© В.В. Ческидов, Д.С. Чудинов, Т.А. Зезюля, 2016

УДК 622:
658.011.56;
624.131.3

В.В. Ческидов, Д.С. Чудинов, Т.А. Зезюля

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕТЕЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОБОВАНИЯ НА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрены перспективы использования систем автоматизированного проектирования при создании сетей инженерно-геологических исследований на горных предприятиях. В частности дается детальное описание специального программного обеспечения, созданного на основе метода позиционирования точек с применением кластерного анализа.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, техногенный массив, гидроотвал, оптимальная плотность инженерно-геологической сети, системы автоматизированного проектирования.

В условиях современной промышленности системы автоматизированного проектирования широко применяются при ведении различных работ, в том числе и горных. Моделирование месторождений полезных ископаемых, проектирование крупных выработок в последнее десятилетие производится исключительно с применением информационных компьютерных технологий.

При разработке месторождений открытым способом исследование массивов естественного и техногенного сложения играют наиболее важную роль при формировании отвальных насыпей, возведении и эксплуатации намывных горнотехнических сооружений. Качество и объем инженерно-геологической информации определяют дальнейшее направление развития работ. Наиболее трудоемким является проведение исследований на гидроотвалах и хвостохранилищах, так как данный тип техногенных сооружений отличается высокой степенью изменчивости в пространстве и во времени [1–4].

Степень достоверности информации о состоянии и свойствах намывных техногенных массивов и пород основания их откосных сооружений и ложа во многом определяется системой точек проведения исследований. В большинстве случаев структура и плотность сетей опробования определяется опытом исследователя, что однозначно приводит к избыточности. Согласно многолетнему опыту осуществления инженерно-геологических изысканий ВНИМИ, ВИОГЕМ, ВСЕГИНГЕО, кафедры геологии МГИ-МГГУ, НИИКМА и др. организаций показывает, что около 30% исследовательских скважин и шурфов не дают новых данных о свойствах и состоянии пород и их можно исключить из сети без потери основного объема информации [5].

Применение САПР при проектировании инженерно-геологических сетей изысканий и первичного анализа полученных материалов позволяет сократить объем натурных и лабораторных исследований за счет моделирования изменчивости техногенного массива. Это существенно снижает материальные и временные затраты на проведение изыскательских работ, а также дает возможность осуществлять прогнозирование поведения массива во времени на основе специального инженерно-геологического районирования. Выделение зон с принципиально отличными характеристиками на гидроотвалах и хвостохранилищах позволит максимально качественно использовать их территориальные и минерально-сырьевые ресурсы, и управлять состоянием массива.

Проанализировав процесс проведения инженерно-геологических изысканий, выявлена необходимость автоматизировать процесс проектирования инженерно-геологических сетей опробования. Для решения данной задачи разработано специальное программное.

С точки зрения сложности вычислений расчет количества точек и их позиций выполняется по достаточно трудоемкому алгоритму. При выполнении расчетов без использования средств автоматизации временные затраты составляют несколько рабочих дней инженера-геолога. Также не маловажно отметить, что при выполнении алгоритма расчета без использования средств могут возникнуть ошибки, обусловленные человеческим фактором. При использовании средств автоматизации вычисления (например, Microsoft Office) временные затраты сократятся в 3 раза. Воспользовавшись разработанным приложением, можно значительно ускорить процесс построения сети опробования. Также исключается возможность возникновения ошибок в процессе расчетов.

Программа выполнена в соответствии с принципами «Клиент-Сервер» архитектуры. Серверная часть программы реализует бизнес-логику, а клиентская часть содержит интерфейс взаимодействия с пользователем.

Данная архитектура обладает следующими преимуществами:

1. выполнение всех вычислительных операций на сервере, что позволяет подключать к одному серверу приложений достаточно большое количество клиентов, а также снижает требования к клиентскому аппаратно-программному комплексу, отсутствует необходимость в установке, настройке и поддержке программного обеспечения на большом количестве компьютеров – достаточно обеспечить надежность и отказоустойчивость серверного компонента приложения;

2. серверная часть реализует контроль полномочий посредством аутентификации и авторизации пользователей;

Обмен сообщениями между компонентами приложения осуществляется посредством HTTP-протокола.

Основным пользователем данного приложения является инженер-геолог, задачей которого является проектирование и обоснование сети инженерно-геологического опробования.

Разработанная автоматизированная система предусматривает авторизацию пользователя. Это необходимо для того чтобы обеспечить раздельное выполнение операций по загрузке, обработке и сохранению результатов для каждого пользователя.

Для выполнения расчета необходимо ввести первичную информацию об исследуемом объекте. В качестве данных выступают материалы прошлых лет или результаты новых исследований. При этом стоит подобрать такие свойства массива, которые с одной стороны не обладает временной изменчивостью и в то же время имеют весомое значение при определении границ зон гидроотвалов и хвостохранилищ. Такими свойствами обладает, к примеру, грансостав. От него во многом зависит коэффициент фильтрации и уплотняемость пород, он статичен.

В качестве входных данных необходимо указать:

- Карту местности. Загрузить с локального компьютера растровый графический файл (с расширением *.jpeg , *.bmp). Указать на карте стартовую и конечную точки и расстояние между ними.
- Список параметров (наименование и его единицы измерения). Даже в случае исследования грансостава наблюдается множество показателей – процентных содержаний фракций. При этом наблюдаемые параметры могут быть измерены в произвольных шкалах.

• Результаты измерений согласно указанным раннее характеристикам для выполненных проб ввести в таблицу.

• Количество дополнительных точек, способ нормирования и расчет статистического расстояния.

В основе процесса проектирования сети инженерно-геологических изысканий лежит формализованная математическая модель. После получения входной информации необходимо выполнить первичное разбиение точек опробования на оговоренное число групп, которые будут отражать расположение выделяемых зон на массиве. Таблицу входных данных необходимо нормировать, чтобы получить возможность анализировать степень влияния отдельных совокупностей параметров на различие между объектами.

Поиск оптимального решения по определению разбиения объектов на группы с учетов внутренних и внешних факторов выполняется с помощью иерархической агломеративной кластеризации. Для этого выполняется следующий алгоритм:

1. определение статистического расстояния между объектами (согласно входным данным);
2. объединение кластеров;
3. поиск нового центра кластера;

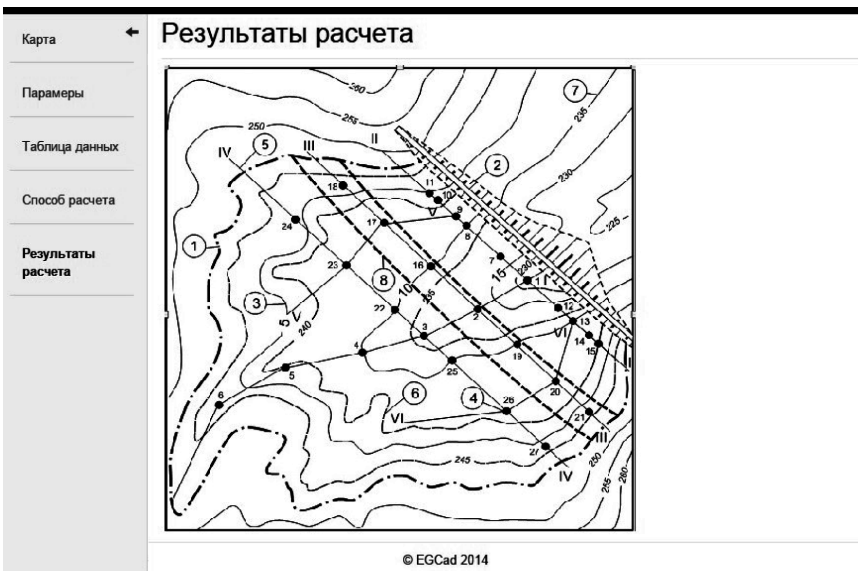

Рис. 1. Результат выполнения проектирования инженерно-геологической сети опробования

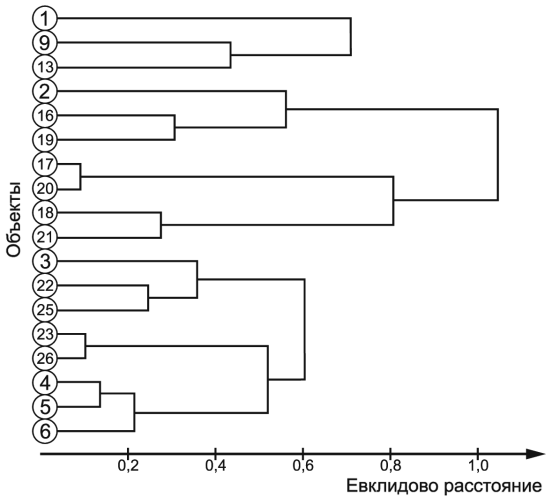

Рис. 2. Дерево кластеризации проб техногенных отложений

4. анализ состояния кластеризации и переход либо к п. 1, либо к п. 5;

5. анализ результатов.

В п. 4 осуществляется анализ состояния кластеризации – определяется необходимость выполнения следующей итерации объединения данных в группы. Кластеризация выполняется до тех пор, пока не останется *n* кластеров (данный параметр задается пользователем), что дает нам информацию о массиве, на основе которой мы можем произвести позиционирование очереди скважин. Более подробно кластерный анализ и предметное обоснование решения задачи описано в работах [1–3].

Результатом работы приложения является инженерно-геологическая сеть опробования, согласно которой выполняются изыскания, которая построена в соответствии с деревом кластеризации (рис. 1, 2).

Математическая модель, которая лежит в основе приложения, позволяет минимизировать объем исследований без потери достоверности получаемой информации, а также прогнозировать поведение массива во времени. Благодаря разработанному программному обеспечению наряду с достоинствами математической модели исключается возможность случайной ошибки при проведении расчетов, а также снижает сроки проектирования и практически полностью автоматизирует деятельность инженера-геолога по разработке сети инженерно-геологического опробования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ческидов В. В.* Перспективы использования САПР при инженерно-геологических изысканиях на открытых горных разработках // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 11. – С. 355–361.

2. *Ческидов В. В.* Проектирование сетей инженерно-геологических изысканий на объектах горнодобывающей промышленности // Горный журнал. – 2011. – № 12. – С. 24–26.

3. *Ческидов В. В.* Разработка САПР инженерно-геологических изысканий с использованием кластерного анализа // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – № 5. – С. 341–346.

4. *Бондарик Г. К.*, *Ярг Л. А.* Инженерно-геологические изыскания: учебник., 2-е изд. – М.: КДУ, 2008.

5. *Кириченко Ю. В.* Геологические аспекты формирования хранилищ отходов. Научные школы МГГУ, т. 1 – М.: МГГУ, 2008. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Ческидов В.В. – кандидат технических наук, доцент,
МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: vcheskidov@yandex.ru,
Чудинов Д.С. – студент, ИТАСУ НИТУ «МИСиС»,
Зезюля Т.А. – студентка, МГИ НИТУ «МИСиС».

UDC 622:
658.011.56;
624.131.3

V.V. Cheskidov, D.S. Chudinov, T.A. Zezyulya

SOFTWARE DEVELOPMENT COMPUTER-AIDED DESIGN GEOLOGICAL ENGINEERING NETWORK SAMPLING AT MINING ENTERPRISES

The article considers the prospects for the use of CAD systems, networks engineering-geological studies at mining enterprises. In particular provides a detailed description of special software, created on the basis of a method of positioning points using cluster analysis.

Key words: engineering-geological research, man-made massive, hydraulic mine dump, the optimum density of geological engineering networks, systems, computer-aided design.

AUTHORS

Cheskidov V.V.[1], Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
e-mail: vcheskidov@yandex.ru,
Chudinov D.S., Student,
Institute of Information Technologies and Automated Control Systems,
National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia,
Zezyulya T.A.[1], Student,
[1] Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia.

REFERENCES

1. Cheskidov V. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2011, no 11, pp. 355–361.
2. Cheskidov V. V. *Gornyy zhurnal*. 2011, no 12, pp. 24–26.
3. Cheskidov V. V. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2011, no 5, pp. 341–346.
4. Bondarik G. K., Yarg L. A. *Inzhenerno-geologicheskie izyskaniya*: uchebnik, 2-e izd. (Engineering studies: Textbook, 2nd edition), Moscow, KDU, 2008.
5. Kirichenko Yu. V. *Geologicheskie aspekty formirovaniya khranilishch otkhodov. Nauchnye shkoly MGGU*, t. 1 (Geological aspects of formation of waste storages. Moscow State Mining University Schools, vol. 1), Moscow, MGGU, 2008.