольска, который относится к Кременчугскому району Полтавской области Украины.

Полтавский ГОК введен в эксплуатацию в 1970 г. и осуществляет полный технологический цикл: от добычи руды до изготовления железорудных окатышей. Комбинат является одним из крупнейших предприятий горнодобывающей отрасли Украины. На нем производится более 40% железорудного сырья. Сырьевой базой комбината служат Горишне-Плавнинское, Лавриковское и Еристовское месторождения железистых кварцитов. В настоящее время Днепровское рудоуправление ОАО «Полтавский горно-обогатительный комбинат» осваивает запасы Горишне-Плавнинского и Лавриковского месторождений. Глубина карьера составляет 335 м, длина — 6 км, максимальная ширина — 2 км.

Гидрография и рельеф. Южной и юго-западной границей района горных работ является река Днепр, а в 2,4 км к северо-западу от борта карьера расположено Днепродзержинское водохранилище. Отметка уреза воды в водохранилище составляет 63,85 м. С востока промышленная зона отделена рекой Сухой Кобелячок, которая находится от карьера на расстоянии 5 км. На западе карьера на расстоянии 6,2–6,6 км протекает река Псел.

Район горных работ находится в границах Полтавской равнины и занимает относительно ровную поверхность с отметками поверхности земли от 64 м (урез воды в Днепре) до 75 м. Среднее количество осадков в год составляет 500 мм.

На данный момент в районе карьера рельеф местности сильно изменен в результате проведения горных работ в действующем карьере, создания площадок хвостохранилища, каналов, техногенных водоемов, отвалов горных пород и других объектов комбината. Современные абсолютные отметки высот поверхности земли изменяются от –260 м до +(125–145) м. Общий небольшой уклон рельефа по площади района способствует зарегулированности поверхностного стока, что создает благоприятные условия для трансформации вод атмосферного происхождения в подземные.

Влияние гидрогеологических условий на ведение горных работ. Разработка полезных ископаемых открытым способом вызывает интенсивный дренаж подземных и поверхностных вод. В водоносных горизонтах образуются депрессивные воронки, значительно большего размера, чем отработанное пространство. Озера и небольшие реки, попавшие в пределы ведения горных работ, становятся дренирующими.

Как правило, в карьерах на нижних горизонтах создают водосборник, откуда вода, собранная со всех водоносных горизонтов, откачивается на поверхность. Поскольку в большей части водоносных горизонтов вода высокоминерализованная, общая масса откачиваемой воды значительно засолена.

Для локализации этой воды на ряде предприятий принято решение о ее выбросе в существующие хвостохранилища, где она используются в системе замкнутого водообеспечения работы обогатительных фабрик.

Иногда в воду хвостохранилища направляют бытовые стоки близлежащих населенных пунктов, дополнительно загрязняя техническое водоснабжение.

Избыток воды в хвостохранилищах сбрасывают в весенний паводок в протекающие неподалеку реки, чем серьезно нарушают их режим.

На карьерах, в отличие от шахт, имеется возможность разделять воду по горизонтам и направлять менее соленую и пресную в отдельные водоемы, подпитывая их естественный сток.

Так, например, на участке карьера Полтавского ГОК и прилегающей к нему территории распространены водоносные горизонты в аллювиальных разнородных песках, слоях песков и рыхлых песчаниках. Бучакский водоносный горизонт отделен от харьковского и аллювиального малопроницаемым пластом мергеля, мощностью 10–15 м, с размывами. В этих размывах происходит гидравлическая связь бучакских отложений с вышележащими горизонтами. Бучакские водоносные пески залегают на водоносной трещиноватой зоне кристаллических пород докембрия. Таким образом, зная основные линии водотоков по горизонтам, можно организовать распределение подземных вод.

Общий водоприток в карьер со всех водоносных горизонтов составляет 5190 м³/час.

Подтоплению территории препятствует дренирующее влияние карьера. Проявление опасных физико-геологических и аварийных процессов исключается за счет того, что местность равнинная, незастроенная, увеличение притоков в карьер небольшое.

Таким образом, гидрогеологические условия в карьере Полтавского ГОК предполагают необходимость откачки подземных вод для нормального и безопасного ведения горных работ.

Водоотливное хозяйство карьера включает в себя следующие компоненты:

— водосборники, представляющие собой отдельные углубленные участки (на определенных горизонтах карьера) для локализации подземных вод;

— передвижные насосные установки, служащие для подачи воды в сеть трубопроводов;

— сеть постоянно действующих трубопроводов для транспортировки воды на поверхность;

— заправочные станции для поливочных машин (в летний период для уменьшения количества пыли из-под колес большегрузных самосвалов и полива взорванной горной массы в местах работы экскаваторов).

Геодезическое обеспечение систем водоотлива карьера.

При эксплуатации этих компонентов карьера геодезическое обеспечение необходимо при проектировании, строительстве и перемещении водосборников из одного места в другое, а также при обновлении (в случае их изменения) данных от различных служб.

Вообще, чтобы создать и поддерживать в актуальном состоянии цифровую модель, необходимо выполнять целый комплекс топографо-геодезических работ, направленных на:

— обновление существующих данных;

— обеспечение геологических и гидрогеологических изысканий;

— учет работ, выполняемых на территории карьера;

— сопровождение строительных и монтажных работ;

— проведение исполнительных съемок.

Совершенствование геодезических работ. Пространственная точность геодезических измерений на такой большой по площади территории как карьер может подразделяться по целям и задачам и составлять:

— несколько метров (крупномасштабные съемки) — для съемок протяженных объектов;

— от дециметра до нескольких сантиметров — для ситуационных съемок и съемок инженерных сооружений;

— несколько миллиметров — для решения высокоточных инженерно-геодезических задач.

При составлении цифровой модели местности точность измерений чаще всего составляет несколько сантиметров, которой достаточно как для маркшейдерских съемок при подсчете объемов выполненных горных работ, так и для съемки инженерных сооружений.

Геодезические измерения на территории карьера Полтавского ГОК и прилегающих к нему территориях выполняются с помощью спутниковых приемников фирмы Leica Geosystems серии 1200. Все съемки проводятся в режиме RTK (Real Time Kinematic), для организации которого на борту карьера установлена базовая станция (приемник GRX 1200). Постоянно действующая базовая станция позволяет значительно упростить полевые геодезические работы, поскольку отпадает необходимость использовать второй подвижный спутниковый приемник в качестве базового. Она надежнее в применении, поскольку установлена в условиях наиболее благоприятного приема спутниковых сигналов, имеет точные и постоянные координаты своего положения, обеспечена постоянным питанием, работает непрерывно в автоматическом режиме. Выбор режима реального времени (RTK) не случаен, поскольку он обеспечивает более высокую точность спутниковых измерений, которые не требуют длительной камеральной обработки для получения координат и высот.

Управление базовой станцией осуществляется с помощью программы Leica GNSS Spider. Дифференциальные поправки переда-

ются с помощью GSM-канала, для чего используются усилители сигнала мобильной связи компании «Киевстар», установленные на борту карьера. Использование таких усилителей сигнала позволяет стабильно получать дифференциальные поправки на всей территории карьера, несмотря на препятствия и электромагнитный шум от работающего горного оборудования. С помощью существующей системы можно легко увеличивать количество подвижных приемников в соответствии с потребностями производства. Всего маркшейдерская служба, которая осуществляет геодезические измерения на территории горных работ, имеет на вооружении шесть комплектов спутниковых приемников, что позволяет оперативно выполнять полный цикл геодезических работ.

Программные средства для управления пространственными данными. Исходя из приведенной структуры водоотливного хозяйства, определен круг задач, которые можно решить с помощью ГИС-технологий.

1) Планирование перехвата воды на верхних горизонтах карьера. Сюда входят такие подзадачи, как выбор места временного водосбора, исходя из расположения основных линий водотока (с геодезической привязкой), подсчет приблизительной площади водосбора, проектирование буровых работ на отдельных горизонтах.

2) Выбор площадок для установки передвижных насосных установок с последующим нанесением их расположения на общую модель карьера таким образом, чтобы водосборники вместе с насосами не попадали в зону ведения горных и взрывных работ.

3) Выбор места прокладки трубопроводов для воды, а также размещение линий электропередачи для питания насосных установок. При этом учитывают уже имеющиеся коммуникации,

а также программы развития территории карьера.

4) Выбор места под обустройство площадок заправочных станций водой поливочных машин, исходя из условий их удобного расположения и с учетом расстояний до основных путей (так называемых «рудных ходов») для уменьшения пробега поливочной машины (и, как результат, более оперативной ее работы в засушливые месяцы).

Таким образом, производственные задачи от стадии проектирования до конкретной реализации можно решить оперативно и точно.

На Полтавском ГОК успешно эксплуатируется геоинформационная система K-MINE, разработанная НПП «Кривбассакадеминвест» (Украина). Блочная модель карьера, построенная с помощью этой ГИС, приведена на рис. 1.

В карьере Полтавского ГОК расположены два водосборника. Первый из них в самой глубокой южной части (Горишнеплавненское месторождение на отметке -270 м), а второй — в северной части (Лавриковское месторождение на отметке -90 м). Также для подъема воды с нижних горизонтов на южном борту расположена водоотливная шахта «Полтавская».

Общая цифровая модель карьера (и части прилегающих территорий) с существующими коммуникациями, созданная в ГИС K-MINE, изображена на рис. 2. На этой модели темно-синим цветом обозначены участки водосборников; фиолетовым — участки трубопроводов, проложенных на поверхности; розовым — существующие автодороги в карьере и на прилегающей к нему территории; серым — верхние и нижние бровки уступов; красным (и его оттенками) — линии электропередачи; темно-синим — железнодорожные пути.

Цифровая модель, приведенная на рис. 2, отражает только

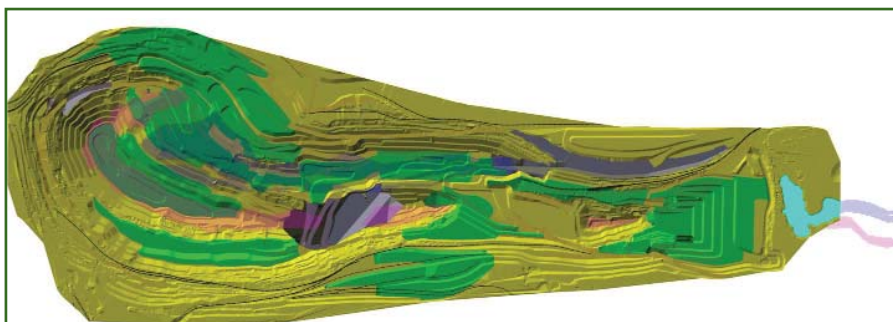


Рис. 1
Блочная модель карьера с планом развития

контуры объектов. Для каждого объекта также отдельно можно вывести на экран дополнительную информацию, например: высотные отметки для всех видов коммуникаций и бровок уступов, проектные и фактические глубины для буровых скважин и пр. Список этой информации может расширяться в соответствии с требованиями пользователя, что характерно для любой современной геоинформационной системы.

Цифровая модель удобна в плане наглядности и достаточно детализирована для того, чтобы, исходя из имеющихся данных, принять то или иное инженерное решение. После добавления на уже существующую цифровую модель линий основных во-

дотоков грунтовых вод и их комплексного обследования, она дает полное представление о существующей ситуации и позволяет в короткий срок выполнить все этапы проектирования водосборника для перехвата и откачки воды из участков проведения горных работ.

На рис. 3 приведен фрагмент трехмерной модели водосборника в северной части карьера Полтавского ГОК и заправочной станции для поливочных машин. Темно-синим цветом обозначены участки водосборников, а коричневым — трубопроводы.

Приведенные примеры показывают, что характерной особенностью ведения горных работ открытым способом является большая протяженность объ-

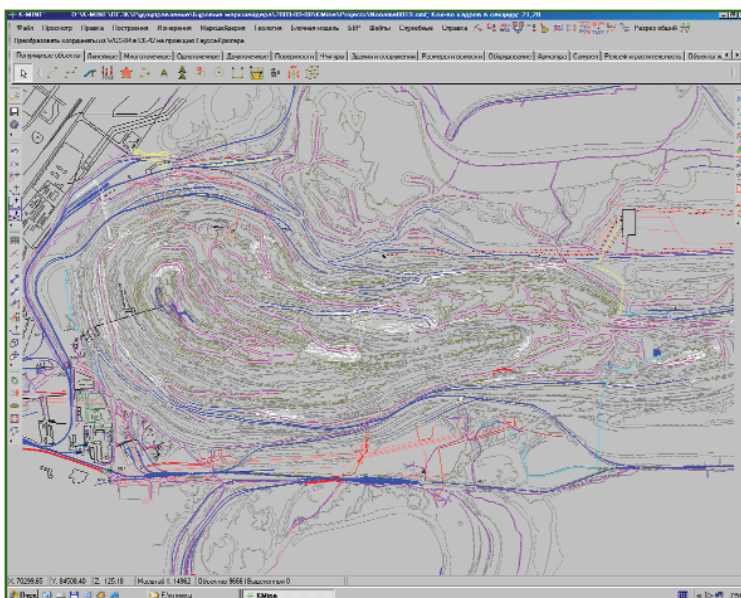


Рис. 2
Цифровая модель карьера в ГИС K-MINE

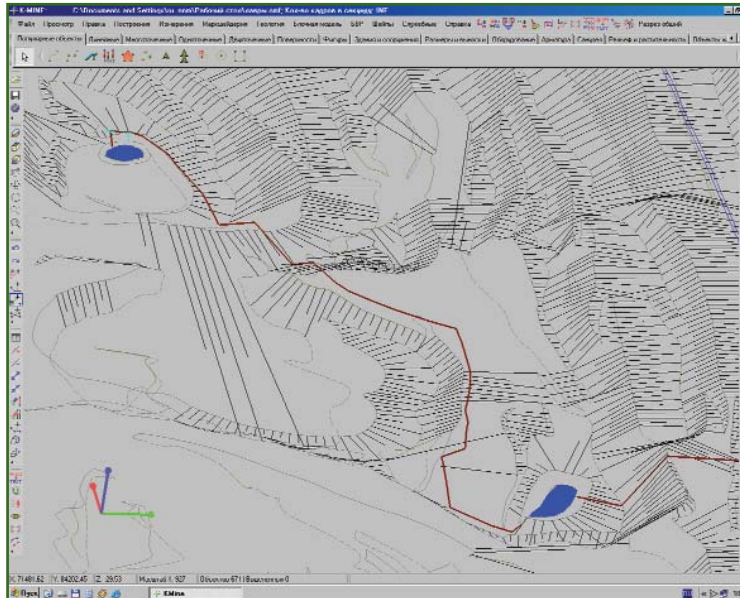


Рис. 3
Трехмерная модель водосборника в северной части карьера и водозаправочной станции

анализа данных с учетом пространственного положения объектов определяют их эффективное использование специалистами в области моделирования месторождений и планирования горных работ.

Полный переход на использование для геодезических работ оборудования ГНСС вместе с мощными программными средствами, такими как ГИС, позволяет в короткие сроки создавать, обновлять, добавлять новые компоненты (и редактировать старые), что, в конечном итоге, дает возможность снизить себестоимость продукции, а ее производство сделать более современным и экологически безопасным.

ектов. Геоинформационные системы являются мощным инструментом осуществления постоянного пространственного анализа производственных процессов и, тем самым, обеспечивают ин-

теграцию систем управления инженерных и управленческих служб предприятия. Возможности геоинформационных технологий в области графического представления информации и

RESUME

There are considered the capabilities to increase efficiency of creating digital terrain models to provide for the mining works in open pits by the use of the GIS and the satellite surveying equipment.

Навигационно-Геодезический центр

Официальный дистрибьютор компании Leica Geosystems в Украине

Компания НГЦ предоставляет широкий спектр современного оборудования

- геодезическое оборудование
- GPS базовые станции и сети
- наземные лазерные сканеры
- строительное оборудование
- системы структурного мониторинга

Единственный авторизованный сервисный центр в Украине



Представляет журнал «Геопрофи» в Украине



Сайт: www.ngc.com.ua
Почта: ngc@ngc.com.ua
Тел./факс: +38 057 345-12-37



- when it has to be right

