

## АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ОБУСЛОВЛЕННОСТЕЙ ПРИ ВРЕМЕННОМ ИЗМЕНЕНИИ ПОЧВЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

Для малых областей изменений почвенных параметров нормализованных матриц исследования приводится сравнительный анализ количественных обусловленностей для неранжированной и ранжированной матриц. Нормализованные матрицы строятся для различных временных отсчетов.

Для анализа были взяты значения почвенных параметров по пахотному слою (глубина взятия образца – 0-27 см) для чернозема южного малогумусного среднетяжелосуглинистого в 1983 году и значения почвенных параметров по пахотному слою (глубина взятия образца – 0-22 см) для чернозема южного ср/мощного глинистого в 1963 году совхоза Свердлова Тоцкого района Оренбургской области.

Значения рассматриваемых почвенных параметров приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметр	Значение в 1963 г.	Значение в 1983 г.
Гумус по Тюрину	6,84	4,6
Поглощенный Са	20,74	18
Поглощенный Mg	7,88	2,4
Содержание фракций 1-0,25	0,72	1,1
Содержание фракций 0,25-0,05	9,63	11,4
Содержание фракций 0,05-0,01	25,72	30,7
Содержание фракций 0,01-0,005	10,89	4,3
Содержание фракций 0,005-0,001	20,12	18,3
Содержание фракций менее 0,001	39,92	34,2

Были построены две нормализованные матрицы исследования с характеристиками нормальных распределений [1] (табл. 2).

Для определения количественных обусловленностей методом Д. Брандона [3] были

Таблица 2.

Параметр	Значение математического ожидания в 1963 году	Значение среднего квадратического отклонения в 1963 году	Значение математического ожидания в 1983 году	Значение среднего квадратического отклонения в 1983 году
Гумус по Тюрину	6,84	0,1	4,6	0,01
Поглощенный Са	20,74	1,1	18	1,2
Поглощенный Mg	7,88	1,1	2,4	0,7
Содержание фракций 1-0,25	0,72	0,02	1,1	0,02
Содержание фракций 0,25-0,05	9,63	0,12	11,4	0,3
Содержание фракций 0,05-0,01	25,72	0,1	30,7	0,5
Содержание фракций 0,01-0,005	10,89	0,1	4,3	0,02
Содержание фракций 0,005-0,001	20,12	0,1	18,3	0,02
Содержание фракций менее 0,001	39,92	1,5	34,2	0,6

построены регрессионные модели [2] параметрического прогноза для гумуса на нормализованных матрицах исследования 1963, 1983 годов.

Таблица 3. Вклады параметров-аргументов в модели (1)

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ВКЛАД В МОДЕЛЬ
2	(Поглощенный кальций в мг-экв)	.0026
3	(Поглощенный магний в мг-экв)	.9826
4	(Фракция 1-0,25 мм в %)	.0021
5	(Фракция 0,25-0,05 мм в %)	.0036
6	(Фракция 0,05-0,01 мм в %)	.0025
7	(Фракция 0,01-0,005 мм в %)	.0030
8	(Фракция 0,005-0,001 мм в %)	.0020
9	(Фракция менее 0,001 мм в %)	.0017

Таблица 4. Характеристики модели (1)

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛИ	ЗНАЧЕНИЯ
Коэффициент детерминации	.52
Средняя абсолютная ошибка	.05
Средняя ошибка в процентах	.78

Модель по данным 1963 года: Зависимый параметр – 1 (Гумус по Тюрину в %)

$$y = + (.45399040000000D+02) * (x2) **0 + (-.69333220000000D+01) * (x2) **1 \quad (1)$$

$$+ (.35102280000000D+00) * (x2) **2 + (-.58933110000000D-02) * (x2) **3$$

$$+ (.36559890000000D+01) * (x3) **0 + (.13110310000000D+01) * (x3) **1$$

$$+ (-.17667490000000D+00) * (x3) **2 + (.77823930000000D-02) * (x3) **3$$

$$+ (.29224270000000D+03) * (x4) **0 + (-.12154610000000D+04) * (x4) **1$$

$$+ (.16853540000000D+04) * (x4) **2 + (-.77911540000000D+03) * (x4) **3$$

$$+ (-.46545330000000D+04) * (x5) **0 + (.14417360000000D+04) * (x5) **1$$

$$+ (-.14882030000000D+03) * (x5) **2 + (.51192310000000D+01) * (x5) **3$$

$$+ (-.18620590000000D+06) * (x6) **0 + (.21740510000000D+05) * (x6) **1$$

$$+ (-.84609580000000D+03) * (x6) **2 + (.10975970000000D+02) * (x6) **3$$

$$+ (-.94841570000000D+04) * (x7) **0 + (.25932590000000D+04) * (x7) **1$$

$$+ (-.23631510000000D+03) * (x7) **2 + (.71768540000000D+01) * (x7) **3$$

$$+ (-.10883270000000D+06) * (x8) **0 + (.16262510000000D+05) * (x8) **1$$

$$+ (-.81000780000000D+03) * (x8) **2 + (.13448210000000D+02) * (x8) **3$$

$$+ (-.10544250000000D+03) * (x9) **0 + (.82513160000000D+01) * (x9) **1$$

$$+ (-.21469770000000D+00) * (x9) **2 + (.18577410000000D-02) * (x9) **3$$

Модель – (Гумус по Тюрину в %) значимый по вкладу параметр – 3 (Поглощенный магний в мг-экв) вклад = .9826027

$$y = + (.22535060000000D+01) * (x2) **0 + (-.40337350000000D+00) * (x2) **1 \quad (2)$$

$$+ (.23850470000000D-01) * (x2) **2 + (-.46613990000000D-03) * (x2) **3$$

$$+ (.45773910000000D+01) * (x3) **0 + (.36676900000000D-01) * (x3) **1$$

$$+ (-.18178500000000D-01) * (x3) **2 + (.27317570000000D-02) * (x3) **3$$

$$+ (.10936650000000D+03) * (x4) **0 + (-.29794740000000D+03) * (x4) **1$$

$$+ (.27057830000000D+03) * (x4) **2 + (-.81911740000000D+02) * (x4) **3$$

$$+ (-.50516710000000D+02) * (x5) **0 + (.13169030000000D+02) * (x5) **1$$

$$+ (-.11431050000000D+01) * (x5) **2 + (.33039150000000D-01) * (x5) **3$$

$$+ (-.24015660000000D+03) * (x6) **0 + (.23570450000000D+02) * (x6) **1$$

$$+ (-.77095880000000D+00) * (x6) **2 + (.84039720000000D-02) * (x6) **3$$

$$+ (-.65797650000000D+04) * (x7) **0 + (.45711300000000D+04) * (x7) **1$$

$$+ (-.10585030000000D+04) * (x7) **2 + (.81698800000000D+02) * (x7) **3$$

$$+ (-.49076660000000D+06) * (x8) **0 + (.80484320000000D+05) * (x8) **1$$

$$+ (-.43997310000000D+04) * (x8) **2 + (.80171410000000D+02) * (x8) **3$$

$$+ (-.98091080000000D+02) * (x9) **0 + (.87802840000000D+01) * (x9) **1$$

$$+ (-.26181970000000D+00) * (x9) **2 + (.26008660000000D-02) * (x9) **3$$

\*-....., \*\*-..... ● .....

Таблица 5. Вклады параметров-аргументов в модели (2)

2	(..... ● ..-...)	.0000
3	(..... ● ..-...)	.0000
4	(..... 1-0,25 ● ● %)	.0000
5	(..... 0,25-0,05 ● ● %)	.0000
6	(..... 0,05-0,01 ● ● %)	.0000
7	(..... 0,01-0,005 ● ● %)	.0000
8	(..... 0,005-0,001 ● ● %)	.0000
9	(..... ● ● ● 0,001 ● ● %)	1.0000

Таблица 6. Характеристики модели (2)

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛИ	ЗНАЧЕНИЯ
Кoeffициент детерминации	.52
Средняя абсолютная ошибка	.01
Средняя ошибка в процентах	.11

Согласно таблицам вкладов 3,5 гумус в двух построенных моделях более всего определяется параметром – поглощенный магний в мг-экв.

Поскольку коэффициент детерминации построенных моделей мал (<0,8), таблицы 4, 6, то данными моделями для практического прогноза даже в окрестности временных отсчетов пользоваться нельзя.

В связи с этим, учитывая малость изменения значений параметров исследования при построении нормализованной матрицы, были ранжированы по возрастанию элементы всех столбцов нормализованных матриц исследования.

На ранжированных нормализованных матрицах методом Д. Брандона были опять построены регрессионные модели и по ним сделана оценка количественной обусловленности гумуса.

Модель по ранжированным данным 1963 года:

Зависимый параметр – 1  
(Гумус по Тюрину в %)

Таблица 7. Вклады параметров-аргументов в модели (3)

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ВКЛАД В МОДЕЛЬ
2	(Поглощенный кальций в мг-экв)	.0000
3	(Поглощенный магний в мг-экв)	.0000
4	(Фракция 1-0,25 мм в %)	.0000
5	(Фракция 0,25-0,05 мм в %)	.0000
6	(Фракция 0,05-0,01 мм в %)	.0000
7	(Фракция 0,01-0,005 мм в %)	.0000
8	(Фракция 0,005-0,001 мм в %)	.0000
9	(Фракция менее 0,001 мм в %)	1.0000

Модель – (Гумус по Тюрину в %) значимый по вкладу параметр – 9  
(Фракция менее 0,001 мм в %) вклад = 1.0000000

$$y = + (.115139400000000D+03) * (x9) **0 + (-.825956300000000D+01) * (x9) **1 + (.208100600000000D+00) * (x9) **2 + (-.173253000000000D-02) * (x9) **3 \quad (3)$$

\*-умножение,\*\*-возведение в степень

Таблица 8. Характеристики модели (3)

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛИ	ЗНАЧЕНИЯ
Коэффициент детерминации	.99
Средняя абсолютная ошибка	.01
Средняя ошибка в процентах	.12

Модель по ранжированным данным 1983 года:

Зависимый параметр – 1  
(Гумус по Тюрину в %)

Таблица 9. Вклады параметров-аргументов в модели (4)

НОМЕР	НАЗВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ВКЛАД В МОДЕЛЬ
2	(Поглощенный кальций в мг-экв)	.0000
3	(Поглощенный магний в мг-экв)	.0000
4	(Фракция 1-0,25 мм в %)	.0000
5	(Фракция 0,25-0,05 мм в %)	.0000
6	(Фракция 0,05-0,01 мм в %)	1.0000
7	(Фракция 0,01-0,005 мм в %)	.0000
8	(Фракция 0,005-0,001 мм в %)	.0000
9	(Фракция менее 0,001 мм в %)	.0000

Модель – (Гумус по Тюрину в %) значимый по вкладу параметр – 6  
(Фракция 0,05-0,01 мм в %) вклад = 1.0000000

$$y = + (.162775700000000D+02) * (x6) **0 + (-.115497900000000D+01) * (x6) **1 + (.376264100000000D-01) * (x6) **2 + (-.403782000000000D-03) * (x6) **3$$

\*-умножение,\*\*-возведение в степень

Таблица 10. Характеристики модели (4)

ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛИ	ЗНАЧЕНИЯ
Коэффициент детерминации	.99
Средняя абсолютная ошибка	.00
Средняя ошибка в процентах	.02

Коэффициенты детерминации моделей 3, 4 близки к единице, средние абсолютные и относительные ошибки малы. То есть по моделям 3, 4 можно осуществлять прогноз гумуса в окрестностях значений соответственно 1963 и 1983 годов. Согласно таблице 7 гумус в 1963 году был обусловлен только параметром – фракция менее 0,001 мм в %. Согласно таблице 9 гумус в 1983 году был обусловлен только параметром – фракция 0,05-0,01 мм в %.

Совершенно аналогично можно сделать оценку количественной обусловленности для других почвенных параметров.

**Список использованной литературы:**

1. Бендат Д. Ж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. - М.: Мир, 1974.
2. Драйпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. - М.: Статистика, 1973.
3. Brandon D. V. Developing Mathematical Models for Computer Control, USA Journal, 1959, V.S,N7.