

Лабораторная работа №3

Прогноз эффективной мощности и глубины залегания продуктивной толщи
на основе простой линейной зависимости

Целью данной работы является определение фильтрационных коэффициентов A и B по данным исследования газовых скважин методом корреляционно-регрессивного анализа

Общие сведения

В зависимости от структуры изучаемой совокупности различают корреляции двухмерную (или парную), трехмерную и т.д. В случае парной корреляции изменения изучаемого признака связаны только с одним фактором. При многомерной корреляции может быть проведен многофакторный корреляционный анализ.

В общем виде корреляционная связь изучаемого признака с одним или несколькими факторами многомерной совокупности выражается в виде

$$Y = M(Y) + e$$

где Y - изучаемый признак

$M(Y)$ - его математический признак

e - случайная величина, отображающая влияние неучтенных факторов.

Особое место в линейной модели занимает определение значений a и b , наилучшим образом описывающие связь признаков в двухмерной совокупности. Очевидно, что наилучшее приближение связи к фактическим значениям выборочной совокупности может быть достигнута только при минимальных значениях отклонений e_i

Описание выполнения работы

Одним из основных параметров, необходимых для подсчета прогнозных запасов нефти и газа, является суммарная эффективная мощность, равная сумме мощностей проницаемых пластов и пропластков перспективного комплекса.

Математическая модель связи: $h_e = aH_0$

где h_e - суммарная эффективная мощность перспективного комплекса;

H_0 - общая мощность перспективного комплекса;

a - коэффициент песчаности

Следовательно математическая модель не должна содержать свободного члена, так как $H_0=0$ суммарная эффективная мощность также равна нулю.

Порядок выполнения работы

Исходные данные:

Вариант 5

$$\begin{array}{cc}
 \begin{pmatrix} 0.06 \\ 0.08 \\ 0.10 \\ 0.12 \\ 0.18 \\ 0.19 \\ 0.20 \\ 0.25 \\ 0.27 \\ 0.31 \\ 0.32 \\ 0.35 \\ 0.36 \\ 0.36 \\ 0.37 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 0.12 \\ 0.32 \\ 0.48 \\ 0.53 \\ 0.51 \\ 0.58 \\ 0.70 \\ 0.83 \\ 0.96 \\ 0.99 \\ 0.99 \\ 1.02 \\ 1.10 \\ 1.10 \\ 1.32 \end{pmatrix} & \begin{array}{l} n := 15 \\ i := 1..n \end{array}
 \end{array}$$

$He :=$ $Ho :=$

Вычислим коэффициент песчанистости при условии минимума среднего квадратического отклонения:

$$a := \frac{\sum_{i=1}^{15} (Ho \cdot He)}{\sum_{i=1}^{15} (Ho \cdot Ho)} = 0.306$$

$$b := \frac{1}{15} \cdot \left(\sum He \right) - \left(\frac{a}{15} \cdot \sum Ho \right) = -1.309 \times 10^{-3}$$

Математическое ожидание суммарной эффективности мощности и общей мощности:

$$He' := \frac{\sum He}{15} = 0.235$$

$$Ho' := \frac{\sum Ho}{15} = 0.77$$

Находим дисперсию и стандартное отклонение разброса фактических значений:

$$S_{\text{нн}} := \frac{1}{n-2} \cdot \left[\left(\sum He \right) - \left(\sum Ho \right) a - b \right]^2 = 2.583 \times 10^{-5}$$

$$S := \sqrt{S_I} = 5.082 \times 10^{-3}$$

Рассчитываем коэффициент корреляции:

$$r := \frac{\sum_{i=1}^{15} [(He_i - He') \cdot (Ho_i - Ho')]}{\sqrt{\sum_{i=1}^{15} (He_i - He')^2 \cdot \sum_{i=1}^{15} (Ho_i - Ho')^2}} = 0.969$$

Найдём **доверительные интервалы** значений, вычисляемых по формуле установленной зависимости:

При $H_0 := 0.5$ км **Задаваясь** $\alpha := 0.1$ **получим:**

$$h_e - 1.771 \cdot S \sqrt{\left(\frac{1}{N}\right) + \frac{(H_0 - Ho')^2}{(Ho - H_0)^2}} \leq He \cdot (0.5) \leq h_e + 1.771 \cdot S \sqrt{\left(\frac{1}{N}\right) + \frac{(H_0 - Ho')^2}{(Ho - H_0)^2}}$$

При $H_0 := 1$ км **Задаваясь** $\alpha := 0.1$ **получим:**

$$h_e - 1.771 \cdot S \sqrt{\left(\frac{1}{N}\right) + \frac{(H_0 - Ho')^2}{(Ho - H_0)^2}} \leq He \cdot (1.0) \leq h_e + 1.771 \cdot S \sqrt{\left(\frac{1}{N}\right) + \frac{(H_0 - Ho')^2}{(Ho - H_0)^2}}$$

Отсюда **суммарная эффективная мощность перспективного комплекса** равна:

	1
1	0.057
2	0.076
3	0.095
4	0.115
5	0.175
6	0.185
7	0.193
8	0.238
9	0.218
10	0.103
11	0.113
12	0.246
13	0.339
14	0.330

14	0.339
15	0.363

Определим значимость установленной связи с помощью статистического критерия:

$$t := \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \cdot \sqrt{n-2} = 14.242$$

Определим доверительные интервалы:

$$S_a := \sqrt{\frac{(He - He')^2}{(Ho - H_0)^2} \cdot \frac{1-r^2}{n-3}} =$$

	1
1	0.014
2	0.016
3	0.018
4	0.017
5	7.904·10 ⁻³
6	7.535·10 ⁻³
7	8.187·10 ⁻³
8	6.39·10 ⁻³
9	0.063
10	0.534
11	0.605
12	0.409
13	0.089
14	0.089
15	0.03

Связь между общей и эффективной мощностями не прослеживается в диапазоне от 920 до 1220 признака, так как в этой области значений a меньше $3 \cdot S_a$.

$$a = 0.306 \quad 3 \cdot S_a =$$

	1
1	0.042
2	0.048
3	0.055
4	0.052
5	0.024
6	0.023
7	0.025
8	0.019
9	0.188
10	1.601
11	1.814

12	1.226
13	0.266
14	0.266
15	0.09

Для оценки r ее дисперсия отклонений от значения коэффициента корреляции находится по формуле

$$S_r := \frac{(1 - r^2)}{\sqrt{n}} = 0.016$$

Оценка r является надёжной, так как r больше чем $3 \cdot S_r$:

$$r = 0.969 \quad . > . \quad S_r = 0.016$$

Таблица 1. Расчёт коэффициента корреляции мощностей.

$He_i \cdot Ho_i =$	$(Ho_i)^2 =$	$he_i =$	$He_i - he_i =$	$(He_i - he_i)^2 =$
7.2·10 ⁻³	0.014	0.057	3.307·10 ⁻³	1.093·10 ⁻⁵
0.026	0.102	0.076	3.83·10 ⁻³	1.467·10 ⁻⁵
0.048	0.23	0.095	4.609·10 ⁻³	2.125·10 ⁻⁵
0.064	0.281	0.115	4.98·10 ⁻³	2.48·10 ⁻⁵
0.092	0.26	0.175	4.821·10 ⁻³	2.325·10 ⁻⁵
0.11	0.336	0.185	5.449·10 ⁻³	2.969·10 ⁻⁵
0.14	0.49	0.193	7.281·10 ⁻³	5.301·10 ⁻⁵
0.207	0.689	0.238	0.012	1.537·10 ⁻⁴
0.259	0.922	0.218	0.052	2.683·10 ⁻³
0.307	0.98	0.103	0.207	0.043
0.317	0.98	0.113	0.207	0.043
0.357	1.04	0.246	0.104	0.011
0.396	1.21	0.339	0.021	4.339·10 ⁻⁴
0.396	1.21	0.339	0.021	4.339·10 ⁻⁴
0.488	1.742	0.363	6.873·10 ⁻³	4.724·10 ⁻⁵

$He_i - He' =$	$Ho_i - Ho' =$	$(He_i - He')^2 =$	$(Ho_i - Ho')^2 =$	$(He_i - He') \cdot (Ho_i - Ho') =$
-0.175	-0.65	0.031	0.423	0.114
-0.155	-0.45	0.024	0.203	0.07
-0.135	-0.29	0.018	0.084	0.039
-0.115	-0.24	0.013	0.058	0.028
-0.055	-0.26	2.988·10 ⁻³	0.068	0.014
-0.045	-0.19	1.995·10 ⁻³	0.036	8.487·10 ⁻³
-0.035	-0.07	1.202·10 ⁻³	4.9·10 ⁻³	2.427·10 ⁻³
0.015	0.06	2.251·10 ⁻⁴	3.6·10 ⁻³	0.2·10 ⁻⁴

0.015	0.00	$2.551 \cdot 10^{-3}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$	$5.2 \cdot 10^{-3}$
0.035	0.19	$1.248 \cdot 10^{-3}$	0.036	$6.713 \cdot 10^{-3}$
0.075	0.22	$5.675 \cdot 10^{-3}$	0.048	0.017
0.085	0.22	$7.282 \cdot 10^{-3}$	0.048	0.019
0.115	0.25	0.013	0.063	0.029
0.125	0.33	0.016	0.109	0.041
0.125	0.33	0.016	0.109	0.041
0.135	0.55	0.018	0.303	0.074

Вывод: В данной работе были определены филтрационные коэффициенты по данным исследования газовых скважин методом корреляционно-регрессионного анализа. Коэффициент корреляции можно считать надёжным.