

## ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ

Одним из важных элементов повышения производительности и эффективности работы экскаваторов, а также снижения затрат является высокая степень автоматизации и внедрение компьютерных систем для сбора, анализа и планирования технологических параметров добычи полезного ископаемого. Показаны возможности оптимизации планирования и производственных процессов в горном деле с помощью компьютерного моделирования.

One of the key elements enhancing performance and efficiency characteristics of excavating machines as well as reducing costs is a high degree of automation and introduction of computerized systems to collect, analyze data and plan technological parameters of mining. The article reveals possibilities to optimize mining planning and production with application of computer simulation.

### **Возможности применения компьютерной модели при разработке карьера.**

Использование компьютерного моделирования в виде интерактивной 3D-графики предоставляет возможность комбинировать и обрабатывать различные потоки данных (геология, планирование и ведение производства, экономические показатели), а также представлять их в наглядной форме. В отличие от традиционных методов планирования производства компьютерное моделирование позволяет видеть данные производственного процесса в реальном времени. При внедрении данной системы встает вопрос о том, что должно быть визуализировано и какие возможности и преимущества будут из этого получены. Компьютерная модель, базирующаяся на откалиброванной расчетной модели, которая сводит и обрабатывает данные всех основных процессов на карьере (добыча, транспорт, отвалообразование), может быть использована для решения следующих задач [1-4]:

1. Планирование и прогноз добычи. Системе могут быть заданы геологические параметры подлежащих разработке в будущем блоков для проверки правильности планирования. В данном случае

компьютерная модель может внести существенный вклад в исправление ошибочных предположений и увеличить точность долгосрочного планирования.

При применении компьютерного моделирования в краткосрочном планировании могут быть виртуально проверены различные технологии разработки для последующего направленного изменения технологических параметров на практике. Преимущество применения компьютерной модели – возможность визуально сравнить различные варианты технологии. Данная область применения интересна, прежде всего, в консалтинге, когда необходимо убедиться в преимуществах новой технологии.

2. Анализ данных для оптимизации производства. Дополнительно к системе помощи машинисту экскаватора возможно ведение протокола хода производства в реальном времени. Это позволит сравнивать фактические геологические данные, полученные при разработке, с данными модели и с учетом этого своевременно корректировать технологические параметры. Результаты могут быть использованы как в краткосрочном, так и в долгосрочном планировании для выбора применяемых машин и оптимизации добычи.

3. Доступность информации. Представление реального положения машин и состояния производства позволяет любому занятому в планировании сотруднику быть в курсе ситуации на карьере. К тому же компьютерная модель позволяет получать дополнительную информацию (например, затраты, планируемые остановки, причины остановки). Предоставление дополнительной информации (например, сроков эксплуатации деталей и состояния деталей) может быть полезно при производстве ремонта и реконструкции машин. Кроме того, основные варианты реконструкции и перестройки машин могут обсуждаться без осмотра экскаватора в карьере. В данной области компьютерная модель особенно полезна при осуществлении международных проектов для уменьшения расходов на командировки.

4. Управление качеством. При сопоставлении позиции экскаватора с геологической моделью месторождения в реальном времени может быть выдана информация о том, какие материалы и в какой части потока в транспортной системе находятся. В комбинации с моделью для отвалообразования может быть создан банк данных по отвалам, который будет постоянно пополняться. Это особенно важно при использовании технологической схемы с двумя экскаваторами, когда экскаваторы загружают горную массу на один конвейер. Так как оба экскаватора работают на разных позициях и с различными технологическими параметрами, иногда бывает затруднительно учитывать состав смешанной горной массы в будущем. Система компьютерного моделирования может помочь при краткосрочном планировании добычи горной массы определенного состава. Такое планирование позволит избежать в будущем простоев из-за перемещения машин для сохранения требуемого состава транспортируемой массы.

5. Представление кабины машиниста экскаватора – симуляция управления экскаватором. Виртуальное представление кабины машиниста экскаватора может быть использовано для двух целей. Во-первых, для проверки возможности машиниста контро-

лировать все приборы и использовать органы управления экскаватором. Это поможет сделать рабочие места более эргономичными, а производство более безопасным. Во-вторых, данная система делает возможным симуляцию добычи экскаватором при управлении им из учебной кабины, полностью дублирующей настоящую кабину машиниста, что может помочь при обучении управлению новыми машинами. Подобная технология обучения применяется уже несколько десятилетий при обучении пилотов самолетов. Данный метод обучения может быть интересен производителям экскаваторов, которые смогут предложить обучать персонал для работы на поставляемых машинах уже во время монтажа оборудования, и таким образом готовить персонал к различным производственным ситуациям. Возможность воссоздавать в модели экстремальные ситуации (зачерпывание больших блоков, нахождение людей или других машин в зоне работы машины и т.д.) поможет лучше обеспечить безопасность производства.

6. Обучение. Компьютерная модель может быть применена при обучении горных инженеров. Демонстрация различных технологий открытой добычи способствует лучшему усвоению информации, позволяет лектору более подробно разъяснять особенности данной технологии и ответить на вопросы студентов. Преимущества данного представления информации перед просто описанием технологии могут также быть использованы при дистанционном обучении.

7. Планирование ландшафта. При рекультивации земель должна быть достигнута цель – сделать ландшафт наиболее похожим на природный. Компьютерная модель может помочь при планировании ландшафта (к примеру, проверить, как впишется определенный элемент карьера в будущий ландшафт). Могут быть смоделированы изменения, которые произойдут при внедрении данного элемента в ландшафт (например, будет ли карьер в будущем заслонен посаженными деревьями).

8. Работа с общественностью. При проведении планирования и получении решений на ведение производства бывает необходима демонстрация производственных процессов людям, не являющимися специалистами в данной области и не обладающими необходимыми знаниями. Представление проекта и альтернативных вариантов ведения производства в виртуальной реальности ведет к лучшему пониманию процессов всеми сторонами и может помочь преодолеть сомнения относительно некоторых деталей проекта.

**Пример моделирования добычи с помощью роторного экскаватора.** Первым шагом в осуществлении концепции было моделирование роторного экскаватора SRs6300 и его совмещение с геологической моделью с учетом технологии добычи. При сопоставлении компьютерной модели экскаватора и геологической модели могут быть рассчитаны состав горной массы и транспортные потоки. Параллельно выдаются данные процессов, которые позволяют сравнить модель с реальностью, и таким образом, проверить модель. Пользователь может проследить симуляцию и ознакомиться с технологическими параметрами. Точно выверенная модель может быть впоследствии применена для планирования. Самая важная составляющая в данной системе – автоматизированное распознавание геологических структур в геологической модели. Это имеет решающее значение для всей системы и должно рассматриваться как основное направление исследования для построения са-

мообучающейся системы динамического планирования и управления производством.

Компьютерная модель может представлять комплексные данные (позиция машины, свойства горной массы и технические показатели добычи) и сравнивать их с данными планирования производства. Такой метод позволяет проводить проверку и анализ данных планирования.

Требования к сбору данных, структуре данных, хранению и предоставлению должны быть определены в алгоритмах, оптимальных для их использования.

Таким образом, в работе представлены принципиальные возможности компьютерного моделирования процессов открытого горного производства и приведен пример использования модели для роторного экскаватора. В ходе дальнейшей работы проект должен пополниться моделями конвейера, абзетцера, а так же роторного экскаватора российского типа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Drebenstedt C., Jung B., Löber P. Modulares Gesamtkonzept zur dynamischen Betriebsplanung und –führung, Kolloquium für Innovation im Braunkohlenbergbau, 8/9.11.2006, Magdeburg, DEBRIV e.V.
2. Drebenstedt C., Päßler S. Leistungsvorausberechnung für den Vorschnittbetrieb des Tagebaus Nochten 2006; Forschungsbericht; Institut für Bergbau und Spezialtiefbau, TU Bergakademie Freiberg, 2005 (unveröffentlicht).
3. Potzeldt H. VR im Bergbau, insbesondere bei der Planung im Tagebau, Literaturarbeit, Institut für Bergbau und Spezialtiefbau, TU Bergakademie Freiberg, 2006.
4. Drebenstedt C., Päßler S. Output calculation model of bucket wheel excavators supported by Virtual Reality, proceedings MPES 2006, Turino, Italy, 2006