УДК 624.131

**Е.В.МЕЛЬНИК**
*ОАО «Гидропроект»*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ АНАЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ ГРУНТОВ В ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Предлагается использовать для поиска инженерно-геологических аналогов оригинальную компьютерную программу «Win Clust». Создана база данных, содержащая информацию о 700 разностей грунтов, отобранных со 170 гидротехнических объектов. Использование программы дает возможность оценки свойств грунтов в качестве основания и материала гидротехнических сооружений.

Original computer program 'Win Clust' is offered for search of geological and engineering analogs. Its base comprises information of 700 different types of ground from 170 hydraulic engineering structures. Employment of the program helps evaluate ground properties.

Знания особенностей грунтовых массивов и их взаимодействия с инженерными сооружениями, накопленные многими поколениями проектировщиков и изыскателей, представляют собой ценнейший научный и практический потенциал, активное использование которого поможет решить широкий спектр прогнозно-диагностических задач, возникающих как на предпроектной стадии, так и на этапах строительства и эксплуатации инженерных сооружений. На практике эти знания реализуются чаще всего как опыт специалиста, однако такое его использование недостаточно эффективно, поскольку осуществляется на интуитивном уровне. Повышение эффективности использования этого потенциала заключается в обобщении индивидуального опыта и формализации правил его использования. Эти задачи могут быть решены с помощью метода инженерно-геологических аналогий, который представляет собой комплекс операций, достаточный для перенесения искомых свойств или процессов с аналога на объект.

Метод аналогий, в общем случае, включает в себя три последовательные операции: поиск аналогов, нахождение доказательств подобия исследуемого объекта аналогу или группе аналогов и перенесение исследуемых свойств с аналога на объект. Первая из этих операций подразумевает создание баз данных инженерно-геологических аналогов, систематизация которых строится по иерархическому принципу: от региональных общегеологических характирстик и строительной типизации сооружений до описания структуры, состояния и свойств массива и особенностей взаимодействия системы сооружение – массив. В качестве аналогов привлекаются строящиеся и эксплуатируемые гидротехнические объекты, в отдельных случаях объекты, на которых завершены детальные изыскания и исследования.

Так как грунтовый массив представляет собой очень сложную информационную систему, база данных составляется из суммы баз более высокого порядка, в основе которых лежат информационные подсистемы, позволяющие решать ограниченный круг задач. Структура созданной базы аналогов должна позволять расширять ее и пополнять новыми объектами.

В основе процедуры поиска инженерно-геологических аналогов лежит теория интегрального подобия, которая может быть сформулирована как «однородное в целом, неоднородное в точке». При этом реализуется принцип аддитивности, выражающийся в том, что в качестве аналога может выступить не один, а группа объектов.

Сравнение признаков исследуемого объекта с признаками объектов, форми-

рующих специализированную базу, осуществляется с помощью критериев подобия, которые представляют собой отношение двух одноименных характеристик, каждая из которых может складываться из нескольких, несущих в себе информацию об особенностях объекта.

Традиционно сложившийся способ поиска аналогов, осуществляемый специалистом, позволяет привлекать ограниченное количество критериев, что обусловлено интеллектуальными возможностями человека. При этом, очевидно, возникает вопрос определения наиболее информативных критериев, что, как правило, чрезвычайно затруднительно, а часто и просто невозможно. Как свидетельствуют результаты многочисленных исследований, в большинстве случаев можно говорить не о явных зависимостях свойств грунтов от конкретных показателей их состава и строения, а о тенденциях. Это объясняется тем, что в действительности такие зависимости многофакторны и нелинейны. Выходом из сложившейся ситуации является возможность использования для поиска аналогов существенно большего количества критериев, характеризующих состав и состояние грунтового массива.

Такую возможность представляет оригинальная компьютерная программа «Win Clust», формализованное решение которой сведено к проблеме распознавания образов. Программа позволяет использовать несколько десятков критериев, как количественных, так и качественных. Количество сравниваемых объектов может достигать нескольких сотен. Математическая постановка задачи формулируется следующим образом. В метрическое пространство введено конечное множество объектов. Объекты представлены векторами признаков. В качестве меры использованы либо нормированная евклидова мера, либо косинус угла между ними. Для решения задачи рассчитывается матрица расстояний. Результирующая матрица минимальных расстояний интерпретируется как граф-дерево сходства объектов по сравниваемым признакам. В качестве меры сходства может рассматриваться как коэффициент корреляции Q-анализа сравнения объектов, так и эвклидово расстояние (скалярное произведение векторов).

На настоящем этапе в процессе выполнения работы создана база данных, которая содержит информацию о более чем 700 разностях грунтов, изученных на 170 гидротехнических объектах. Аналоги выявляются по результатам сравнения признаков исследуемого грунта с аналогичными признаками грунтов базы данных. В качестве признаков рассматриваются общегеологические, геоморфологические, физические и прочие характеристики грунтов.

Анализ результатов выполненной работы свидетельствует об эффективности метода при его использовании как для оценки свойств грунтов оснований гидротехнических сооружений, так и материала, из которого эти сооружения создаются.