

На правах рукописи



СМИРНЫХ Тимофей Анатольевич

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ
ИЗМЕНЧИВОСТИ СВОЙСТВ ПОЧВ АГРОСИСТЕМ
СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

25.00.36 - Геоэкология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Оренбург - 2004

Работа выполнена на кафедре прикладной информатики Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»

Научные руководители: доктор технических наук, доцент
Чепасов Валерий Иванович,
доктор биологических наук, профессор
Русанов Александр Михайлович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Шеин Евгений Викторович,
кандидат технических наук, доцент
Ефремов Игорь Владимирович

Ведущая организация Оренбургский государственный
аграрный университет

Защита диссертации состоится «17» мая 2004 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета КР 212.181.13 в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», по адресу: 460352, г. Оренбург, пр. Победы, 13 А4Ю. 63/)\$

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»

Автореферат разослан «16» апреля 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Тарасова Т.Ф.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Согласно существующим воззрениям природно-техногенные комплексы (агросистемы) представляют собой сочетание взаимообусловленных многопараметрических объектов. Необходимость в изучении и учете большого числа свойств геотехнических объектов ставит проблему прогнозирования динамики одних показателей по ранее установленным изменениям других. В этой связи важно методически оценить результаты объединений параметров факторного анализа по физическим вкладам в регрессионных моделях этих показателей. Решение этой задачи позволит упростить определение обусловленности параметров, оптимизировать модели прогнозирования, ускорить время проведения анализа качества многих показателей.

При решении проблемы обусловленности возникает необходимость в использовании статистических методов, связанных с корреляционным анализом и факторным анализом, с моделями нелинейной регрессии. Такие методы являются актуальными при исследовании динамики свойств окружающей среды в пространстве, в том числе свойств почв, часть из которых, несмотря на многочисленные исследования агросистем территории Оренбургского региона, продолжает оставаться недостаточно изученными.

При мониторинговых исследованиях, а также при изучении почвенного покрова и других компонентов агроландшафтов нередко возникает проблема недостатка исходных данных. В этой связи на современном этапе развития геоэкологических исследований большое значение приобретает возможность использования статистических методов при прогнозировании изменений в том числе в агросистемах, с целью своевременного принятия мер для преодоления возможных негативных последствий.

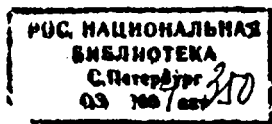
Цель и задачи исследований. Целью работы является разработка методики прогнозирования изменений заданных почвенных показателей агросистем на основе их динамики в условиях недостаточного количества наблюдений.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- с помощью метода главных компонент в факторном анализе выявлены качественные связи между показателями состава почв;
- разработан модифицированный алгоритм ступенчатого регрессионного метода для построения полиномиальных моделей почвенных характеристик;
- осуществлена разработка программного комплекса для реализации метода главных компонент и ступенчатого регрессионного метода для оценки вкладов в моделях факторов исследований;
- на основании предложенных моделей проведено картирование почв Оренбургской области по их свойствам.

Объектом исследований являются основные геоэкологические показатели почвенного покрова агросистем Оренбургской области.

Методы исследований. В процессе исследований использовались методы математической статистики: корреляционный, факторный, регрессионный анализы и другие.



*Научная новизна исследований состоит в следующем: **

Предложен метод последовательного нахождения и анализа пространственного распределения физических, геоэкологически значимых свойств почв агросистем, включающий:

- 1) модифицированный алгоритм ступенчатого регрессионного метода,
- 2) метод оценок вкладов обусловленности для основных почвенных характеристик,
- 3) оценку качественных параметров почв агроландшафтов,
- 4) полиномиальные регрессионные модели для главных исследуемых факторов,
- 5) алгоритм варимаксного вращения для особых матриц исследования..

Наиболее существенные научные результаты, полученные лично автором, состоят: в разработке методики построения моделей свойств почв агросистем с использованием статистических методов; в разработке комплекса программных средств для прогнозирования изменений в природно-техногенных комплексах; в составлении карты распространения эргономически ценной структуры почвы в агроландшафтах Оренбургской области с использованием полученной модели.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций работы подтверждается большим фактическим материалом, полученным лично автором, соответствием результатов теоретических исследований экспериментальным данным..

Практическая значимость и реализация результатов работы. На основании разработанного последовательного нахождения и анализа пространственного распределения физических свойств почв получены данные по структурному состоянию почв агроландшафтов Оренбургской области.

- получены модели прогноза почвенных факторов на множестве обусловленных параметров;

- предложена методика проведения геоэкологического экспресс-анализа на базе разработанного программного комплекса;

- по материалам исследования составлена карта содержания агрономически ценной структуры, которая принята к внедрению в ОАО «Оренбургское землеустроительное проектно-изыскательское предприятие» для использования в комплексных работах по кадастровой, в том числе геоэкологической, оценке почв и мониторингу земель.

Результаты исследования использовались автором при проведении занятий по курсам «Теория вероятности и математическая статистика» для студентов специальности «Прикладная информатика», «Экология почв и почвоведение» для студентов специальности «Экология» в Оренбургском государственном университете.

Основные положения, выносимые автором на защиту:

- методика построения моделей физических свойств почв агросистем статистическими методами;

- разработанные модели физических свойств почв агросистем;

- карта распространения агрономически ценной структуры в почвах агроландшафтов Оренбургской области, составленная с помощью модели.

Апробация работы. Материалы диссертации докладывались на региональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Оренбургской области (Оренбург, 2002), на научно-практической конференции преподавателей и аспирантов ГОУ ОГПУ (Оренбург, 2003), на Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы геоэкологии Южного Урала» (Оренбург, 2003), использовались при написании монографии «Новообразование и окружающая среда». По материалам диссертации опубликовано 8 печатных работ.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 105 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав, выводов и рекомендаций. Работа содержит 30 таблиц, 1 рисунок и приложения. Библиографический список включает 90 источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ:

В первой главе рассмотрено прогнозирование изменений заданных почвенных показателей агросистем на основе динамики показателей при недостаточном количестве наблюдений первых, с использованием линейных регрессионных моделей.

Представлен обзор методов решения задач с изменяющимися количественными переменными. Обосновано применение факторного анализа, ступенчатого регрессионного метода для построения моделей и определения вкладов в них исследуемых параметров. Рассмотрена предварительная обработка данных.

Для убыстрения процесса построения моделей наиболее приближенных к истинным, автором предлагается следующий алгоритм обработки:

1. Определить связи между параметрами с использованием факторного анализа, метода главных компонент.
2. По выявленным связям построить с помощью ступенчатого регрессионного метода полиномиальные модели с оптимальной степенью аппроксимирующих полиномов.
3. Определить вклады параметров в построенную полиномиальную модель.
4. По остаточной и начальной дисперсии найти коэффициент детерминации.

Установлено, что модели, полученные ступенчатым регрессионным методом, имеют более высокий коэффициент детерминации, нежели линейные регрессионные модели.

Во второй главе с целью определения как линейных, так и нелинейных связей между параметрами исследований агросистем и их выборочными значениями без привлечения регрессионных моделей было исследовано применение факторного анализа.

Рассмотрен один из основных методов факторного анализа - метод главных компонент. Он совпадает с методом расчленения ковариационной или

корреляционной матрицы на совокупность ортогональных векторов (компонент) или направлений по числу рассматриваемых переменных.

Эти векторы соответствуют собственным векторам и собственным значениям корреляционной матрицы. По этому методу собственные значения выделяются в порядке убывания их величины, что становится существенным, если для описания данных должно быть использовано лишь незначительное число компонент.

Векторы попарно ортогональны, и компоненты, полученные по ним, некоррелированы. Хотя несколько компонент могут выделить большую часть суммарной дисперсии переменных, однако для точного воспроизведения корреляций между переменными требуются все компоненты.

Факторный анализ, в противоположность методу главных компонент, заранее объясняет матрицу ковариаций наличием минимального или, по крайней мере, небольшого числа гипотетических переменных или факторов. В то время как метод главных компонент ориентирован на дисперсии, факторный анализ ориентирован на ковариаций (или на корреляционную связь).

В факторном анализе основным предположением является равенство:

$$X_i = \sum_{r=1}^k a_{ir} * F_r + e_i \quad (i=1,2,\dots,p) \quad (1)$$

где: X_i -ая переменная, F_r -- r -ый фактор; a_{ir} -- факторная нагрузка; k - количество факторов; e_i - остатки, которые представляют источники отклонений, действующие только на X_i .

Эти p случайных величин e_i предполагаются независимыми как между собой, так и с k величинами F_r . Уравнение (1) нельзя проверить непосредственно, поскольку p переменных X_i выражены в них через $(p+k)$ ненаблюдаемых переменных. Но эти уравнения заключают в себе гипотезу о ковариациях и дисперсиях X_i , которую можно проверить.

Когда число факторов $k > 1$, то ни факторы, ни нагрузки не определяются однозначно, поскольку в уравнении (1) факторы F_r могут быть заменены любым ортогональным преобразованием их с соответствующим преобразованием нагрузок. Это свойство использовано для преобразования или вращения факторов, полученных в каком-либо практическом исследовании с целью определения объединений параметров исследований по факторам согласно разработанной нами методике.

Вращение подбирается так, чтобы переменные, которые в большей или меньшей степени измеряют некоторые легко опознаваемые стороны, имели бы достаточно высокие нагрузки на один фактор и нулевые или почти нулевые на другие факторы.

Алгоритм метода главных компонент:

1. Расчет корреляционной матрицы R :

$$R_{jk} = S_{jk} / (\sqrt{S_{jj} * S_{kk}}) \quad (2)$$

$$\text{где } S_{jk} = \sum_{i=1}^n (X_{i1} - T_1) * (X_{ik} - T_k) - \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (X_{i1} - T_1) * \sum_{i=1}^n (X_{ik} - T_k); \quad T_i = \frac{\sum_{i=1}^n X_{in}}{n};$$

$i=1,2,\dots,n$ - наблюдения; $j=1,2,\dots,m$ - переменные.

2. Вычисление собственных значений, -собственных векторов корреляционной матрицы.

3. Вычисление накопленных отношений собственных значений корреляционной матрицы, больших или равных заданной пользователем константы.

4. Вычисление матрицы факторных нагрузок по собственным значениям и соответствующим собственным векторам корреляционной матрицы.

5. Ортогональное вращение матрицы факторов.

Метод главных компонент позволяет найти матрицу факторных нагрузок после решения задачи о собственных значениях и собственных векторах корреляционной матрицы, а варимаксное вращение матрицы факторных нагрузок делает возможным определение связей между интересующими параметрами события.

Разработан алгоритм метода главных компонент с его программной реализацией с учетом симметрии корреляционной матрицы.

В третьей главе изложен ступенчатый регрессионный метод, модифицированный алгоритм этого метода, его программная реализация.

Первым этапом исследования многопараметрических процессов в агро-системах является отбор параметров ответственных за процесс. Из полного списка всех возможных параметров ранговыми методами производят их ранжирование и априорное отсеивание.

Математическая обработка результатов наблюдения за оставленными на первом этапе исследования параметрами включает в себя проверку гипотезы о нормальности распределения результатов наблюдения в выборке по каждому параметру, получение корреляционной матрицы и регрессионный анализ.

Нормальность распределения проверяли по критерию X^2 . Уровень значимости для определения критической области $p < 0,05$.

При решении задач, связанных с отысканием оптимальных условий протекания сложных многопараметрических процессов, широкое распространение получили полиномиальные математические модели процесса (3):

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^m b_i * X_i + \sum_{i < j}^m b_j * X_i * X_j + \dots, \quad (3)$$

где y - параметр оптимизации; b_0, b_1, b_j, b_m - выборочные коэффициенты регрессии, полученные по результатам эксперимента X_1, X_i, X_j - параметры и их взаимодействия, $i, j=1,2,\dots,m$.

Теоретически коэффициенты уравнения регрессии можно определить из системы линейных нормальных уравнений, используя метод наименьших квадратов относительно этих коэффициентов.

Определение вкладов осуществляется полиномиальным приближением для зависимой переменной y (4):

$$y = \sum_{j=1}^m \sum_{a=0}^{K_j} b_{aj} * S_a(X_j), \quad (4)$$

где a - степень полинома; j — номер независимой переменной; K_j — максимальная степень полинома для j -ой переменной; b_{aj} - коэффициент разложения.

Для каждого наблюдения по (3) находим значение зависимой переменной y (5):

$$y_i = \sum_{j=1}^m \sum_{a=0}^{K_j} b_{aj} * S_a(X_{ij}), \quad i=1,2, \dots, n, \quad (5)$$

где n - число наблюдений»

Определим сумму всех значений зависимой переменной (6):

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n y_i. \quad (6)$$

Аналогичные суммы находим для независимых переменных (7):

$$\bar{X}_j = \sum_{i=1}^n \sum_{a=0}^{K_j} b_{aj} * S_a(X_{ij}), \quad \text{где } j=1,2,\dots,m. \quad (7)$$

Из (6) и (7) получаем вектор вкладов W для независимых переменных в полиномиальной модели (8):

$$W_j = \frac{\bar{X}_j}{\bar{Y}}. \quad (8)$$

Вектор W дает физическую оценку вклада каждой независимой переменной в полиномиальной модели для y , а также дает возможность определить степень обусловленности зависимой переменной от независимой.

Ступенчатый регрессионный метод даёт возможность определить: оптимальную степень аппроксимирующего полинома; коэффициенты разложения в полиномиальной модели; коэффициент детерминации модели; вклады параметров в модели для зависимой переменной; значение остаточной дисперсии.

Высокий коэффициент детерминации свидетельствует об адекватности модели действительно существующей связи, а вклады позволяют определить степень влияния независимых параметров на зависимую переменную. При большом коэффициенте детерминации построенные модели приближены к исходному параметру.

. В четвертой главе, используя программную реализацию ступенчатого регрессионного метода, факторного анализа, были построены и исследованы модели показателей почвенного состава агросистем (таблица 1).

Нами была построена матрица исследования, параметры-столбики которой имели нормальное распределение. Построение осуществлялось по выборочному среднему и выборочному среднему квадратическому отклонению.

Наряду с многочисленными данными по содержанию в почве исследуемых показателей по некоторым из них был отмечен их дефицит. Поэтому для первичных исследований выбраны наблюдения, в которых присутствуют данные по всем показателям. Для их анализа составлена исходная матрица наблюдений. Объем выборки составляет 36 значения для каждого показателя.

Акцент в исследованиях сделан на структуре почв, которая наряду с гумусом, является важнейшим показателем, характеризующим почвенное плодородие и основные экологические функции почв в биосфере. От нее зависит соотношение основных фаз в составе единого почвенного тела: водный, воздушный и тепловой режим почв, их устойчивость к неблагоприятным воздействиям.

Таблица 1 - *Параметры исследования (в интервале 0-20см)*

Номер параметра	Название параметра
1	Содержание гумуса, %
2	Отношение концентрации гуминовых кислот к фульвокислотам
3	Продолжительность биологической активности, дней
4	Содержание фракции физической глины, <0,01, %
5	Установившаяся скорость фильтрации, мм/час
6	Содержание агрономически ценной структуры (1-7 мм), %
7	Объемная масса, г/см ³
8	Масса растительной органики, т/га
9	Ферментативная активность: пероксидаза
10	Ферментативная активность: полифенолоксидаза
11	Водопрочность, %

Таблица 2— *Результаты корреляционного анализа полученной матрицы наблюдений*

Показатель	Показатель										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1,00	0,86	0,86	0,67	0,37	0,83	-0,25	0,75	0,87	0,84	0,66
2	0,86	1,00	0,83	0,56	0,58	0,76	-0,50	0,87	0,86	0,82	0,59
3	0,86	0,83	1,00	0,40	0,45	0,86	-0,38	0,87	0,89	0,67	0,65
4	0,67	0,56	0,40	1,00	-0,04	0,51	0,19	0,35	0,40	0,46	0,57
5	0,37	-0,58	0,45	-0,04	1,00	0,46	-0,85	0,60	0,61	0,50	0,16
6	0,83	0,76	0,86	0,51	0,46	1,00	-0,36	0,70	0,75	0,69	0,68
7	-0,25	-0,50	-0,38	0,19	-0,85	-0,36	1,00	-0,50	-0,52	-0,35	-0,11
8	0,75	0,87	0,87	0,35	0,60	0,70	-0,50	1,00	0,90	0,69	0,62
9	0,87	0,86	0,89	0,40	0,61	0,75	-0,52	0,90	1,00	0,78	0,52
10	0,84	0,82	0,67	0,46	0,50	0,69	-0,35	0,69	0,78	1,00	0,44
11	0,66	0,59	0,65	0,57	0,16	0,68	-0,11	0,62	0,52	0,44	1,00

Примечание - * - не значимые корреляции при $p < 0,05$

Несмотря на важность этого показателя, структурное состояние почв области остается недостаточно изученным в основном, из-за трудоемкости и стоимости методов исследований.

Как видно из приведенной таблицы 2, содержание агрономически ценной структуры наиболее сильно коррелирует со следующими показателями: содержание гумуса, отношение гуминовых кислот к фульвокислотам, продолжительность биологической активности, массой растительной органики, ферментативной активностью пероксидазы и полифенолоксидазы, водопрочностью.

Однако проведенный на той же матрице наблюдений факторный анализ дал следующее объединение по фактору агрономически ценной структуры и показателей почвенного состава (таблица 3).

В таблицах 4 и 5 представлены показатели, объединившиеся по факторам 1 и 2.

Можно сказать, что в основе показателей, объединившихся в каждом из факторов, лежит общий характер изменений. Как следует из таблицы 4, это показатели: содержание гумуса, отношение содержания гуминовых кислот к фульвокислотам, продолжительность биологической активности почв, содержание фракции физической глины, агрономически ценная структура, масса растительной органики, ферментативная активность пероксидазы и полифенолоксидазы, водопрочность, а из таблицы 5 - установившаяся скорость фильтрации и объемная масса. Для построения модели содержания в почве агрономически ценной структуры, достаточно провести исследования на показателях, вошедших в первый фактор, а остальные показатели не рассматривать. Модель содержания в почве агрономически ценной структуры можно построить с использованием метода регрессионного анализа.

На основании объединения по фактору, приведенному в таблице 4, с помощью ступенчатого регрессионного метода была построена модель для прогноза количества содержания агрономически ценной структуры по параметрам почвенного состава, объединившимся в одном факторе с прогнозируемым.

Результаты построения модели для прогноза содержания агрономически ценной структуры по показателям почвенного состава, объединившимся в одном факторе, с помощью ступенчатого регрессионного метода в таблице 6.

Модель «агрономически ценная структура» (9):

$$y = 9,775883 * x_1 - 1,077119 * x_1^2 + 0,067722 * x_1^3 + 0,134740 * x_4 - 0,002122 * x_4^2 + 0,000004 * x_4^3 - 4,818033. \quad (9)$$

где y - содержание агрономически ценной структуры (1-7 мм.), %; x_1 - содержание гумуса, %; x_4 - содержание фракции физической глины, < 0,01, %.

Как следует из таблицы 7, достаточно высокий коэффициент детерминации говорит о хорошем соответствии модели истинной зависимости на исследуемом поле параметров. Аналогичным образом были построены модели для массы растительной органики и установившейся скорости фильтрации (10),(11), характеристики моделей приведены в таблицах 9 и 11. Вклады параметров-аргументов в модели для массы растительной органики и установившейся скорости фильтрации приведены в таблицах 8 и 10.

Таблица 3 - Сумма квадратов нагрузок по факторам

Номер фактора	Сумма квадратов нагрузок
1	5,944604
2	3,059663

Таблица 4 — Объединение показателей по фактору 1

№	Название	Нагрузка
1	Содержание гумуса, %	0,939649
2	Отношение содержания гуминовых кислот к фульвокислотам	0,824305
3	Продолжительность биологической активности, дней	0,832095
4	Фракция физической глины, < 0,01 мм, %	0,796287
6	Содержание агрономически ценной структуры (1-7 мм), %	0,829223
8	Масса растительной органики, т/га	0,738288
9	Ферментативная активность: пероксидаза	0,769262
10	Ферментативная активность: полифенолоксидаза	0,743963
11	Водопрочность, %	0,795710

Таблица 5 — Объединение показателей по фактору 2

№	Название	Нагрузка
5	Установившаяся скорость фильтрации, мм/час	-0,907768
7	Объемная масса, т/см ³	0,932708

Таблица 6 - Вклады параметров-аргументов в модели

№	Название	Вклад
1	Содержание гумуса, %	1,0143
4	Фракция физической глины, < 0,01, %	-0,0143

Таблица 7 — Характеристики модели

Характеристики модели	Значения
Коэффициент детерминации	0,84
Средняя абсолютная ошибка	3,51
Средняя ошибка в процентах	12,85

Таблица 8 — Вклады параметров-аргументов в модель «масса растительной органики»

№	Название	Вклад
3	Продолжительность биологической активности, дней	1,0

Таблица 9 — Характеристики модели «масса растительной органики»

Характеристики модели	Значение
Коэффициент детерминации	0,87
Средняя абсолютная ошибка	0,94
Средняя ошибка в процентах	14,07

Таблица 10 — Вклады параметров-аргументов в модель «установившаяся скорость фильтрации» -

№	Название	Вклад
7	Объемная масса, г/см ³	1,0

Таблица 11 - Характеристики модели «установившаяся скорость фильтрации»

Характеристики модели	Значения
Коэффициент детерминации	0,85
Средняя абсолютная ошибка	0,09
Средняя ошибка в процентах	6,97

Модель «масса растительной органики» (10):

$$y = 0,094058 \cdot x_3 - 2,881042, \quad (10)$$

где y - масса растительной органики, т/га; x_3 - продолжительность биологической активности, дней.

Модель «установившаяся скорость фильтрации» (11):

$$y = 180,7603 - 77,32764 \cdot x_7, \quad (11)$$

где y - установившаяся скорость фильтрации, мм/час; x_7 - плотность почвы, г/см³.

В обоих случаях высокий коэффициент детерминации указывает на хорошее соответствие моделей истинным зависимостям на исследуемом поле параметров.

Поскольку модель (9) использовалась для составления карты распределения агрономически ценной структуры в почвах области нами была проведена дополнительная оценка прогнозной силы полученного полинома. Исследования были проведены на независимой матрице из 23 наблюдений.

Далее исходные и модельные данные сравнивались по критерию Вилкоксона парных сравнений. Полученный p - уровень равняется 0,001009, при уровне значимости $p < 0,05$, таким образом, различие в параметрах не значимо и модель пригодна для прогноза.

В пятой главе на основании полученных данных и с применением разработанной методики составляется карта распределения агрономически цен-

ной структуры в почвах агросистем области, исходя из содержания в них гумуса и фракции физической глины (рисунок).

Для качественной оценки почв, исходя из содержания в них агрономически ценной структуры, использована пятибалльная система: отлично (>50%), хорошо (35-50%), удовлетворительно (25-35%), неудовлетворительно (15-25%) и плохо (<15%).

На карте наивысшие значения по содержанию агрономически ценной структуры (>50%) приходятся на черноземы типичные тучные глинистого и тяжело суглинистого механического состава, расположенные на крайнем северо-западе области. Южнее простирается полоса почв с содержанием агрономически ценной структуры 35-50%. Почвенный фон в ней представлен преимущественно черноземами типичными среднегумусными и слабоэродированными на почвах тяжело— и среднесуглинистого механического состава.

К югу от описанной зоны следует ареал почв, в которых содержание агрономически ценной структуры находится в пределах 25-35%. Почвенный фон в этом ареале представлен черноземами обыкновенными тяжелосуглинистого механического состава, а также черноземами обыкновенными, карбонатными и эродированными. В северной части этого ареала встречаются также черноземы типичные среднегумусные эродированные. Полоса этих почв простирается с запада на восток от Бузулукского до Кваркенского района. В восточной части ареала механический состав этих почв нередко глинисто-щебневатый. Перечисленные ареалы представляют наилучший почвенный фон области.

Наибольшую территорию занимают почвы, содержащие в своем составе 15-25% агрономически ценной структуры. Эта полоса занята черноземами южными средне- и легкосуглинистого механического состава, а также темно-каштановыми и карбонатными почвами тяжело- и среднесуглинистого механического состава. В восточной части этой полосы механический состав местами глинисто-щебневатый. Отдельными пятнами, фрагментарно, встречаются участки с очень низким содержанием агрономически ценной структуры, менее 15%. Они приурочены к крупным песчаным массивам, расположенным в долинах рек Илек, Кинделя, Орь, по правобережью р. Самары и в Бузулукском бору.

На северо-западе области, в ареале распространения агрономически ценной структуры 25-35%, имеются участки с пониженным содержанием агрономически ценной структуры (<25%), что соответствует черноземам типичным среднегумусным эродированным. На юго-востоке, юге и локально в центральной зоне области выделяются отдельные участки с пониженным содержанием агрономически ценной структуры, занятые солонцовыми комплексами, песками, выходами мела. В то же время отдельные включения с повышенным содержанием агрономически ценной структуры связаны, в первую очередь, с условиями рельефа, когда более северные подтипы почв по пологим северным склонам могут проникать южнее своего основного ареала распространения.

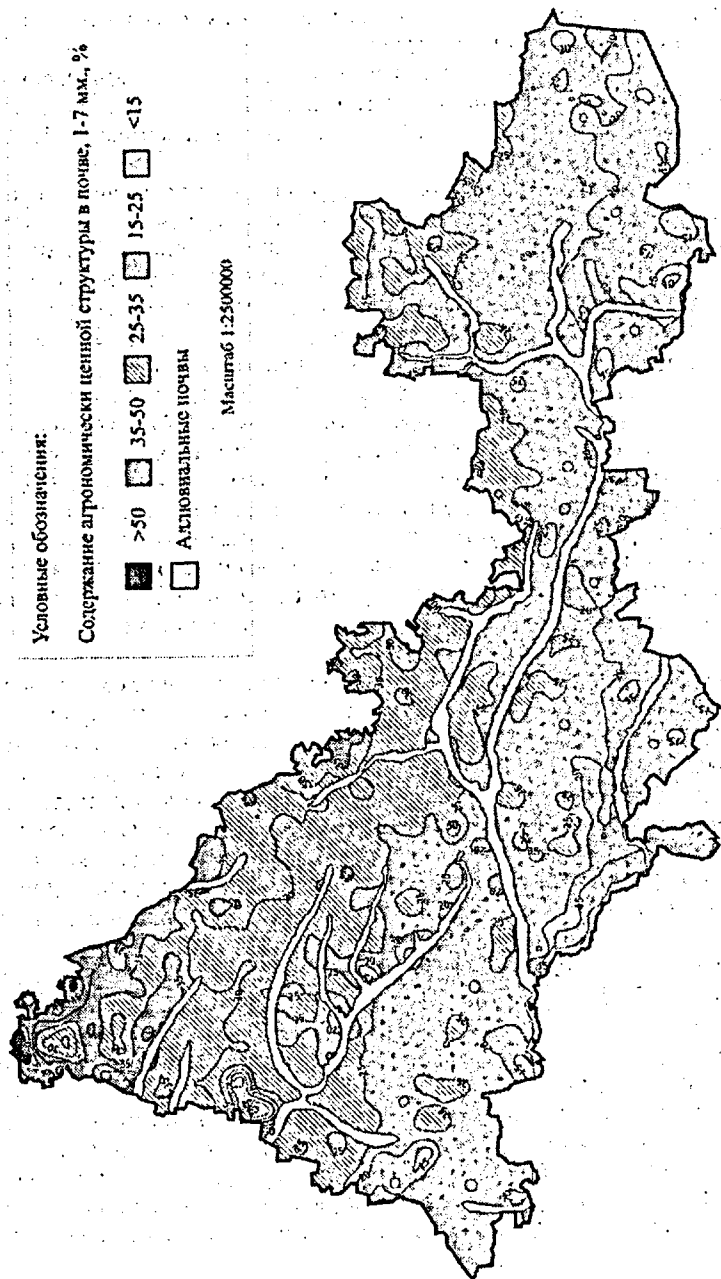


Рисунок – Карта распределения агрономически ценной структуры 1-7 мм. в агроландшафтах Оренбургской области.

Математически рассчитанная карта впервые отображает в масштабах области распространение почв с различным содержанием агрономически ценной структуры, что имеет значение для почвоведения и земледелия. Она соответствует представлениям о содержании агрономически ценной структуры в почвах Оренбургской области, полученным эмпирическим путем. Методика построения карты может быть применима и для других областей нашего региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлена возможность применения метода главных компонент для выделения показателей, в наибольшей степени влияющих на тот или иной исследуемый параметр; Этот метод, несмотря на переход в пространство гипотетических переменных (факторов), позволил выделить качественные связи между параметрами геоэкологических объектов.

2. С помощью ступенчатого регрессионного метода построены полиномиальные модели исследуемых показателей, для чего разработан алгоритм* модифицированного ступенчатого регрессионного метода с автоматическим выбором оптимальной степени аппроксимирующего полинома. Этот метод позволил выделить количественные связи между параметрами геоэкологических объектов.

3. Разработан комплекс программных средств для реализации метода главных компонент и ступенчатого регрессионного метода, а также построения полиномиальных моделей.

4. На основании анализа содержания гумуса и фракции физической глины была построена модель для расчета содержания агрономически ценной структуры в почвах агроландшафтов Оренбургской области. Полученные результаты использованы для составления карты содержания в почвах агрономически ценной структуры, что имеет практическое значение для рационального использования почвенных ресурсов области, а также могут быть использованы в работах по мониторингу земель.

5. Применение данной методики не ограничивается рамками почвенных исследований. Принципы построения моделей применимы и при исследовании других природных многопараметрических объектов, например в экологии, медицине, а также в учебном процессе.

Список основных опубликованных работ по теме диссертации:

1. Чепасов В.И, Колесник А.Н., Смирных Т.А. Новообразования и окружающая среда. - Оренбург: ОГУ, 2001. - 153 с. (Доля автора 30%)
2. Смирных Т.А. Построение карты содержания агрономически ценной структуры в почвах Оренбургской области. // Материалы XXV научно-практической конференции. Оренбург. 3-4 апреля 2003 г. Часть 5: Секции физики, алгебры, информатики, химии, географии. - Оренбург: Издательство ОГПУ, 2003. С. 259-264.
3. Русанов А.М., Смирных Т.А: К вопросу моделирования природных объектов. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы геоэкологии Южного Урала» - Оренбург: ИПК ГОУ ВПО ОГУ, 2003. С. 107-109. (Доля автора 50%)
4. Смирных Т.А. Использование математического моделирования при картировании почвенной структуры сельскохозяйственных земель Оренбургской области. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы геоэкологии Южного Урала» - Оренбург: ИПК ГОУ ВПО ОГУ, 2003. С. 98-100..
5. Чепасов В.И., Русанов А.М., Смирных Т.А. К методике определения качественных обусловленностей между параметрами экологических процессов. // Математические методы и инструментальные средства в информационных системах. - Оренбург: РИК ГОУ ВПО ОГУ, 2003. С. 85-88. (Доля автора 30%)
6. Чепасов В.И., Русанов А.М., Смирных Т.А. Методика определения количественных обусловленностей между параметрами экологических процессов. // Математические методы и инструментальные средства в информационных системах. - Оренбург: РИК ГОУ ВПО ОГУ, 2003. С. 89-93. (Доля автора 30%)
7. Русанов А.М., Смирных Т.А. Актуальные вопросы моделирования природных объектов. // Математические методы и инструментальные средства в информационных системах. - Оренбург: РИК ГОУ ВПО ОГУ, 2003. С. 197-198. (Доля автора 50%)
8. Смирных Т.А. Использование математического моделирования при картировании агрономически ценной структуры в почвенном покрове Оренбургской области. // Математические методы и инструментальные средства в информационных системах. - Оренбург: РИК ГОУ ВПО ОГУ, 2003. С. 198-201.

Формат 60x84 $\frac{1}{16}$, гарнитура «Тайме»
Усл. печ. листов 1,0. Тираж 100 экз, Заказ 128.

РИКОГУ
460352, г. Оренбург, пр. Победы 13,
Оренбургский государственный университет.

- 8733