

УДК 622.1:528.9:004

**АНАЛИЗ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ЦИФРОВЫХ ПЛАНОВ  
ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ВКЛЮЧЕНИЯ ИХ В ГЕОИНФОРМАЦИОННУЮ  
СИСТЕМУ**

**THE ANALYSIS OF DIGITAL SURVEY PLANS FOR SUBSEQUENT INCLUSION  
IN A GEOGRAFIC INFORMATION SISTEM**

Гагарин Андрей Анатольевич<sup>2</sup>,  
главный маркшейдер, e-mail: gagarinaa@suek.ru

**Gagarin Andrei A.<sup>2</sup>, chief surveyor**

Игнатов Юрий Михайлович<sup>1</sup>,  
кандидат техн. наук, доцент, e-mail: mnoc@mail.ru

**Ignatov Yuri M.<sup>1</sup>, C.Sc., Associate Professor**

Роут Геннадий Николаевич<sup>1</sup>,  
кандидат техн. наук, доцент, e-mail: rgn23.12.47@gmail.com

**Route Gennady N.<sup>1</sup>, C.Sc., Associate Professor**

Латагуз Марина Михайловна<sup>1</sup>,  
старший преподаватель, e-mail: lmm.mdg@kuzstu.ru

**Lataguz Marina M.<sup>1</sup>, Senior Lecturer**

<sup>1</sup> Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Россия, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

<sup>1</sup> T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyaya st., Kemerovo, 650000, Russian Federation

<sup>2</sup> АО «СУЭК Кузбасс» Кемеровская область, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Васильева, д.1

<sup>2</sup> JSC "SUEK Kuzbass" Kemerovo region, Leninsk-Kuznetsky, ul. Vasiliev, 1

**Аннотация.** Маркшейдерская горная графическая документация используется для решения ответственных задач обеспечения безопасной и эффективной работы горнодобывающего предприятия и разработка методов быстрого внесения в цифровой план горных выработок изменений геологических и горнотехнических условий обеспечивает оперативное принятие решений в горном производстве. Цифровой план создается и пополняется с помощью компьютерной программы AutoCAD, используется в визуализированном виде на экране монитора и распечатывается на принтере для создания бумажных копий цифровых планов. Применение компьютерных технологий для решения геолого-маркшейдерских задач, позволяет переходить к цифровым моделям данных, создавать цифровые планы с учетом требований геоинформационных систем и является актуальным.

Цель работы разработать рекомендации в методику создания цифровых маркшейдерских планов горных выработок, чтобы они могли входить в состав, анализироваться, редактироваться, и пополняться в среде геоинформационных систем.

*Методы исследования:*

- анализ содержания, состава и точности созданных 15 маркшейдерских цифровых планов горных выработок 9 шахт АО «СУЭК Кузбасс»;
- анализ существующей нормативно-технической документации и обзор научно-методической литературы для создания маркшейдерских цифровых планов;
- сравнение созданных цифровых планов на предприятиях с требованиями геоинформационного моделирования для выработки рекомендаций по совершенствованию цифровых планов.

**Результаты:** разработаны рекомендации в методику составления и обновления цифровых планов горных выработок для создания интегрированной геоинформационной среды, с последующей обработкой данных пакетами программ ГИС и прикладными модулями решения задач.

**Abstract.** Surveying mining graphic documentation used for the critical task of ensuring the safe and efficient operation of the mining enterprise and development of methods for rapid inclusion in the digital mine workings plan changes the geological and mining conditions ensures rapid decision-making in the mining indus-

try. A digital plan is created and updated using the computer program AutoCAD is used in the rendered view on the screen and printed on the printer to create hard copies of digital plans. The application of computer technologies for solving geological surveying tasks, allowing you to jump to digital data models, to create digital plans subject to the requirements of geographic information systems and is relevant.

The aim of this work to develop recommendations for a methodology of creating a digital survey plans of the mine workings, so they can be part of, analyzed, edited, and supplemented with in geoinformation systems.

#### *Research methods:*

- analysis of content, composition and accuracy of the developed 15 digital survey plans of mines 9 mines of JSC "SUEK Kuzbass";
- analysis of the existing normative-technical documentation and review of scientific-methodical literature to create a digital survey plans;
- comparing the created digital plans for the enterprises with the requirements of geoinformation modeling to formulate recommendations for improving digital plans.

*Results:* the recommendations in methodology and update the digital plans of the mine workings to create an integrated GIS environment, with the subsequent data processing soft-ware packages of GIS and application modules to solve problems.

**Ключевые слова:** маркшейдерские цифровые планы, нормативно-техническая документация, базы данных наблюдений, геоинформационные системы.

**Keywords:** surveying digital plans, normative and technical documentation, databases of observations, geographic information systems.

Горнодобывающие предприятия относятся к категории опасных производственных объектов, и создание маркшейдерской горной графической документации регламентировано документом «Положение о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр» утвержденного постановлением Госгортехнадзора России от 22.05.01 № 18, инструкцией по производству маркшейдерских работ [1], и ГОСТом [2].

Специалисты, которые создают горную графическую документацию в бумажном виде, имеют доступ к современным компьютерам и информационным технологиями и переводят горную документацию в цифровой формат для тиражирования графических копий цифровых планов горных выработок, а работа по созданию горной документации в виде цифровых планов не обеспечена методическими разработками.

Цель работы разработать рекомендации в методику создания цифровых маркшейдерских планов горных выработок, чтобы они могли входить в состав, анализироваться, редактироваться, и пополняться в среде геоинформационных систем (ГИС). При этом рассмотрим следующие этапы в исследовании:

- 1) анализ содержания цифровой горной документации на предприятиях;
- 2) примеры нерациональности созданных цифровых планов на шахтах;
- 3) обзор существующей нормативной базы для создания цифровых планов;
- 4) рекомендации по переработке цифровых планов для включения их в ГИС.

#### **Анализ содержания цифровой горной документации на предприятиях.**

Авторами произведено обследование 15 маркшейдерских цифровых планов горных выработок по 9 шахтам АО «СУЭК Кузбасс». Исследо-

вались методы их создания, их содержание, состав, точность, перечень решаемых задач, соответствие ГОСТам. Результаты исследования позволили выделить ряд основных положений, характерных для данной документации, которые приводим далее.

План горных выработок является главным документом, который ведет маркшейдерская служба каждого горнодобывающего предприятия в виде бумажного рабочего планшета и электронного плана. Электронный план находится и пополняется на предприятии и используется в визуализированном виде на экране монитора и в распечатанном виде на бумаге, далее будем его называть цифровой маркшейдерский план горных выработок (ЦМП), для прогнозирования горно-геологических условий, планирования горных работ и маркшейдерского обеспечения безопасного ведения горных разработок.

Для создания бумажной маркшейдерской документации утверждены стандарт, руководство, инструкция, методические указания, но сегодня и работы по созданию и пополнению цифровых планов на горнодобывающих предприятиях выполняются в соответствии с этими же документами. Однако, эти стандарты не цифровые, ориентированы на технические чертежи и квалифицируются как ссылочные нормативно-технические документы, принятые более 30-ти лет назад, переиздаются, но по-прежнему не ориентируются на стандарты цифровой картографии и ГИС.

Для отечественных горнодобывающих предприятий нет нормативных и методических документов, регламентирующих изготовление, содержание, структуру маркшейдерских планов в цифровом формате [3]. Применение зарубежных методических указаний, реализованных в компьютерных программах неприемлемо, так как алгоритмы решения задач и формулы «закрыты» для

пользователя [4] и не учитывают требования, утвержденные в нормативных документах обязательных для горнодобывающих предприятий России.

ЦМП на шахтах Кузнецкого угольного бассейна изготавливаются путем сканирования планшетов планов горных выработок масштаба 1:2000, последующей векторизации и пополнения по результатам маркшейдерской съемки с использованием наиболее популярных систем автоматизированного проектирования (AutoCAD, MicroStation) [4]. Источниками пространственных данных для создания ЦМП горнодобывающих предприятий служат:

- традиционные планы горных выработок на планшетах;
- цифровые топографические карты места расположения предприятий;
- текстовые материалы, таблицы, схемы, данные рабочих журналов.

Все объекты ЦМП отображаются на плане с помощью условных знаков, которые соотносятся с конкретными объектами через значение классификационного кода. Набор атрибутивных полей автоматически соотносится с условным знаком и образуется связка «объекты» – «система классификации» – «система условных знаков». На осно-

Главное преимущество ЦМП перед рабочими планшетами заключается в том, что цифровой картографический материал имеет математическую основу, которая позволяет использовать среды разработки приложений, способствующих автоматизированному решению задач. Персональные компьютеры и ГИС позволяют выйти на качественно новый уровень использования цифрового маркшейдерского плана горных выработок для построения и анализа геополей горного массива. Явное преимущество ГИС перед CAD-системами заключается в полнофункциональном управлении и использовании баз данных, а также в возможностях интегрировать в единую информационную среду алгоритмы решения многих прикладных задач [5]. Поэтому, компьютерное моделирование для шахт, создание комплекта информационных моделей горных выработок и моделей геополей с помощью ГИС являются актуальными [6].

На данный момент технические специалисты шахт не создают атрибутивных данных в составе ЦМП, что приводит к невозможности использования ГИС для хранения и обработки данных. Вместо этого специалисты вносят значения характеристик и параметров объектов в состав векторных слоев, нарушая тем самым общепризнанные принципы геоинформационного моделирования.

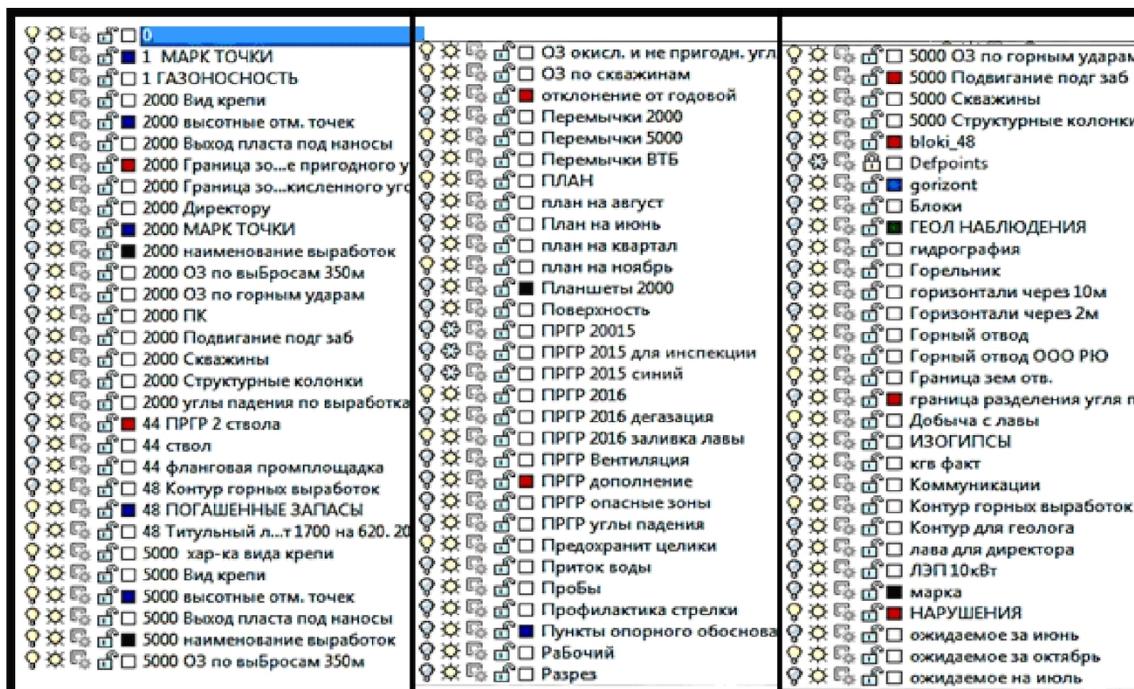


Рис. 1. Набор графических слоев на цифровом плане пласта 48 АО Шахта «Талдинская Южная»  
Fig. 1. A set of graphic layers on a digital plan of the reservoir 48 JSC Mine "Tal-South Dinskaya"

в традиционных классификаторов в цифровых планах создают цифровые классификаторы объектов, которые включаются в структуру баз данных (БД). Разделы цифрового классификатора, называемые иначе библиотеками условных знаков, представляют тот или иной класс реальных объектов и дополняются в своем составе при необходимости в каждом ведомстве

ЦМП анализируемым шахтам баз данных не содержат, и поэтому, их можно использовать только как графическую основу (графический файл). И на данный момент на шахтах мощный аппарат обработки пространственных данных, которым обладают ГИС, не применяется.

### **Примеры нерациональности созданных цифровых планов на шахтах.**

ЦМП представляет собой набор графических слоев, каждый из которых вносит в общую картину информацию по определенной теме. При анализе 15 маркшейдерских цифровых планов горных выработок обнаружено отсутствие объектно-ориентированного подхода к классификации объектов, поэтому деление графических данных с точки зрения картографирования и геоинформационного моделирования по названным на предприятиях слоям некорректно. Например, набор графических слоев на цифровом плане пласта 48 АО Шахта «Галдинская Южная» (см. рис.1). Слои делят все объекты плана по темам, и отдельный слой может содержать только объекты одного из 4-х типов: объект-точка, объект-полилиния, объект-область и объекты-надписи. Для каждого слоя разрабатывается структура таблицы с полями и их типами.

Так, в слоях объединены разнородные, несовместимые по своим свойствам, параметрам и характеристикам объекты. Например, в слое «О» основные показатели по пласту и стратиграфический разрез не должны совмещаться как друг с другом, так и с титульным листом. В слое «МАРК ТОЧКИ» маркшейдерские точки объединены с отметками почвы пласта. В слое «Скважины» разведочные линии (это не скважины), номера (это не скважины), отметки скважин и какие-то площадные объекты. Очевидно, что разведочные линии должны быть в отдельном слое, в котором, кроме них, не должно быть никаких других векторных, и текстовых, объектов.

Наименования векторных слоев не обосновано. Примеры: «PRORRAM» и «ZEMOTWOD». Плохо называть слой набором английских букв, передающих его русское наименование, в то время, когда компьютеры обеспечены большим количеством кодировок.

В информационной системе нельзя в векторные слои вносить атрибутивные данные в виде надписей – для атрибутивных данных есть специальные структуры (атрибутивные таблицы, списки), а надписи должны быть в отдельном слое цифрового чертежа в САПР или векторного слоя ГИС. В качестве примера можно привести слой земельного отвода под промплощадку. В одном слое присутствуют векторные объекты 3-х типов: «граница земельного отвода под промплощадку» (объект-полилиния), «промплощадка» (объект-область) и номера поворотных точек границы земельного отвода (объекты-надписи).

Пространственные свойства объектов первых двух упомянутых типов различны. Объект-надпись вовсе не имеет пространственных свойств – он «не имеет права» быть в одном слое с первыми двумя объектами. Автоматизированная обработка слоя границы земельного отвода затруднена. Некорректна модель границы отвода, так как в

нее искусственно включены площадные модели поворотных точек границы отвода. Поворотные точки границы принадлежат самой границе, которая должна быть единым замкнутым объектом типа «полилиния» без каких-либо включений. Если в обработке данных необходимо иметь модели поворотных точек границы отвода, вынесенные вовне границы, они должны быть представлены безразмерными объектами-точками. В представленном же слое не имеющая ширины линейная модель границы отвода сопровождается размерными площадными объектами – «поворотными точками», позиционная погрешность которых искусственно расширена, в то время как она должна быть не более чем погрешность всякой другой точки границы отвода.

Реальный объект – дорога представлен набором линий, показывающих откосы, площади которых в цифровом представлении уже не определить, модели просто нет. Оси дороги нет, либо она некорректна. Кромка дороги показана неаккуратно и тоже – не единый линейный объект, а набор линий. Узлы картографической сетки показаны линиями, хотя в реальных картографических произведениях они понимаются как «точки», следовательно, в ЦМП должны отображаться точками, иначе даже их координат не получить без дополнительных преобразований. Направления линий также показаны отдельными векторными объектами, хотя любая графическая система, работающая с векторными объектами, способна показать направление линейного объекта по запросу пользователя.

### **Обзор существующей нормативной базы для создания цифровых планов.**

Инструкция по производству маркшейдерских работ [1, п. 408] указывает «Цифровые модели земной поверхности, горных выработок шахт и разрезов создают путем ввода результатов съемки или сканирования и векторизации графических планов. При этом условные знаки и шрифты применяют в соответствии с установленными требованиями». В пункте 409 отмечается что, графические копии цифровых моделей горных выработок изготавливают по мере необходимости.

По линии Федерального органа исполнительной власти по геодезии и картографии создаются действующие государственные и отраслевые стандарты, а также отраслевые руководящие технические материалы. Положения государственных стандартов обязательны для предприятий, расположенных на территории Российской Федерации, которые занимаются сбором, обработкой и передачей пространственных данных, созданием и использованием цифровых карт (ЦК) и цифровых планов (ЦП). Нормативно-техническая документация предусматривает, чтобы ЦК и ЦП могли использоваться для создания цифровой модели местности и использовании в ГИС-индустрии.

Стандартизация коснулась области термино-

логии цифрового картографирования. В стандарте [ГОСТ 68-13-99](#) «Виды и процессы геодезической и картографической производственной деятельности. Термины и определения» устанавливаются применяемые в геодезической и картографической деятельности основные термины для картографического производства и производства ГИС. Данный стандарт утвержден Приказом по Роскартографии №10 от 26 января 2000г.

В стандарте [ГОСТ 28441-99](#) устанавливаются термины и определения цифровой картографии, в [ГОСТ Р 51605-2000](#) приведены общие требования к цифровым картам. В [ГОСТ Р 52438-2005](#) устанавливаются термины и определения географических информационных систем. В [ГОСТ Р 52155-2003](#) «Географические информационные системы...» приведены общие требования к ГИС.

Но прежде чем пользоваться этими стандартами, нужно сначала определить состав базовых пространственных данных, которые могут быть основой для интеграции всех прочих данных. В настоящее время для этого используют каталог объектов местности [7], который включает перечень объектов местности, их атрибутов и значений этих атрибутов с их определениями. При формировании классификаторов объектов ГИС каталог объектов местности можно использовать в качестве эталона. Стандарт [7] устанавливает перечень пространственных объектов местности и их свойств, подлежащих описанию в цифровой модели местности независимо от способов её создания и ГИС.

Определение термина «пространственный объект» приведено в [ГОСТ Р 52438-2005](#) «цифровая модель материального или абстрактного объекта реального или виртуального мира с указанием его идентификатора, координатных и атрибутивных данных».

Система условных обозначений (классификатор объектов), представляемая в виде файла-библиотеки, должна обеспечивать с использованием системы кодирования автоматический вывод ЦК на устройства отображения и получение её твердых копий на графических устройствах вывода. В стандарте [8] описаны способы формирования системы классификации и правила цифрового описания картографической информации. Конкретный классификатор определяет набор моделируемых объектов, и устанавливает уникальные коды объектов, их основных атрибутов и значений атрибутов. Одновременно с классификатором должны формироваться правила цифрового описания объектов в соответствии с требованиями [9,10].

Стандарт [9] содержит достаточно полный перечень определений основных терминов цифровой картографии. Стандарт [ГОСТ Р 60828-95](#) «Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты» требует определенную структуру из символь-

ного кода и букв латинского алфавита.

Точность копий графической цифровой документации оценивается по отклонению размеров сторон и диагоналей координатной сетки от теоретических, и допуск составляет 0,2 и 0,3 мм соответственно, точность сканирования контролируется измерением сторон координатной сетки на расстоянии и допуск составляет 0,15 мм.

**Рекомендации по переработке цифровых планов для включения их в ГИС.** Нами разработаны рекомендации по переработке созданных маркшейдерских цифровых планов для последующего включения их в ГИС. Они содержат следующие этапы:

- создать объектное представление пространственной информации с необходимой полнотой и точностью;
- при сборе информации, производить выделение из неё атрибутивной составляющей и заполнение БД;
- формировать слоевую структуру плана на основе классификации горно-геологических и горнотехнических объектов и их свойств, характеристик и параметров;
- производить установление связей векторных объектов с записями соответствующих им баз данных.

ГИС имеют встроенную систему управления базами данных (СУБД), которая определяется как комплекс программ для создания, выделения и использования атрибутивных данных. В СУБД пространственные данные представляются как структурно объединенные в строки (записи) атрибутивные данные о выделенных из описываемой пространственной информации объектах. Информация в базе данных хранится с использованием иерархического классификатора и послоеового принципа разделения объектов, что обеспечивает возможность управления данными, поиск, получение информации по запросам. Поэтому, структурной единицей цифрового описания пространственной информации в составе ЦП должен быть цифровой объект, который имеет графическое представление, т.е. является графической моделью реального пространственного объекта. Цифровое описание объекта должно включать идентификатор, метрику, семантику, и должно формироваться с использованием требований, объединенных в три группы:

- правила определения типа (или характера) локализации объектов;
- правила представления метрики и отношений объектов;
- правила представления семантики объектов.

Обозначение объектов на цифровых планах должно соответствовать библиотеке цифровых символов, что является необходимым условием возможности реального внедрения ГИС-систем на горных предприятиях, так как выходные графические документы должны в точности удовлетво-

рять требованиям действующего стандарта.

Содержание слоев цифрового маркшейдерского плана должно учитывать требования стандарта ГОСТ Р 52293-200 «Географические информационные системы...». Так в этом документе в разделе 5.5.1 записано, что «ЦТК должны содержать все объекты, соответствующие их масштабу и состоянию описываемой ими местности» и далее перечисляются десять элементов содержания цифровой топографической карты.

Деление на слои должно производиться до того, как они будут формироваться, и корректироваться. Если же сначала свалить все в одну кучу, а потом поделить на части – это плохо тем, что плохо продумываются и плохо выстраиваются модели объектов. Само деление на объекты если сразу не производится, то и не происходит рационального выделения слоев. На сегодня именно в несоблюдении этого требования все проблемы применения AutoCAD для цифровых маркшейдерских планов. Не выполняется базовый принцип геоинформационного моделирования. Его выполнение как раз и начинается с разделения всей пространственной информации на объекты, явления и их проявления.

Содержание и название слоев цифрового маркшейдерского плана должны учитывать требования Инструкции по производству маркшейдерских работ [1, п. 418] в которой перечисляются обязательные элементы содержания маркшейдерского плана.

Таким образом, из 60 созданных слоев ЦМП на шахтах с учетом требований Инструкции и рекомендаций Жукова Г. П. [2] целесообразно отражать объекты с разделением по следующим слоям:

- 1) вентиляция;
- 3) высотные отметки;
- 3) водоотлив и осушение;

- 4) геологические объекты
- 5) горные выработки
- 6) границы горного предприятия;
- 7) календарный план
- 8) маркшейдерские сети
- 9) опасные очаги и зоны;
- 10) оформление;
- 11) скважины;
- 12) целики.

При этом мощность, угол падения пласта, запасы и потери могут входить в слой геологических объектов. После такой корректировки структуры информационного обеспечения выполняется конвертирование данных из AutoCAD в ГИС. Делается экспорт векторных данных из формата AutoCAD в обменный формат DXF, а затем импорт векторных данных из обменного формата DXF в формат ГИС **MicroMine** (см. рис 2).

После импортирования в программу производится проверка, и исправление ошибок, а затем создается база данных предприятия, которая используется для последующего моделирования и оценки горно-геологических условий месторождения.

При создании базы данных производится статистическая и гестатистическая обработка информации, выделение трендов, расчет мощностей пластов и др. Вся информация выводится в 3D-просмотр и используется при интерпретации.

ГИС-анализ осуществляется поэтапно: сначала поиск и идентификация объектов, затем изменение их пространственных характеристик, и, наконец, совместный анализ пространственной и атрибутивной информации о реальных объектах [11,12]. Комплексный ГИС-анализ включает, помимо этого, обработку разнородных данных в единой геоинформационной среде [13].

Таким образом, ГИС-анализ возможен исключительно на основе использования СУБД, а опи-

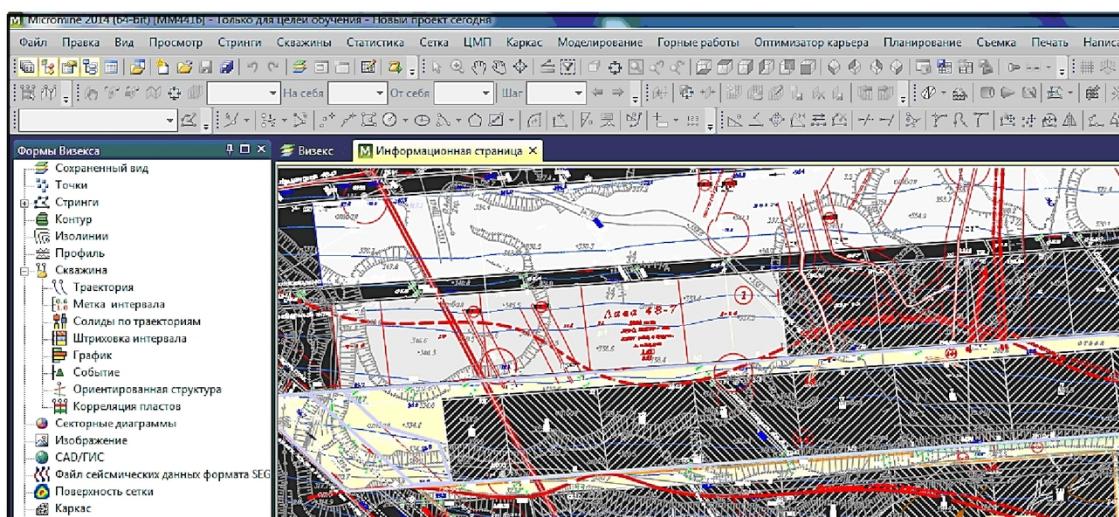


Рис. 2. Маркшейдерский цифровой план пласта 48 АО Шахта «Талдинская Южная» конвертированный в ГГИС *MicroMine*

Fig. 2. Surveying digital formation plan 48 SA Mine "Taldinskaya South" converted into GGIS *MicroMin*

санные выше результаты исследования созданных маркшейдерских цифровых планов показывают трудности при создании баз горно-геологических и горно-технологических данных. Необходимо тщательно проработать структуру информационного обеспечения векторных планов вне зависимости от того, какой продукт будет получен, графические копии планов горных выработок или полноценная ГИС.

Сегодня, маркшейдерские планы горных выработок на предприятиях создаются и пополняются в графическом и цифровом видах. ЦМП должен быть подобным графическому плану, составленному на планшетах по техническим требованиям в части состава, содержания, масштаба, точности, системы высот, условных знаков, правил редактирования и сводок, изложенным в соответствующих документах. При параллельном ведении цифрового и графического плана результаты обновления должны отображаться на них одновременно. С усложнением горно-геологических условий по-

вышается нагрузка и на маркшейдерскую документацию. Планы должны отображать много новой информации и бумажные маркшейдерские планы становятся трудно читаемыми. Методику компьютерного моделирования необходимо выбирать с учетом формирования ЦМП в соответствии с требованиями ГОСТов на горную графическую документацию.

Исходя из всего вышеизложенного, можно сделать вывод, чтобы перейти на новый уровень решения геолого-маркшейдерских задач, ЦМП должны создаваться с использованием требований геоинформационных технологий. Необходимо далее разрабатывать методику составления, обновления и использования цифровых планов горных выработок, в том числе, с применением растрового формата, а также совершенствовать методы создания их файловых копий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03) / кол. авт. – М.: ФГУП Государственное предприятие НТЦ по безопасности в промышленности ГГТН России, 2004. – 120 с.
2. Межгосударственный стандарт. Горная графическая документация. Изображение элементов горных объектов. – Введ. 01.01.1980. – переизд. 01.06.2002. – М.: ВНИИНМАШ. – 1980.
- Жуков, Г. П. Создание и ведение маркшейдерской горной графической документации в цифровом формате. // Жуков Г. П., Ишбулатова Л.Р., Иванов И.П. – М.: Издательство «Горное дело». – 2015. – 200 с.: ил., табл.
3. Troubetskoi, K. N. Forecast of Surface Deformation in Undeground Mining of Coal Deposits with the Employment of Geoinformation System (GIS) Technologies / K. N. Troubetskoi, M. A. Iofis, A. F. Klebanov, A. M. Navitny // Proceedings X-th International Congress of the International Society for Mine Surveying, Fremantle, Western Australia, 1997 p. 545-551.
4. Гагарин, А. А. Совершенствование методики создания цифрового плана горных выработок и методов прогноза горно-геологических условий / А. А. Гагарин, Ю. М. Игнатов, Г. Н. Роут // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Материалы Международной научно-практической конференции Сибресурс-2016. – Кемерово, 2016. – 6 с.
5. Гагарин, А. А. Использование методов компьютерной обработки материалов, содержащихся в цифровых моделях маркшейдерских планов / А. А. Гагарин, Ю. М. Игнатов, М. М. Латагуз // Современные проблемы в горном деле и методы моделирования горно-геологических условий при разработке месторождений полезных ископаемых. / Материалы Всероссийской науч.-практич. конференции с международным участием. 17-19 ноября 2015 г. – Кемерово. – 5 с.
- 6 Батутин А.С. Тектонофизическая модель горно-тектонических ударов с подвижками крыльев крупных тектонических нарушений // ГИАБ, «Труды научного симпозиума «Неделя Горняка – 2010». 2010. с.252-264.
7. ГОСТ Р 52439-2005. Модели местности цифровые. Каталог объектов местности. Требования к составу. – Введ.01.07.2006. – М. : Стандартинформ, 2006. – 103 с. – (Национальный стандарт Российской Федерации).
8. ГОСТ Р 51606-2000. Карты цифровые топографические. Система классификации и кодирования цифровой картографической информации. Общие требования. – Введ. 17.05.2000. – М: Госстандарт России, 2000. – 7 с. – (Государственный стандарт России).
9. ГОСТ Р 51607-2000. Карты цифровые топографические. Правила цифрового описания картографической информации. Общие требования. – Введ. 01.01.2001. – М.: Госстандарт России, 2001. – 8 с. – (Государственный стандарт России).
10. ГОСТ 3 50828-95. Геоинформационное картографирование. Пространственные данные, цифровые и электронные карты. Общие требования. – Введ. 18.10.1995. – М.: Госстандарт России, 1995. – 4 с.

11. Groshong R. H., Jr. 3D structural geology: a practical guide to surface and subsurface map interpretation // . – Berlin: SpringerVerlag. – 1999. – 324 p.
12. Moridi, Mohammad Ali, Youhei Kawamura, Mostafa Sharifzadeh, Emmanuel Knox Chanda, Markus Wagner, Hyongdoo Jang, and Hirokazu Okawa. "Development of Underground Mine Monitoring and Communication System Integrated ZigBeeand GIS." // International Journal of Mining Science and Technology 25 (5) 2015. p. 811–18
13. Şalap, Seda, Mahmut Onur Karslioğlu, and Nuray Demirel. "Development of a GIS-Based Monitoring and Management System for Underground Coal Mining Safety." //International Journal of Coal Geology 80 (2): 2009. p. 105–12.

#### REFERENCES

1. Ohrana nedr i geologo-markshejderskij kontrol'. Instrukciya po proizvodstvu markshejderskih rabot (RD 07-603-03) / kol. avt. - M.: FGUP Gosudarstvennoe predpriyatiye NTC po bezopasnosti v promyshlennosti GGTN Rossii, 2004. - 120 s.
2. Mezhgosudarstvennyj standart. Gornaya graficheskaya dokumentaciya. Izobrazhenie 'elementov gornyh ob'ektor. - Vved. 01.01.1980. - pereizd. 01.06.2002. - M.: VNIINMASH. - 1980.
- Zhukov, G. P. Sozdanie i vedenie markshejderskoj gornoj graficheskoy dokumentacii v cifrovom formate. // Zhukov G. P., Ishbulatova L.R., Ivanov I.P. - M.: Izdatel'stvo «Gornoe delo». - 2015. - 200 s.: il., tabl.
3. Troubetskoi, K. N. Forecast of Surface Deformation in Undeground Mining of Coal Deposits with the Employment of Geoinformation System (GIS) Technologies / K. N. Troubetskoi, M. A. Iofis, A. F. Klebanov, A. M. Navitny // Proceedings X-th International Congress of the International Society for Mine Surveying, Fremantle, Western Australia, 1997 p. 545-551.
4. Gagarin, A. A. Sovershenstvovanie metodiki sozdaniya cifrovogo plana gornyh vyrabotok i metodov prognoza gorno-geologicheskikh uslovij / A. A. Gagarin, Yu. M. Ignatov, G. N. Rout // Prirodnye i intellektual'nye resursy Sibiri. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Sibresurs-2016. - Kemerovo, 2016. - 6 s.
5. Gagarin, A. A. Ispol'zovanie metodov komp'yuternoj obrabotki materialov, soderzhaschihsya v cifrovyyh modelyah markshejderskih planov / A. A. Gagarin, Yu. M. Ignatov, M. M. Lataguz // Sovremennye problemy v gornom dele i metody modelirovaniya gorno-geologicheskikh uslovij pri razrabotke mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh. / Materialy Vserossijskoj nauch.-praktich. konferencii s mezdunarodnym uchastiem. 17-19 noyabrya 2015 g. - Kemerovo. - 5 s.
- 6 Batugin A.S. Tektonofizicheskaya model' gorno-tektonicheskikh udarov s podvizhkami kryl'ev krupnyh tektonicheskikh narushenij // GIAB, «Trudy nauchnogo simpoziuma «Nedelya Gornjaka - 2010». 2010. s.252-264.
7. GOST R 52439-2005. Modeli mestnosti cifrovye. Katalog ob'ektor mestnosti. Trebovaniya k sostavu. - Vved.01.07.2006. - M. : Standartinform, 2006. - 103 s. - (Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii).
8. GOST R 51606-2000. Karty cifrovye topograficheskie. Sistema klassifikacii i kodirovaniya cifrovoj kartograficheskoy informacii. Obschie trebovaniya. - Vved. 17.05.2000. - M: Gosstandart Rossii, 2000. - 7 s. - (Gosudarstvennyj standart Rossii).
9. GOST R 51607-2000. Karty cifrovye topograficheskie. Pravila cifrovogo opisanija kartograficheskoy informacii. Obschie trebovaniya. - Vved. 01.01.2001. - M.: Gosstandart Rossii, 2001. - 8 s. - (Gosudarstvennyj standart Rossii).
10. GOST Z 50828-95. Geoinformacionnoe kartografirovaniye. Prostranstvennye dannye, cifrovye i 'elektronnye karty. Obschie trebovaniya. - Vved. 18.10.1995. - M.: Gosstandart Rossii, 1995. - 4 s.
11. Groshong R. H., Jr. 3D structural geology: a practical guide to surface and subsurface map interpretation // . – Berlin: SpringerVerlag. - 1999. - 324 p.
12. Moridi, Mohammad Ali, Youhei Kawamura, Mostafa Sharifzadeh, Emmanuel Knox Chanda, Markus Wagner, Hyongdoo Jang, and Hirokazu Okawa. "Development of Underground Mine Monitoring and Communication System Integrated ZigBeeand GIS <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095268615001317>." // International Journal of Mining Science and Technology 25 (5) 2015. p. 811-18
13. Şalap, Seda, Mahmut Onur Karslioğlu, and Nuray Demirel. "Development of a GIS-Based Monitoring and Management System for Underground Coal Mining Safety <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166516209001360>." //International Journal of Coal Geology 80 (2): 2009. p. 105-12.