

2. Галкин В.И., Середин В.В., Бачурин Б.А. Применение вероятностно-статистических моделей при изучении распределения углеводородов в грунтах и выборе технологий их санации/Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 1999.

Получено 18.01.99.

УДК 504.06

В. В. Середин (ООО "Недра")

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА САНАЦИИ

Методами линейного дискриминантного анализа построены математические модели для комплексной оценки эффективности процесса санации по показателям, определяющим эту эффективность. Разработанные модели могут быть применены на практике для управления процессом санации нефтезагрязненных территорий.

В работе /1/ показано, как изменяется концентрация углеводородов, степень очистки, характер изменения содержаний углеводородов по разрезу и глубине, на которых концентрации углеводородов равны нулю. По этим показателям произведена оценка эффективности процесса санации. Для комплексной оценки проводимых работ по очистке грунтов от углеводородов нами проведен дискриминантный анализ по величинам C , CO , r и h_0 в пределах трех групп. Первая группа – до начала санации, вторая – в процессе первой санации, третья – второй. Для применения ЛДА введено дополнительное условие, заключающееся в том, что значение CO до начала санации равно 1. До проведения расчетов по ЛДА определены корреляционные связи между показателями и классами, которые приведены в таблице.

Корреляционная матрица

	C	CO	r	h_0	N
Концентрация углеводородов C	1,00	-0,14	-0,22	0,17	0,23
Степень очистки CO		1,00	-0,06	-0,02	0,30
Коэффициент корреляции r между C и глубиной			1,00	-0,81	0,26
Глубина h_0 , на которой концентрации УВ равны 0				1,00	-0,35
Этапы санации – N					1,00

Из таблицы видно, что ни один из критериев полностью не описывает процессы санации, поэтому комплексная оценка этого процесса целесообразна. В результате расчетов получены следующие линейные дискриминантные функции:

$$R_1 = -0,004851C - 0,055598CO - 0,267388r + 2,998533h_0 - 0,599428, \quad (1)$$

$$R_2 = -0,002143C + 0,09434CO - 0,683967r + 0,050252h_0 - 0,407157. \quad (2)$$

На рисунке видно, что до санации значения R_1 и R_2 находятся в правой части графика и между ними существует значимая корреляционная связь, при этом интервал варьирования значений по R_1 больше, чем по R_2 . Значения R_1 и R_2 при первой санации располагаются в основном левее, чем до санации, и при этом ослабляется корреляция между ними и несколько увеличивается интервал изменения по R_2 . При проведении второй санации происходит смещение значений вправо и вверх, и, самое главное, нарушается корреляция между R_1 и R_2 . Таким образом, данный график показывает, как протекает процесс санации в динамике во времени, а также свидетельствует о том, что достаточно четко выделяются два класса: первый – до санации и второй – после первой санации. Классы на первом и втором этапах санации выделяются хуже.

С целью практического применения математической модели для оценки эффективности процесса санации нами выполнен ЛДА с введением следующего условия.

Рассматриваются только два класса: первый – до санации, второй – в процессе первой санации, а данные, полученные в процессе второй санации, используются как экзаменационные.

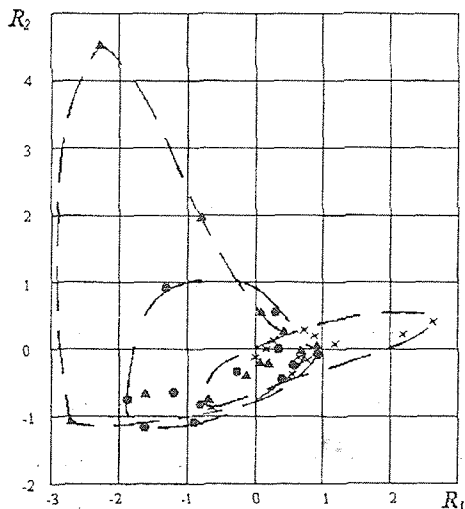


Рис. График соотношений R_1 и R_2 в процессе санации

Условные обозначения:

× - до санации; • - первая санация; ▲ - вторая санация

В результате реализации данной задачи получена следующая ЛДФ:

$$R = 0,00483C + 0,07838CO + 0,44175r - 3,02591h_0 + 0,83370, \quad (3)$$

при $R < 0$ – данные до санации, при $R > 0$ – после санации.

При проверке этой функции по данным, полученным в результате второй санации, 75% всех данных имеют значение больше нуля, 25% – меньше нуля, но значительно больше, чем значение $R = -0,71$, являющееся центром группы значений R до санации. Таким образом, используя численные значения вышеприведенных критериев, полученных как до санации, так и в ее процессе, можно прогнозировать эффективность процесса санации путем отнесения исследуемой точки опробования к тому или иному классу. При этом в качестве класса до санации используются данные предыдущего этапа санации.

Выше была дана комплексная оценка эффективности санации независимо от используемых способов очистки почвогрунтов. Аналогично схеме, приведенной выше, проанализируем эффективность санации по биологическому и фитологическому видам раздельно. Агротехнический метод нельзя рассматривать отдельно, так как исследования по нему выполнены в двух скважинах.

По биологическому методу получили следующие дискриминантные функции:

$$R_1 = 0,003693C + 0,068261CO + 1,869893r - 0,080595h_0 - 0,162881, \quad (4)$$

$$R_2 = -0,008584C - 0,115523CO + 1,707161r + 3,334322h_0 + 0,011989. \quad (5)$$

Правильность расклассифицирования до санации составляет 100%, после первой санации – 66,6%, после второй – 50%, эти данные свидетельствуют о том, что условия до санации значительно отличались, что видно и из табл. 1, но в процессе санации они сблизились.

Разделение на группы в основном происходит по R_1 и R_2 до санации и после санации (выделяются две группы). В связи с этим была определена ЛДФ по двум классам: до санации (класс 1) и в процессе ее (класс 2). Полученная ЛДФ имеет вид

$$R = 0,0016C - 0,0336CO - 2,6329r - 0,3313h_0 - 0,11975, \quad (6)$$

при $R_1 = 1,48$ и $R_2 = -1,48$. Правильность разделения составляет 91,66%.

По фитологическому способу:

$$R_1 = 0,1088C - 0,6723CO + 2,0304r + 2,2868h_0 + 2,1048, \quad (7)$$

$$R_2 = -0,008844C - 0,30903CO + 0,62634r - 2,32395h_0 + 0,65608. \quad (8)$$

Правильность классификации соответственно 75, 50 и 25%.

При использовании только двух классов (до санации и после нее) функция

$$R = 0,1143C + 0,7189CO - 2,1149r - 2,4914h_0 + 2,1921, \quad (9)$$

при $R_1 = -1,200993$, $R_2 = 0,60496$. Правильность распознавания классов составляет 91,67%.

Для более полного изучения процессов санации проанализированы данные путем деления их по методам санации (биологический, фитологический и агротехнический). Получены следующие уравнения:

$$R_a = -0,0096C - 0,0928CO - 0,2482r - 0,9190h_o + 0,9664, \quad (10)$$

$$R_b = -0,0048C - 0,0001CO - 0,6070r + 2,1348h_o - 0,5885. \quad (11)$$

В отличие от условий, когда анализировались результаты с учетом этапности санации, при анализе результатов только по методам разделения на классы не наблюдается, то есть без учета этапов санации выделить классы не представляется возможным. Особенностью распределения точек по значениям R_a и R_b являются данные, полученные фитологическим способом, которые имеют определенное группирование, при незначительном разбросе по R_a и более высоком варьировании по R_b , что свидетельствует о малых диапазонах использованного метода. Фитологический метод характеризуется минимальными вариациями, а агротехнический – максимальными. При этом по степени очистки и по содержанию УВ графики близки между собой. По величине h минимальными значениями характеризуется биологический метод, максимальными – агротехнический, по величине r биологический способ тоже наиболее эффективный.

Рассмотрим, как разделяются в процессе санации данные по биологическому и фитологическому методам (по агротехническому для анализа недостаточно данных). До санации дискриминантные функции имеют следующий вид:

$$R = -0,00595C + 8,00566CO + 1,86548r + 0,24796h_o - 7,25382, \quad (12)$$

при $R_a = -0,47$, $R_b = 0,71$, $\chi^2 = 2,11$, $\rho = 0,71$. Правильность распознавания составила 80,00%.

После первой санации ЛДФ следующая:

$$R = 0,07087C + 0,01487CO - 3,83620R - 1,07919h - 0,82705, \quad (13)$$

при $R_a = -1,24$; $R_b = 1,86$; $\chi^2 = 8,14$; $\rho = 0,08$ при правильном распознавании 90,00%.

При второй санации:

$$R = -0,009838C - 0,137102CO - 0,023810R + 1,377219h + 0,667940, \quad (14)$$

при $R_a = -0,40$; $R_b = 0,61$, правильно расклассифицировано только 70% выборок.

Необходимо отметить, что при применении двух этих способов средние значения C , CO , r и h_o , как до санации, так и в процессе ее, значительно отличаются. Биологическим способом санация по содержанию производилась более чем в четыре раза лучше, и получено снижение концентрации и на первом и на втором этапах более чем в три раза, по величинам r и h_o также наблюдались более сильные изменения. Анализ значений χ^2 ; ρ и правильность распознавания

показывают, что биологический и фитологический методы более отличаются при проведении первой санации; при выполнении повторных исследований различие в эффективности этих методов сглаживается.

Выполненный анализ показывает, что эффективность проведенных работ по санации на опытном участке АО "Нефтехимик" по комплексному параметру составляет 75%. Вышеприведенную модель можно использовать при оценке эффективности санации на данной территории.

Таким образом, процесс санации можно описать вышеприведенными математическими моделями. Они позволяют прогнозировать эффективность процесса санации по разным показателям и на разных этапах (как до начала проведения работ, так и в процессе их выполнения). С практической точки зрения путем воздействия на те или иные компоненты системы (с помощью изменения технологии санации) можно управлять самим процессом.

Библиографический список

1. Галкин В.И., Середин В.В., Бачурин Б.А. Применение вероятностно-статистических моделей при изучении распределения углеводородов в грунтах и выборе технологий их санации/Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 1999.
2. Крамбейн У., Грейбилл Ф. Статистические модели в геологии. М., 1969.
3. Шарапов Н.П. Применение математической статистики в геологии. М., 1971.

Получено 08.01.99.

УДК 552.52

А. Г. Иванов (Пермский государственный технический университет)

МИНЕРАЛЬНЫЕ ПАРАГЕНЕЗИСЫ ГАЛОПЕЛИТОВ В ОТЛОЖЕНИЯХ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Выявлен состав парагенетических ассоциаций минералов галопелитов различных месторождений калийных солей. Установлено, что состав парагенезисов определяется составом рапы и может служить показателем палеоусловий развития солеродных бассейнов.

Галопелиты в отложениях калийных солей представляют собой сложную многофазовую систему, в состав которой входят силикаты, карбонаты, сульфаты, растворимые в воде соли, поровый раствор и органическое вещество. Содержание этих компонентов колеблется в широких пределах, однако силикатная составляющая в целом является преобладающей. Большинство исследователей относят карбонаты и сульфаты к хемогенным минералам, а основную массу силикатов к продуктам терригенного сноса, в соответствии с чем считают галопелиты хемогенно-терригенными породами.