

Заключение

Рассмотренные в данной работе алгоритмы реализованы в виде отдельных модулей и прошли тестирование. В настоящее время, в среде Visual Basic ведется разработка прототипа программного комплекса ПРИЗ (Проектирование Разбираемых Изделий), позволяющего выполнять быструю оценку возможности полной или частичной разборки изделия на стадии проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. MAW 1.0 User's Reference, Center for Computer-Aided Design. University of Iowa, 1993.
2. Bullinger H.-J. and Siedel A. Assembly Sequence Planning using Operations Networks/ Production Research Approaching 21st Century. London: Taylor and Francis, 1991. P. 495 – 503.
3. <http://merc.njit.edu/html/1.pdf>. Meng Chu Zhou and Zussman E. Design and Implementation of Disassembly Petri Nets for Intelligent process Planning.
4. <http://www.autodesk.com/techpubs/autocad/acad2000/dxf> AutoCAD 2000 DXF Reference.
5. Dini G. and Santochi M. Automated Sequencing and Subassembly detection in Assembly planning // Annals CIRP. 41. 1: 1-4.

Статья представлена к публикации членом редколлегии Е.А. Ереминым.

УДК 519.68:[5/6+3]

© 2003 г. **А.А. Сорокин**

(Отделение региональной геологии и гидрогеологии
АмурНЦ ДВО РАН, г. Благовещенск)

КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОГЕННЫХ РОССЫПЕЙ ЗОЛОТА

В статье рассматривается компьютерная модель, реализующая методику оценки содержания и гранулометрии золота техногенных россыпей, разработанную в Институте горного дела ДВО РАН и отделении региональной геологии и гидрогеологии АмурНЦ ДВО РАН.

Введение

За длительную историю эксплуатации природных россыпей Дальнего Востока потенциал россыпной золотоносности постоянно снижался. Ос-

тавшие природные россыпи относятся в основном к категории мелких, непромышленных или забалансовых. Среди промышленных месторождений на территории Амурской области в эксплуатации находится более 109 россыпей, которые ежегодно пополняют ресурсы техногенных месторождений. Общий объем горной массы техногенных отвалов составляет свыше 1 млрд. м³, прогнозные ресурсы золота, по предварительной оценке – около 270 т [1]. В сложившейся ситуации роль техногенных аллювиальных россыпей как одного из резервов россыпной золотодобычи существенно возрастает.

Крайне незначительные масштабы освоения техногенных россыпей золота объясняются резко неравномерным распределением в них металла и существенным преобладанием мелких и ультрамелких фракций. В этих условиях требуется проведение специальных геологоразведочных работ с большими объемами опробования. Однако сокращение финансирования научно-исследовательских, геологоразведочных и проектно-изыскательских работ вызывает необходимость разработки нетрадиционных методов оценки ресурсов и гранулометрии золота техногенных россыпей. Научный прогноз содержания и распределения по крупности золота техногенных месторождений может быть достигнут с помощью использования законов распределения полезных компонентов в исходных природных россыпях и на основе обоснования алгебраических выражений, устанавливающих связь между извлечением и параметрами схем обогащения.

На основании изучения гранулометрии природных россыпей появляется возможность математической экстраполяции содержания и размерности золота в техногенных россыпях, при наличии количественных выражений потерь золота на промывочных приборах. Геологическая основа математического анализа трансформаций гранулометрии и содержания россыпного золота включает анализ ряда особенностей изменений этих характеристик в процессе освоения месторождений [2].

Применение такого подхода дает возможность получить предварительную оценку месторождения по ряду параметров. Компьютерная модель позволяет оперативно производить расчеты, имитировать возможные результаты, при этом освобождая пользователя от знания специализированных математических понятий.

Математическая модель

Гранулометрический состав является важнейшей характеристикой измельченных материалов и определяет их физико-химические, а следовательно, технологические свойства. Для наглядности гранулометрический состав порошковых материалов принято представлять в виде гистограмм. Типичной гистограммой вмещающих пород россыпей продуктивных песков можно считать гистограмму С. А. Батугина [3] (см. рис. 1).



Рис. 1. Гистограмма аллювиальных отложений.

Однако гистограммы не всегда дают исчерпывающее представление о распределении объемов частиц по размерам и неудобны в обращении. Они дискретны, в то время как для создания математических моделей процессов, связанных с добычей и переработкой металлосодержащих песков, более удобными оказываются функции плотностей распределения или законы распределения.

На основе ситового анализа проб материалов было сформулировано понятие безразмерной величины частиц дисперсного материала z , а на основании данных работы Н.Я. Авдеева [4] формализовано выражение вида [2]:

$$\psi = az^b / \exp(cz^d), \quad (1)$$

где $z \in (0, \alpha]$, $\alpha = 11$ (верхняя граница интервала существования), причем число α оказалось равным предельному числу классов размеров дисперсных частиц, на которое разбивается весь материал.

Для создания компьютерной модели была проведена оптимизация модели, рассмотренной в [2], при этом были получены следующие выражения (2) – (7).

Обобщенный закон распределения золота Верхнего Приамурья:

$$\psi(z) = \frac{0.267 * z^{0.9}}{\exp(0.333 * z^{1.25})}, \quad (2)$$

где z – безразмерная крупность частиц месторождения, $z \in (0, \alpha]$.

Содержание золота в техногенных отвалах отдельного промывочного прибора:

$$S(z) = \int_0^{\alpha} e^{-(1.7+15.4e^{-0.15D}) * (d_{\max} \frac{z}{\alpha})} * \psi dz, \quad (3)$$

где D – крупность питания промывочного прибора; d_{\max} – максимальный размер частиц, мм.

Нормированная функция плотностей распределения золота техногенных месторождений:

$$\varphi(z) = \frac{e^{-(1,7+15,4e^{-0.15D}) * (d_{\max} \frac{z}{\alpha}) * \psi}}{S(z)}. \quad (4)$$

Нормированная функция плотностей распределения и относительное содержание золота в техногенных отвалах определяются системой (консервативная технология, при $n > 1$):

$$S(z)_n = \int_0^{\alpha} (\psi e^{-n * (1,7+15,4e^{-0.15D}) * d_{\max} * \frac{z}{\alpha}} / \prod_{j=1}^{n-1} S_j) dz, \quad (5)$$

$$\varphi(z)_n = \psi e^{-n * (1,7+15,4e^{-0.15D}) * d_{\max} * \frac{z}{\alpha}} / \prod_{j=1}^n S_j,$$

$$S = \prod_{j=1}^n S_j, \quad S_0 = 1, \quad j = \overline{1, n},$$

где S – относительное содержание золота в золотосодержащих песках после их многократной промывки.

Расчет кумуляции:

$$F = \int_0^z \psi dz. \quad (7)$$

Нормированная функция плотностей распределения и относительное содержание золота в техногенных отвалах определяются системой (прогрессивная технология, при n , равном числу сокращений объема вмещающих пород + 1):

$$S(z)_n = \int_0^{\alpha} \left(\frac{\psi * e^{-(K_1 + K_2 + \dots + K_n) d_{\max} * \frac{z}{\alpha}}}{\prod_{j=1}^{n-1} S_j} \right) dz, \quad (6)$$

$$\varphi(z)_n = \frac{\psi * e^{-(K_1 + K_2 + \dots + K_n) d_{\max} * \frac{z}{\alpha}}}{\prod_{j=1}^n S_j},$$

$$S = \prod_{j=1}^n S_j, \quad S_0 = 1, \quad j = \overline{1, n},$$

$$K_n = 1,7 + 15,4e^{-0.15D_n},$$

где S – относительное содержание золота в хвостах n -го по счету промывочного прибора; K – постоянная извлечения.

Компьютерная модель

Для эффективной работы с рассмотренными математическими выражениями автором была разработана компьютерная модель с использованием языка программирования Visual Basic. Цель работы направлена на решение следующих задач:

- оптимизации математических расчетов по оценке характеристик месторождений;
- систематизации обрабатываемых массивов данных.

Общий вид системы показан на рис. 2.

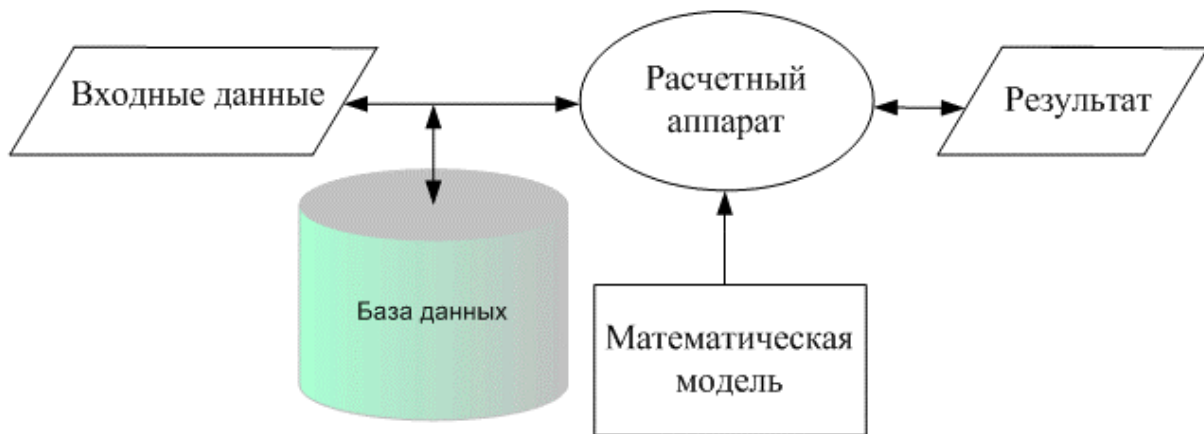


Рис. 2. Механизм работы системы.

В качестве входных данных выступает информация по месторождениям и их свойствам (гранулометрические свойства, питание обогатительных аппаратов и географическое расположение рассматриваемого объекта). Указанная информация может быть выбрана из базы данных (БД) или введена самостоятельно, при этом автоматически добавляясь в соответствующие таблицы существующей БД. В качестве системы управления базами данных (СУБД) был выбран продукт MS Access. На сегодняшний момент в БД системы имеются таблицы (см. рис. 3): геоматериалы, шлюзы, месторождения орогенной зоны, месторождения платформенной зоны.

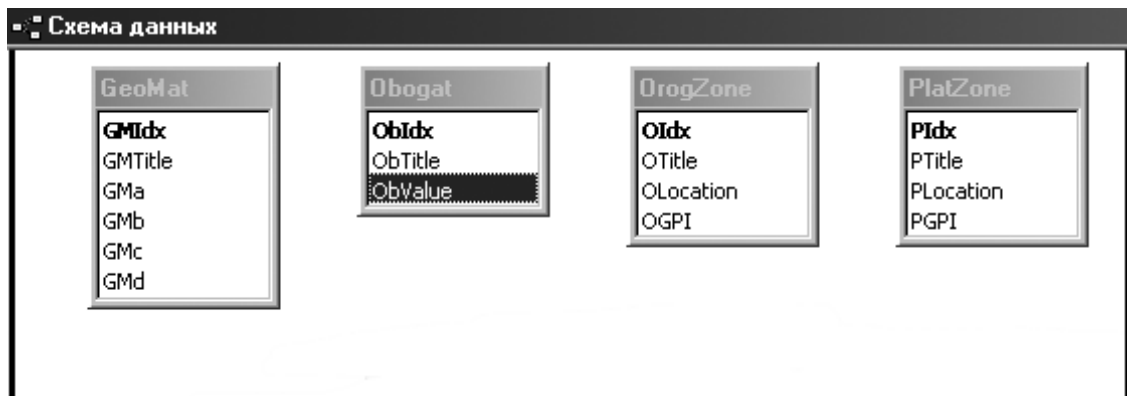


Рис. 3. Схема данных БД.

Из двух таблиц, описывающих разные по классу месторождения,

можно было бы сделать одну, записи которой имели бы специфичный атрибут, нужным образом идентифицирующий месторождение. Однако в связи с тем, что при вводе первичной информации происходит жесткое отнесение месторождения к конкретному типу и возможно достаточно большое количество учетных записей, было принято решение о раздельном хранении информации. Применение СУБД, а не «плоских файлов» объясняется возможными в будущем манипуляциями с информацией и построением полноценной реляционной БД.

Расчетный аппарат представляет собой совокупность форм, исходных данных и методов их обработки.

На рис. 4, 5 представлены примеры расчетов и построения нормализованных функций плотностей распределения золота.

Заключение

Рассмотренный метод и основанная на нем компьютерная модель могут быть использованы как дополнительный инструмент для оценки содержания и granulometрии золота в техногенных месторождениях Примурья.

Созданная компьютерная модель может быть адаптирована для решения дополнительных задач в ракурсе оценки характеристик месторождений золота, а накопленный банк данных использован как самостоятельное приложение или для интеграции в другие программные комплексы.

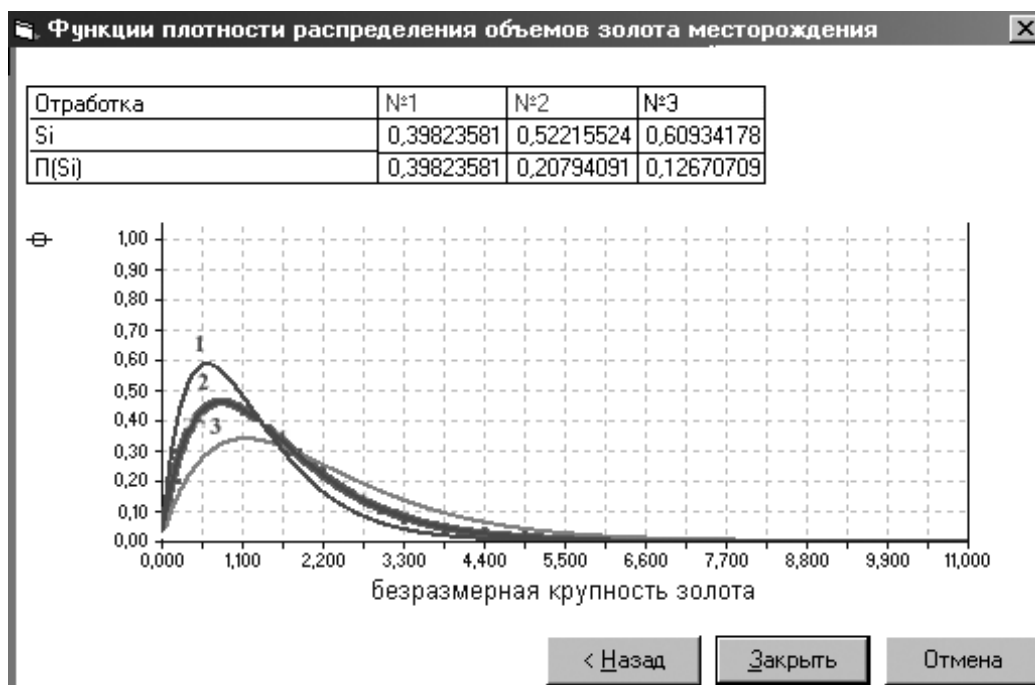


Рис. 4. Результат применения консервативной технологии извлечения золота (руч. Самоваринский, $d_{max}=2,31$ мм, $D=100$ мм, 3 отработки).

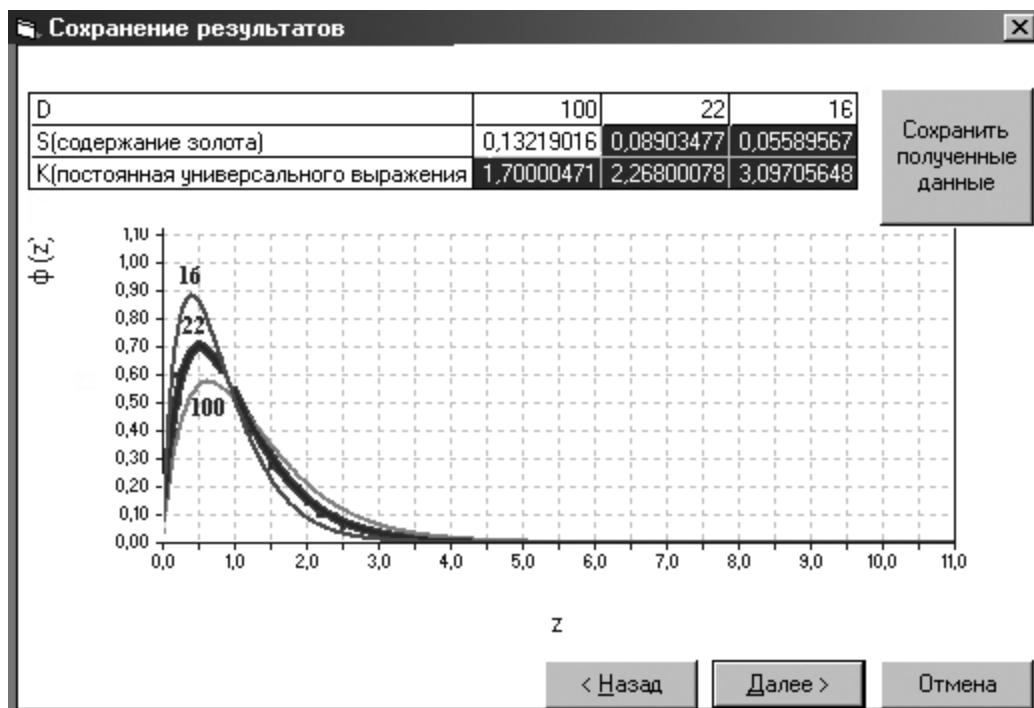


Рис. 5. Результат применения прогрессивной технологии извлечения золота (руч. Самоваринский, $d_{max}=2,31$ мм, 3 отработки: 1-100мм, 2-16мм, 3-4мм).

Литература

1. *Мамаев Ю.А.* Научно-методические и технологические основы рационального освоения техногенных россыпей золота: Дис. ... д-ра техн. наук. М.: МГГА, 1996.
2. *Бойко В.Ф., Мамаев Ю.А., Сорокин А.П., Ван Ван Е.* Методика оценки содержания и гранулометрии золота техногенных россыпей Дальневосточного региона. Хабаровск-Благовещенск: Институт горного дела, отделение региональной геологии и гидрогеологии Амурского научного центра, 2000.
3. *Батугин С. А., Бирюков А. В., Кылытчанов Р. М.* Гранулометрия геоматериалов. Новосибирск: Наука, СО, 1989.
4. *Авдеев Н. Я.* Об аналитическом методе расчета седиментометрического дисперсного анализа. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1964.

Статья представлена к публикации членом редколлегии С.И. Смагиным.