

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

ТУРИНЦЕВ Ю.И

Д.т.н., профессор

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

КОЛЬЦОВ П.В.

Старший научный сотрудник

ООО «УРАЛМЕХАНОБР – УГМК»

ЕКАТЕРИНБУРГ, РОССИЯ

Интеграция России в мировую экономику и успешная деятельность в условиях рынка требуют от горных предприятий повышения эффективности работ за счёт использования высокопроизводительного оборудования в технологическом процессе, оперативного планирования горных работ в соответствии с изменяющимися горнотехническими условиями эксплуатации месторождения и полной использования недр.

Качество проектирования, планирования и отработки месторождений в значительной мере определяется качеством исходной маркшейдерской и геологической информации, оперативностью получения этой информации и возможностью ее интерпретации.

Повышение оперативности планирования и полноты использования недр возможно путём внедрения эффективных методов контроля и учёта движения горнорудной массы и доступного для инженеров-горняков математического аппарата, позволяющего анализировать все изменения, вносимые в природный ландшафт с начала строительства горного предприятия до момента завершения горных работ.

В настоящее время для решения задач горного производства и маркшейдерии в частности существует множество программных комплексов, решающих как частные, так и общие вопросы, связанные с повышением эффективности отработки месторождений [4]. Различные отделы предприятия (геология, маркшейдерия, лаборатория, ПТО) полагаются на набор пакетов программ, отчётов в виде электронных таблиц или отдельных наборов документации, чтобы учитывать затраты и текущие данные производства. Причём, информационные потоки между отделами зачастую хаотичны и беспорядочны, имеют разный формат, который принят в конкретных отделах и для использования другими требует преобразований в привычную форму. Критическая для рудника информация оказывается скрытой в этом множестве связей и

разных форматов. Такой тип обмена информацией неэффективен, т.к. не дает или сильно замедляет доступ к действительно важным данным. В условиях различного территориального расположения горнопромышленных объектов реакция на изменения в процессах бывает очень медленной, т.к. руководители подразделений не имеют своевременной соответствующей информации, а используемые традиционные средства связи (факс, почта) не обеспечивают необходимой точности и оперативности. В век бурного развития высоких технологий во всём мире и, в частности, в горнодобывающей промышленности, это выглядит, по меньшей мере, непрофессионально. Выход во всесторонней интеграции служб предприятия на основе создания единой распределённой базы данных предприятия.

Все это требует серьёзной научной базы, умноженной на практические навыки.

Математические методы уже давно и с успехом используются в геологических исследованиях. В настоящее время при повышающейся сложности геологических исследований уже невозможно ограничиваться традиционными и вербальными методами. Математизация геологии становится не просто потребностью, но и жизненной необходимостью.

В числе постоянных маркшейдерских задач при открытом способе добычи основное место занимают работы по созданию и развитию съёмочного обоснования, выполнению и обработке съёмки, формированию и пополнению горной графической документации, подсчёту выполненных объёмов горных работ. Оперативное и правильное решение этих задач является необходимой основой для обеспечения функций планирования, задания направлений горных работ, контроля за реализацией проекта, учёта движения запасов, потерь и разубоживания полезного ископаемого.

Автоматизация указанных работ является актуальной задачей, поскольку значительно снижает их трудоёмкость, повышает надёжность и качество результатов.

При решении маркшейдерских задач, используются цифровые и математические модели объектов изысканий.

Цифровой моделью местности (ЦММ) называется совокупность точек местности с известными трехмерными координатами и различными кодовыми обозначениями, предназначенная для аппроксимации местности с её природными характеристиками, условиями и объектами. При этом все известные ЦММ можно разбить на три большие группы: *регулярные, нерегулярные и статистические* [5].

Во многом универсальными являются статистические ЦММ. Сфера их применения весьма широка и не ограничивается какими – либо категориями рельефа местности, наличием тех или иных приборов. Статистические ЦММ предполагают в своей основе нелинейную интерполяцию высот поверхностями второго, третьего и т.д. порядков. Массив исходных точек статистической ЦММ представляют в виде:

$$x_1, y_1, H_1, x_2, y_2, H_2, \dots, x_n, y_n, H_n$$

где $x_1, y_1, H_1, \dots, x_n, y_n, H_n$ – координаты точек статистической модели.

Математической моделью местности (МММ) называется математическая интерпретация цифровых моделей для компьютерного решения конкретных инженерных задач.

Наиболее часто для математического моделирования рельефа используют уравнения поверхности 2 – го порядка:

$$H = AX^2 + BXY + CY^2 + DX + EY + F,$$

где X, Y – известные проектные координаты точки, высоту которой требуется определить; A, B, C, D, E, F – коэффициенты уравнения аппроксимирующей поверхности 2 – го порядка.

Разнообразие программного и аппаратного обеспечения, обуславливает многообразие методов компьютерного моделирования.

В процессе переработки информации ответственными и сложными являются задачи определения адекватности графических моделей и цифровых моделей истинным параметрам реальных объектов, также адекватности вторичных моделей, в частности, математических первичным, т.е. графическим.

По данным В.С. Хохрякова погрешность при преобразовании графических моделей в математические не должна превышать, как правило, 2 – 3%, т.е. должна быть сравнима с точностью расчёта натуральных показателей годовых планов горных работ [1, 2].

Граничные условия при преобразовании графических и цифровых моделей горнотехнических объектов в математические модели в настоящее время не определены.

В зависимости от способа получения исходной информации точность аппроксимации горнотехнических объектов зависит от следующих факторов: приборы и методика съёмки; методика создания графических моделей; приборы и методика цифрования бумажной документации; методика и математические алгоритмы цифрового моделирования.

Проведённые исследования технологий получения, обработки и анализа маркшейдерской пространственной информации, позволили создать методику компьютерного моделирования, обеспечивающую

необходимую, для решения маркшейдерских задач, точность аппроксимации различных горнотехнических объектов.

Методика компьютерного моделирования основана на принципах системного анализа – последовательность, необходимость и достаточность работ, избирательность и информативность исследований, их непрерывность, взаимосвязанность и системность. Таким образом, комплексно учтены как основные, так и дополнительные факторы, влияющие на точность решения задач горного производства.

Алгоритм исследований и принципиальная схема разработки методики моделирования горнотехнических объектов для решения маркшейдерских задач представлена на рис. 1. Их реализация нашла практическое применение при создании компьютерной трехмерной модели дамбы хвостохранилища Учалинского ГОКа (УГМК).

Это обеспечило повышение оперативности и точности маркшейдерского обеспечения дамбы хвостохранилища, путем внедрения единого безбумажного документооборота между маркшейдерской службой предприятия и институтом «Уралмеханобр-УГМК», с использованием разработанной методики компьютерного моделирования горнотехнических объектов [3].

Методика моделирования дамбы хвостохранилища представлена на рис.2.

Некоторые результаты моделирования показаны на рис.3, 4, 5.



Рисунок 1. Принципы методики компьютерного моделирования

**ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДАМБЫ ХВОСТОХРАНИЛИЩА
УЧАЛИНСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА.**

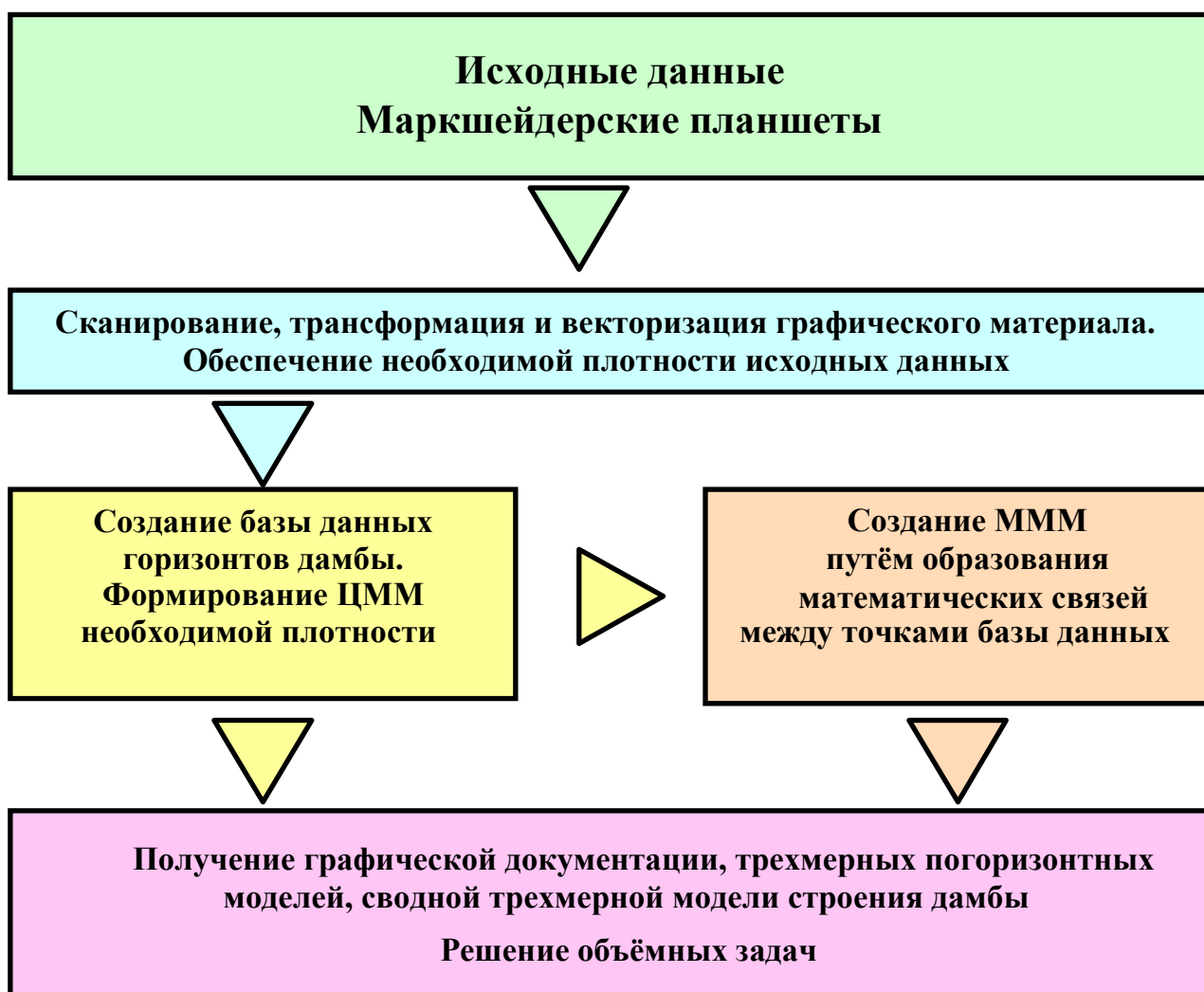


Рисунок 2. Этапы моделирования дамбы

Заключение

Создана, пополняемая трехмерная модель горнотехнического строения дамбы, электронный и традиционный комплект горно-графической документации. Выполненные работы позволили организовать единый информационный поток цифровых данных с момента съёмки объекта, до выноса в натуру элементов проекта и обеспечили маркшейдерской службе предприятия оперативное решение текущих задач, быстрое представление точной информации специалистам. Результаты формируют базу данных как основу геологической модели дамбы.

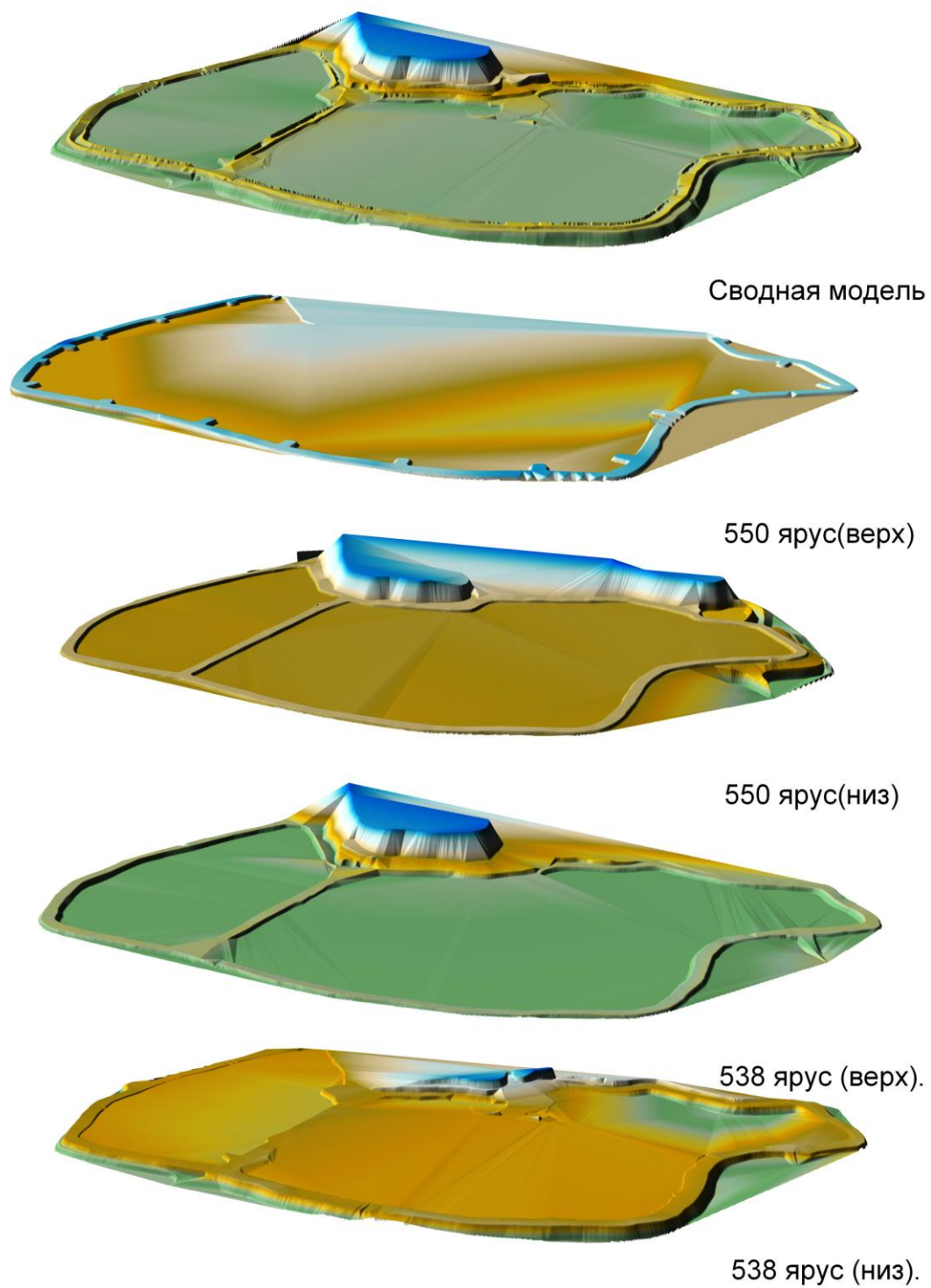


Рисунок 3. Трехмерные модели нижних слоёв дамбы

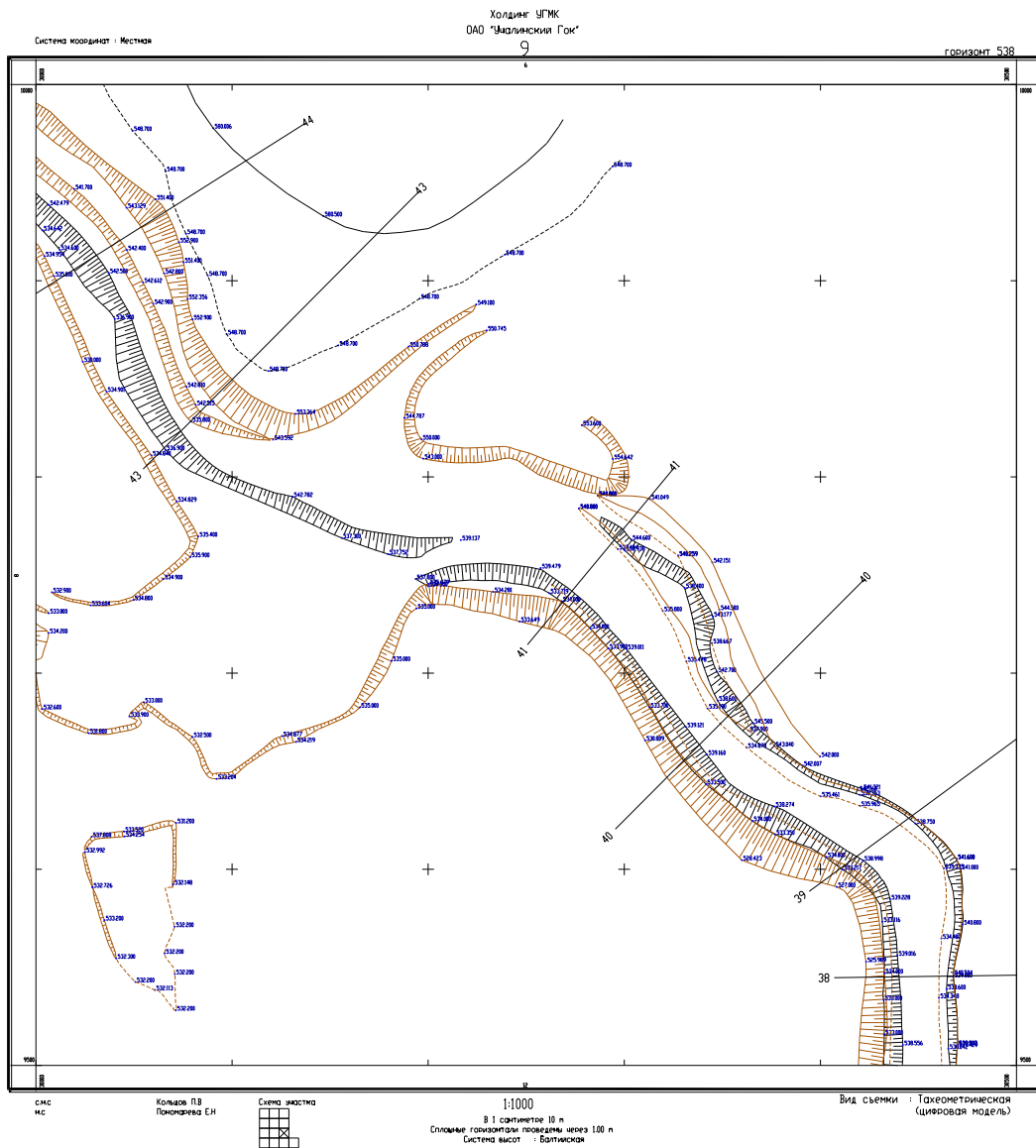


Рисунок 4. Маркшейдерский планшет, полученный по модели дамбы

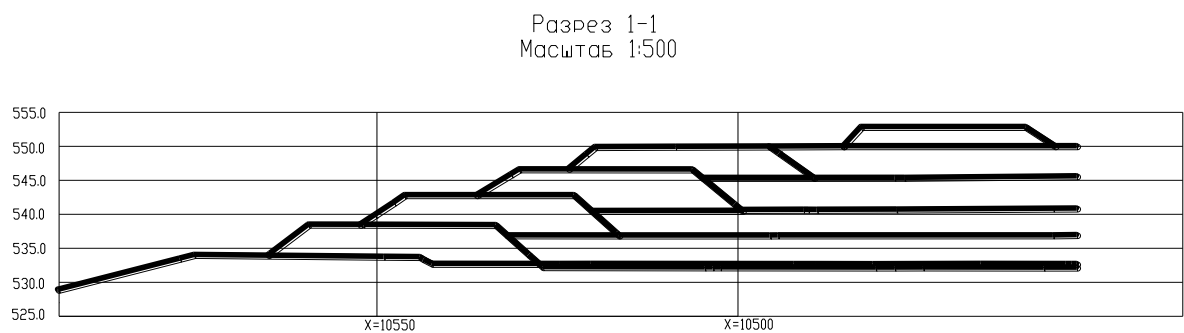


Рисунок 5. Сечение сводной модели дамбы по линии разреза

Литература

1. Введение в геоинформатику горного производства: Учебное пособие /Под ред. В.С. Хохрякова. – 2-е изд., переработанное и дополненное. – Екатеринбург: Издательство УГГГА, 2001. – 198 с.
2. Геоинформационная плотность математических моделей горного предприятия / Хохряков В.С., Корнилков С.В., Сивков М.Н. и др. // Изв. Вузов. Горный журнал. – 1990. - №9.
3. Кольцов П.В., Методика применения цифровой модели для решения маркшейдерских задач на карьерах // Материалы Уральской горнопромышленной декады, г. Екатеринбург, 5 – 15 апреля 2004 г. - Екатеринбург : УГГГА, 2004. – С. 270 –272
4. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 2: Учеб. Пособие для студ. Вузов / Е.Г. Капралов, А.В. Кошкарёв, В.С. Тикунов и др.; Под ред. В.С. Тикунова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 480 с.
5. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: Учебник – 2-е изд., исправл. – М.: Высш. шк., 2004. – 463 с.

Опубликовано: Известия вузов. Горный журнал. – 2006 – № 6. – С. 14 ÷ 17.