

УДК 62-503.55

*В.М. Шек, Е.А. Конкин, А.Г. Литвинов*

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «НЕДРА» ПОДСИСТЕМЫ  
ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
АСУ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Семинар № 14

---

**И**нформационные технологии используются во всех отраслях народного хозяйства. Уровень информатизации в горном деле за последние тридцать лет существенно повысился. Это привело к изменению самого характера деятельности горных компаний, а также к закономерному росту их производительности. Сегодня на мировом рынке коммерческих компьютерных программ для горных предприятий работают десятки фирм, предлагающих более 1000 программных продуктов различного класса, предназначенных для автоматизации самых различных функций управления горным производством.

Первая волна новых информационных технологий в начале 1960-х годов была связана с созданием простых моделей месторождений для оценки тоннажа и содержаний. Автоматизация ручных операций по пространственному описанию месторождений позволила компаниям быстрее оценивать требуемые инвестиции. Эти технологии привели к значительному скачку производительности горных предприятий.

В начале 1970-х годов горная промышленность получила трехмерное цифровое блочное моделирование и геостатистический анализ минеральных ресурсов. Геологи начали использовать эти модели для прогнозирования запасов месторождений. Результатом стало

улучшение качества их работы и достоверности оценки минеральных ресурсов.

В конце 80-х годов появились полностью компьютеризованные модели процессов: горное проектирование, оптимизация, календарное планирование. Программное обеспечение для горнодобывающих предприятий выросло в системы, которые отличаются интерактивной графикой, визуализацией высокого качества поверхностей и моделей объектов, а также дружественным интерфейсом для пользователя.

Но затем прирост производительности в горной промышленности за счет применения усложняющихся компьютерных систем существенно замедлился, так как горные предприятия в основном применяют информационные технологии для улучшения отдельных процессов, а не производства в целом.

Следующая волна информационных технологий, которая сейчас формируется, призвана обеспечить существенное улучшение производительности предприятий. Разработка отдельных локальных систем автоматизации должна осуществляться по модульному принципу с заведомой направленностью на их интеграцию в более крупные системы. Одновременно создаваемые для горной отрасли программные комплексы должны легко адаптироваться для условий каждого отдельного предприятия с учетом

имеющейся специфики горно-геологических и горнотехнических условий.

Имеющиеся программные системы для горного дела можно подразделить по области их использования на следующие группы:

1. **Горные программные системы общего назначения.** Эти системы стандартно включают в себя такие функции, как геологическое моделирование, обеспечение маркшейдерских работ, оценка запасов полезных ископаемых, проектирование и планирование горных работ. Лидирующие позиции здесь занимают программные системы компаний Gemcom, Maptek, Mintec, Surpac и Datamine и др.

2. **Специализированные горные программы.** Сюда относятся специализированные программные комплексы для ряда технологических областей, которые пока (полностью или частично) не обеспечиваются универсальными горными системами. Основная тематика этих комплексов: оптимизация карьеров, календарное планирование горных работ, расчеты для буровзрывных работ, вентиляция, геомеханика, экология и т.д.

3. **Системы управления производством.** Эта категория объединяет программы и оборудование, используемое для управления производством в реальном времени. Обычные направления использования: управление системами технологического оборудования (горным транспортом, экскаваторами, буровыми станками и т.п.). Эти системы предлагаются несколькими компаниями, среди которых (в области открытых работ): Mining Systems, Wenco, Tritronics и Aquila. Все большее значение приобретает связь этих компаний с производителями горного оборудования, например, Komatsu и Caterpillar.

4. **Системы регистрации (учета) результатов производства.** Существует большое разнообразие систем, которые ведут производственный учет в реальном времени и формируют разнообразные отчеты. За редким исключением горные компании сами разрабатывают (и иногда продают) такие системы. Эти системы не комплексуются друг с другом, и чаще всего они представляют собой смесь электронных таблиц и баз данных, разработанных местными программистами для нужд предприятия.

В результате анализа имеющихся программных комплексов горной направленности можно сделать вывод, что горные программные системы общего назначения являются базовыми в моделировании. Но имеющиеся системы очень громоздки при адаптации к условиям функционирования конкретного горного предприятия и не реализуют большинства функций, которые выполняются программными системами других классов. Для устранения этих недостатков системы этого класса должны быть открытыми, то есть иметь возможность увеличения числа реализуемых функций за счет безболезненной стыковки с ними соответствующих модулей из программ других классов (импорт/экспорт информации), либо реализации подобных алгоритмов в собственной среде.

Первоначальным основным этапом создания такой универсальной системы должно быть создание реальной геолого-маркшейдерской модели месторождения полезных ископаемых и эксплуатации его горнодобывающего предприятия. Далее на основе этой динамически развивающейся модели следует решать инженерно-технические, экологические, экономические и финансовые задачи (рис. 1) горного производства.



*Рис. 1. Функциональная схема комплекса компьютерных программ для горнодобывающего предприятия*

Бурно развивающиеся геоинформационные технологии отлично подходят для использования в геологоразведке и горнодобывающей промышленности за счет объединения и эффективного использования пространственных и атрибутивных данных, получаемых из большого количества источников. Разработчики таких комплексных систем для горнодобывающей отрасли предлагают системы для оценки запасов полезных ископаемых, отдельных операций проектирования и планирования горных работ. Однако целый ряд важнейших инженерных задач (геомеханика недр, проектирование систем вентиляции, крепления и поддержания очистного пространства, электроснабжение и водоотлив) пока редко находят поддержку на уровне компьютерного моделирования. Но ситуация меняется и число новых горных компьютерных инструментов растет. Хорошим тому примером является внедренные на всех угольных шахтах России программных комплексов

«Вентиляция», «Водоснабжение» и «Ударная волна».

По нашему убеждению, автоматизированные системы такого класса должны быть открытыми, ориентированными на большие объемы разнородной информации и значительное число пользователей; позволять автоматически обновлять информацию в банке данных по многоуровневому иерархическому принципу; получать трехмерное отображение горных объектов (3D); осуществлять динамическое подключение внешних модулей, реализованных на языках, поддерживающих технологии OLE/COM.

Созданный нами с соблюдением названных принципов программный комплекс «Недра» включает базовые модули (ядро системы) и модули расширения (выполнение специальных функций).

- Ядро системы включает следующие модули:
- Монитор системы;
- Ведение журнала выполняемых работ (операций);
- Модуль связи с SQL-сервером;

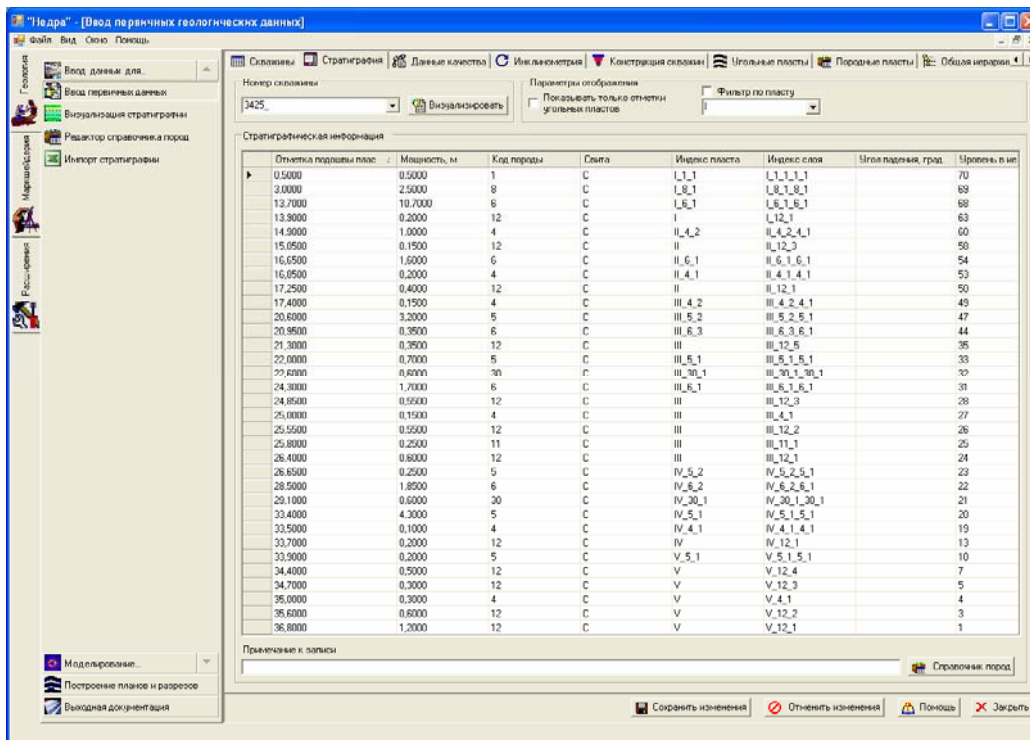
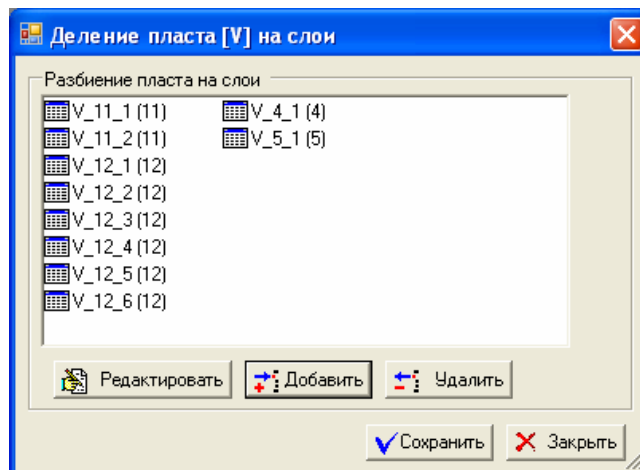


Рис. 2. Основное окно программного комплекса

- Ввод первичных данных;
- Визуализация стратиграфических данных по скважинам;
- Работа с нормативными документами;
- Ввод/вывод нормативных и технологических документов;
- Редактирование справочника горных пород; Ведение архива базы данных;
- Редактор базы данных;
- Настройка базы данных;
- Построение объемной модели месторождения полезных ископаемых;
- Обеспечение импорта/экспорта пространственных данных;
- Пространственная визуализация

Рис. 3. Индексация угольных пластов и входящих в них пропластков угля и пород



модели месторождения.

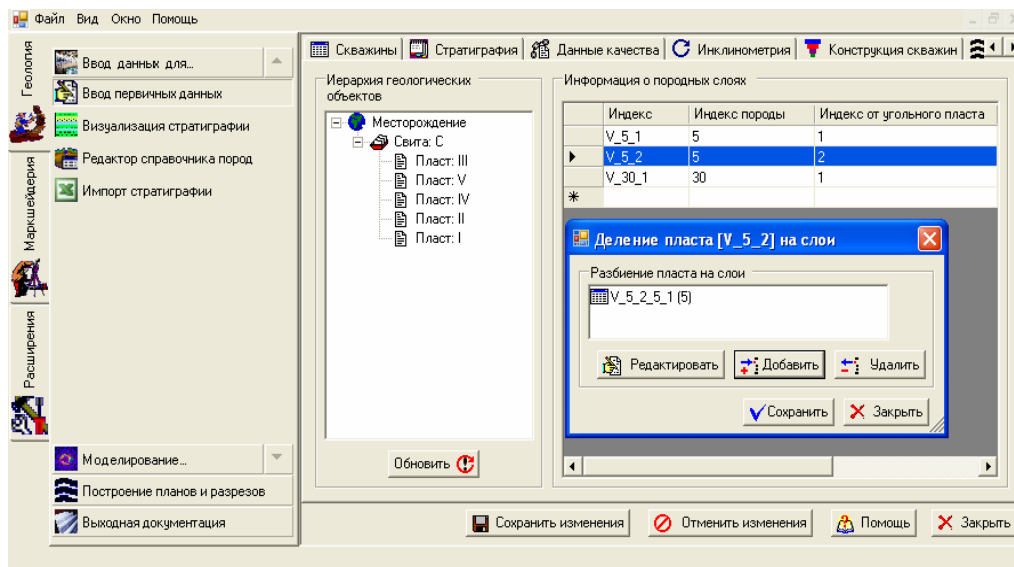


Рис. 4. Индексация пластов вмещающих пород и входящих в них пропластков

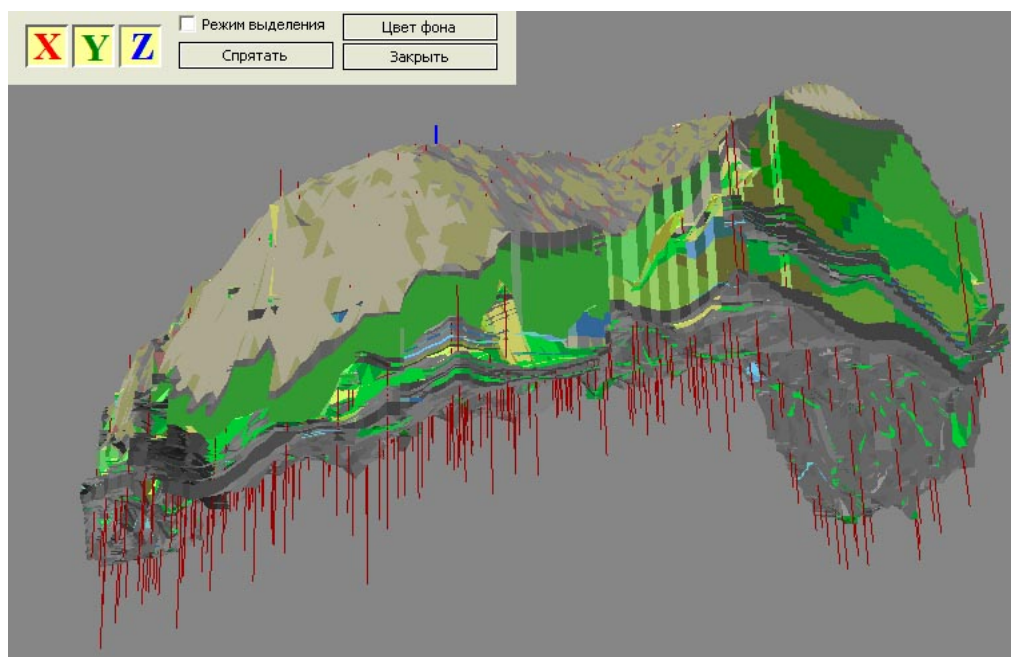


Рис. 5. 3D - модель месторождения

Основные модули расширения:

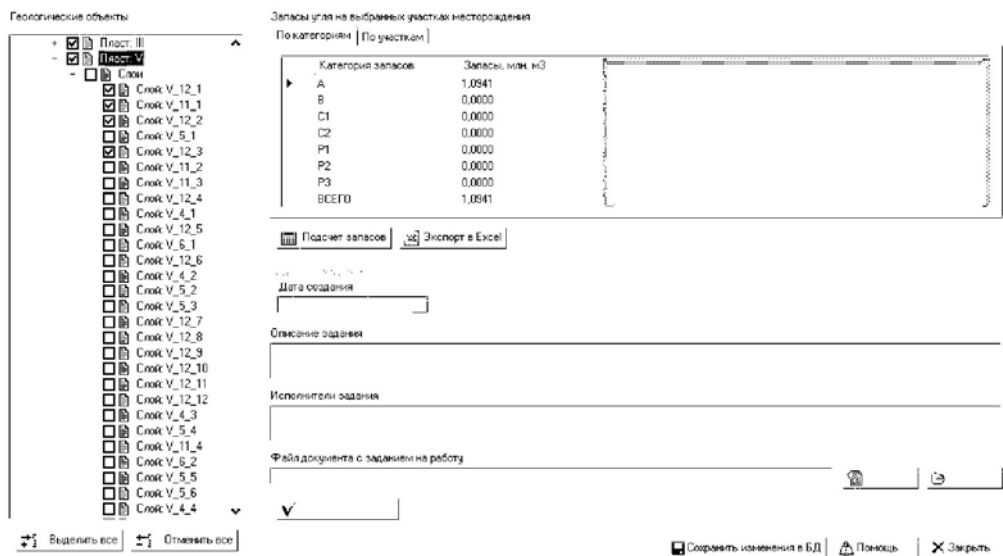


Рис. 6. Окно модуля подсчета запасов полезного ископаемого

- Построение объемной модели месторождения;
- Построение сложных разрезов и планов;
- Подсчет запасов полезного ископаемого;
- Формирование геологических документов;
- Моделирование горно-технологических процессов;
- Выполнение маркшейдерских расчетов;
- Ведение маркшейдерской документации;
- Интерфейс с другими программными комплексами и др.

Управление модулями осуществляется посредством иерархического меню (рис. 2). Запуск комплекса осуществляется стандартным для среды Windows способом, система имеет защиту от несанкционированного использования (авторизованный ключ).

Модуль расчета моделей пластов полезного ископаемого (угля) позволяет осуществлять геологическое опи-

сание участка недр в части наличия и стратифицирования отдельных пластов полезного ископаемого (рис. 3). Классификация пластов угля проводится по свитам, подсвитам, пластам и пропласткам, выделяемым в соответствии с геологическим возрастом.

Информация о пластах вмещающих пород заносится во вкладке «Породные пласты». В связи с тем, что эти пласты не имеют «явных» геологических индексов, для их именования и классификации используется составной индекс, составленный на основе индекса нижележащего (подстилающего) угольного пласта. К нему присоединяются: индекс (тип) породы, слагающей данный пласт; индекс удаленности от угольного пласта, возрастающий снизу вверх; номер слоя пласта, возрастающий также снизу вверх (рис. 4).

Система автоматически отстраивает объемную дискретную геологическую модель месторождения, 3D - отображение которой приведено на рис. 5.

На рис. 6 приведен пример подсчета запасов угля по рабочим пластам III и V участка 1 разреза «Черемховский».

В настоящее время проводятся промышленные испытания программного

комплекса «Недра», успешное завершение которых позволит перейти к внедрению его на угольных предприятиях России. **ИЗДАНИЕ**

### **Коротко об авторах**

*Шек Валерий Михайлович* – доктор технических наук, профессор,  
*Конкин Евгений Анатольевич* – аспирант,  
*Литвинов Александр Геннадьевич* – аспирант,  
 кафедра «Автоматизированные системы управления», Московский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 14 симпозиума «Неделя горняка-2007».  
 Рецензент – д-р техн. наук, проф. *Н.И. Федунец*.



## ДИССЕРТАЦИИ

### **ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ**

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
<b>САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА</b>			
ВАСИЛЬБЕВ Антон Михайлович	Сегрегация мелкозернистых материалов при гравитационном обогащении	25.00.13	к.т.н.
ВЕДИН Юрий Алексеевич	Экономическая эффективность инновационного развития алмазодобывающего комплекса (на примере Нюрбинского ГОКа)	08.00.05	к.э.н.