

УДК.1: 528:681.3065

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО КРИВОРОЖСКОЙ СВЕРХГЛУБОКОЙ СКВАЖИНЕ СГ-8

**Педченко М.А., Трофимов В.В., Златокрылец Я.С.,
Комисаров Н.П.**

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

Розроблена в УкрНДМІ електронна база даних Криворозької надглибокої свердловини НГ-8 є необхідним кроком для збереження, узагальнення та подальшого наукового аналізу результатів унікальних багаторічних досліджень, розробки комплексної геолого-геофізичної характеристики опорного геологічного розрізу Криворізько-Кременчуцької шовної зони як еталонного розрізу палеопротерозойської криворізької серії.

The developed electronic database of a the Kryvorizka super deep chink NG-8 is necessary step for storage, generalization and the further scientific analysis of results of unique long-term researches, for development of the geologic-geophysical description of the Kryvorizko-Kremenchutska suture zones as a reference section of the paleo-Proterozoic Kryvorizka series.

В 1981 году в СССР было принято постановление о бурении в Кривбассе сверхглубокой скважины, что стало составной частью общесоюзной программы “Изучения недр Земли и сверхглубокое бурение”. Место бурения СГ-8 обусловлено тем, что Кривбасс был главной сырьевой базой черной металлургии Европейской части СССР и является характерным представителем железорудных месторождений мира [1]. Именно он мог стать оптимальным объектом для решения региональных научных и прикладных проблем и разработки глубинной модели его строения и комплексной рудоносности, необходимой для

повышения качества прогноза и эффективности поисково-разведочных работ. Место закладки скважины после анализа данных бурения, площадных и профильных сейсмо-, грави- и магниторазведочных исследований была выбрана в северной части Кривбасса (с. Ново-Ивановка Днепропетровской области) – в той части бассейна, где предусматривалось развитие пород криворожской серии максимальной мощности.

Целевым назначением скважины было: получение данных для характеристики железорудных формаций архея и протерозоя; расшифровка глубинного строения Криворожско-Кременчугской структуры, ее соотношение с окружающими гранитоидами и метаморфическими комплексами; изучение зональности метаморфизма, метасоматоза и их связи с рудогенными процессами; установление природы сейсмических границ, закономерностей изменений комплексных свойств горных пород; решения региональных вопросов относительно стратиграфии, тектоники и закономерностей рудообразования. Для этого были применены комплексы стандартных (петрологических, петрофизических, геофизических, гидрогеологических) и специальных (радиологических, определение температур и давления метаморфизма и метасоматоза, физических характеристик при высоких температурах и давлении, состава флюидов и т.д.) исследований. В проекте работ было предусмотрено создание банка данных и обработка комплексной геолого-технологической информации. Это был единственный проект сверхглубокой скважины СССР, где исследования составляли около 20 % стоимости скважины, тогда как в других скважинах они не превышали 10-15 %.

Научная и практическая ценность материалов, полученных в процессе бурения и последующих комплексных лабораторных исследований, является чрезвычайно высокой. Однако первичные геолого-геофизические материалы разрознены и находятся лишь на бумажных носителях, что в определенной мере осложняет их использование и интерпретацию на современном уровне. Тем не менее, данная задача может быть решена, с использованием геоинформационных систем.

Большинство информационных систем и специализированных программных продуктов данного направления ориентированы на решение задач разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых и основываются на информации, заложенной в базах данных по буровым скважинам разных типов, а также на результатах геофизических исследований [2].

Ряд подобных систем уже создан в США, Канаде, Германии, Австралии и др. К сожалению, все заграничные системы очень дорогие по меркам СНГ (от десятков до сотен тысяч долларов), не имеют русскоязычного интерфейса и документации, не отвечают требованиям ГОСТа стран СНГ на горнотехническую документацию, а иногда методикам выполнения отдельных расчетов; и, хотя они имеют средства адаптации и настраивание на конкретного пользователя, выполнение такого настраивания требует специалистов высокой квалификации, больших трудовых затрат и времени и не по силам рядовому горному предприятию [2].

Отечественные ГИС (как русские, так и украинские) находятся на той или иной стадии разработки и не в полной мере соответствуют уровню коммерческого продукта, отсутствует развитая система сбыта и обслуживания.

На современном рынке ГИС-технологий крепкие позиции занимает целый ряд продуктов России и далекого зарубежья. Это ГИС MapInfo, ArcInfo (США), “Интервек”, “Альбея”, “Ингео”, “GeoDraw” (Россия) и много других. Большинство организаций Украины, в которых использование ГИС-технологий необходимо, применяют именно эти разработки. Это связано со сложностью создания собственного программного продукта мирового уровня [3, 4], а также почти полным отсутствием финансирования и целым рядом международных договоров, соглашений, проектов, в рамках которых большое количество организаций Украины не только бесплатно получает ГИС-продукцию, но и обеспечивается ее сопровождением со стороны фирм-производителей.

Данная работа направлена не только на создание электронной базы данных Криворожской сверхглубокой буровой

скважины, но и на разработку систем – автоматического анализа и обработки информации, и геоинформационной системы (ГИС), способной обеспечить моделирование геологического строения участков недр.

Для создания электронной базы данных по криворожской сверхглубокой скважине СГ-8 была выбрана СУБД MS Access, имеющая необходимый набор средств для решения такого класса задач.

Программное обеспечение для работы с базой данных по СГ-8 разработано с использованием среды Borland Delphi. Общий интерфейс системы выполнен в виде отдельного приложения, опирающегося на базу данных по «СГ-8» как на источник информации (рис.1). Его разработка проводилась в несколько этапов:

- разработка и тестирование основных элементов главной рабочей формы;
- разработка и тестирование основных информационных блоков;
- разработка и тестирование блока вывода графической информации;
- разработка и тестирование процедур выбора диапазонов обрабатываемой информации.

В программном обеспечении предусмотрен просмотр и анализ данных, объединенных в информационные блоки: «Данные», «Геологическая колонка», «Вещественный состав», «Каротаж», «Петрофизика», «Изотопные исследования», «Промывочная жидкость», «Графика», «Инклинометрия», «Методика».

Основной блок «Данные» позволяет осуществить доступ, просмотр и корректировку таблиц БД. При работе с базой данных можно выбрать такие условия и режимы поиска и отображения информации:

- выбор масштаба отображения геологической колонки;
- выбор начальной и конечной глубин геологической колонки (при этом данные в избранном информационном блоке выводятся в заданном интервале);

- выбор ствола СГ-8 (основной, опережающий или св. «Спутник-1»), по которому осуществляется поиск информации;
- выбор диапазона отбора информации для базовой глубины (расстояние от выбранной точки);
- отбор информации по типам пород.

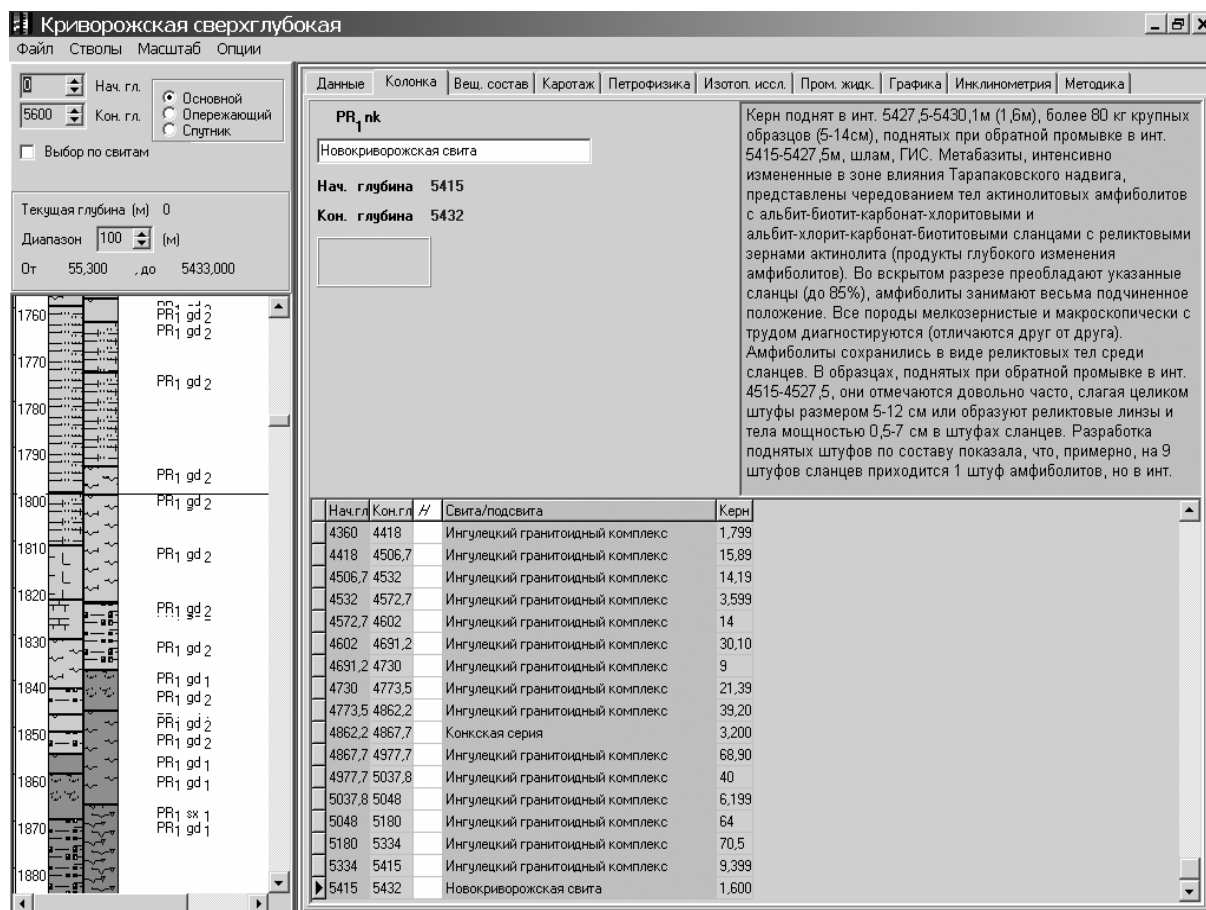


Рис. 1. Рабочее окно программы. Работа с информационным блоком «Геологическая колонка» в определенном пользователем интервале глубин

Следует отметить, что в процессе бурения СГ-8 по технологическим причинам было пробурено два ствола - основной и опережающий. В непосредственной близости от СГ-8 расположена скважина 20500 (Спутник -1) (рис.2). Поэтому в базе данных предусмотрено разделение введенной информации по стволам СГ-8 и Спутнику -1.

Информационный блок «Геологическая колонка» содержит текстовое описание пород по стволам СГ-8 и скважине «Спутник-

1». При работе в блоке пользователь получает информацию относительно: выбранной породы или всех пород выбранного диапазона глубин, стратиграфической принадлежности пород (название свиты, подсвиты); сжатое название породы; образец её условного обозначения. При каждом выборе породы, а также при каждом изменении условий либо режима отображения геологической колонки, эти данные загружаются заново в автоматическом режиме.

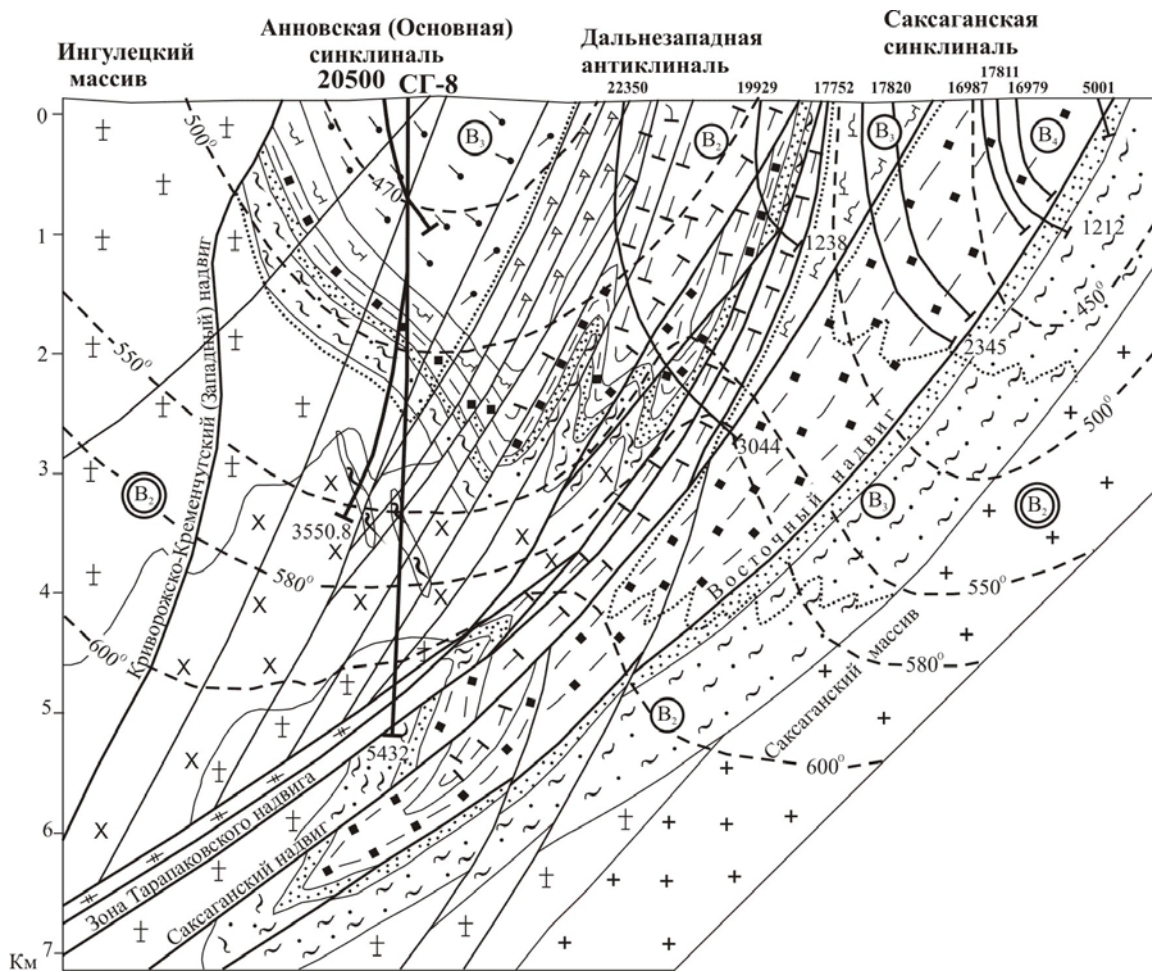


Рис. 2. Геологический разрез через Криворожскую СГ-8

Визуализация геологической колонки сопровождается выводом шкалы глубин, а также выводом стратиграфических индексов свит и подсвит. При отображении каждой из пород используются:

- цвет, соответствующий возрасту пород;
- общепринятые условные обозначения пород.

Алгоритм построения Геоколонки представлен на рисунке 3. Метод вывода условных обозначений разработан на основе использования процедур визуализации геоинформационной системы «Геомарк».



Рис. 3. Обобщенный алгоритм автоматизированного построения стратиграфической колонки

Блок «Вещественный состав», наибольший по объему и разнообразию информации, содержит данные минералогических, петрохимических, геохимических, петрографических исследований. При работе с блоком пользователь имеет возможность:

- просмотра данных в табличном виде или отображенных в виде диаграмм или графиков с определением среднего содержания выбранного элемента в заданном диапазоне глубин;
- поиска данных по выбранному параметру из таблицы;
- сортировки данных по типами пород с выводом обзорной таблицы.

В блоке предусмотрена возможность просмотра списка шлифов с выводом описания каждого из них.

Информационный блок «Каротаж» содержит данные по 15 видам каротажа основного и опережающего стволов СГ-8 с учетом всех каротажных диаграмм. Это свыше 1290 таблиц с исходными (переменный шаг) и интерполированными (постоянный шаг) данными. Данные каротажа имеют вид файлов в формате Excel, один из них - это паспорт каротажа, а второй - результаты измерений. В блоке «Каротаж» выводится система обозначений графиков для выбранных каротажных диаграмм, а также список доступных видов каротажа из базы данных.

Реализована возможность загрузки технических характеристик проведения каротажа, а также сами результаты («Данные») в их начальном виде. Но основной режим работы модуля – отображение графической информации в виде каротажных диаграмм. Построение графиков сопровождается отображением шкалы глубин.

В блоке размещены также растровые изображения каротажных диаграмм, по которым проводилась оцифровка кривых. Они загружены в базу данных и доступны для просмотра.

На рисунке 4 показан интерфейс системы, на примере блока - вещественный состав.

Информационный блок «Петрофизика» содержит следующие данные: результаты измерений основных петрофизических характеристик по СГ-8 - опережающий ствол, основной ствол и

скважина 20500-«Спутник-1»; основные характеристики физико-механических свойств пород СГ-8; результаты определения тепловых свойств горных пород; характеристики петрофизических свойств основных типов пород СГ-8; теплофизические характеристики пород глееватской свиты (PR2ql) по скважине 20500-«Спутник-1»; характеристики удельного электрического сопротивления основных типов пород СГ-8; характеристики жидкостной проницаемости основных типов пород СГ-8 (опережающий ствол); характеристики газовой проницаемости основных типов пород СГ-8; характеристики диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь на переменном токе основных типов пород СГ-8.

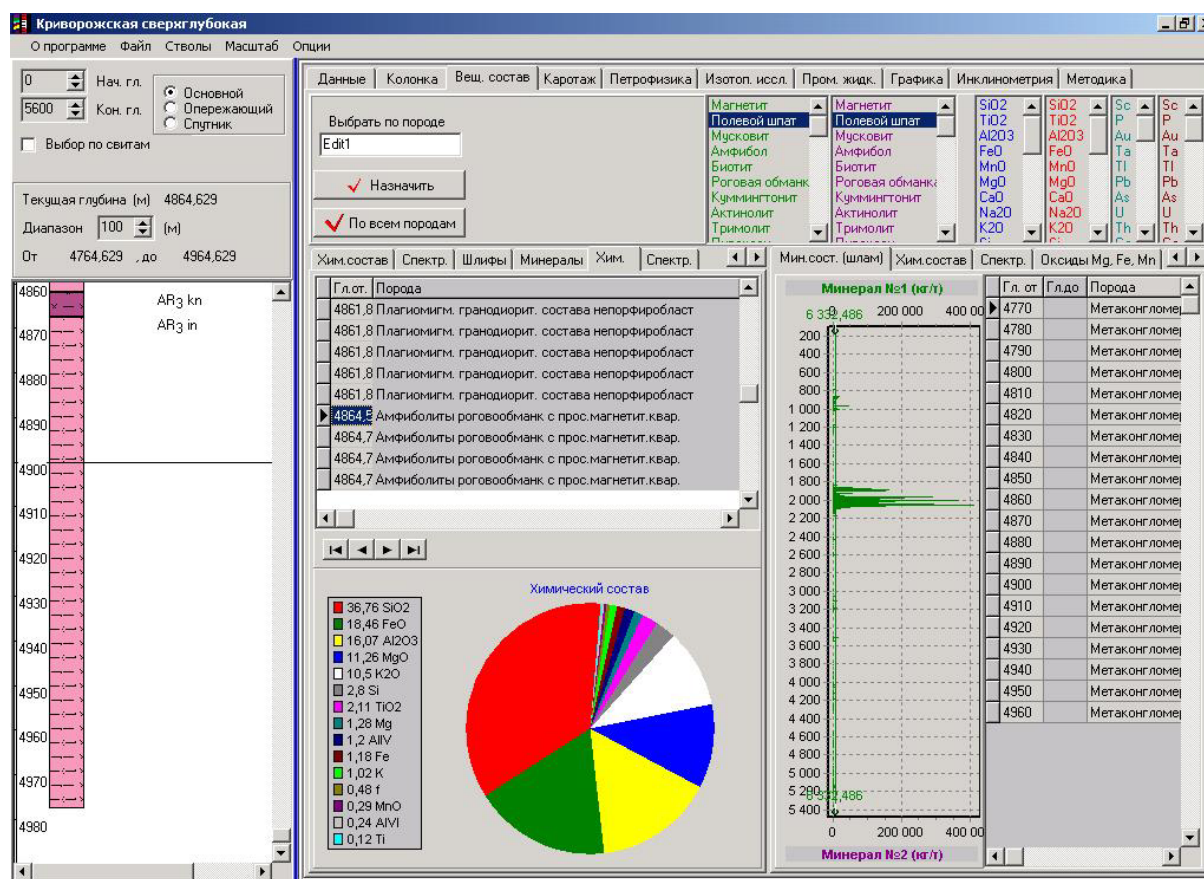


Рис. 4. Блок «Вещественный состав»

В блоке работы с информацией по петрофизике возможна выборка по глубине. Кроме этого, для выбранного диапазона глубин в табличном виде отображаются данные по образцам, на

которых проводились измерения. Для каждого из них выводятся начальная и конечная глубинные отметки, а также название породы. В блоке есть таблицы обзорного характера, то есть те, что не имеют привязки к глубине.

Блок «Изотопные исследования» содержит обзорные таблицы по изотопным исследованиям пород СГ-8 и скважин горных выработок района ее закладки, в которых нет привязки по глубине, но можно делать выборки по типам пород (по первому слову названия породы в таблице). Блок содержит следующие данные: результаты изотопного анализа углерода и кислорода карбоната из жильных метасоматических и магматических пород (СГ-8 и скважин района ее закладки); результаты изотопного анализа углерода и кислорода минералов из осадочно-метаморфических пород; изотопный состав кислорода магнетита и кварца из железистых кварцитов, которые не содержат гематит; результаты определения изотопного состава свинца; результаты определения изотопов серы в породах СГ-8 и района ее закладки; радиогенный возраст пород СГ-8 и района ее закладки.

Информационный блок «Промывочная жидкость» содержит данные исследований промывочной жидкости СГ-8: результаты анализа газовых смесей, отобранных из промывочной жидкости Криворожской СГ-8; результаты анализа фильтрата промывочной жидкости по СГ-8; результаты анализа фильтрата промывочной жидкости по СГ-8 (пробы, отобранные пластоиспытателем на каротажном кабеле; результаты спектрального анализа сухого остатка проб фильтрата промывочной жидкости, отобранных на СГ-8 при системных режимных наблюдениях (основной ствол); результаты спектрального анализа сухого остатка проб фильтрата промывочной жидкости, отобранных на СГ-8 при системных режимных наблюдениях (основной ствол) - пробы отобраны пробоотборником на каротажном кабеле.

Блок «Графика» содержит графические материалы, составленные по результатам исследований СГ-8 и скважинам района ее закладки. Карты и разрезы представлены в векторном виде. В растровом виде (формат *.tiff) размещены: оригинальные карты и разрезы, комплексная геологическая колонка, условные обозначения к геологической карте и колонке, совмещенный

сейсмический разрез МГОТ, геолого-геотермический разрез через СГ-8 и др.

В системе реализованы широкие возможности управления масштабом отображения карт, выбора системы координат, а также экспорта/импорта карт в/из других существующих ГИС [5].

Реализована возможность поиска объектов как по имени, так и по координатам. В системе предусмотрены варианты того, какие объекты и в каком масштабе отображать. Разработано объединение объектов карт в слои и широкие функции управления ими. В отличие от других существующих ГИС добавлены дополнительные типы слоев, упрощающие групповые операции с объектами карт.

Реализована функция сведения информации из нескольких карт в одну в рамках одного списка карт, если карты имеют формат системы. Следует отметить, что сочетание карт происходит на основе информации о слоях. Готовые векторные карты в программе ГеоМарк подлежат всестороннему контролю [6], могут сшиваться в блоки, трансформироваться по требованию пользователя и т.д.

Данные блока «Инклинометрия» включают три параметра:

1) глубину по оси скважины точки измерения (вместо глубины иногда вводят длину интервала, которая является производной от глубины);

2) угол искривления - угол отклонения оси скважины от отвесной линии в вертикальной плоскости в точке измерения (величина, обратная зенитному расстоянию);

3) азимут искривления - угол дирекции или азимут направления отклонения оси скважины от отвесной линии.

Геологическое описание пород скважин включает такие параметры:

– глубину подошвы слоя - расстояние от устья скважины к точке подсекания грунта слоя по оси скважины;

– мощность слоя – мощность слоя по оси скважины;

– угол падения пород в точке подсекания подошвы слоя скважиной;

– истинную мощность – нормальную мощность слоя (эту расчетную величину целесообразно вычислять либо вручную,

либо, если возможно, в автоматическом режиме при введении данных в базу).

Вышеперечисленные параметры необходимы для расчета координат точек пересечения скважинами слоев пород, необходимых для построения геометрической модели породного массива.

В блоке «Методика» доступна одна операция – ознакомление с методикой исследований по СГ-8. Они собраны в файле формата Microsoft Word. При работе с модулем этот файл можно загрузить для ознакомления или редактирования. Блок содержит также растровые изображения рисунков из отчета о результатах комплексных исследований СГ-8.

Таким образом, были получены результаты, которые, в соответствии с целью разработки, в совокупности являются решением актуальной научной задачи. По итогам выполнения работы получены следующие результаты:

- разработана и реализована база данных по вещественному (минералогическому и геохимическому) составу пород Криворожской сверхглубокой скважины «СГ-8»;

- информация по минералогическим и геохимическим данным представлена в виде таблиц, созданных с помощью Microsoft Excel;

- программные модули для петрографического пересчета выполнены с помощью Microsoft Access и на основе разработанной базы данных;

- программные модули ведения и редактирования информации из породных интервалов базируются на классификаторе пород из базы данных «СГ-8»;

- программные модули анализа и обработки информации обеспечивают ведение базы данных и ее обработку без привлечения дополнительных внешних программ или внешней информации;

- база данных допускает возможность занесения дополнительной информации из таблиц Microsoft Excel, Microsoft Access и документов Microsoft Word в таблицы базы данных по «СГ-8» без доработки их структур.

Для перевода в электронный вид графической документации были проанализированы возможности векторизации базовых фирменных геоинформационных систем MapInfo, ArcInfo, DMW, Альбея, ИнГео, GeoDraw, Географ, САПР AutoCAD, векторизаторы Spotlight, Vectory, Интелвек и другие программные средства [3]. В результате их анализа было установлено, что полностью ни один программный продукт не отвечает специфическим требованиям, касающимся создания электронных карт и разрезов [2].

После анализа существующих технологий в УкрНИМИ была адаптирована технология формирования цифровых геологических карт и разрезов с использованием послойной организации данных с помощью программы Интелвек (Россия). В эту технологию была интегрирована ГИС ГеоМарк, разработанная в УкрНИМИ. В среде ГеоМарк были оцифрованы геологические карты и разрезы, составленные по результатам исследований СГ-8 и скважин района ее закладки, площаевых геологических и геофизических исследований.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Могильный С.Г., Айзенштейн Г.Л. Цифровой план открытых горных работ // Разработка месторождений полезных ископаемых. – Киев: Техника, 1975. - Вып. 40. - С. 89-95.
2. ДеМерс Майкл Н. Географические информационные системы. Основы: Пер. с англ. - Москва: Дата+, 1999. – 490 с.
3. Глухов А.А. Проектирование баз данных для информационного обеспечения разведки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых // Збірник наукових праць. – Київ: УкрДГРІ, 2003. – № 3. – С. 10-15
4. Анциферов А.В., Хламов Д.М. Застосування геолого-маркшейдерської бази даних для вирішення задач гірничого добувної галузі // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – Львів: Львівська політехніка. – 2003. – № 63. - С. 29-32.
5. Глухов А.А. Принципы проектирования и форматы данных геоинформационной системы «ГеоМарк»// Сб. науч. тр. НГУ.

- Днепропетровск: РИК НГАУ, 2002. - № 13. - Т 1. - С. 68-75.
6. Глухов А.А, Анциферов А.В., Селяков Б.И. Разработки УкрНИМИ в области ГИС для решения задач угледобывающей отрасли // Сб. науч. тр. НГА Украины.- Днепропетровск, 1999.- №7.- Т 1.- С. 80-82.