

УДК 622.012:681.3.01:519.67

О.В. Наговицын, С.В. Лукичев, А.Ю. Алисов

**ОБЪЕКТНАЯ СТРУКТУРА ДАННЫХ СИСТЕМЫ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ,
ПЛАНИРОВАНИЯ И СОПРОВОЖДЕНИЯ ГОРНЫХ
РАБОТ MINEFRAME**

Приведено описание структуры объектов системы автоматизированного проектирования и планирования горных работ. Представлены примеры основных объектов горной технологии, их свойства и составные части.

Ключевые слова: моделирование, горные работы, базы данных, программирование.

Современный программный продукт, предназначенный для проектирования, планирования и сопровождения горных работ, должен оперировать понятными для горного инженера терминами и объектами горной технологии, имеющими удобную для моделирования структуру [1]. При этом совместная работа коллектива технических специалистов требует адекватной архитектуры информационной системы, обеспечивающей процесс инженерного обеспечения горных работ. Такой архитектурой на современном этапе развития информационных технологий является клиент-серверная технология работы с удаленными базами данных (БД). Она обеспечивает контролируемый доступ к данным при одновременной работе многих пользователей, обеспечивает регистрацию их действий, создает предпосылки для надежного хранения данных. Таким образом, появляется возможность при работе в едином информационном пространстве создавать специфические для каждого специалиста модели горно-геологических объектов, поль-

зуясь результатами работы всего коллектива. При этом исчезают преграды информационным потокам между маркшейдерскими, геологическими и технологическими отделами, которые зачастую возникают при использовании разнородных программных средств и связанных с ними проблем экспорта-импорта данных [2-4].

Такая архитектура реализована в системе MINEFRAME, где используется реляционная СУБД Firebird (также реализуется поддержка и других SQL-серверов). В отличие от многих аналогичных систем в БД MINEFRAME хранятся все данные обрабатываемые инструментами геологического моделирования, маркшейдерии, проектирования и планирования горных работ. Это данные геохимического опробования, маркшейдерской съемки, модели объектов геотехнологии: рельеф, выработки, конструктивные элементы системы разработки, насыпи, сооружения и пр. Можно выделить несколько типов объектов:

- маркшейдерские точки;
- геологическое опробование;
- сейсмические события;

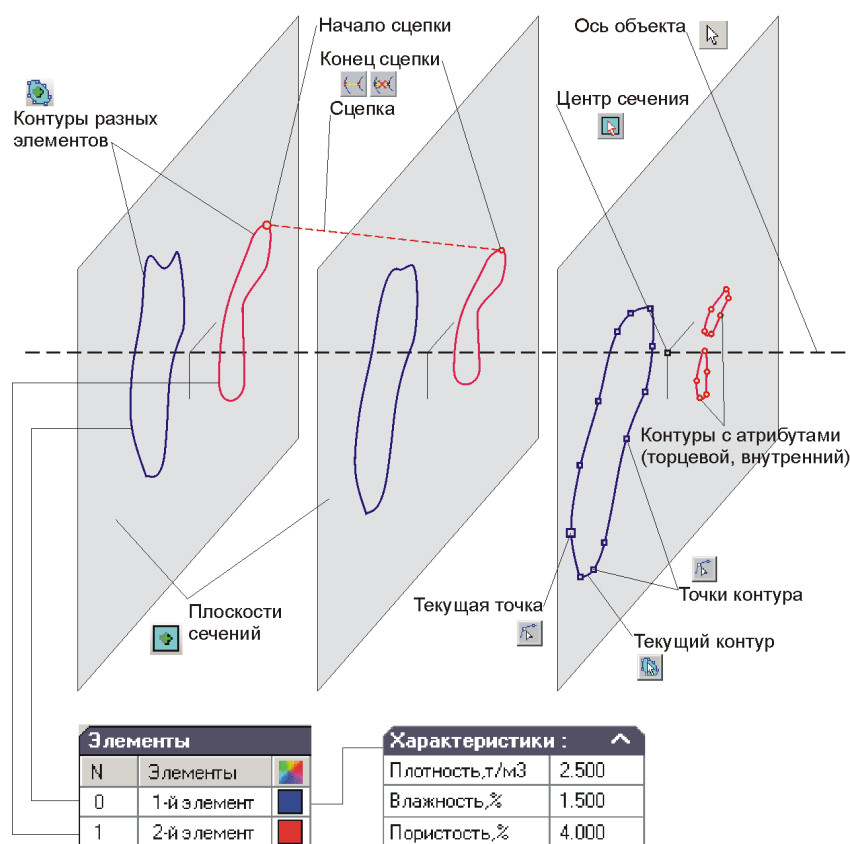


Рис. 1. Основные части модели геотехнологического объекта и инструменты, работающие с ними

- график работы оборудования;
- трехмерные объекты открытой и подземной геотехнологии;
- чертежи;
- вспомогательные объекты.

Каждый объект горной технологии имеет структуру, отражающую присущие ему особенности, например:

Карьер как геометрический объект, состоит из моделей горизонтов, бровок, линий съездов, осевых линий дорог, точек гипсометрии и пр. Он может иметь каркасную (триангуляционную) модель и для пользователя является не просто разрозненным набором этих частей, а положением горных работ на какой-то

момент времени, вариантом проектного карьера и т.д. Модель геологических объектов (рудных тел, пластов, разновидностей пород) содержит в себе информацию о разведочных линиях (разрезы, профили и пр.), контактах тел и пластов, триангуляционных моделях, формирующих поверхность объекта, и блочных моделях, характеризующих пространственное распределение опробованных компонентов и вычисленных характеристик. Соответственно и инструменты работы с такими моделями объектов должны обрабатывать их как единое целое. Таким образом, любой объект можно представить как

совокупность связанных моделей – векторных, каркасных (триангуляционных), блочных. В некоторых случаях, модели могут существовать и независимо друг от друга (обычно это происходит при импорте данных из других систем моделирования, где такая связь отсутствует). Такой подход позволяет органично реализовать концепцию «живых» моделей, когда изменение одних их частей приводит к последовательному изменению других.

Основой трехмерных моделей является набор сечений (несущих плоскостей), на которых располагаются контуры с точками и отрезками. Сечения (фактически, это геологические разрезы или разведочные линии, горизонты карьера, поперечные сечения подземных выработок) могут быть параллельными или не параллельными. Контуры не обязательно лежат в плоскости сечения.

Важной функциональной частью моделей являются так называемые «элементы», которые необходимы для выделения естественных или технологических разновидностей внутри объекта моделирования. Аналогом элементов может, в какой-то степени, служить концепция слов, используемая во многих программных продуктах для обработки графики.

Геометрическую структуру моделей различных типовых объектов горной технологии можно представить в виде таблицы.

Разработанная структура хорошо соответствует парадигме объектно-ориентированного программирования (ООП), основанной на модульной структуре, организации «сверху вниз» и абстракции. Смысл этого подхода состоит в том, что в процессе построения программы определяются классы и создаются объекты этих классов. Объектом может быть все, с чем осуществляются какие-либо действия: системные элементы – экраны, графические элементы, компоненты доступа к БД, элементы интерфейса пользователя и взаимодействия с другими программами, и прикладные – объекты горной технологии, модель месторождения и ее части, элементы системы обработки и пр.

Объекты обладают свойствами (например: цвет, размер, плотность, координаты, стоимостные показатели и т.д.) и поведением, определяемым как список разрешенных с ними действий (методов), например: сохранить/ загрузить, нарисовать себя на экране, рассчитать какой-либо параметр. Таким образом, для объекта важно и то, что он «умеет», и то, что он из себя представляет. Применительно к прак-

Объект	Уровень 1 (плоскости)	Уровень 2 (списки элементарных объектов, объединённых или не объединённых в полилинии)	Уровень 3 (элементарные объекты)
Карьер	Горизонты	Бровки, съезды, валы, гипсометрия площадок	Точки, узлы
Рудное тело	Разрез, профиль	Контакты литологических или кондиционных разностей	Точки, узлы
Прирезка	Подошва, площадка	Линии, описывающие геометрию уступа	Точки, узлы
Выработка	Сечения	Линии, описывающие геометрию подошвы, бортов и свода выработки	Точки, узлы

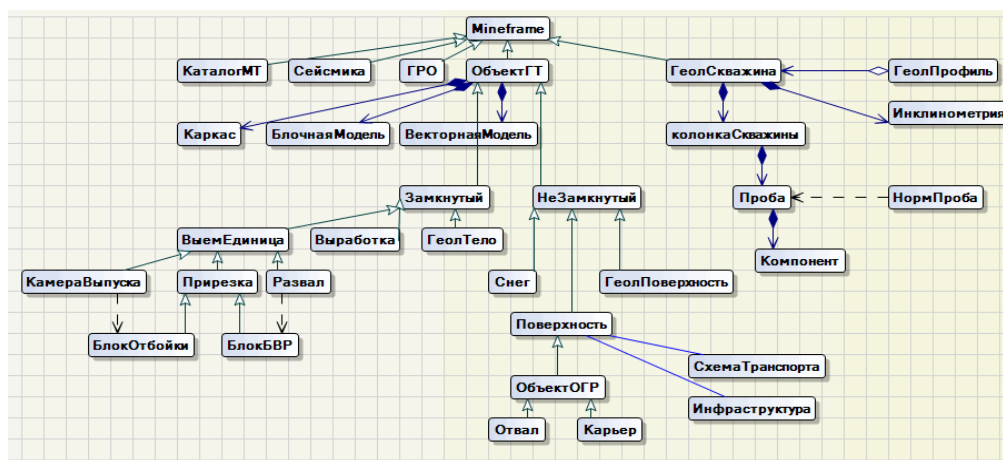


Рис. 2. Схематичное представление классов MINEFRAME

тике планирования и проектирования горных работ траншея есть предмет вскрывающей выработки (вскрывающая выработка выступает по отношению к траншее в роли «класса»), которая обеспечивает доступ к полезному ископаемому. Объекты могут быть абстрагированы в более широкие классы (траншеи во вскрывающие выработки) или подклассы (траншея внутреннего и внешнего заложения - разновидности траншей). Каждому классу могут быть приписаны свои свойства (траншея для установки конвейера круче железнодорожного съезда) и способы поведения (например, скользящий съезд меняет свое местоположение с течением времени). Такой подход к реализации моделируемых объектов более естественен для специалистов в предметной области, поскольку они оперируют привычными для них понятиями.

В языках программирования, поддерживающих ООП, на передний план выносятся абстракция и тот способ работы с характеристиками объектов, который в повседневной практике мы принимаем как нечто само собой разумеющееся. Эти языки позволяют при создании программ мыслить понятия-

ми предметной области. Основная работа перекладывается на разработчиков объектов и их классов, и если для системных потребностей эти объекты созданы и поставляются в составе инструментальной системы, то разработка специфических классов объектов для системы проектирования и планирования горных работ является одной из основных задач при разработке таких программ. Таким образом, одним из направлений развития автоматизированной системы является разработка объектной структуры для вещественных (материальных) и понятийных объектов горного производства.

Обобщенная и упрощенная схема объектов системы MINEFRAME и их связей проиллюстрирована как диаграмма классов (рис. 2).

Объект верхнего уровня системы MINEFRAME реализует наиболее общие функции для всех своих «потомков» (например - запись/чтение БД) и хранит различные атрибуты. Объекты следующего уровня реализуют собственные специфические алгоритмы, например: подсчет объемных и качественных показателей, отображение в трехмерном пространстве и на разре-

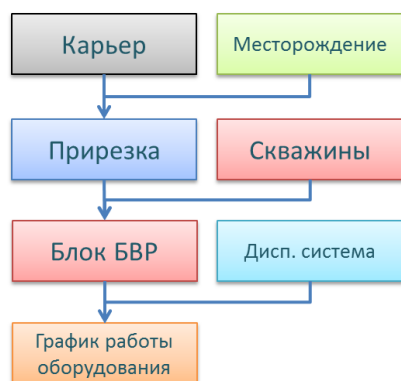


Рис. 3. Связи, возникающие между моделями при составлении графика работы горного оборудования

зах. Разделение пространственных объектов горной технологии, обладающих поверхностью, на замкнутые и незамкнутые требуется для использования различных алгоритмов построения каркасных и блочных моделей, которые могут иметь существенные отличия.

Существуют объекты, не имеющие геометрического содержания, такие

как график работы оборудования, сейсмические события, планы ликвидации аварий и др., но имеющие связь с другими объектами. Такая связь также может проявляться в процессе реализации той или иной автоматизированной технологии, например - на рис. 3 представлены связи, возникающие при планировании горных работ и составлении графика работы горного оборудования [5].

Развитие методов моделирования горно-геологических объектов с целью создания более гибких и удобных инструментов решения задач геотехнологии привело к созданию объектной структуры классов системы проектирования и планирования подземных и открытых горных работ MINEFRAME. Применение объектно-ориентированного подхода позволило наиболее адекватно представить модели объектов горной технологии, как с точки зрения реализации алгоритмов их обработки, так и для представления их пользователю.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капутин Ю.Е. Горные компьютерные технологии и геостатистика. – СПб.: Недра, 2002. – 424 с.: ил.
2. Лукичев С.В., Наговицын О.В. Комплексная автоматизация решения задач инженерного обеспечения горной технологии средствами системы «MINEFRAME» // Промышленные минералы и научно-технический прогресс: Материалы II Междунар. конф. – М.: ГЕОС, 2007. – С. 144-145.
3. Мельников Н. Н., Лукичев С. В., Наговицын О. В. Компьютерные методы решения задач горной технологии. Материалы международной конференции «Сырьевая база России». 16-18 июня 2009. — Technische Universität Bergakademie Freiberg. — С. 31-37.
4. Наговицын О.В., Лукичев С.В., Алисов А.Ю. Создание единой геолог-маркшейдерской информационной среды для планирования открытых горных работ в системе MINEFRAME // ГИАБ – 2010 IV 2. – С. 336-342.
5. Наговицын О.В., Лукичев С.В., Алисов А.Ю. Автоматизированное планирование открытых горных работ в системе Mineframe// Информационные технологии в горном деле: доклады Всероссийской научной конференции с международным участием 12-14 октября 2011 г. – Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2012. – С. 135-141. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Наговицын Олег Владимирович — кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ГОИ КНЦ РАН, Nagovitsyn@goi.kolasc.net.ru,
 Лукичев Сергей Вячеславович — доктор технических наук, заместитель директора ГОИ КНЦ РАН, Lu24@goi.kolasc.net.ru,
 Алисов Андрей Юрьевич — младший научный сотрудник ГОИ КНЦ РАН, Alisov@goi.kolasc.net.ru