

АКАДЕМИЯ НАУК УЗБЕКСКОЙ ССР
УЗБЕКСКОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
"КИБЕРНЕТИКА"

На правах рукописи

ТУРСУНКУЛОВ Рустам Хамракулович

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
ОПТИМИЗАЦИИ БАЛАНСА ГУМУСА ПОЧВЫ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
УРОЖАЙНОСТИ ХЛОПЧАТНИКА

08.00.13 - Экономико-математические методы

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Ташкент - 1991

Работа выполнена в ордена Трудового Красного Знамени
Институте кибернетики с ВЦ Узбекского научно-производст-
венного объединения "Кибернетика" АН УзССР.

Научные руководители: доктор технических наук,
профессор М.Э.ЗИЯХОДЖАЕВ
кандидат экономических наук
Б.Б.БЕРКИНОВ

Официальные оппоненты: доктор экономических наук,
профессор Т.Ш.ШСДИЕВ
кандидат экономических наук
А.КУВАНДИКОВ

Ведущее предприятие - НПО "Совзхлопок"

Защита состоится " 7 " апреля 1991 г. в " 14 "
час. на заседании Специализированного совета К 015.12.02
при УзНПО "Кибернетика" АН УзССР по адресу: 700143, г.Таш-
кент, ул. Ф.Ходжаева, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УзНПО
"Кибернетика" АН УзССР.

Автореферат разослан " 4 " апреля 1991 г.

Ученый секретарь
Специализированного совета,
к.э.н.


А. В. СЕРБУЛОВ

Библиотека
СамСХИ
ИНР4 13449

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проблема достижения высоких, устойчивых и рентабельных урожаев сельскохозяйственных культур тесно связана с решением такой важной народнохозяйственной проблемы, как культура земледелия, повышение плодородия почв (ПП), а также с определением оптимальных соотношений, обеспечивающих устойчивость ПП.

Тем не менее, за последнее время в земледелии, в особенности в зонах хлопкосеяния, зачастую нарушались эти положения, вследствие чего нередко отмечалась деградация земель, снижались плодородие почв, урожайность сельскохозяйственных культур и их качественные показатели.

Следует отметить, что выработка мероприятий, направленных на ПП и урожайность, требует прежде всего научно-обоснованного решения с использованием методов системного анализа и математического моделирования. Объяснением в данном случае служит тот факт, что почва представляет собой сложную динамическую систему, обладающую рядом присущих только ей специфических свойств.

Вопросы исследования охраны земель, воспроизводства ПП с помощью указанных методов в настоящее время почти не изучены, что и послужило основой для выбора темы диссертационной работы.

Исходя из изложенного, результаты исследований и содержание диссертационной работы в целом направлены на решение задач моделирования процессов воспроизводства, плодородия почв, охраны земель, и отличаются достаточно актуальным смыслом.

Цель исследований состоит в разработке и внедрении экономико-математических моделей применительно к выработке оптимальных управляющих решений для обеспечения охраны земель и воспроизводства плодородия почв.

В связи с этим реализованы следующие задачи:

- систематизированный сбор и анализ исходной информа-

ция для различных типов почв;

- установление меры информационной важности основных почвенных факторов;
- разработка экономико-математических моделей прогнозирования и управления состоянием почв;
- внедрение в производство результатов научных исследований.

Предмет исследования - вопросы моделирования процессов сбалансированности гумуса в почвах и прогнозирования урожайности хлопчатника.

Объектом исследования являются почвы типичного серозема полей колхозов "Октябрь" и им. Х.Турсункулова Ташкентской области.

Методика исследований основана на современной теории управления, методах идентификации, саморганизации моделей, в частности, методе группового учета аргументов (МГУА), случайного поиска, алгоритмах вычисления оценок

Полевые опыты с хлопчатником проводились в хозяйствах Ташкентской области по методике Института почвоведения и агрохимии АН УзССР в течение 3-х лет с учетом ряда специфических возможностей их проведения.

На защиту выносятся:

- методика анализа и количественной оценки степени деградации различных типов почв;
- экономико-математические модели прогнозирования и управления состоянием почв и урожайностью хлопчатника;
- моделирование процесса выработки рекомендаций по определению оптимального сочетания производственных затрат, обеспечивающее получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Научная новизна исследований:

- определена мера информационной важности факторов, влияющих на процесс ПНП;
- разработаны экономико-математические модели прогнозирования и управления состоянием (балансом) почв;
- установлена степень деградации почв как результата научно-необоснованных антропогенных воздействий.

Практическая ценность и реализация результатов исследований. Разработанные методы выработки управляемых воздействий и их четкое воплощение в технологии сельскохозяйственного производства направлены на предотвращение деградации земель и их сохранение, способствуют воспроизводству плодородия почв.

Основные научные положения диссертационного исследования доведены до рабочей методики и внедрены в колхозах "Октябрь" и им. Х.Турсункулова Ташкентской области.

Апробация работы и публикации.

Основные научные положения и результаты исследований доложены, обсуждены и получили одобрение на:

- IX Республиканской школе молодых ученых и специалистов по АСУ и автоматизации проектирования (Ташкент, 1984);
- научных семинарах лаборатории "Управление урожаем" Института кибернетики с ВЦ УзНПС "Кибернетика" АН УзССР (Ташкент, 1973-1990);
- научно-методических семинарах лаборатории "Эрозия и бонитировка почв" Института почвоведения и агрохимии АН УзССР (Ташкент, 1987-1990).

По профилю диссертации опубликованы 4 научные работы общим объемом 0,8 п.л. и.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения, изложенных на 120 стр. машинописного текста. Содержит список использованной литературы из 119 наименований и приложения.

Во введении обоснована актуальность темы, раскрыты цель, задачи и научно-практическая значимость исследований. Дана краткая характеристика работы.

Первая глава отведена анализу современного состояния изученности проблемы, связанной с ППП. Рассматриваются экспериментально-эмпирические методы и методика математического моделирования, нашедшие широкое применение в исследуемом процессе, в частности, для хлопчатника, с целью получения высоких показателей урожайности в хлопководческих хозяйствах.

Во второй главе излагаются теоретические основы математического моделирования процесса ПП. Приведена постановка задачи прогнозирования и управления состоянием (балансом) гумуса в почве.

Третья глава посвящена описанию методики проведения полевых экспериментов, устанавливается мера информационной бежности факторов, оказывающих влияние на плодородие, и предлагаются экономико-математические модели прогнозирования урожайности и баланса гумуса в почве.

В заключении приведены основные выводы и предложения, логически вытекающие из проведенных исследований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Ценность земли в сельскохозяйственном производстве обусловлена прежде всего ее плодородием, т.е. способностью обеспечивать потребности растений за весь период их развития питанием, водой и кислородом.

В экономике Узбекистана весьма высокая доля принадлежит продукции орошаемого земледелия. В общесоюзном производстве сельскохозяйственной продукции удельный вес орошаемых земель в 1990 г. возрос до 50%. Удовлетворение потребностей населения продовольственными товарами определяется в значительной степени как количественным, так и качественным состоянием поливных земель. Переход к интенсивной технологии производства сельскохозяйственных культур означает, главным образом, рациональное и эффективное использование каждого гектара земли, в первую очередь, орошаемой пашни.

Экономико-статистический анализ данных по структуре почвенного покрова орошаемых земель ряда хозяйств республики показал, что в условиях малогумусных почв применение минеральных удобрений в хлопководстве способствовало значительному росту урожайности. К тому же, как подтверждено почвенной и агроэкономической наукой, гумус - один из основных факторов агроэкологии и обеспечения устойчивой урожай-

ности сельскохозяйственных культур.

В этой связи, из-за отсутствия эффективного экономико-математического инструментария для выработки научно-обоснованных рекомендаций, разрабатываемых с учетом меняющихся производственных условий развития сельского хозяйства, приходилось, а порой даже и игнорировалось значение гумуса.

Задача моделирования процессов расширенного воспроизводства плодородия почв сводится к тому, чтобы на основе данных научно-обоснованной оценки качества почв, технологии обогащения их компонентами агроэкологии, охраны от эрозии и других условий установить коррелятивную связь между основными свойствами почв и агроэкологическими факторами.

Однако, следует заметить, что коррелятивная связь между агроэкологическими факторами и урожайностью хлопчатника в условиях орошаемого земледелия в настоящее время изучена недостаточно. Эффективное решение этих задач предполагает, прежде всего, разработку комплекса моделей и алгоритмов оптимизации гумусового баланса в почве и прогнозирования урожайности хлопчатника.

В процессе интенсификации сельскохозяйственного производства оптимизация свойств почвы во многом связана с определением наиболее оптимальных размеров капитальных вложений в крупные мероприятия, которые предусматривают качественное ППП. В качестве примера целесообразно привести необходимость учета при оптимизации свойств почв при распределении вложений, направляемых на химизацию и гидротехническую мелиорацию.

Обработка экспериментальных данных методами вариационной статистики, моделирования, а также посредством прямого использования компьютерной техники и ЭЦМ на основе корреляционных и регрессионных связей способствует выявлению функции урожайности сельскохозяйственных культур с учетом долевого участия отдельных свойств почв.

Такие исследования позволяют достаточно глубоко анализировать совместную причинно-следственную связь между урожаем и отдельными свойствами почв, которые изменяются под влиянием основных факторов интенсификации, рассчитать по некоторым из них оптимальные значения показателей и установить, в

конечном итоге, нормативные затраты материальных ресурсов для их достижения.

Формирование урожая - сложный процесс, протекающий во взаимодействии растений с окружающей средой, антропогенными мероприятиями. Между различными частями этой системы происходит постоянный обмен веществ, энергии и информации.

На рис. 1 приведена схема формирования рентабельного урожая в зависимости от внешней среды и антропогенных воздействий.

В рассматриваемой открытой сложной и динамической системе происходят пассивное (развитие по программе, заданной наследственными, т.е. внутренними факторами развития) и активное (развитие в соответствии с положением во внешней среде) управления.

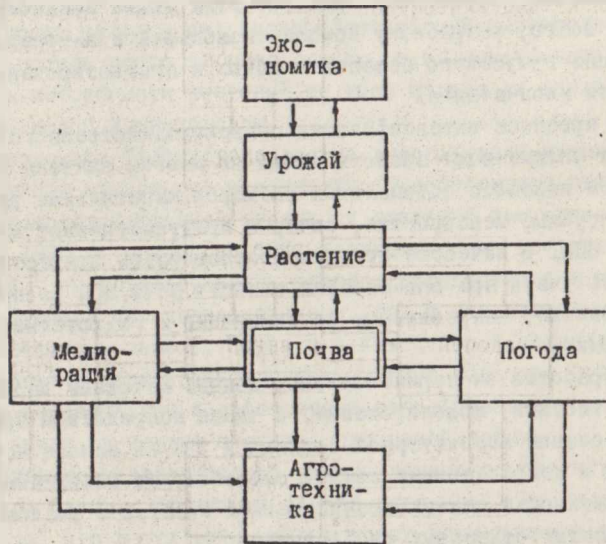


Рис. 1

Математическое моделирование изучаемых процессов основывается на методах системного подхода, важным преимуществом которого для конкретных объектов является применение метода статистического моделирования, в особенности, когда к исследованию привлекаются различные типы моделей.

Эффективность каждой из моделей зависит, главным образом, от исходной теоретической позиции, а точнее, от принципиального подхода к постановке проблемы, логико-математических предпосылок моделирования и т.д.

На практике, если система отличается достаточно большим объемом, а взаимосвязанные характеристики ее количественно измеримы, то связь между ними чаще всего описывается уравнением регрессии

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_m),$$

где Y - моделируемый показатель, x_m - факторные признаки, влияющие на формирование Y .

Адекватность модели реальному процессу зависит, в первую очередь, от правильного выбора функционального вида уравнения регрессии и состава включенных в модель факторных признаков. Отбор таких признаков имеет решающее значение при построении модели любого типа.

Основой указанного отбора должен быть априорный анализ, на базе которого формируются теоретические предложения о характере и структуре причинно-следственных связей. Параметры модели характеризуют чистые, элиминированные от взаимосвязей в пределах модели эффекты на моделируемый показатель того или иного факторного признака.

При исследовании влияния факторов на изучаемый процесс значительно возрастает объем и трудоемкость работ по их сбору и обработке. Следовательно, крайне важным при моделировании процесса формирования урожая хлопчатника является, по всей видимости, задача разбиения факторного пространства на некоторые области с целью выявления существенных и незначительных факторов.

При решении данной задачи оценивается существенность

того или иного фактора методом распознавания образов. Нами использован алгоритм распознавания образов, основанный на вычислении оценок^{*}.

Пусть задана таблица T_{nmf} , которая разбита на l классов. Каждая строка таблицы S_j ($j = \overline{1, m}$) - суть объект, представимый в виде

$$S_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jn}).$$

где x_{ji} ($i = \overline{1, n}$) - элемент набора числовых и качественных величин, идентифицирующий объект.

Число голосов, поданных строкой S за класс K_u , равно

$$r_u(S) = \sum_{q=m_u+1}^{m_g} C_{n,q}^k(S, S_q). \quad (1)$$

где $S = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $S_q = (x_{q1}, x_{q2}, \dots, x_{qn})$ - сравниваемые пары строк; n - длина голосующего набора, т.е. число столбцов, по которым производится сравнение строк S и S_q ; $C(S, S_q)$ - расстояние Хемминга между строками S и S_q , т.е. число столбцов, по которым эти строки не совпадают.

Мера существенности (информационный вес) i -го признака вычисляется по формуле

$$p_i = \sum_{u=1}^l \frac{i}{m_u - m_{u-1} - \dots - m_{u-i+1}} \sum_{q=m_u+1}^{m_g} r_u(S_q^i) - r_u(S_q^i). \quad (2)$$

Указанная методика определения информационных весов признаков использована для выбора информативных факторов с целью моделирования формирования урожайности хлопчатника.

В табл. I приведены информационные веса факторов, использованных при моделировании. Значения факторов вычисле-

^{*}Дурвалев О.Н., Камиллов М.М., Туляганов Ш.Р. Алгоритм вычисления оценок и их применение. - Ташкент: *ан АН УзССР. - 1974.

ны по формуле (2) с помощью стандартной программы из Республиканского фонда алгоритмов и программ на БЭСМ-6.

Таблица I

Информационные веса факторов

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
0,1	1	0,9825	0,966	0,9637	0,9562	0,9425	0,9425

Математическая модель прогнозирования процесса плодородия почвы. Подробное изучение явлений процесса плодородия почвы позволяет представить его как сложный многофакторный процесс (рис. 2) со многими входами и одним выходом (\bar{y}), связанным с входами определенным образом, в частности, посредством оператора F :

$$\bar{y} = F(\bar{A}, \bar{X}_1, \bar{X}_2), \quad (3)$$

где \bar{X}_1, \bar{X}_2 - входы, \bar{A} - параметры идентификации исследуемого процесса.

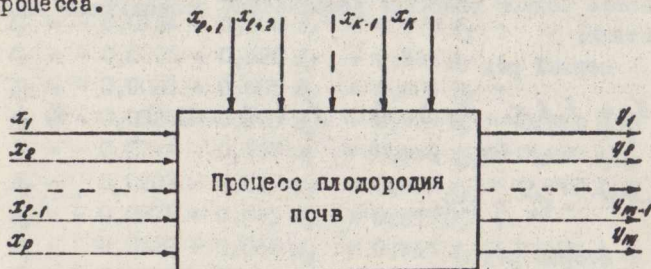


Рис. 2

Объединение \bar{X}_1, \bar{X}_2 образует единый вход, т.е. $\bar{X} = \bar{X}_1 \cup \bar{X}_2$. Тогда (3) переписывается в виде

$$\bar{y} = F(\bar{A}, \bar{X}). \quad (4)$$

При выявлении аналитического выражения (4) использовался МГУА, разработанный А.Г.Ивахненко и его школой.

Основная идея МГУА состоит в том, чтобы, исходя из целесообразности, несколько снизить точность определения коэффициентов уравнений регрессии, в результате чего оно приобретает большую прогнозирующую способность.

По существу, цель задачи моделирования сводится к тому, чтобы получить минимум ошибки не по известным уже узлам интерполяции, а на новых точках, которыми в момент синтеза уравнения регрессии не располагают. Для этого часть узлов интерполяции выделяют в отдельную проверочную последовательность $\{A_1\}$, а остальные точки образуют обучающую последовательность $\{X_2\}$, которая используется для оценивания коэффициентов регрессии.

Алгоритмы, реализующие МГУА, воспроизводят схему массовой селекции. Из качественных оображений сначала задается общий класс функций (\bar{y}) для построения модели и полного описания объекта, т.е.

$$\bar{y} = f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

а затем полное описание дополняется несколькими рядами частных:

первый ряд

$$y_1 = f(x_1, x_2), y_2 = f(x_1, x_3), \dots, y_p = f(x_{p-1}, x_n)$$

при $p = C_n^2$ и т.д.

второй ряд

$$z_1 = f(y_1, y_2), z_2 = f(y_1, y_3), \dots, z_q = f(y_{q-1}, y_n)$$

при $q = C_p^2$ и т.д.

Входные аргументы и промежуточные переменные попарно связываются, и сложность комбинаций в каждом из рядов возрастает до тех пор, пока не будет получена единственная

модель оптимальной сложности.

Процесс селекции прекращается при достижении минимума среднеквадратической ошибки на точках последовательности $[X_j]$.

Как правило, алгоритмы МГУА различаются видом задаваемых функций. В нашем случае, для решения задачи в качестве опорных функций алгоритмов МГУА использованы полиномы не выше второй степени относительно двух аргументов

$$V_{ij} = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_j + a_3 x_i x_j + a_4 x_i^2 + a_5 x_j^2$$

Математическая модель прогноза плодородия почв имеет вид:

$$Y = 0,4 + 0,5514 E_1 - 0,0014 E_2$$

где

$$\begin{aligned} E_1 &= -0,0006 + 0,925 D_2 + 0,076 D_3 ; \\ E_2 &= -0,0001 + 0,011 D_3 + 0,989 D_4 ; \\ D_1 &= -0,0016 + 0,855 C_1 + 0,147 C_4 ; \\ D_2 &= 0,0034 + 1,454 C_3 - 0,459 C_2 ; \\ D_3 &= -0,0052 + 1,034 C_4 - 0,034 C_1^2 ; \\ C_1 &= -0,0184 + 0,608 B_1 + 0,423 B_5 ; \\ C_2 &= -0,0229 + 0,528 B_2 + 0,511 B_5 ; \\ C_3 &= -0,0063 + 0,405 B_4 + 0,605 B_3 ; \\ C_4 &= -0,0524 - 0,183 B_6 + 1,539 B_7 - 0,359 B_7 B_8 ; \\ B_1 &= -0,0746 - 0,137 A_1 + 0,448 A_6 + 0,817 A_1 A_6 ; \\ B_2 &= 0,0709 - 0,149 A_2 + 0,725 A_6 + 0,440 A_2 A_6 ; \\ B_3 &= -0,0579 + 0,445 A_3 + 0,653 A_6 ; \\ B_4 &= 0,0322 + 0,068 A_4 + 0,463 A_6 + 0,597 A_4 A_6 ; \\ B_5 &= -0,0528 + 0,575 A_5 + 0,515 A_6 ; \\ B_6 &= -0,0117 + 0,789 A_6 + 0,230 A_6 ; \\ A_1 &= 6,6180 - 13,06 x_1 + 0,026 x_2 + 0,036 x_1 x_2 ; \\ A_2 &= -0,4753 - 0,002 x_2 + 0,098 x_3 ; \\ A_3 &= 46,433 - 11,07 x_1 - 3,389 x_2 + 1,619 x_1 x_2 + \\ &\quad + 0,533 x_1^2 - 2,637 x_2^2 ; \\ A_4 &= 0,4604 - 6,625 x_5 + 4,218 x_6 ; \\ A_5 &= -8,1990 - 2,274 x_6 - 11,60 x_7 + 7,161 x_6 x_7 - \\ &\quad - 14,070 x_7^2 - 4,152 x_7^2 ; \end{aligned}$$

$$A_6 = - 10,556 + 22,268 x_1 - 0,710 x_2 + 0,573 x_3 x_4 - 10,827 x_5^2$$

Коэффициент множественной корреляции составил $R = 0,98$, а среднеквадратическая ошибка $\sigma = 0,033$, что доказывает адекватность модели.

В модели x_1, x_2 - объемная масса и вес сырой почвы, г/см³; x_3 - влажность почвы, %; x_4, x_5, x_6, x_7 - содержание карбонатов, валовых форм азота, фосфора и калия соответственно, %.

Сопоставление фактических и расчетных значений приведено в табл. 2 и иллюстрируется на рис. 3.

Таблица 2
Зависимость оптимальных значений гумуса от различных факторов

Факторы	Фактические значения	Единица измерения	Расчетные оптимальные значения	β	Оптимальный потенциал гумуса, %
Объемная масса, x_1	0,94 - 1,42	г/см ³	0,99	0,89	
Вес сырой почвы, x_2	104,9 - 162,6	г/см ³	162,4	0,88	
Влажность почвы, x_3	9,26 - 17,46	%	17,46	0,04	1,33
Карбонаты, x_4	7,1 - 9,8	%	9,8	0,18	
Азот, x_5	0,019 - 0,104	%	0,019	0,55	
Фосфор, x_6	0,02 - 0,246	%	0,25	0,87	
Калий, x_7	1,08 - 1,6	%	1,54	0,62	

β - коэффициент собственно частной корреляции между гумусом в почве и рядом факторов.

Как видно из табл. 2, количество гумуса имеет тесную связь ($\beta = 0,89$) с объемной массой почвы, достаточно тесно взаимодействует с фосфором ($\beta = 0,87$) и остальными пи-

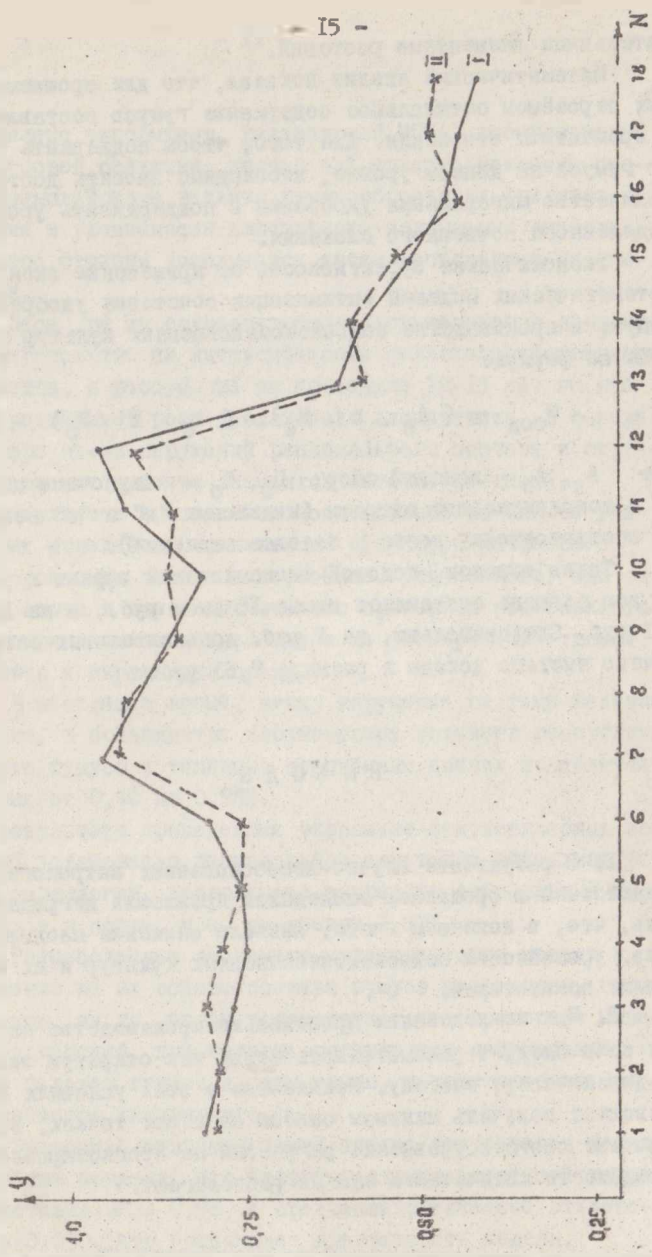


Рис. 3. Сопоставление фактических и расчетных значений по ЧУА

тательными элементами растений.

Математический анализ показал, что для орошаемых типичных серозёмов оптимальное содержание гумуса составляет 1,33 в процентном отношении. Для того, чтобы поддержать количество гумуса на данном уровне, необходимо вносить достаточное количество минеральных удобрений и поддерживать уровень определенного почвенного сложения.

Экономическая эффективность от применения экономико-математических моделей оптимизация сочетания удобрений и гумуса в производстве сельскохозяйственных культур вычисляется по формуле

$$Э_{\text{год}} = (A_n \times C_n) - (A_0 \times C_0) - Э_d,$$

где A_n, A_0 - валовый сбор; C_n, C_0 - закупочные цены; $Э_d$ - дополнительные затраты (индексам "н" и "0" обозначены соответственно новое и базовое значения).

Таким образом, годовой экономический эффект в расчете на всю площадь составляет свыше 18 тыс. руб., а на 1 га - 141 руб. Следовательно, на 1 руб. дополнительных затрат получено чистого дохода в размере 7,83 руб.

В В О Д Ы

1. В результате научно-необоснованных антропогенных воздействий в орошаемом земледелии произошла деградация земель, что, в конечном счете, вызвало снижение плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур и их качественных показателей.

2. При исследовании процесса воспроизводства плодородия почв следует рассматривать почву как открытую экономико-динамическую систему. Применение в этих условиях МГУА позволяет получить минимум ошибок на н.в.х точках, которыми в момент синтеза уравнения регрессии по прогнозируемому урожаюности хлопчатника еще не располагает.

Комплекс алгоритмов, реализующий МГУА, воспроизводит схему массовой селекции, причем для полного описания процесса взаимодействия величин гумусообразующих факторов агроэкологии и урожайности хлопчатника задаваемый сначала общий класс функций дополняется затем несколькими частными рядами.

3. Несмотря на осуществляемые организационно-экономические мероприятия по интенсификации сельскохозяйственного производства, в республике за последние 10-15 лет не наблюдался устойчивый рост урожайности хлопчатника, в определенной мере из-за нарушений рационального состава и структуры содержания в почве элементов питания растений.

В результате проведенных исследований на основе разработанных моделей по оптимизации структуры почвенного покрова срошаемых типичных серозёмов, установлено, что содержание азота в почве значительно превышает рациональную норму и отрицательно воздействует на формирование урожая хлопчатника и окружающую среду.

4. В настоящее время, ввиду нарушения системы ведения земледелия, в большинстве хлопководских хозяйств республики содержание гумуса в типичных серозёмных почвах колеблется в пределах от 0,40 до 0,96%.

В результате проведенных экономико-статистических исследований установлено рациональное сочетание отдельных факторов агроэкологии, позволяющее сохранить оптимальный баланс гумуса в почве, т.е. на уровне 1,33%.

5. Разработанные экономико-математические модели и исследование на их основе состава гумусов направлены, главным образом, на то, чтобы установить такие пропорции минеральных удобрений, при которых достигаются оптимальные значения баланса гумуса и, тем самым, максимально возможная урожайность хлопчатника.

6. Экономико-статистический анализ результатов модельных расчетов показал, что коэффициент множественной корреляции составил $R = 0,98$, а среднеквадратическое отклонение $F = 0,033$, что доказывает адекватность модели.

При этом выявлена связь между количеством гу-

СамСХИ
ИНВ № 13429

муса в почве и объемной массой почвы ($\epsilon = 0,69$), а также взаимодействие гумуса с фосфором ($\epsilon = 0,87$) и другими питательными элементами растений.

7. Экономический эффект от внедрения результатов исследований достигнут за счет рационального внесения минеральных удобрений, сокращения затрат на проведение агротехнических мероприятий при выращивании хлопчатника и составляет 141 руб. в расчете на 1 гектар.

Основное содержание диссертации изложено в следующих работах:

1. К вопросу моделирования процесса повышения плодородия почв // Тезисы докл. IX Респ. школы мол. ученых и специалистов по АСУ и автоматизации проектирования. - Ташкент, 1984. - 0,1 печ.л.

2. Определение оптимальных значений норм и сочетаний минеральных удобрений, способствующих наилучшему состоянию гумуса в почве // Вопросы РАСУ. - Ташкент: ИИСО АН УзССР, 1985. - Вып. 38. - 0,3 печ.л.

3. Оптимальное содержание гумуса в орошаемых типичных сероземах. - В сб.: Агрофиз. свойства почв и пути их оптимизации в условиях орош. земледелия. - Ташкент, 1987. - 0,2 печ.л. (в соавторстве).

4. Установление меры информативности факторов повышения плодородия почв // Вопросы кибернетики. - Ташкент: ИИСО АН УзССР, 1990. - Вып. 143. - 0,2 печ.л.

Подписано в печать 28.09.91
Заказ 15. Тираж 100 экз.

Отпечатано на ротапринте
в ИК с ВЦ НОУ "Кибернетика" АН УзССР
700125, г.Ташкент-125, ул.Ф.Ходжаева, 34

Ширинмурод