

333  
Ш-16

271943

*П. Ш. Шадиев*

**ПРОБЛЕМЫ  
ЭКОНОМИКО-  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ  
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
РАЗВИТИЯ  
СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА**

«ФАН»



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УЗБЕКСКОЙ ССР  
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Т. Ш. ШАДИЕВ

333  
Ш-16

ПРОБЛЕМЫ  
ЭКОНОМИКО-  
МАТЕМАТИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ  
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
РАЗВИТИЯ  
СЕЛЬСКОГО  
ХОЗЯЙСТВА

27/943

БИБЛИОТЕКА  
Сам. СХИ  
г. Самарканд

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ФАН“ УЗБЕКСКОЙ ССР  
ТАШКЕНТ-1977

УДК 33:65011

Шадиев Т. Ш. Проблемы экономико-математического моделирования и прогнозирования развития сельского хозяйства. Ташкент, Издательство «Фан» УзССР, 1977. Табл. 27. Библ. 134 назв. Стр. 136.

В монографии рассматриваются методологические вопросы моделирования и прогнозирования отдельных аграрно-экономических, социально-экономических процессов и развития сельского хозяйства в целом, проблемы создания систем оптимального его функционирования. На основе математико-статистических моделей разработана методика анализа, синтеза источников экономического роста, повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Излагаются экономико-математические модели развития и размещения его отраслей, урожайности хлопчатника, интенсификации хлопководства и производительности живого и всего общественного труда.

Книга рассчитана на преподавателей вузов, научных работников и студентов старших курсов.

Ответственный редактор  
доктор экономических наук *М. И. Ирматов*

## ВВЕДЕНИЕ

В основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы отмечается, что главная задача пятилетки состоит в «последовательном осуществлении курса Коммунистической партии на подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе динамичного и пропорционального развития общественного производства и повышения его эффективности, ускорения научно-технического прогресса, роста производительности труда, всемерного улучшения качества работы во всех звеньях народного хозяйства»<sup>1</sup>. При этом важная роль отводится сельскому хозяйству, обеспечивающему население продуктами питания, а промышленность — сырьем. В текущем пятилетии по сравнению с предыдущим среднегодовой объем валовой продукции сельского хозяйства страны возрастает на 14—17%<sup>2</sup>. Основными источниками роста сельскохозяйственного производства будут рост его экономической эффективности, интенсификации производства, всемерный режим экономии средств и труда, повышение качества производимой продукции.

В Отчетном докладе ЦК КПСС XXV съезду партии подчеркивается: «В рамках взятого партией курса на крутой подъем сельскохозяйственного производства, при всей преемственности основных направлений работы, каждая пятилетка имеет свои особенности. Теперь по мере того, как укрепляется материально-техническая база сельского хозяйства, во весь рост встает задача повысить его эффективность, улучшить все качественные показатели»<sup>3</sup>. Для успешного выполнения этой задачи необходимо рациональное использование материальных, трудовых и природных ресурсов, что возможно на основе совершенствования планирования и управления производством. Поэтому «необходимо в первую очередь обеспечить серьезное **совершенствование планирования...** Для решения этих задач многое предстоит сделать плановым и хозяйственным

<sup>1</sup> Материалы XXV съезда КПСС, М., Политиздат, 1976, стр. 166.

<sup>2</sup> Там же, стр. 199.

<sup>3</sup> Там же, стр. 51.

органам. Здесь — широкое поле для приложения усилий экономической науки, для внедрения современных научных методов, в том числе экономико-математических, для использования автоматизированных систем управления»<sup>1</sup>.

Использование новых методов планирования позволит глубже и всесторонне изучить экономические процессы, определить основные источники экономического роста, повышения эффективности производства, абсолютное и относительное чистое влияние факторов на результаты производства, выбрать из множества вариантов (комбинаций) ресурсов и направлений научно-технического прогресса оптимальный вариант и прогнозировать развитие процессов на будущее. Применение экономико-математических методов и ЭВМ в планово-экономических расчетах, научных исследованиях вызвано развитием научно-технического прогресса, необходимостью совершенствования методологических основ экономической теории и научного планирования. Научно обоснованное планирование должно быть построено на основе и с учетом объективно действующих законов и закономерностей экономических процессов. Это даст возможность найти пути их рационального использования для определения оптимальных соотношений используемых ресурсов.

Применение математических методов и ЭВМ в экономике связано с процессом моделирования. Этой проблемой занимаются многие научно-исследовательские институты и лаборатории учебных заведений. Вопросы моделирования экономических процессов в сельском хозяйстве исследовались в трудах таких ученых, как И. Г. Попов, Р. Г. Кравченко, Б. И. Исаков, М. Г. Браславец, В. К. Кабулов, В. А. Абдуразаков и др. Однако в данной области еще много нерешенных теоретических и практических вопросов. В связи с этим необходимы дальнейшее совершенствование методологических основ моделирования и прогнозирования сельского хозяйства, разработка моделей исследования факторов и источников экономического роста, моделей интенсификации хлопководства, социально-экономических процессов, в частности производительности общественного труда.

Цель настоящей работы — рассмотреть методологические основы моделирования и прогнозирования сельского хозяйства в целом, отдельных аграрно-экономических и социально-экономических процессов в частности, их анализ и синтез, прогноз, а также изучение преемственности традиционных и экономико-математических методов. При этом решаются следующие задачи:

анализ теоретических основ оптимального планирования и управления сельскохозяйственным производством в целом, орошаемой зоны в частности;

изучение возможностей и границ применения вероятностных методов в экономических исследованиях по сельскому хозяйству;

---

<sup>1</sup> Там же, стр 59.

разработка методики анализа, синтеза факторов и источников экономического роста сельского хозяйства, прогноза условий повышения эффективности производства;

построение адекватных моделей отдельных процессов: повышения урожайности, интенсификации производства — и на их основе проведение системного анализа;

разработка методики моделирования производительности живого и всего общественного труда, определение основных источников ее роста в колхозах Узбекской ССР и тенденции повышения.

В исследовании использовались данные годовых отчетов колхозов Узбекской ССР за 1960—1974 гг., а также материалы статистических, плановых и сельскохозяйственных органов, соответствующих научно-исследовательских учреждений.

Совокупность исследуемых объектов является репрезентативной и позволяет проводить научное исследование.

Все основные расчеты проводились в учебно-научном вычислительном центре (УНВЦ) ТашИНХ на электронно-вычислительной машине «Минск-22».

## ГЛАВА I

### ВОПРОСЫ ОПТИМАЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ В ПЕРИОД РАЗВИТОГО СОЦИАЛИЗМА

#### 1. Сельское хозяйство — развивающаяся и оптимизируемая подсистема

Динамичное и пропорциональное развитие народного хозяйства и его отраслей неразрывно связано с улучшением использования производственных фондов, трудовых и природных ресурсов, с совершенствованием планирования и управления общественным производством. Развитие научно-технического прогресса, использование математических методов и ЭВМ требуют решения многих теоретико-экономических и организационно-производственных вопросов.

На современном этапе развития социалистического общества на повестку дня ставится проблема создания целостной системы оптимального функционирования экономики. Эта необходимость вызвана тем, что процесс социалистического воспроизводства и его оптимальное планирование и управление нужно рассматривать комплексно, в единстве материально-вещественных и стоимостных структур общественного производства. Следовательно, в системе оптимального функционирования экономики изучаются качественные характеристики воспроизводства общественного продукта с количественной их оценкой.

В связи с интенсивным ростом объема информации, развитием технического прогресса, интеграцией и дифференциацией науки ни одну экономическую проблему нельзя решить окончательно изолировано от других (например, проблемы ценообразования, эффективности капиталовложений, производительности общественного труда и т. п.). Поэтому целесообразно сформулировать проблему более высокого ранга, по отношению к которой частные проблемы будут выступать подпроблемой. Это возможно при системном подходе к исследованию экономических явлений и процессов. Вопросам разработки теории оптимального функционирования народного хозяйства посвящены труды таких ученых, как Н. П. Федоренко, А. Д. Смирнов, А. Г. Аганбегян, К. А. Багриновский, В. П. Пугачев, И. Г. Попов, Р. Г. Кравченко, М. Г. Браславец, Б. И. Исков, В. К. Кабулов, М. И. Ирматов, А. Н. Пирмухамедов и др. В настоящее время уже решены многие кардинальные теоретико-экономические и организационные вопросы разработки этой тео-

рии. Однако еще достаточно и спорных проблем, таких, как система оптимального функционирования народного хозяйства в целом и сельского хозяйства, в частности, механизм централизованного и децентрализованного управления общественным производством, формализация количественного критерия оптимальности, согласование глобального и локального критериев оптимальности и т. д.

Народное хозяйство, являясь функциональной подсистемой суперсистемы общественного воспроизводства, осуществляет производство, распределение, обмен и потребление материальных благ. В этой подсистеме люди вступают в определенные общественно-производственные отношения. Социалистическое общество планомерно управляет экономическими отношениями, основой которых выступает общественная собственность на средства производства. Для оптимального управления этим процессом необходимо представить социалистическую экономику как целенаправленно управляемую систему. Содержание основного экономического закона социализма логически предполагает целенаправленность такого управления. Социалистическое народное хозяйство — это сложный организм, состоящий из десятков отраслей и тысяч предприятий со сложными взаимосвязями по вертикали и горизонтали структуры народного хозяйства. В этих условиях составить сбалансированный оптимальный план народного хозяйства — задача не из легких.

В теории оптимального функционирования народное хозяйство рассматривается как сложная, иерархически организованная система, состоящая из трех основных уровней управления: народное хозяйство, отрасль и предприятие. Для каждого уровня характерны свои определенные задачи, цели и способы управления. Представление экономики в виде большой иерархически организованной системы порождено тем, что одни и те же способы и цели управления экономикой невозможно применять на всех уровнях народного хозяйства. Вместе с тем этой системе присуща определенная целостность, потому что изменения, возникшие в каком-либо из ее элементов, неизбежно оказывают влияние на функционирование других. При исследовании системы функционирования, каждой ее части и управлении ими необходимо иметь в виду их соотносительность цели системы в целом.

Управление системой обеспечивает ее целенаправленное развитие при изменяющихся внешних условиях. Это достигается путем управления материально-вещественными входами и параметрами системы. Субстратом управления выступает информация. Управление сложной динамической системой при изменяющихся условиях внешней среды требует приема, хранения и обработки большого объема информации. Увеличение объема информации от низшего уровня управления к высшему и сложность его обработки доказывают эффективность иерархического принципа управления с помощью которого происходит процесс необратимого сжатия объема информации «снизу-вверх» по вертикали народного хозяйства.

Нижний уровень экономической системы — это предприятие. На этом уровне фиксируются основные моменты технико-экономической и производственной информации, возникающей в производственном процессе, и она используется для управления предприятием. Выходные параметры нижнего уровня определяются плановыми заданиями. Далее информация движется от нижних уровней к верхним и последовательно «сжимается». Поэтому низший уровень управления предстает перед высшим как «черный ящик», формирующий его о результатах своей деятельности. Процесс многоступенчатого управления экономикой предполагает максимальную самостоятельность каждого уровня управления и ответственность перед вышестоящим объектом за результаты своей деятельности. Таким образом, последовательное «сжатие» информации — важное условие эффективности многоступенчатого управления.

Улучшение качества управления экономической системой зависит от решения проблемы согласования систем регулирования экономических объектов разных уровней народнохозяйственной иерархии. Регулирование — понятие более широкое по сравнению с целенаправленным управлением, охватывающее совокупность целей и способов управления.

Объективной основой для установления цели регулирования общественного производства служит совокупность общественных потребностей людей, которые, в свою очередь, зависят от производственных возможностей социалистической экономики.

Анализ соотношения динамики общественных потребностей и производственных возможностей приводит нас к понятию дефицитности общественного воспроизводства. В каждый данный момент времени дефицитность материальных благ объективно отражает относительную ограниченность производственных возможностей по сравнению с совокупными потребностями членов общества. Теория оптимального функционирования народного хозяйства предполагает наличие меры для сравнения, сопоставления и измерения удовлетворения потребностей общества. В качестве меры совокупных общественных потребностей можно взять общественную потребительную стоимость различных материальных благ и услуг, удовлетворяющих потребности. Общественная потребительная стоимость материальных благ и услуг как мера общественных потребностей вытекает из марксистско-ленинского положения о признании примата материально-вещественных пропорций общественного воспроизводства.

В процессе создания теории оптимального функционирования важными вопросами являются соизмеримость разнородных потребительных стоимостей и построение целевой функции и народнохозяйственного критерия оптимальности. Особенно много дискуссий возникает вокруг формулировки глобального и локального критериев оптимальности. В качестве критерия оптимальности народнохозяйственного плана предлагаются физический объем национального дохода, фонд потребления (при фиксированных зна-

чениях фонда накопления), так называемые критериальные комплексы<sup>1</sup> или функции стадий повышения благосостояния народа. Необходимо отметить, что предлагаемые критерии не отражают в полной мере уровень удовлетворения общественных потребностей. С точки зрения целостной теории оптимального функционирования цель экономического развития общества более однозначно отражает функция благосостояния, т. е. минимизация интегральной дефицитности общественного воспроизводства или же (в двойственной постановке) максимизация уровня производственных возможностей общества. Интегральная функция критерия оптимальности исходит из сокращения во времени полезности благ и услуг. Для учета этого обстоятельства вводится весовая функция, которая определяет полезность благ и услуг в различные моменты времени. Заслуживает внимания новизна и идейная направленность этого критерия, основанного на сопоставлении уровня производственных возможностей с общественными потребностями, хотя в численной и практической реализации его имеется ряд нерешенных вопросов.

Сельское хозяйство, как подсистема, обменивается материальными, энергетическими и информационными потоками с народным хозяйством и вместе с тем, оно своеобразно имитирует все общественное воспроизводство в целом. Это связано с относительной замкнутостью производственных условий в сельском хозяйстве, четкостью и наглядностью расширенного воспроизводства, выходом производимой продукции непосредственно в сферу потребления. Эту особенность сельского хозяйства необходимо учитывать при разработке системы его оптимального функционирования.

Основной целью разработки системы оптимального функционирования сельского хозяйства можно считать обеспечение всесторонней комплексной оптимизации развития сельского хозяйства, создающей необходимые условия для динамичного и устойчивого его роста.

Весь процесс оптимизации сельскохозяйственного производства состоит из оптимизации процесса расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве при непрерывном повышении эффективности производства; оптимизации материально-технической базы развития сельского хозяйства как необходимого условия в поддержании устойчивых темпов экономического роста отраслей; оптимизации заготовок, перевозок, хранения, переработки и реализации сельскохозяйственных продуктов; оптимизации распределения валового и чистого дохода (прибыли). Оптимизация развития сельского хозяйства означает и совершенствование распределительных отношений, создание условий для гармонического и всестороннего развития личности.

Система оптимального функционирования сельского хозяйства требует решения следующих вопросов: исследование закономер-

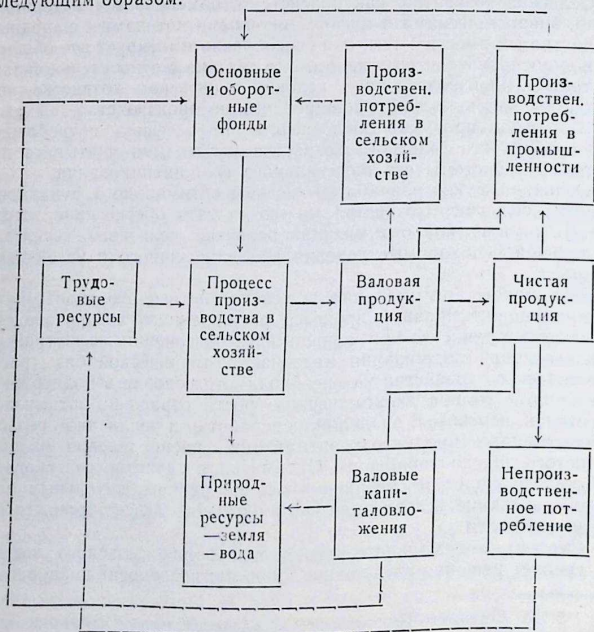
---

<sup>1</sup> Б. М. С м е х о в. Перспективное народнохозяйственное планирование, М., Экономика, 1968.

ностей его развития в период развитого социализма, разработка научно-методических основ его регулирования; разработка иерархии критериев оптимальности функционирования и их взаимосогласованности; разработка и внедрение автоматизированных систем управления сельским хозяйством и смежными отраслями; подготовка кадров, необходимых для проектирования, внедрения и освоения систем оптимального функционирования сельского хозяйства; экспериментирование и поэтапное внедрение в практику планирования и управления отдельных подсистем АСУ «сельхоз». Для этой цели необходимо создать сеть региональных кустовых и других вычислительных центров.

Сельскому хозяйству свойственны такие черты экономической системы в целом, как широкая взаимозаменяемость и дополняемость производственных ресурсов, динамичность, сложность, комплексная механизация и автоматизация производственных процессов и т. д.

Сельское хозяйство схематически может быть представлено следующим образом.



Материальными факторами процесса производства (входными величинами системы) в сельском хозяйстве орошаемой зоны следует считать объемы производственных фондов, трудовых и земельно-водных ресурсов. Определенному уровню и комбинации этих факторов производства соответствуют выходные параметры экономической системы — объем выпуска валовой продукции сельского хозяйства. Далее, выходные параметры системы через распределение чистой продукции обратно воздействуют на входные параметры, и этот процесс продолжается непрерывно.

Регулирование сельского хозяйства также имеет и свои особенности.

1. Естественные условия сельскохозяйственного производства, определяющие преобладающее значение агроэкономических, природных и зоологических факторов. Огромные пространственные масштабы ведения сельского хозяйства, природно-климатические и зональные особенности производства увеличивают вариантность плановых расчетов и требуют взаимосвязки параметров развития сельского хозяйства.

2. Относительная автономность функционирования и мобильность трудовых ресурсов. Комплексное развитие земледелия и животноводства создает условия для более равномерного использования трудовых ресурсов сельского хозяйства.

3. Несовпадение периода производства с рабочим периодом, сезонный характер производства. Благодаря естественным условиям ведения сельского хозяйства период производства значительно дольше рабочего периода.

4. В сельском хозяйстве земля выступает как главное средство производства. Темпы развития сельского хозяйства зависят от естественного и экономического плодородия почвы, а также от мероприятий по повышению уровня его интенсификации.

5. Наличие в сельском хозяйстве двух форм социалистической собственности: государственной и колхозно-кооперативной и, соответственно, двух типов сельскохозяйственных предприятий: совхозов и колхозов. В последние годы широкое распространение получили агропромышленные комплексы, что также отразилось на процессе планирования и управления сельским хозяйством в целом. Все вышеперечисленные особенности должны учитываться при создании системы оптимального функционирования.

«Система» и «подсистема» являются условными понятиями. Они используются относительно рассматриваемого уровня народнохозяйственной иерархии. Сельское хозяйство может быть рассмотрено как система по отношению к мезо- или микроуровням управления. Мезоуровню соответствуют природно-экономические зоны, а микроуровню — совхозы и колхозы. Между ними происходит регулярный обмен информацией: нижестоящие ступени иерархии сообщают вышестоящим о результатах своей деятельности и о производственных возможностях, а вышестоящие информируют соподчиненные уровни о заданиях по заготовке сельскохозяйственных

продуктов, лимитах капитальных вложений и средствах производства, удобрений, запасных частей, горюче-смазочного материала и о ценах на производимую продукцию и т. д.

В процессе разработки и согласования планов всех уровней возникает сложная проблема синтеза экономических решений по вертикали иерархической лестницы управления. Здесь экономические решения уровней должны быть построены с позиции принципа оптимальности, т. е. с использованием предельных величин, которые позволят сопоставить дополнительные затраты ресурсов с их приращением эффекта в целевой функции. Взаимоотношения разных уровней управления в системе оптимального функционирования отрасли строятся на принципе демократического централизма.

Взаимоотношения макро-, мезо- и микроуровней управления сельским хозяйством основываются на органическом сочетании централизованного планового руководства с хозяйственной самостоятельностью предприятий, а также материальным и моральным стимулированием работников. Следовательно, регулирование системы осуществляется в строгом соответствии с внутренними целями объекта. Целенаправленное регулирование системы обеспечивает оптимальное достижение цели. Поэтому важно рассмотреть критерии оптимальности сельского хозяйства.

## 2. Критерии оптимальности развития сельского хозяйства

В системе оптимального функционирования сельского хозяйства различают понятия цели экономического развития и критерии оптимальности, так как одна и та же цель может предполагать несколько критериев.

При разработке иерархии целей сельского хозяйства и их согласовании необходимо исходить из принципа приоритетности народнохозяйственных интересов над отраслевыми, региональными и локальными. Этот принцип означает: то, что выгодно, экономически эффективно для народного хозяйства, то должно быть приемлемым, эффективным и для сельского хозяйства.

Математическая формализация критериев развития сельского хозяйства включает в основном следующие вопросы: а) численная оценка результатов сельскохозяйственного производства при наличии ряда ограничительных условий; б) нормативные цели экономического развития, отражающие уровень и объективные условия формирования общественного сознания; потребности членов общества в сельскохозяйственных продуктах предполагают наличие предела, асимптоты насыщения. Это обстоятельство позволяет использовать нормативный подход в формализации отраслевой функции оптимальности.

Использование научно обоснованных, рациональных среднестатистических норм потребления по агрегированным сельскохозяйственным продуктам дает возможность численно выразить критерий оптимальности сельского хозяйства. Среднестатистическое потребление аг-

регированных сельскохозяйственных продуктов при возрастающих доходах населения зависит от природно-экономических, социально-исторических условий. В силу устойчивости физиологических особенностей человека, эти нормы меняются очень медленно. Поэтому объем, состав и динамика валовой продукции сельского хозяйства (в наиболее общем виде) могут рассматриваться как простой критерий его развития. Если рассматривать этот процесс в динамике, то необходимо максимизировать выпуск продукции, обеспечивающий и максимальные темпы роста сельского хозяйства. Вместе с тем этот критерий не учитывает условий снижения затрат на физический объем сельскохозяйственной продукции.

Проблема целей и критериев экономического развития сельского хозяйства неотделима от проблемы повышения эффективности производственных ресурсов. При этом следует отметить, что отдельные цели и критерии оптимальности могут взаимно замещаться как некоторая иерархия критериев, где глобальный критерий замещает локальные критерии. Реальное совершенствование взаимного замещения целей, критериев и потребностей создает возможность для постановки и поиска единого интегрального критерия.

Глобальным отраслевым критерием системы оптимального функционирования сельского хозяйства можно считать максимум интегрального удовлетворения потребностей населения в продуктах питания и промышленности в сельскохозяйственном сырье при относительном минимуме интегральных затрат общественного труда на выпуск продукции. Математически это выражается целевой функцией вида  $y = y(\Pi, Z)$ , где  $y$  — функция благосостояния,  $\Pi$  — аргумент, соответствующий максимизации удовлетворения потребностей населения;  $Z$  — аргумент, характеризующий затраты общественного труда.

Абсолютный максимум функции  $y$  будет соответствовать относительному максимуму удовлетворения потребления ( $\Pi$ ) и относительному минимуму затрат общественного труда, т. е. целевая функция возрастает при положительных значениях  $\Pi$ :  $\frac{\partial y}{\partial \Pi} > 0$

и убывает при положительных значениях  $Z$ :  $\frac{\partial y}{\partial Z} < 0$ .

Однако социалистическое общество не является социально однородным. Поэтому удовлетворение потребностей различных классов, социальных прослоек, профессиональных и половозрастных групп населения тесно связано с совершенствованием распределительных отношений. В соответствии с глобальным критерием на нижестоящих уровнях иерархии отрасли также сформулируются локальные критерии.

На мезоуровне (зональном или региональном) — максимизация приведенной экономической эффективности производства (максимальное интегральное приращение отраслевого функционала в оптимальных оценках) при распределении материальных благ по качеству труда.

На микроуровне принимается критерий — максимум приведенного чистого дохода или приведенной прибыли в оптимальных оценках при осуществлении принципа: равная оплата за равный труд. При этом оптимальная оценка каждого вида продукции в оптимальном плане представляет разность двух оценок: эффекта прямо пропорционального предельной эффективности  $j$ -й продукции; приведенных затрат, прямо пропорциональных предельным затратам общественного труда с учетом рентных оценок за природные ресурсы.

Математическая формализация интегрального критерия оптимальности сельского хозяйства предполагает новые теоретические, информационно-математические задачи:

необходимо найти меру соизмерения разнородных потребительных стоимостей материальных благ в натурально-вещественной форме. Для соизмерения материальных благ в натуре формализуется функция благосостояния в скалярной форме и соизмерение проводится в соответствии с тем вкладом ресурсов (благ), который выражается как приращение целевой функции по аргументам (факторам производства);

в совокупных интересах социалистического общества находят свое отражение (в виде интегрального суммирования) интересы отдельных социальных прослоек, профессионально-технических групп, коллективов и индивидуумов. В рамках теории оптимального функционирования сельского хозяйства оптимальный план предполагает удовлетворение интересов всех вышеперечисленных социальных групп общества. Если же план не отвечает интересам хотя бы одной из них, то нарушается принцип его оптимальности;

целевая функция оптимального плана сельскохозяйственного производства в системе функционирования этой отрасли в оптимальном режиме должна учитывать предпочтительность текущего потребления материальных благ и услуг.

С учетом этих предположений математически формализуется интегральный критерий оптимальности развития сельского хозяйства.

Сложность решения вышеуказанного вопроса не отрицает использования в экономико-математических моделях других критериев, которые имеются в арсенале экономической кибернетики. Применение последней в конкретных задачах оптимального планирования сельского хозяйства дает более правдоподобные результаты.

В оптимизации отдельных сторон развития сельского хозяйства в настоящее время можно использовать следующие локальные критерии-минимумы и максимумы; максимум физического объема валовой и товарной продукции сельского хозяйства (последней — в денежном выражении); валового и чистого дохода от отрасли; приведенной прибыли, определяемой путем вычета из брутто-прибыли рентных платежей и платы за производственные фонды; приведенного чистого дохода, равного чистому доходу за вы-

четом рентных платежей и платы за производственные фонды; уровня рентабельности производства; минимум суммарных приведенных затрат при выполнении заданного плана производства по основным видам продукции; суммарных затрат на выполнение установленного плана производства в заданном ассортименте.

При создании системы оптимального функционирования сельского хозяйства возникает необходимость согласования целей развития отрасли с глобальным критерием оптимальности. Рациональное решение этой задачи можно найти путем многоступенчатой оптимизации:

решение задачи оптимального развития отрасли на основе информации об оптимальном развитии других отраслей народного хозяйства, а также потребностях населения в сельскохозяйственных продуктах и промышленности — в сырье;

доведение до сельскохозяйственных предприятий объемов по заготовке продуктов с учетом формы социалистической собственности и экономических условий их хозяйствования, информирование последних о ценах на сельскохозяйственные продукты и лимитах капитальных вложений;

решение на микроуровне оптимальной задачи развития сельскохозяйственного предприятия. Информирование вышестоящего уровня о показателях оптимального плана;

согласование и свод оптимальных планов сельскохозяйственных предприятий на уровне отрасли, при необходимости их корректировка, определение важнейших пропорций расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве. В результате итерационных расчетов по принципу «сверху-вниз» и «снизу-вверх» можно получить согласованный по всем показателям оптимальный план развития отрасли. Для этой цели необходимо располагать соответствующими моделями развития сельского хозяйства.

Для интегрального критерия оптимальности в планировании и управлении сельскохозяйственным производством следует решить ряд проблем, связанных с улучшением качества информации, уровня анализа и планирования, математического обеспечения и т. д. В этом деле необходимо содружество экономистов, социологов, физиологов, математиков, психологов и других специалистов. Конкретная реализация интегрального критерия оптимальности — дело будущего.

### **3. Система моделей оптимального планирования и прогнозирования сельского хозяйства орошаемой зоны**

Разработка экономико-математических моделей в целях обеспечения оптимального функционирования отрасли приобретает важное значение. Экономико-математические модели в максимальном их приближении к характеру моделируемого объекта дают возможность формально представить и математически имитировать основные причинно-следственные зависимости и закономер-

ности процессов и с точки зрения поставленной цели осуществлять перебор вариантов плана.

Экономико-математические модели в зависимости от поставленных задач делятся на оптимизационные и балансовые. В оптимизационных моделях согласно поставленной цели выбирается оптимальный вариант плана. В отличие от оптимизационных балансовые модели служат для наилучшего согласования различных показателей или разделов плана сельского хозяйства. К ним могут быть отнесены межотраслевые модели сельского хозяйства, составление матричной модели сельскохозяйственного предприятия, модели расширенного воспроизводства в сельском хозяйстве и т. д. В процессе планирования и управления сельским хозяйством они подразделяются на следующие виды:

модели долгосрочного, среднесрочного и краткосрочного прогнозирования развития сельского хозяйства, отдельных его отраслей и экономических показателей;

модели текущего оптимального планирования и управления сельским хозяйством, некоторых сторон его экономического роста;

модели анализа и синтеза аграрно-экономических процессов, используемых для анализа выполнения и корректировки планов и принятия решений.

В совокупности эти группы моделей будут составлять систему моделей оптимального функционирования сельского хозяйства. Первой группе будут соответствовать модели долгосрочного и среднесрочного социально-экономического прогнозирования развития сельского хозяйства в целом и отдельных его регионов; модели генерального и перспективного планирования сельского хозяйства, куда входят модели: макроэкономические — роста отрасли; зональные и районные — развития и размещения производства; планирования и прогнозирования развития сельскохозяйственных предприятий; оптимальные — развития растениеводства и его агротехнических процессов, а также животноводческих отраслей; оптимизации машинно-тракторного парка и системы машин.

Ко второй группе относятся модели текущего планирования сельского хозяйства, сельскохозяйственных зон, районов и деятельности отдельного предприятия; модели оперативного планирования, управления и организации сельскохозяйственного производства.

Третья группа включает все частные модели, используемые в анализе деятельности сельскохозяйственных предприятий и принятия экономических решений.

Вышеперечисленные модели формализованы в линейной форме и большинство из них являются статическими. В меньшей степени нашли свое применение модели долгосрочного и среднесрочного прогнозирования. Это связано с трудностями сбора экономической информации, формализации некоторых ограничительных условий модели.

В экономико-математической литературе еще недостаточно разработаны модели, отражающие процесс сельскохозяйственного производства орошаемой зоны. Для того, чтобы восполнить этот пробел, рассмотрим прежде всего особенности моделирования аграрно-экономических процессов данной зоны. Они взаимосвязаны с объективными условиями экономики сельскохозяйственных предприятий, особенностями специализации и размещения развития отрасли в целом, а именно:

высокий уровень интенсификации земледельческих отраслей при их сочетании с экстенсивным животноводством, основанном на отгонном содержании скота;

многоотраслевое развитие сельского хозяйства при различных размерах отраслей и уровнях их интенсивности. Орошаемое земледелие позволяет выращивать почти все сельскохозяйственные культуры (кроме тропических), что увеличивает число вариантов сочетания отраслей, затрудняет выбор принципа приоритетности культур по тем или иным критериям;

разнообразные почвенные условия, сочетание использования орошаемых и богарных земель, пастбищ и других сельскохозяйственных угодий;

воздействие метеорологического фактора на процесс производства сельскохозяйственных продуктов, с одной стороны, как фактора, определяющего продолжительность вегетационного периода, сумму температур, объем осадков и т. д., а с другой — гидрологические условия, запасы водных ресурсов в стоках рек и водохранилищах и т. д.;

продолжительность напряженного периода в орошаемом земледелии — около 2—2,5 месяцев. Этот фактор также необходимо учесть в экономико-математических моделях;

наряду с трудовыми, производственными фондами и земельными ресурсами важным фактором создания потребительских стоимостей выступают уровень и динамика запасов водных ресурсов; поддержание и улучшение мелиоративного состояния земельных ресурсов, проведение системы мероприятий по регулированию уровня залегания грунтовых вод и т. д. также в определенной мере влияют на характер сельскохозяйственного производства, на темпы его экономического роста.

Вышеперечисленные особенности развития орошаемого земледелия и животноводства свидетельствуют о необходимости учета в экономических моделях различных сторон процесса производства, его многофакторности и динамичности. Для решения вопроса о том, какие ограничения включать в экономико-математическую модель, обычно определяют важнейшие факторы производства.

Рассмотрим некоторые оптимальные экономико-математические модели развития и размещения сельского хозяйства. В зависимости от характера ограничений и параметров они могут быть представлены в статической и динамической форме. Для упрощения целесообразна статическая постановка модели развития сельского



271943

хозяйства, отражающая основную тенденцию и закономерности (важнейшие пропорции воспроизводства) развития сельского хозяйства. Ее можно использовать и в прогнозных целях (с учетом некоторых оговорок).

**Общая постановка задачи.** Пусть задано множество возделываемых культур, видов содержания скота, даны классификация производственных ресурсов и нормы их расходования на производство сельскохозяйственных продуктов. Экономико-математическая модель предполагает нахождение оптимального варианта развития и размещения сельского хозяйства с учетом заданного критерия. Для математической формализации модели примем следующие обозначения:

$j$  и  $I$  — индекс и множество сельскохозяйственных культур.

При этом  $j = \overline{1, I_1}$  — сельскохозяйственные культуры, возделываемые на неорошаемых угодиях;

$j = \overline{I_1 + 1, I_2}$  — сельскохозяйственные культуры, возделываемые на орошаемых угодиях;

$r$  и  $R$  — индекс и множество рекомендуемых схем севооборота;

$l$  и  $L$  — индекс и множество отраслей животноводства;

$s$  и  $S$  — индекс и множество видов товарной продукции растениеводческой отрасли;

$k$  и  $K$  — индекс и множество товарной продукции животноводства;

$i$  и  $I$  — индекс и множество производственных ресурсов;

$m$  и  $M$  — индекс и множество объектов (зон, районов или предприятий);

$h$  и  $H$  — индекс и множество кормов в рационе;

$p$  и  $P$  — индекс и множество приобретаемых кормов;

$q$  и  $Q$  — индекс и множество минеральных удобрений;

$$\{ \gamma_{rj} a_{ijt}^m, b_{il}^m, b_{ilt}^m, a_{hj}^m, b_{ph}^m, a_{hl}^m, a_{sj}^m, a'_{sj}^m, b_{kl}^m, d_{sj}^m, d_{kl}^m, d_p^m, d_{q1}^m \}$$

$a_{\lambda j 2}^m, a_{qj}^m$  — множество заданных параметров, где  $\gamma_{rj}$  — удельный вес сельскохозяйственной культуры, в  $r$ -м севообороте;

$a_{ijt}^m$  — норма расходования  $i$ -го вида трудовых ресурсов на единицу  $j$ -й отрасли в  $t$ -м напряженном периоде в  $m$ -м объекте;

$b_{il}^m$  — затраты  $i$ -го вида ресурсов на единицу  $l$ -й отрасли животноводства в  $m$ -м объекте;

$b_{ilt}^m$  — затраты  $i$ -го вида трудовых ресурсов на единицу  $l$ -й отрасли животноводства в  $t$ -м напряженном периоде в  $m$ -м объекте;

$a_{hj}^m$  — выход питательных веществ  $h$ -го вида с гектара  $j$ -й сельскохозяйственной культуры в  $m$ -м объекте;

- $b_{ph}^m$  — выход питательных веществ  $h$ -го вида с единицы покупного корма  $p$  в  $m$ -м объекте;
- $a_{hl}^m$  — нормативная потребность  $l$ -й отрасли животноводства в  $h$ -й группе кормов (в кормовых единицах) в  $m$ -м объекте;
- $a_{sj}^m$  и  $a'_{sj}^m$  — выход продукции  $s$ -го вида растениеводческой продукции с одного гектара сельскохозяйственной культуры, возделываемой соответственно на неорошаемой и орошаемой землях;
- $b_{kl}^m$  — сьем (продуктивность скота)  $k$ -й продукции с  $l$ -й животноводческой отрасли в  $m$ -м объекте;
- $d_{sj}^m$  и  $d_{kl}^m$  — материально-денежные затраты на производство единицы продукции соответственно растениеводства и животноводства в  $m$ -м объекте;
- $d_p^m$  — затраты на покупку единицы  $p$ -го корма в  $m$ -м объекте;
- $d_q^m$  — затраты на покупку единицы  $q$ -го минерального удобрения в  $m$ -м объекте;
- $a_{\lambda, j_2}^m$  — норма расходования поливной воды  $\lambda$  на гектар (брутто  $m^3$ ) посева  $j$ -й сельскохозяйственной культуры;
- $a_{qj}^m$  — норма внесения удобрений  $q$ -го вида (в действующих веществах) на гектар  $j$ -й сельскохозяйственной культуры в  $m$ -м объекте;
- $c_j^m$  — выход продукции в денежном выражении с гектара  $j$ -й сельскохозяйственной культуры в  $m$ -м объекте;
- $c_l^m$  — реализационная закупочная (или сдаточная) цена единицы продукции  $l$ -й отрасли животноводства;
- $c_s^m$  — реализационная цена единицы  $s$ -го вида продукции растениеводческой отрасли, сдаваемой сверх плана;
- $c_k^m$  — реализационная цена единицы  $k$ -й продукции животноводства, сдаваемой сверх плана.

Кроме того известны объемы производственных ресурсов:

- $s_1^m$  и  $s_2^m$  — размеры неполивной и поливной пашни в  $m$ -м объекте;
- $B_t^m$  — объемы трудовых ресурсов в  $t$ -й напряженный период в  $m$ -м объекте;
- $B_q^m$  — наличие вида  $q$ -го минерального удобрения в  $m$ -м объекте;
- $A_s^m$  и  $A_k^m$  — объемы государственных заготовок соответственно растениеводческих и животноводческих продуктов в  $m$ -м объекте;

условие по использованию планируемых материально-денежных средств:

$$\sum_{j=1}^{I_1} d_{sj}^m x_j^m + \sum_{j=1}^{I_2} d_{sj}^m x_{j_2}^m + \sum_{l=1}^L d_{kl} x_l + \sum_{p=1}^P d_p x_p + \sum_{q=1}^Q d_q^m x_q^m \leq Z^m;$$

условия по обеспечению выполнения и перевыполнения гарантированного объема основных сельскохозяйственных продуктов в целом по республике:

$$\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^{I_1} a_{sj}^m x_j^m + \sum_{m=1}^M \sum_{j=I_1+1}^I a'_{sj}^m x_j^m - \sum_{m=1}^M x_s^m = A_s,$$

$$\sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L b_{kl}^m x_l^m - \sum_{m=1}^M x_k^m = A_k,$$

условия неотрицательности искомых переменных:

$$x_{j_1}^m \geq 0, x_{j_2}^m \geq 0, x_r^m \geq 0, x_l^m \geq 0, x_q^m \geq 0, x_h^m \geq 0,$$

$$x_s^m \geq 0, x_k^m \geq 0.$$

Постановка и решение статической модели в целом (на уровне республики) в силу ее большой размерности значительно затруднены. Поэтому эту математическую задачу нужно решать поэтапно. На первом этапе модель развития и размещения сельского хозяйства решается на уровне района или области, где в блочно-диагональной матрице в качестве блоков включены районы или сельскохозяйственные предприятия. Результаты решения модели на уровне области служат входной информацией экономико-математической задачи развития и размещения сельского хозяйства в целом по республике. Поэтапное моделирование не позволяет получить строго оптимальных вариантов, но довольно близко подводит к ним.

В отличие от статической модели, динамическая строится для определения основных направлений развития и размещения сельского хозяйства и важнейших условий его экономического роста. Кроме того, динамическая модель развития и размещения сельского хозяйства указывает альтернативные варианты развития экономического процесса.

Рассмотрим один из возможных подходов к моделированию развития сельского хозяйства с целью прогнозирования альтернатив его роста. При этом примем следующие обозначения:

$m$  и  $M$  — индекс и множество объектов (сельскохозяйственных зон, районов или предприятий);

- $t$  и  $T$  — индекс и множество лет прогнозируемого периода;
- $i$  и  $I$  — индекс и множество отраслей сельскохозяйственного производства предполагаемых на прогнозируемый период в  $m$ -м объекте;
- Причем,  $j = \overline{1, I_1}$  — индекс и множество отраслей растениеводства;
- $j = \overline{I_1 + 1, I_2}$  — индекс и множество отраслей животноводства;
- $i$  и  $I$  — индекс и множество уровней интенсивности сельскохозяйственного производства в  $j$ -й отрасли в  $m$ -м объекте;
- $k$  и  $K$  — индекс и множество производственных ресурсов (факторов производства)  $m$ -го объекта;
- $n$  и  $N$  — индекс и множество агрегированных сельскохозяйственных продуктов, по которым составляются балансы производства и потребления;
- $a_{ijkm}^t$  — нормы затрат  $k$ -го производственного ресурса на единицу  $j$ -й отрасли по  $i$ -й интенсивности производства в  $m$ -м объекте в  $t$ -м прогнозируемом году;
- $b_{ijm}^t$  — прогнозируемая норма выхода продукции с единицы  $j$ -й отрасли по  $i$ -му варианту ее интенсивности в  $m$ -м объекте и в  $t$ -м прогнозируемом году;
- $a_{km}^t$  — прогнозируемые объемы  $k$ -х производственных ресурсов в  $t$ -м году в  $m$ -м объекте;
- $P_{jm}^t$  и  $P'_{jm}^t$  — соответственно нижние и верхние пределы размеров  $j$ -й отрасли в перспективном  $t$ -м периоде и  $m$ -м объекте;
- $Q_{mt}$  и  $Q_t$  — прогнозируемая численность населения  $m$ -го объекта, а также в целом по республике в  $t$ -м году;
- $\alpha_{mn}$  и  $\alpha_m$  — рациональные нормы среднедушевого потребления сельскохозяйственных продуктов вида  $n$  в  $t$ -м году в объекте и в целом по республике;
- $u_n^t$  и  $u'_n{}^t$  — соответственно объемы ввоза и вывоза некоторых сельскохозяйственных продуктов вида  $n$  в  $t$ -м году;
- $x_n^t$  — искомый объем суммарного потребления  $n$ -го продукта в  $t$ -м году;

- $h_{ijm}$  — удельные капитальные вложения на единицу прироста продукции  $j$ -й отрасли по  $i$ -у варианту интенсивности в  $m$ -м объекте;
- $H^t$  — общий объем капитальных вложений в сельское хозяйство в  $t$ -м прогнозируемом периоде.
- $c_{ijm}^t$  — себестоимость продукции  $j$ -й отрасли по  $i$ -у варианту ее интенсивности в  $m$ -м объекте и в  $t$ -м году;
- $s_{nm}^t$  — транспортные расходы на единицу ввозимой продукции вида  $n$  в объект  $m$ ;
- $r_{ijm}^t$  — приведенные затраты на расширение  $j$ -й отрасли сельского хозяйства по  $i$ -у варианту его интенсивности в  $m$ -м объекте и  $t$ -м году;
- $x_k^m$  — прирост объема  $k$ -х производственных ресурсов сельского хозяйства  $m$ -го объекта за счет капвложений;
- $x_{ijm}^t$  — размеры  $j$ -й отрасли при  $i$ -м варианте интенсивности производства в  $m$ -м объекте и в  $t$ -м году.

Критерий оптимальности модели прогнозирования развития и размещения сельского хозяйства может быть сформулирован как минимизация суммарных приведенных (текущих и капитальных, приведенных по формуле эффективности капитальных вложений в текущие) затрат на сельскохозяйственное производство

$$\min F = \sum_{t=1}^T \left[ \sum_{i, j, m} c_{ijm}^t x_{ijm}^t + \sum_{n, m} s_{nm}^t u_{nm}^t + \sum_{j, m} \sum_{i=1}^I (x_{ijm}^t - p_{jm}^t) r_{ijm}^t \right]$$

при следующих важнейших ограничениях:

$p_{jm}^t \leq \sum_{i=1}^I x_{ijm}^t \leq p'_{jm}^t$  по прогнозированию размеров отраслей сельского хозяйства;

$\sum_{i, j} a_{ktjm}^t x_{ijm}^t - x_k^m = a_{km}^t$  по использованию производственных ресурсов сельского хозяйства;

$\sum_{i, j} b_{ijm}^t x_{ijm}^t \geq N_{mn} \alpha_{mn}$  по обеспеченности самих объектов малотранспортабельной некоторой продукцией;

$x_{nt} = \sum_{i, j, m} b_{ijm}^t x_{ijm}^t + u_{nm}^t - u_{nm}^t$  по составлению баланса произ-

водства и потребления важнейших сельскохозяйственных продуктов;

$$\sum_{j,m} \sum_i (x_{ijm}^t - p_{jm}^t) r_{ijm}^t \leq H^t$$
 по расходованию выделяемых в сельское хозяйство капитальных вложений;

$x_{ijm}^t \geq 0, u_{nm}^t \geq 0, u'_{nm}^t \geq 0, x_k^m \geq 0, x_{ijn}^t \geq 0$  неотрицательность переменных.

Для постановки модели прогнозирования развития и размещения сельского хозяйства вначале экстраполируются (или более широко прогнозируются) параметры задаваемых величин, а далее определяются оптимальные варианты его роста.

Для прогнозирования развития отрасли необходимо иметь информацию о научно-техническом и социально-экономическом прогрессе в сельском хозяйстве на перспективный период, о росте жизненного уровня населения и потреблении им сельскохозяйственных продуктов, о совершенствовании материально-технического снабжения, форм заготовок и реализации, а также информацию о системе цен на сельскохозяйственные продукты. Прогнозирование развития отрасли с учетом этих показателей дает нам более достоверную картину развития сельского хозяйства на ближайшую и более отдаленную перспективу.

#### 4. Некоторые вопросы разработки и создания автоматизированной системы управления сельским хозяйством республики

Практическая реализация теоретических положений систем оптимального функционирования находит свое выражение в разработке и создании ОАСУ-сельхоз.

Кибернетически под управлением понимается процесс фиксации, сбора, обработки передачи и хранения информации с целью эффективного воздействия на управляемый объект и принятия решений при изменяющихся условиях внешней среды. Управление имеет следующие этапы и функции: планирование, организация производства, сбор, обработка, хранение, учет и контроль, анализ и синтез производственного процесса и принятие решений.

Функция планирования в управлении сельским хозяйством включает составление долгосрочных, средне- и краткосрочных прогнозов, перспективных, текущих и оперативных планов производства, технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур, рационов кормления скота и т. д.

В задачу функции организации входит разработка системы мероприятий по агротехнике и животноводству, внедрению достижений научно-технического прогресса в производство, по материальному и моральному стимулированию работников, совершенствованию социалистического образа жизни тружеников села и т. д.

Функция учета и контроля в процессе управления состоит из совокупности процедур по регистрации и обработке информации.

о производственном процессе, наличии и эффективности использования производственных ресурсов, финансово-хозяйственной деятельности отрасли, а также включает наблюдение за состоянием управляемого объекта и выполнением принятых решений.

Для получения хода производственной деятельности предприятий отрасли необходимы функции анализа и синтеза. Последние проводятся на основе сопоставления различного рода информации, выявления причин отклонений параметров от нормы. Функция принятия решений регулирует производственный процесс путем принятия и подачи соответствующих команд в исполняющие блоки системы.

Автоматизация выполнения совокупности этих функций может быть осуществлена только в рамках ОАСУ-сельхоз. Автоматизированная система управления представляет собой комплекс взаимосвязанных и взаимообусловленных технических, экономических, организационно-математических средств, призванных обеспечить в автоматизированном режиме измерение и регистрацию, передачу, хранение, поиск и обработку информации и принятие решений с целью эффективного регулирования объекта.

Разработка и создание ОАСУ-сельхоз на основе математических методов и ЭВМ для совершенствования планирования и управления имеют большое значение для повышения эффективности производства отрасли и обеспечения высоких устойчивых темпов ее развития.

Основные принципы построения АСУ, сформулированные акад. В. М. Глушковым<sup>1</sup>, таковы: принцип новых задач; первого руководителя; системного подхода; автоматизации документооборота; согласования всех элементов системы, обеспечения одноразового ввода информации; накопления массивов информации в системе; совмещения подготовки исходных данных для машины с подготовкой первичного документа.

Разработка ОАСУ-сельхоз имеет три этапа: обследование (изучение и анализ) системы управления, проектирование (составление технического и рабочего проектов), внедрение.

Автоматизированную систему управления сельским хозяйством следует рассматривать как сложную, комплексную человеко-машинную систему, которой свойственны следующие особенности:

ОАСУ-сельхоз представляет собою человеко-машинную систему управления с дискретным характером процесса производства, растениеводства и животноводства;

наличие в сельском хозяйстве двух форм социалистической собственности — государственной и колхозно-кооперативной и отсюда некоторых особенностей управления отраслью. Процесс управления должен обеспечить всестороннее развитие и в перспективе слияние двух форм социалистической собственности в единую, общенародную собственность;

<sup>1</sup> В. М. Глушков. Основные принципы построения АСУ, Киев, Изд-во УкрНИИПТИ, 1969.

огромные пространственные размеры ведения сельского хозяйства с различными природно-климатическими особенностями объектов, что затрудняет процесс оперативного и текущего планирования и управления, передачи информации, принятия решений и контроля их выполнения. Кроме того, здесь необходимо предусмотреть несколько иной комплекс технических средств ОАСУ;

вероятностный характер экономической системы, ее зависимость в большой степени от внешней среды, определенная случайность параметров сельского хозяйства.

По сравнению с традиционным управлением ОАСУ сельским хозяйством обладает определенными преимуществами и позволяет: непрерывно совершенствовать управление отраслью, гармонически сочетать централизованные и децентрализованные принципы руководства;

повысить оперативность и качество руководства, сократить сроки составления достоверной отчетности, создать базу для организации рациональных потоков информации внутри системы и обмен ее между подсистемами и внешней средой;

создать единую систему носителей информации, ее хранения, обработки и передачи и на этой основе обеспечить преемственность директивных указаний с плановыми наметками, интересами коллективов и предприятий в целом;

за счет рационального использования производственных ресурсов, внедрения научно-технического прогресса повысить эффективность сельскохозяйственного производства.

В условиях функционирования АСУ-сельхоз процесс управления должен иметь более широкий диапазон. При этом должны использоваться комплексные принципы регулирования экономической системы, в том числе сельского хозяйства, которое базируется на трех основных принципах:

выравнивание отклонений параметров системы от заданных ее значений. Этот принцип предполагает замкнутость экономической системы и наличие в ней обратной связи в процессе управления. Если выходные параметры системы соответствуют заданному уровню (норме), то в этом случае не требуется управленческих воздействий, и информация о состоянии управляемого объекта управляющему блоку не нужна. Информация поступает управляющему блоку в случае отклонений от заданных уровней параметров и она используется для выяснения причин отклонений, а следовательно, принятия решений, приводящих величину отклонений к минимуму;

необходимость компенсации влияния внешней среды на собственную управляемую систему. В связи с этим необходимо создать систему компенсаторов возмущения системы от влияния внешней среды (создание резервов, перевод производства сельскохозяйственных продуктов на промышленную основу и т. д.);

изоляция экономической системы от случайных воздействий внешней среды. Регулирование экономической системы с помощью

этого принципа означает проведение на плановой и научной основе системы мероприятий по мелиорации сельского хозяйства, обводнению пастбищ, осушению болот и т. д. При изолированном рассмотрении эти принципы в полной мере не позволяют обеспечить оптимальное функционирование сельского хозяйства.

ОАСУ-сельхоз имеет целый ряд подсистем управления, деление которых целесообразно проводить по организационно-функциональному признаку, т. е. на базе существующей структуры и более четкого определения функций подсистем управления сельским хозяйством.

Функциональными подсистемами ОАСУ-сельхоз являются следующие: прогнозирование и оптимального планирования, учета и отчетности, управления финансовой деятельностью, хранением, транспортировкой, переработкой и реализацией продукции, совершенствования документооборота, кодирования и шифрации и т. д. Эти подсистемы передают информацию вычислительному центру каждого уровня управления. Кроме того, ОАСУ-сельхоз должна иметь и обеспечивающие подсистемы: информационного обеспечения, программного (математического) обеспечения ЭВМ и технического обеспечения. Подсистема информационного обеспечения включает совокупность методов организации массивов информации, ее хранения и контроля, передачи информации, обеспечивающей решение всего комплекса задач. Математическое (программное) обеспечение есть совокупность экономико-математических, логических методов и программ, используемых при решении задач, принятых решений. Подсистема технического обеспечения предполагает наличие комплекса технических средств, предназначенных для фиксации, сбора, обработки, хранения и передачи информации.

В процессе создания ОАСУ-сельхоз необходимо в первую очередь сосредоточить внимание на создании информационной базы и соответствующих процедур управления. Для этой цели в нашей республике, имеющей областное деление, необходимо создание трехступенчатой схемы кустовых информационно-вычислительных центров: на уровне области (и Каракалпакской АССР), административно-территориальных районов и крупных сельскохозяйственных предприятий.

Различные уровни информационно-вычислительных центров каналами связи должны быть соединены между собой для своевременной регистрации передачи, обработки, хранения информации и принятия решений. Кроме того, последние будут соединены и соответствующими вычислительными центрами органов «Узсельхозтехника», Министерства мелиорации и водного хозяйства, Госплана республики, Министерства сельского строительства, а также промышленных предприятий и отраслей. Координацию функции и принимаемых решений будет выполнять общегосударственная республиканская автоматизированная система управления общественным производством. Экономические расчеты показывают, что срок

окупаемости затрат на разработку и создание ОАСУ-сельхоз составляет примерно два—три года.

В рамках общегосударственной системы сбора и обработки информации (ОГАС) для учета, планирования и управления появилась необходимость создать республиканскую автоматизированную систему управления (РАСУ) народным хозяйством республики, которая является комплексом всех АСУ, включая директивные (Совет Министров), межотраслевые (Госплан, ЦСУ, Госнаб, Минфин, Госбанк, Стройбанк, Госкомцен, Госстрой, Госкомруд), отраслевые (Министерства и ведомства, включая предприятия) и территориальные (область, город, район) звенья народного хозяйства.

Все системы работают на базе оптимальной сети вычислительных центров коллективного и индивидуального пользования с обеспечением информационной математической, технической и организационной совместимости всех ее элементов. В Узбекской ССР разработка РАСУ началась в 1973 г. в Институте кибернетики совместно с Вычислительным центром АН УзССР. Прежде всего коллективом института кибернетики была предложена научная и организационная концепция (методология) разработки РАСУ. В 1973 г. разработано (ИК с ВЦ АН УзССР) техническое задание по РАСУ, совместно с министерствами, ведомствами и ИВЦ Госплана УзССР составлено техническое задание на АСУ некоторых министерств, ведомств, предприятий. В 1974 г. выдан эскизный проект всей РАСУ, а в 1975 г. — технический проект первой очереди РАСУ Узбекистана.

В 1977 г. будет сдана в эксплуатацию первая очередь РАСУ Узбекистана. Эта республиканская система объединяет ряд пусковых комплексов, созданных в девятой пятилетке на основе автоматизированного взаимодействия их по иерархической ступени с выходом автоматизированной системы расчета плановых данных (АСПР) Госплана и автоматизированной системы обработки исходных данных Совета Министров АСОИД СМ УзССР. В десятой пятилетке будет разработана вторая очередь РАСУ, в составе которой будет сдана в эксплуатацию АСУ Наманганской области АСОИДО СМ УзССР (первая очередь)<sup>1</sup>.

Техническая реализация готовых систем (АСУ) в основном будет осуществляться путем создания вычислительных центров коллективного использования, оснащенных мощными ЭВМ третьего поколения. На базе Информационно-вычислительного центра (ИВЦ) Госплана республики будет создан республиканский базовый ВЦ коллективного пользования (ВЦКП), объединяющий ряд пользователей — министерств, ведомств и различных организаций. Планируется создание областных ВЦКП, которые объединят большое количество предприятий и отраслевых органов<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> В. Кабулов, М. Ирматов. Методологические основы РАСУ, Ташкент, «Фан» УзССР, 1976, стр. 3—5.

<sup>2</sup> Там же.

## ГЛАВА II

### ОСНОВЫ МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

#### 1. Необходимость исследования факторов экономической системы и метод производственных функций

В трудах классиков марксизма-ленинизма встречается много примеров, когда сущность явления раскрывается с помощью математических методов и символов. Схемы, примененные К. Марксом для описания расширенного воспроизводства капиталистической экономики, являются одной из первых попыток количественного анализа процесса. Так, К. Маркс писал: «...таблицы, в которых цены, учетный процент и т. д. и т. д. представлены в их движении в течение года и т. д., в виде восходящих и нисходящих зигзагообразных линий. Я неоднократно пытался — для анализа кризисов — вычислить эти [повышения или понижения] как неправильные кривые и думал (да и теперь еще думаю, что с достаточно проверенным материалом это возможно) математически вывести из этого главные законы кризисов»<sup>1</sup>.

К. Маркс установил, что необходимым условием исследования экономического процесса с чисто математической точки зрения является существование такой зависимости, при которой величины одних явлений определяются отношениями простых числовых величин других явлений.

В. И. Ленин в работе «Развитие капитализма в России» оперирует статистическими группировками для выявления тенденции экономического роста и дает методологические указания истинно научного анализа экономики<sup>2</sup>.

Математические методы вычисления на современных электронно-вычислительных машинах дают возможность рассматривать экономическую систему в движении во времени и пространстве, наблюдать процесс осуществления затрат и выпуска продукции, оптимизировать объемы производства, а также на основе изучения предыстории экономического процесса предвидеть траекторию его роста. Сочетание локального критерия с глобальным в экономической системе означает, что в экономике следует учитывать не

<sup>1</sup> К. Маркс. Письмо к Энгельсу от 31 мая 1873 года, К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 33, стр. 72.

<sup>2</sup> См.: В. И. Ленин. Сочинения, т. 3, стр. 605—609.

только прямые связи, но и обратные. Выбор эффективных решений всеми звеньями экономики достигается сочетанием хозрасчета с планом.

Для повышения эффективности общественного производства необходима мобилизация всех внутренних резервов. Это становится возможным благодаря глубокому экономическому анализу, который должен опираться на использование количественных методов и иметь в конечном счете формализованное выражение моделируемых процессов и явлений. Количественная формализация, вскрывая глубокие сведения о характере явлений, дает толчок к пониманию качественных характеристик моделируемого объекта.

До недавнего времени в планово-экономических расчетах народного хозяйства в целом, сельского хозяйства в частности, преобладал односторонний качественный анализ. Последний не позволял определенно ответить на вопрос о количественной связи между экономическими явлениями и воздействующими на них факторами. Используемые на практике статистические группировки, комбинационные таблицы могут охарактеризовать лишь самые общие черты связи — ее тенденцию. Эти методы дают возможность установить, например, что с увеличением дозы внесения удобрений на 1 га посева возрастает урожайность сельскохозяйственных культур. Однако на сколько, при каких условиях — применяемые традиционные методы не дают полного ответа.

Математические методы, не игнорируя роль традиционных статистических методов, а развивая и дополняя их, являются инструментарием, который дает возможность сочетать качественно-теоретический анализ с количественно-математическим и тем самым с большей точностью отразить причинно-следственные взаимосвязи во всех отраслях народного хозяйства, в том числе в сельском хозяйстве.

Использование математических методов в планировании сельского хозяйства связано с моделированием, которое способствует более точному измерению эффективности затрат и результатов экономического процесса. Экономико-математическая модель — это воспроизведение с помощью уравнений или неравенств реальных, существующих зависимостей между явлениями. Математическое моделирование не только отражает реальные взаимосвязи экономического процесса, оно дает также возможность проводить эксперименты вне экономической системы и определять такой набор параметров, который на практике может обеспечить ее оптимальное функционирование.

Сельское хозяйство является обширной областью для применения математики. Роль математических методов в планово-экономических расчетах по сельскому хозяйству сводится к тому, что они дают возможность подойти к проблеме (моделируемому объекту) системно и тем самым учитывать большинство факторов, что не под силу традиционным методам. Последним свойственны недостатки, заключающиеся в том, что раскрывая в какой-то мере

закономерности и суть экономических явлений, они не позволяют дать конкретные рекомендации колхозам и совхозам. В исследованиях прикладного характера должны иметь место рекомендации, носящие диагностический характер, например: для получения определенного чистого или валового дохода необходимо сеять по такой-то структуре и на таком-то количестве площадей, вносить такое-то количество и такие-то удобрения, содержать такое-то количество скота и т. д.

Важную роль в совершенствовании анализа и планировании производства имеет аппарат производственных функций, т. е. метод вероятностного экономико-математического моделирования. В сельскохозяйственном производстве с помощью метода возможно исследование влияния различных факторов-аргументов на резуль- тативные показатели.

Производственные функции — уравнения, выражающие зависимость объема производства (или дохода) от различных факторов производства. Эти уравнения описывают функциональную связь между затратами и выпуском: «Функция производства показывает соотношение между использованными количествами производственных факторов и количеством конечного продукта при данной технике»<sup>1</sup>. Производственные функции чаще всего используются для прогнозирования объема производства продукции, выделения абсолютного и относительного «чистого» влияния отдельных факторов производства: производственных фондов, трудовых и природных ресурсов.

Разработкой вопроса о роли производственных функций в последние годы занимаются многие специалисты, в том числе и за рубежом. Одной из значительных работ по данному вопросу является переводная монография американских экономистов-математиков Э. Хеди и Д. Диллон «Производственные функции в сельском хозяйстве». Следует отметить, что вычисление производственной функции и принятие на ее основе решений в капиталистическом сельском хозяйстве связано с некоторыми трудностями. Как отмечают авторы монографии, «исследователя окружают условия неопределенности относительно цен и реализации продукта»<sup>2</sup>. В социалистическом сельском хозяйстве использование производственных функций, как средства анализа и прогноза, открывает большие возможности.

Необходимость расчета производственных функций диктуется тем, что статистические методы применяемые в настоящее время при экономическом анализе и планировании, дают сведения лишь о математически значимой разнице между уровнями урожайности или выходе продукции с 1 га, соответствующими нескольким технологиям или уровням затрат. Исходя из этих различий, можно рассчитывать относительную прибыльность нескольких технологических

<sup>1</sup> Г. Тинтнер. Введение в эконометрию, М., «Статистика», 1965, стр. 108.

<sup>2</sup> Э. Хэди и Д. Диллон. Производственные функции в сельском хозяйстве, М., «Прогресс», 1965.

способов или видов затрат. В сельскохозяйственном производстве наблюдается много непрерывных связей, и имеющиеся данные позволяют проводить анализ с помощью производственной функции, характер и форма которой зависят от природы экономических явлений.

В отличие от точных наук в экономике не существует строго функциональных зависимостей. На зависимую переменную влияет множество различных факторов, как закономерных, так и случайных. Целью построения экономико-математической модели является установление и количественное выражение связи между зависимой и независимыми переменными для познания и рационального управления экономическим процессом.

Математически задача сводится к нахождению зависимой величины при соответствующих значениях независимых переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . Например, урожайность сельскохозяйственных культур выступает как математическая функция, зависящая от количества внесенных удобрений, метеорологических, почвенных и агротехнических условий. Путем составления многофакторных экономико-математических моделей решается вопрос, как каждый из факторов численно влияет на результативный показатель, т. е. какое приращение выпуска продукции дает увеличение каждого фактора на одну единицу.

Использование вероятностных методов в плано-экономических расчетах основано на следующих предпосылках: представление о закономерном характере образования результативного показателя, связь последнего с целым рядом факторов-аргументов; возможность и целесообразность приведения экономических процессов к определенным математическим выражениям; усреднение в процессе анализа и планирования значений второстепенных и субъективных факторов, таких, как качество руководства, некоторые социально-экономические и т. п. Оно осуществляется с помощью корреляционного анализа экономических процессов.

Математические методы не могут адекватно отображать все стороны реального экономического процесса. «Тот факт, что этот материал принимает чрезвычайно абстрактную форму, может лишь слабо затушевать его происхождение из внешнего мира. Но чтобы быть в состоянии исследовать эти формы и отношения в чистом виде, необходимо совершенно отделить их от их содержания, оставить это последнее в стороне, как нечто безразличное»<sup>1</sup>.

Следовательно, математические методы количественно анализируют некоторые существенные черты всякого явления или процесса и тем самым создают основу для применения математики в их изучении.

Традиционные методы планирования важнейших показателей основываются на учете влияния одних и игнорировании некоторых других факторов: планирование по отчетной базе, по среднему уровню и т. д. При использовании метода производственных

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения. т. 20, стр. 37.

функций в планировании сельского хозяйства создается возможность учесть в «чистом виде» влияние каждого индивидуального фактора, отделив его от влияния остальных, входящих в модель факторов-аргументов, или же наоборот, учесть совместное влияние всех факторов.

Метод корреляционного анализа представляет собой инструмент, позволяющий количественно оценивать связи между измеряемыми величинами в условиях действия большого числа факторов, ряд из которых неизвестен. Его применение позволяет проверить различные экономические гипотезы о наличии, форме и силе связи между некоторыми переменными или группами переменных при их одновременном воздействии. Корреляционный анализ также дает возможность установить, как в среднем изменяется случайная величина с изменением одной или нескольких других случайных величин при фиксировании значений неучтенных факторов.

Одним из других методов, определяющих основную тенденцию связи между экономическими величинами, является регрессионный анализ. «...Однако, не все факторы, влияющие на экономические явления, — случайные величины. Поэтому в экономических исследованиях часто приходится рассматривать связи между случайными и неслучайными величинами... Такие связи называются регрессионными»<sup>1</sup>.

Регрессионный анализ представляет собой метод определения степени влияния каждого фактора (неслучайной величины) на изучаемый показатель (случайную величину) и оценки степени этого влияния с помощью различных критериев. При многофакторном регрессионном анализе система, характеризующая экономические явления, состоит из случайных и неслучайных факторов. Регрессионный анализ шире корреляционного. Функциональные зависимости отличаются некоторым колебанием значений факторов, что не является основанием считать их корреляционными. При таком анализе теряет смысл применение основных положений теории корреляции, т. е. определение тесноты и характера связи. Для глубокого научного анализа необходимо системное рассмотрение экономического процесса с учетом сложных переплетенных связей.

Построение производственных функций основано на корреляционно-регрессионном анализе, уравнение регрессии выступает как форма представления производственной функции. Расчет производственной функции имеет как научное, так и практическое значение. Производственные функции являются в некоторой степени мерилем экономической эффективности затрат производственных ресурсов. Эффективность затрат измеряется отношением прироста выпуска продукции к приросту затрат при условии, что структура последних при этом остается неизменной.

В процессе экономического анализа на основе производственных функций выясняется существование связи между отдельными

<sup>1</sup> В. П. Хайкин, Н. Н. Найденков и др. Корреляционный моделирование в экономических расчетах, М., «Статистика», 1964, стр. 86.

показателями производства, форма ее выражения и насколько она существенна. Далее, зная силу влияния случайных причин, определяется возможность предвидения результативного показателя в будущем. В расчетах на плановый период на основе известных, заданных величин, можно найти связанные с ними неизвестные величины. Так, на основании производственной функции, располагая данными о затрачиваемых ресурсах, можно вычислить ожидаемый объем выпуска продукции, или же, имея данные последнего, — рассчитать численность рабочих, материальных и природных ресурсов.

Построение производственной функции в виде количественных отношений дает ряд дополнительных характеристик, применяемых в анализе и планировании. Для любой производственной функции может быть рассчитана предельная эффективность затрат, предельные нормы заменяемости ресурсов и т. д.

Общую форму записи производственной функции можно представить следующим образом:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \epsilon,$$

где  $y$  — объем выпуска продукции;  
 $x_1, x_2, \dots, x_n$  — производственные факторы;  
 $\epsilon$  — случайная составляющая.

Дополнительный продукт характеризует величину, добавленную к общему продукту каждой последующей единицей производственного ресурса. Дополнительные продукты (тангенс угла наклона производственной поверхности или кривая затрат — выпуска) для  $i$ -го ресурса

$$\frac{\partial y}{\partial x_i} = f'_{x_i}(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Предельная норма заменяемости  $i$ -го и  $j$ -го ресурсов определяется соотношением

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} = - \frac{f'_{x_i}(x_1, x_2, \dots, x_n)}{f'_{x_j}(x_1, x_2, \dots, x_n)}.$$

Уравнения изоквант (линий одинакового уровня выпуска при различных комбинациях затрат) выводятся из уравнения производственной функции путем выражения затрат одного ресурса, как функции уровня выпуска и затрат другого ресурса:

$$x_i = f''(y, x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Уравнение изоклиналей показывает направление изменения комбинации затрат, чтобы увеличился выпуск продукции:

$$\frac{\partial x_i}{\partial x_j} = -k, \text{ где } k \text{ — фиксированная величина.}$$

Предельная эффективность ресурса — это приращение выпуска продукции на незначительную единицу прироста ресурса, которая

рассчитывается как частная производная функция по соответствующему аргументу  $\frac{dy}{dx_i}$ .

В исследованиях прикладного характера, относящихся к разработке рекомендаций для сельского хозяйства, исследователь на основе указанных выше экономических показателей должен определять оптимальное количество и структуру применяемых ресурсов. Производственные функции могут быть использованы также при распределении ресурсов между районами или отраслями производства. Для распределения ограниченных ресурсов (таких как, например, удобрения, капиталовложения и т. п.) между хозяйствами составляется система производственных уравнений регрессий культур или видов скота, где участвуют множители Лагранжа.

В отличие от других методов математики, аппарат производственных функций имеет некоторые преимущества: более точно описываются связи между функцией и аргументом: показывается эффективность затрат каждого ресурса, а также его абсолютное и относительное «чистое» влияние на функцию; производственные функции могут быть использованы в сочетании с линейным программированием для подготовки исходной информации.

Производственная функция эффективно может быть использована, если она определена безошибочно и соответствует действительности. Если производственная функция получена на основе изучения логических связей в производстве с учетом изменений в плановом периоде, в нормах затрат, в технологии производства, ее форма будет близка к действительной форме связи. Зная форму такой точной функции, можно получить нужные параметры функции, не накладывая ограничений на область ее изменения. Функция, полученная только на основании статистического материала, может не учитывать логики производственного процесса и возможных изменений в нем. Поэтому в планово-экономических расчетах по сельскому хозяйству используются те ее значения, которые находятся в пределах выравниваемых данных.

Понятие производственной функции тесно связано со спецификацией модели — наличием в последней определяющих факторов-аргументов и отсутствием ошибок в статистической информации. Допустим, если урожайность сельскохозяйственных культур рассматривается как функция от внесения удобрений, метеорологических, почвенных и агротехнических условий, то необходим учет всех этих факторов в модели. Поэтому при составлении модели на компромиссной основе решаются две крайности: с одной стороны, в модель вводятся по возможности все факторы-аргументы, с другой — модель не должна быть сложной и громоздкой, что может затруднить ее практическую реализацию.

Не менее сложный вопрос — предпочтение вида производственной функции. Вид производственной функции варьирует в зависимости от характера экономического процесса, типа почвы, местоположения хозяйств и т. п. Сложность последней проблемы требует изучения конкретных видов производственных функций.

## 2. Характеристика некоторого класса функций, используемых в анализе и прогнозе экономики сельского хозяйства

Отправным моментом моделирования сельскохозяйственного производства является выбор формы связи между функцией и аргументами. Это достигается либо априорным путем, руководствуясь логическими соображениями, либо на основе практического опыта, эксперимента.

Выбор из множества зависимостей наиболее из них соответствующей характеру экономического процесса достигается на базе изучения логики производства, физико-биологических и агротехнических характеристик моделируемого объекта.

Нахождение зависимости между функцией и аргументами в начале сводится к подбору эмпирической формулы, наилучшим образом подходящей к данному экономическому процессу. Эмпирическая формула дает лишь приближенное значение характера связи, следовательно, вычисленная эмпирическая производственная функция будет лишь относительно выражать закон изучаемой связи функции с аргументами. Поэтому далее следует перейти к теоретической производственной функции.

Переход от эмпирической зависимости к теоретической осуществляется с помощью способа наименьших квадратов. Сущность его состоит в нахождении таких параметров, при которых сумма квадратов отклонений расчетных значений зависимых переменных, вычисленных по искомой формуле, от их фактического значения была бы минимальной. Теоретическая форма зависимости будет наиболее точно отражать закономерности изучаемой связи, если уравнение регрессии выбрано априори верно.

По типу математического описания производственные функции могут быть линейными, степенными, параболическими, показательными и т. д. Рассмотрим некоторую классификацию этих функций:

1) линейная функция:

$$y = k_0 + k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_nx_n.$$

Эта функция однородная и для нее характерна постоянная предельная эффективность факторов-аргументов. Но для экономики в целом характерна нелинейная связь, линеаризация допускается в определенных пределах;

2) степенная:  $y = ax^b$ ,

где  $y$  — выход продукции;

$x$  — затраты производственных ресурсов;

$b$  — показатель изменения эффективности производства;

$a$  — свободный параметр.

Данная функция предполагает постоянное возрастание или снижение дополнительного продукта на единицу дополнительных затрат, но не допускает одновременного снижения и возрастания дополнительного продукта. Это видно из первой производной функции:

$$y' = bax^{b-1};$$

3) парабола (квадратная):

$$y = c + bx - ax^2.$$

Зависимость прироста веса откормочных животных от количества затрат кормов и некоторые другие процессы могут быть описаны параболической функцией;

4) показательная функция (Митчерлиха—Спиллмана)

$$y = M - AR^x$$

может быть применена для изучения зависимости урожайности от внесения органических и минеральных удобрений;

5) степенная функция типа Кобба—Дугласа является одной из наиболее распространенных и универсальных. Для многомерного случая она имеет вид:

$$y = a \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i},$$

где  $y$  — зависимая переменная;

$x_i$  — независимые переменные;

$\alpha_i$  — коэффициенты эластичности производственных ресурсов;

$a$  — постоянная, проходящая через все арифметические средние переменных;

$\Pi$  — оператор умножения.

Экономический смысл коэффициентов эластичности состоит в том, что они показывают приращение результативного показателя ( $y$ ) при увеличении на одну единицу независимых переменных ( $x$ ). Степенную функцию предполагается применять в том случае, если исследователя интересует производительность ресурсов при средних затратах. Ее форма отражает свойство производства, заключающееся в том, что в создании выпускаемого продукта должно быть обязательное участие определенных ресурсов: труда, производственных фондов и природных ресурсов. При отсутствии одного из них функция соответственно превращается в нуль. Кроме того, она выражает постоянство связи относительных изменений двух переменных величин — независимой ( $x$ ) и зависимой ( $y$ ) — при любых абсолютных их значениях. Это определяет универсальную применимость данной функции для описания разнообразных экономических процессов.

При изучении производственной функции возникают такие проблемы, как оценка эффективности отдельных производственных факторов; замещение одних факторов другими; укрупнение производства; технический прогресс (причем в большинстве случаев можно использовать двухфакторную модель типа Кобба—Дугласа)

$$Y = \gamma K^{\alpha} L^{\beta},$$

где  $K$  — объем производственных фондов;

$L$  — затраты труда;

$\gamma, \alpha, \beta$  — оцениваемые параметры.

Эффективность факторов в производственной функции определяется частной производной функцией по каждому из факторов производства. Частная производная характеризует дополнительный продукт для фактора при условии, что величина другого фактора постоянная. Следовательно, предельная эффективность для производных фондов —

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha \gamma L^{\beta} K^{\alpha-1},$$

для труда —

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = \beta \gamma K^{\alpha} L^{\beta-1}.$$

Полученные частные производные могут быть использованы для разложения выпуска продукции (по теореме Эйлера) по отдельным факторам:

$$Y = \frac{\partial Y}{\partial K} K + \frac{\partial Y}{\partial L} L \text{ или:}$$

$$\alpha \gamma L^{\beta} K^{\alpha-1} K + \beta \gamma K^{\alpha} L^{\beta-1} L = \gamma (\alpha + \beta) K^{\alpha} L^{\beta}.$$

Параметры  $\alpha$  и  $\beta$  являются коэффициентами эластичности объема производства по отношению к основным производственным фондам и труду:

$$\alpha = \frac{dY}{Y} : \frac{dK}{K}; \quad \beta = \frac{dY}{Y} : \frac{dL}{L}.$$

Следующей важной проблемой, возникающей при рассмотрении производственной функции, является изменение эффективности факторов производства в зависимости от масштаба производства, его концентрации. В реальной действительности возможны и имеются три варианта такого изменения. С увеличением масштабов производства эффективность может возрастать, оставаться неизменной или падать.

В производственной функции Кобба—Дугласа влияние концентрации производства отражается в сумме параметров. Если их сумма равна единице, то концентрация производства не влияет на эффективность факторов производства. Если же сумма параметров больше единицы, то это означает, что объем производства будет больше, чем сумма произведений предельной эффективности каждого фактора на его количество. При сумме параметров меньше единицы с увеличением ресурсов объем производства будет нарастать с уменьшающейся скоростью.

Использование производственной функции связано также с оценкой типа и темпа технического прогресса. Различают капиталоемкий и капиталозаменяющий типы технического прогресса. Как

показывают расчеты Б. Н. Михалевского<sup>1</sup>, для экономики СССР в 1953—1976 гг. был характерен капиталоемкий тип технического прогресса, что обнаруживается при динамической постановке производственной функции.

Однородная функция производства может быть преобразована в функцию, выражающую зависимость между производительностью труда и фондовооруженностью. Для этого функции типа  $y = \gamma K^{\alpha} L^{\beta}$  следует разделить на  $L$ , что дает

$$\frac{Y}{L} = \gamma \left( \frac{K}{L} \right)^{\alpha};$$

6) гиперболическая функция:

$$y = ax^{-1} + bx,$$

ее производная равна:  $y' = -\frac{a}{x^2} + b$ .

Эта функция может быть применена для исследования зависимости себестоимости продукции от уровня урожайности сельскохозяйственных культур;

7) квадратная функция:

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 - b_3 x_1^2 - b_4 x_2^2 + b_5 x_1 x_2.$$

Американские специалисты Э. Хеди и Д. Диллон применили данный вид функции для описания зависимости урожайности от количества внесенных удобрений, основанной на экспериментальных данных;

8) кинетическая функция, предложенная сотрудником ЦЭМИ Б. И. Искаковым на Воронежской конференции (1968 г.).

$$y = a \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i} e^{-\gamma x}.$$

Данная функция является модифицированным соотношением универсальной функции Кобба—Дугласа;

9) известны также «функция роста»:

$$y = \lambda (1 - \delta e^{-\beta x});$$

функция логистической кривой:

$$y = \frac{\lambda}{1 + \delta e^{-at}};$$

функция Гомперца:

$$\log y = \lambda (1 - \delta e^{-\beta x}).$$

<sup>1</sup> Б. Н. Михалевский. Перспективные расчеты на основе простых динамических моделей, М., «Наука», 1964.

Для последних, нелинейных по своим параметрам, подходящих методов приведения их в линейный вид не имеется. Поэтому применение этих функций в экономических исследованиях и планировании социалистического сельского хозяйства связано с некоторыми трудностями при вычислении.

Новый метод оценки параметров логистической кривой и ее свойства описаны в работе Г. Тинтнера<sup>1</sup>:

— при изменении функции времени она стремится к асимптоте:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y_t = \lambda,$$

где  $\lambda$  — наибольшее значение, которое может принять функция.

Путем дифференцирования Г. Готеллинг<sup>2</sup> получил выражение

$$\left( \frac{dy/dt}{y_t} \right) = a - (a/\lambda) y_t.$$

Применяя к дифференциальному уравнению способ наименьших квадратов, получаем оценочные значения для параметров  $a$  и  $a/\lambda$ , следовательно, и для первоначальных постоянных  $a$  и  $\lambda$ . Недостающий параметр  $\delta$  может быть найден методом Родса:

$$\ln \delta = a(N+1)/2 + \left\{ \sum_{t=1}^N \ln \left[ \left( \frac{\lambda}{y_t} \right) - 1 \right] \right\} / N.$$

По описанию экономического процесса во времени производственные функции подразделяются на статические и динамические. Первые служат для математико-статистического моделирования экономической системы на данном отрезке времени, т. е. детерминированного состояния. Если представить систему детерминированной, то нельзя предсказать ее состояние в будущем. При индетерминированности процесса задача станет в принципе разрешимой. Путем построения динамической производственной поверхности, зная предысторию развития системы, можно безошибочно предсказать ее состояние в  $t$  — наперед заданный период и определить факторы экономического роста.

По объектам вычисления производственные функции делятся на макро- и микрофункции. Макропроизводственные функции позволяют исследовать поведение экономической системы на высшем уровне иерархии в разных условиях, определить величину воздействия отдельных факторов и параметров на систему в целом. В работе Б. Н. Михалевского<sup>3</sup> с помощью производственной поверхности представлены макроэкономические зависимости с прямым и двойственным аспектами агрегированного плана и оценены типы и

<sup>1</sup> Г. Тинтнер. Введение в эконометрию, М., «Статистика», 1965.

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Б. Н. Михалевский. Односекторная динамическая модель и расчет укрупненных показателей среднесрочного плана, «Экономика и математические методы», т. 4, вып. 1, 1968.

темпы материализованного технического прогресса, факторы экономического роста, а также сделан прогноз важнейших параметров народного хозяйства СССР на среднесрочный плановый период. Микропроизводственные функции служат для математического описания отдельных технологических зависимостей сельскохозяйственного производства.

Производственные функции бывают смешанные и несмешанные. Смешанная производственная функция не допускает характеристики производственно-технических зависимостей, которые могут быть обнаружены только на максимальной границе производственной поверхности. Смешанная функция производства всегда характеризует экономическую систему на том или ином расстоянии от максимальной границы производственной поверхности.

Несмешанная функция может быть вычислена по совершенно однородным экономическим объектам (например, зависимости привеса животных от кормового рациона, опытного наблюдения влияния удобрений на урожайность и т. п.).

Выделение типичных хозяйств по специализации, местоположению, почвенным, агротехническим условиям и т. д. позволяет вычислить несмешанную производственную поверхность.

### 3. Основы разработки и построения производственных функций

Построение многомерных производственных функций начинается с перечня компонентов экономического процесса, которые являются результативными (урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность животноводства, выпуск продукции, валовой доход, производительность труда, себестоимость и рентабельность продукции и т. п.). Затем устанавливается перечень наиболее существенных факторов-аргументов, определяющих размер указанных компонентов, и выводится уравнение регрессии. Далее, при построении экономико-математической модели определяется, какие из переменных следует считать эндогенными (регулируемыми) и экзогенными (не регулируемыми).

В каждом исследуемом процессе участвует множество факторов, находящихся в сложных взаимосвязях. Стремление учесть в модели все факторы приводит к ее нагромождению, что оправдано лишь тогда, когда это приводит к новым качественным выводам. Слишком упрощенная модель также не может адекватно отражать действительность.

Решение проблемы — какие из факторов-аргументов включить в экономико-математическую модель — требует двухстадийного отбора независимых переменных<sup>1</sup>. Нередко подбор переменных для включения в модель на первой стадии исследователь производит без детального теоретического анализа. Такой подход не всегда

<sup>1</sup> В. П. Хайкин, Н. Н. Найденов. Корреляционное моделирование в экономических расчетах, М., «Статистика», 1964.

оправдан. В связи с этим значение предварительного качественно-теоретического и логического анализа возрастает.

Имеющуюся информацию необходимо подвергать простой и комбинированной группировке для выявления существенных черт и особенностей связи между экономическими явлениями. Исходная информация может быть: экспериментальная; статистическая, получаемая на основе отчетности; нормативные и плановые данные. Эти виды информации не исключают, а наоборот, взаимно дополняют друг друга.

Надежность оценки производственной функции во многом зависит от того, насколько удастся объединить различные виды информации. Информация экспериментального характера представляет собой результат полевого опыта, проведенного с целью изучения связи зависимой и независимых переменных. При экспериментировании можно увеличить количество наблюдаемых факторов, а также добиться выполнения предпосылок относительно оценки параметров функции. Данные статистической отчетности представляют собой выборку из неограниченной генеральной совокупности, на которую оказывают воздействие определенные факторы. Выборка, во-первых, должна быть репрезентативной, во-вторых, однородной.

Кроме этих двух видов информации, большое значение имеет использование для вычисления уравнения регрессии плановых и нормативных данных. Руководствуясь нормативными данными в планово-экономических расчетах по сельскому хозяйству, с этой же целью их можно использовать для построения многомерной производственной поверхности (геометрическая интерпретация производственной функции). В последние годы для вычисления производственной поверхности исследователи применяют динамические временные ряды. Следует отметить, что данными временного ряда нужно пользоваться с известной осторожностью. Между динамическими рядами могут иногда существовать ложные корреляции, т. е. явления не выступают по отношению друг к другу в причинно-следственной связи.

Следующая проблема — это, с одной стороны, наличие меньшей степени свободы, а с другой — при удлинении временного ряда устаревание некоторой информации начального периода. Кроме того, препятствием для построения многофакторных моделей на основе динамических рядов является и то обстоятельство, что между членами может существовать автокорреляция. В данном случае с помощью авторегрессивного преобразования последняя устраняется.

После отбора включаемых в модель факторов выбирается аналитически, «механически», либо графически вид функции<sup>1</sup>, находят параметры производственной функции. Как правило, для этой цели используется одно уравнение связи.

<sup>1</sup> Там же.

Наиболее разработана оценка параметров линейной или логарифмически-линейной функции. В основном, нахождение коэффициентов регрессии осуществляется по способу наименьших квадратов, но возможно и применение метода — максимум правдоподобия. Использование метода наименьших квадратов основано на следующих предположениях: ожидаемая величина погрешности должна быть равна нулю, две погрешности не должны быть связаны с независимыми переменными.

Рассмотрим сначала исчисление коэффициентов уравнения парной зависимости<sup>1</sup>:

$$\bar{x}_{1t} = k_0 + k_2 x_{2t} + \varepsilon_t \quad (t = 1, 2, \dots, N).$$

Переменная  $\varepsilon_t$  — случайная величина, распределенная с арифметической средней, равной нулю и постоянной дисперсией  $\sigma$ . По теореме Маркова способ наименьших квадратов дает результаты, являющимися наилучшими линейными, соответствующими ожидаению оценками. Сумма квадратов отклонений наблюдений у зависимой переменной  $x_1$  от уравнения регрессии  $\bar{x}_1$ :

$$\sum_{t=1}^N (x_{1t} - \bar{x}_{1t})^2 = \sum_{t=1}^N (x_{1t} - k_0 - k_2 x_{2t})^2 = Q.$$

Сделав сумму квадратов минимальной, находим значения  $k_0$  и  $k_2$ . Продифференцировав это выражение по  $k_0$  и  $k_2$ , приравняв результат к нулю, получим необходимые условия минимума  $Q$ :

$$\sum_{t=1}^N x_{1t} = Nk_0 + k_2 \sum_{t=1}^N x_{2t}, \quad (*)$$

$$\sum_{t=1}^N x_{1t} \cdot x_{2t} = k_0 \sum_{t=1}^N x_{2t} + k_2 \sum_{t=1}^N x_{2t}^2. \quad (**)$$

Разделив уравнение (\*) на  $N$  и приняв во внимание, что арифметической средней наших наблюдений являются:

$$\bar{x}_1 = \sum_{t=1}^N x_{1t}/N \quad \text{и} \quad \bar{x}_2 = \sum_{t=1}^N x_{2t}/N,$$

из уравнения (\*) получим:

$$\bar{x}_1 = k_0 + k_2 \bar{x}_2.$$

Теперь, подставляя значение  $k_0 = \bar{x}_1 - k_2 \bar{x}_2$  в уравнение (\*\*), получим:

<sup>1</sup> Г. Гинтнер. Введение в эконометрию, М., «Статистика», 1965, стр. 226—227.

$$\sum_{t=1}^N x_{1t} x_{2t} - N \bar{x}_1 \bar{x}_2 = k_0 \left( \sum_{t=1}^N x_{2t}^2 - N \bar{x}_2^2 \right), \quad (***)$$

для общего случая:

$$S_{ij} = \sum_{t=1}^N x_{it} x_{jt} - N \bar{x}_i \bar{x}_j \quad i, j = \overline{1, N}.$$

Тогда уравнение (\*\*\*) запишется так:

$$S_{12} = k_2 S_{22}.$$

Откуда  $k_2$  определяется соотношением

$$k_2 = S_{12} / S_{22}.$$

В случае множественной корреляции:

$$x_{1t} = k_0 + k_2 x_{2t} + k_3 x_{3t} + \dots + k_p x_{pt} + \varepsilon_t.$$

Необходимыми условиями минимума для суммы квадратов отклонений от многофакторной линейной функции будут нормальные уравнения:

$$S_{22} k_2 + S_{23} k_3 + \dots + S_{2p} k_p = S_{12};$$

$$S_{23} k_2 + S_{33} k_3 + \dots + S_{3p} k_p = S_{13};$$

$$\dots \dots \dots$$

$$S_{2p} k_2 + S_{3p} k_3 + \dots + S_{pp} k_p = S_{1p}.$$

Из этих уравнений вычислим коэффициенты регрессии  $k_2, k_3, \dots, k_p$ . При выражении нормальных уравнений можно пользоваться стандартизованными коэффициентами частной регрессии  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  и коэффициентами корреляции между переменными, взятыми попарно.

Академик В. С. Немчинов обобщил методы математико-статистического моделирования с помощью интерполяционного ряда П. Л. Чебышева<sup>1</sup>. Статистико-математические методы вычислений в полиномах Чебышева позволяют определить все основные статистические характеристики (коэффициенты частной корреляции, ошибки коэффициентов регрессии, критерии достоверности, уравнения множественной регрессии и т. п.) как единую систему взаимосвязанных параметров. Вместо многократного повторного решения отдельных систем совместных уравнений применяется единая схема решения, причем, исключение или включение какой-либо независимой переменной в этом случае не требует повторного вычисления.

Недостающий свободный параметр  $k_0$  находится по формуле

<sup>1</sup> В. Немчинов. Экономика и математические методы, М., «Мысль», 1965.

$$k_0 = \bar{x}_1 - k_2 \bar{x}_2 - k_3 \bar{x}_3 - \dots - k_p \bar{x}_p,$$

т. е. наилучшая линейная функция проходит сквозь все арифметические средние наших наблюдений. Известен также метод Дуллитла — решение системы нормальных уравнений.

Для того, чтобы ответить на вопрос — имеется ли в исходной совокупности соотношение между  $x_{1t}$  и уравнением линейной регрессии

$$\bar{x}_{1t} = k_0 + k_2 x_{2t} + k_3 x_{3t} + \dots + k_p x_{pt},$$

исчислим коэффициент детерминации:

$$R^2 = \frac{k_2 S_{12} + k_3 S_{13} + \dots + k_p S_{1p}}{S_{11}},$$

который показывает, какая часть общего рассеяния зависимой переменной  $x_{1t}$  может быть объяснена линейной функцией  $\bar{x}_{1t}$ .

Коэффициент корреляции надежен только в том случае, если распределение результативного показателя около среднего значения и распределение отклонений от линейной (или логарифмически-линейной) регрессии нормальны. Значительные отклонения этих распределений от нормального могут привести к тому, что коэффициент корреляции окажется ненадежным.

Проверив гипотезу, можно установить действительное наличие связи в генеральной совокупности. Для проверки существования связи между зависимой и независимой переменными применяются несколько критериев:  $\chi^2$  — Пирсона,  $t$  — анализ Стьюдента и  $F$  — критерий Фишера. В экономических исследованиях чаще всего применяют критерии Стьюдента и Фишера. Проверка гипотезы о равенстве нулю коэффициента корреляции основана на сравнении величины коэффициента корреляции с его стандартной ошибкой, определенной с необходимым уровнем значимости. Проверка нулевой гипотезы основана на предпосылке равенства нулю всех параметров функции. Это проводится путем расчета:

$$t: \bar{t} = \hat{a}_1 / s \sqrt{a_{11}}.$$

Затем могут быть найдены доверительные границы параметров функции.

Дисперсионный анализ служит для проверки истинной связи вообще и связи между зависимой переменной с отдельными независимыми переменными. Для выяснения связи вообще рассчитывается эмпирическое значение

$$F = \frac{R^2 / (m - 1)}{(1 - R^2) / (n - m)}.$$

Если эмпирическое значение превышает теоретическое (табличное) при желаемом уровне значимости, то нулевая гипотеза отклоняется.

Проблема репрезентативности уравнения регрессии аналогична проблеме репрезентативности средней величины. Показатель значимости уравнения связи проверяется по формуле

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum (x_{it} - \bar{x}_{it})^2}{n - m}},$$

где  $y$  (или  $x_{it}$ ) — фактическая величина зависимой переменной;  
 $\bar{y}$  (или  $\bar{x}_{it}$ ) — расчетная величина;  
 $n$  — число наблюдений.

## ГЛАВА III

### МОДЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА КОЛХОЗОВ

#### 1. Содержание и предпосылки факторного анализа экономического роста сельского хозяйства

Темпы развития сельского хозяйства определяют динамичный и пропорциональный рост всего народного хозяйства, повышение эффективности общественного производства. В связи с этим важное значение имеет исследование факторов его экономического роста, определение наилучших комбинаций сочетания объема, состава и структуры производственных фондов, трудовых, земельных и водных ресурсов. Эта задача непосредственно связана с теорией макроэкономического моделирования роста общественного производства.

Макроэкономическое моделирование развития сельского хозяйства позволяет определить функционирующую роль тех или иных факторов производства, эффективность того или иного варианта их комбинаций, их взаимозаменяемость (в определенных пределах) и взаимодополняемость, а также абсолютное и относительно «чистое» влияние факторов на конечные результаты труда. В исследованиях буржуазных экономистов-математиков производственные функции используются для скрывания факта эксплуатации, искажения действительности и обоснования так называемой «теории» трех факторов. Буржуазная теория факторов производства смешивает источники создания стоимости и факторов формирования потребительной стоимости. К. Маркс подверг «теорию» трех факторов уничтожающей критике и показал, что источником создания стоимости является труд. Вместе с тем он показал основные предпосылки и методологические направления факторного анализа роста экономики. Поэтому основополагающим и исходным пунктом факторного анализа развития сельского хозяйства является марксистско-ленинское положение об источниках роста общественного производства.

Процесс общественного производства в социалистическом сельском хозяйстве можно рассмотреть в материально-вещественном и стоимостном аспектах. Материально-вещественный аспект процесса производства состоит из превращения производственных ресурсов отрасли в сельскохозяйственные продукты определенного объе-

ма и качества. При этом все производственные ресурсы обладают потенциальными возможностями для участия в сельскохозяйственном производстве. Сельскохозяйственное производство складывается из определенных комбинаций производственных фондов, трудовых и земельно-водных ресурсов. Последние в процессе производства выступают как важнейшие его элементы.

В отличие от материально-вещественного, стоимостный аспект сельскохозяйственного производства отражает общественно необходимые затраты труда на создание материальных благ, обладающих определенной массой стоимости. Исследование этих двух сторон общественного производства создает основу для факторного анализа экономики.

К. Маркс подчеркивал, что процесс создания стоимости и потребительной стоимости объясняется двойственным характером труда (абстрактного и конкретного) в товаре. Поэтому производственная деятельность людей — это процесс создания совокупной стоимости и массы потребительных стоимостей. Следовательно, стоимость отражает величину общественно необходимых затрат труда в товаре, а потребительная стоимость — потребительные свойства различных материальных благ. Эти экономические категории необходимы для всестороннего анализа общественного воспроизводства в целом, сельскохозяйственного в частности.

Поскольку результаты сельскохозяйственного производства — это, с одной стороны, определенная масса совокупной стоимости, а с другой — масса совокупных материально-вещественных продуктов, то, естественно, различны и факторы его экономического роста.

Согласно марксовскому положению, источниками роста совокупной массы потребительных стоимостей сельскохозяйственного производства являются применяемые объемы средств производства, трудовых и земельно-водных ресурсов (в условиях орошаемого земледелия). В частности, К. Маркс писал: «Каковы бы ни были общественные формы производства, рабочие и средства производства всегда остаются его факторами. Но находясь в состоянии отделения друг от друга, и те и другие являются его факторами лишь в возможности. Для того чтобы вообще производить, они должны соединиться. Тот особый характер и способ, каким осуществляется это соединение, отличает различные экономические эпохи общественного строя»<sup>1</sup>.

Резюмируя вышеприведенные положения, можно отметить, что в формировании потребительной стоимости средства производства принимают участие как результат конкретного труда целиком и не зависят от самих их стоимостей, в формировании стоимости они, как качественно однородный овеществленный труд, принимают участие неполностью и выполняют одинаковую роль с живым трудом.

---

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 24, стр. 43—44

Классики научного коммунизма, исследуя процесс общественного производства в сельском хозяйстве, особо подчеркивали роль земли как фактора производства.

Исходя из этого, объем и динамика валового продукта сельского хозяйства, как масса потребительных стоимостей, зависят от величины производственных фондов, объема и состава трудовых и земельно-водных ресурсов. В то же время уровень и динамика общественной стоимости — как суммы вновь созданной и перенесенной — зависят от объема затрат живого и овеществленного труда.

Факторный анализ источников роста сельского хозяйства, основанный на использовании макроэкономических производственных функций, позволяет исследовать влияние объема, качества и состава применяемых средств и предметов труда, трудовых и земельно-водных ресурсов на результаты производства. Марксистско-ленинская теория в исследовании факторов экономического роста устанавливает причины формирования массы потребительных стоимостей сельского хозяйства. Стоимостный аспект воспроизводства, в частности, дает возможность изучить обратное влияние распределительных отношений и доходов на уровень и динамику применяемых факторов производства: производственных фондов, трудовых и земельно-водных ресурсов сельского хозяйства. Поэтому макроэкономическое моделирование предполагает экзогенный характер переменных модели.

Исследование основных источников экономического роста сельскохозяйственного производства на основе производственных функций имеет следующие этапы:

определение важнейших факторов, влияющих на процесс производства, их абсолютное и относительное «чистое» влияние, а также их функционирующей роли;

изучение сложившейся комбинации факторов производства, оптимального сочетания последних на основе анализа степени их взаимозаменяемости и взаимодополняемости;

определение экономической эффективности различных комбинаций факторов производства (совокупной, средней и частной предельной их эффективности) и т. д.

Следует подчеркнуть, что наряду с производственными фондами, трудовыми и земельно-водными ресурсами в настоящее время одним из решающих факторов развития сельскохозяйственного производства выступает научно-технический прогресс. Усложнение процесса сельскохозяйственного производства, рост объема информации изменяют функцию планирования и управления, что предполагает повышение роли личностных (персонифицированных) факторов. Это подтверждает вывод К. Маркса о том, что с развитием общественного производства его агенты превращаются в могучую производительную силу.

Субъективный фактор увеличивает потенциальные возможности материальных средств. Однако его трудно выразить в виде какой-

то материальной формы. Это достигается косвенным путем, о чем речь пойдет ниже.

В системе оптимального функционирования сельскохозяйственного производства велика роль взаимозаменяемости и взаимодополняемости факторов. Существование этих понятий и реальный экономический смысл ставит на повестку дня определение их границ (предела) замещения факторов производства и моментов наступления эффекта дополняемости. Анализ и прогноз предельных норм служат для составления оптимальных комбинаций применяемых ресурсов.

В процессе производства в той или иной мере возможно использование вместо одного фактора другого, при этом обеспечивается неизменный по объему и составу выпуск продукции, т. е. действует принцип взаимозаменяемости факторов производства. Ограниченность последних приводит к длительному сосуществованию относительно передовых и отсталых видов техники и технологических процессов, выполняющих одну и ту же производственную функцию. Экономическая взаимозаменяемость факторов производства — это выпуск одной и той же по объему, составу и качеству продукции при разном сочетании факторов производства. Эта взаимозаменяемость позволяет преодолевать ограниченность ресурсов, ускоряет рост производства. Если какой-то фактор возрастает (при стабильности других), то здесь действует эффект замещения, т. е. последний принимает на себя все большую нагрузку для поддержания достигнутого темпа производства. Однако наступает такой момент, когда возможности замещения исчерпываются: происходит некоторое снижение эффективности фактора. Экономическим пределом роста какого-то фактора производства при стабильности других является положение, при котором расширение фактора исчерпывает эффект замещения им других. Рост выше предела происходит уже в условиях дополняемости факторов, что не обеспечивает повышения эффективности производства.

Это обстоятельство также необходимо учесть в исследовании факторов экономического роста сельского хозяйства.

Экономическое содержание взаимозаменяемости и взаимодополняемости факторов производства можно показать на следующем примере. Допустим, при прочих равных условиях, происходит расширение площади пашни при неизменном уровне других факторов производства, что приводит к перераспределению ресурсов на большей земельной площади. Здесь проявляется некоторый экстенсивный характер земледельческих отраслей, вследствие чего урожайность снижается. При дальнейшем расширении посевных площадей количество ресурсов будет исчерпано и качественное проведение агротехнических мероприятий не даст желаемого результата. Этот предел есть граница взаимозаменяемости, после чего наступает эффект дополняемости, т. е. необходимость увеличения объема применяемых ресурсов.

К аналогичному выводу можно придти, если допустить сокращение при прочих равных условиях обрабатываемой земельной площади. В этом случае наблюдается рост урожайности, так как тот же объем производственных ресурсов распределяется на меньшее количество земельной площади. Здесь проявляется интенсивный характер сельского хозяйства. Однако, наступает такой момент, когда некоторые производственные факторы становятся частично «безработными». В этих условиях эффект взаимозаменяемости уступает место эффекту дополняемости ресурсов, т. е. опять срабатывает взаимодополняемость последних.

## 2. Исследование влияния объема, состава и динамики производственных фондов и трудовых ресурсов на темпы развития сельского хозяйства

Темпы роста сельскохозяйственного производства, валовой продукции зависят от объема, состава и динамики таких факторов, как производственные фонды и трудовые ресурсы. Необходимо отметить, что тенденция сочетания производственных фондов и трудовых ресурсов в реальном процессе сельскохозяйственного производства такова, что первое по мере научно-технического прогресса должно возрастать более высокими, опережающими темпами по сравнению с последним. Это является важнейшей предпосылкой для снижения затрат общественного труда на единицу сельскохозяйственной продукции.

Благодаря последовательному осуществлению долгосрочной программы партии и правительства по подъему сельского хозяйства были созданы необходимые предпосылки для дальнейшего экономического роста этой отрасли, улучшилась ее материально-техническая база. За 1971—1975 гг. в сельское хозяйство направлено 131 млрд. руб. капитальных вложений, что на 49 млрд. руб. больше, чем в восьмой пятилетке. За годы девятой пятилетки поставка тракторов сельскому хозяйству составила 1,7 млн., а грузовых автомобилей — свыше 1,1 млн.<sup>1</sup> В широких масштабах проводились мероприятия по комплексной механизации, химизации, мелнорации земель, внедрению достижений науки и передовой практики в сельское хозяйство. В 1971—1975 гг. за счет государственных и колхозных средств введено в эксплуатацию 4,5 млн. га орошаемых земель и осушено 4,4 млн. га переувлажненных сельскохозяйственных угодий. Колхозам и совхозам поставлено около 300 млн. т минеральных удобрений.

Последовательная интенсификация сельскохозяйственного производства Узбекистана в целом, колхозного производства в частности, происходила на основе наращивания объема производственных фондов, внедрения системы машин в земледелие и животноводство. Так, в колхозах республики в 1974 г. числилось 80,7 тыс.

<sup>1</sup> Материалы XXV съезда КПСС, стр. 161.

физических тракторов против 56,8 тыс. в 1965 г. (период число физических тракторов в колхозе на 41,0%).

Колхозы республики в 1974 г. на 100 га пашни имеют 30 физических тракторов, против 30 в 1965 г. Обеспеченность колхозов в расчете на 100 га пашни за 1965—1974 гг. возросла. Увеличилась поставка и другой сельскохозяйственной техники: хлопкоуборочных машин, зерноуборочных комбайнов. В 1974 гг. число грузовых автомобилей в колхозах возросло на 100% и составило в 1974 г. 19,3 тыс. Возрос выпуск хлопкоуборочных

Таблица 1

Наличие основных сельскохозяйственных машин в колхозах Узбекской ССР

Год	Физических тракторов*		Тракторов в расчете на 100 га пашни		Грузовых автомобилей		Хлопкоуборочных машин		Собрано хлопка-сырца в расчете на 1 машину, т	Удельный вес машинного оборудования, %
	тыс. шт.	% к 1965 г.	тыс. шт.	% к 1965 г.	тыс. шт.	% к 1965 г.	шт.	% к 1965 г.		
1965	56,8	100	30	100	17,3	100	13 155	100	43	18,8
1970	76,0	133	41	136,7	18,8	108,7	17 217	130,8	49	28,1
1971	78,9	138,9	42	140,0	19,1	110,4	17 001	127,7	61	34,6
1972	79,1	139,3	43	143,3	19,4	112,1	16 789	127,6	74	40,5
1973	82,0	144,0	45	150,0	19,9	115,0	16 958	127,7	115	45,7
1974	80,4	141,0	47	156,7	19,3	111,6	15 635	118,8	102	43,6

\* Без тракторов, на которых смонтированы машины.

Примечание: табл. 1, 2, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 16—23, 25 составлены на основе данных сводных годовых отчетов колхозов Узбекской ССР; табл. 4 составлена на основе данных статистических ежегодников «Народное хозяйство Узбекской ССР», табл. 7, 8, 12, 15, 24, 26, 27 составлены на основе соответствующих экономико-математических моделей.

шин. Так, например, в 1974 г. в колхозах республики их количество составляло 15 635 против 13 155 в 1965 г. Значительно улучшились технические характеристики этих машин: качество, надежность, долговечность, а также производительность. В результате этого выросла сезонная выработка хлопка-сырца каждой хлопкоуборочной машины. За 1965—1974 гг. она возросла с 43 до 102 т, т. е. увеличилась почти в два с половиной раза.

Улучшение оснащения колхозов республики системой машин позволило полностью механизировать такие процессы в хлопководстве, как предпосевная и посевная работы, обработка культуры в вегетационный период, перевозка готовой продукции, и частично — уборка урожая, чеканка и полив, а также в животноводстве и т. д. В 1974 г. уровень механизации уборки хлопка-сырца в колхозах составил 43,6% против 18,8% — в 1965 г.

Вместе с тем, задачи дальнейшего повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства требуют обеспечения высокого уровня оснащенности сельского хозяйства современной техникой, комплексом машин для механизации всех производственных процессов. Поэтому в «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» отмечается, что в десятой пятилетке необходимо «последовательно и неуклонно интенсифицировать сельскохозяйственное производство, укреплять его материально-техническую базу. Расширить комплексную механизацию и автоматизацию производственных процессов, химизацию сельского хозяйства и мелиорацию земель»<sup>1</sup>.

Повышение уровня оснащенности сельского хозяйства находит свое материальное воплощение в росте стоимости основных и оборотных фондов, в которых овеществлен живой труд.

Многочисленность первых и однократность вторых в процессе производства приводит к тому, что основные фонды переносят на продукцию свою стоимость частями, а оборотные — полностью, в одном цикле производства. Эти два элемента производственных фондов взаимодействуют между собой по-разному, в зависимости от уровня технического оснащения производства и эффективности использования. Более того, различные элементы самих основных фондов также изменяются не в одинаковом направлении, что отражается на физическом объеме и производственном потенциале фондов. Под физическим объемом производственных фондов понимается масса накопленных средств производства, представленных в денежном выражении в сопоставимых ценах. Анализ и прогноз производственных фондов в факторных моделях связаны не только с изучением динамики их физического объема, но и с определением важнейших элементов и их экономических функций. Второй аспект анализа связан с необходимостью оценки производственного потенциала фондов. Если физический объем производственных фондов предполагает анализ и прогноз объема однородной массы средств производства, то оценка их производственного потенциала означает определение потенциальной мощности производственных фондов. Производственные фонды отличаются не только физическим объемом, количественными характеристиками, но и структурой, техническим уровнем и составом. Экономический потенциал производственных фондов характеризует способность последних произвести определенную величину валовой продукции заданного объема, состава и качества. По мере научно-технического прогресса в сельском хозяйстве идет процесс улучшения качественного состава производственных фондов, что приводит к внутренней неоднородности и несопоставимости физического их объема.

---

<sup>1</sup> Материалы XXV съезда КПСС, стр. 199.

В целях анализа влияния объема, состава и динамики производственных фондов, как важнейшего источника экономического роста сельского хозяйства необходимо определить:

уровень и динамику физического объема производственных фондов;

производственный потенциал фондов и уровень его использования.

В составе производственных фондов преобладающий удельный вес занимают основные фонды. Технический уровень основных производственных фондов в сельском хозяйстве и его динамика выступают важным фактором опережающего роста производственного потенциала фондов по сравнению с их физическим объемом. Эти закономерности развития производственных фондов непосредст-

Таблица 2

**Экономический потенциал основных производственных фондов в колхозах Узбекистана за 1960—1974 гг.**

Год	Основные фонды сельскохозяйственного назначения		В том числе машины и оборудование		Рост активной части основных фондов, % к 1960 г.
	млн. руб.	% к 1960 г.	млн. руб.	удельный вес, %	
1960	780	100	194,9	24,9	100
1965	942,9	120,8	199,9	21,2	102,5
1970	1363,3	174,7	477,1	34,9	244,7
1971	1467,6	188,1	486,6	33,1	249,6
1972	1625,8	208,4	521,1	32,0	267,3
1973	1793,4	229,9	552,9	30,8	283,6
1974	1815,9	232,8	552,9	30,5	283,5

венно можно наблюдать и в сельском хозяйстве колхозов Узбекистана. Анализ показал, что за 1960—1974 гг. стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения колхозов (по восстановительной стоимости) увеличилась в 2,3 раза. Среднегодовой их темп прироста за этот период составил 5,8% — несколько выше, чем темп прироста валовой продукции. Среднегодовая стоимость основных производственных фондов колхозов республики за 1961—1965 гг. составила 854,5 млн. руб., за 1966—1970 гг. — 1179,5 млн. руб. и за четыре года девятой пятилетки — 1675,8 млн. рублей (табл. 2). Необходимо отметить, что темп прироста основных производственных фондов колхозного сектора в годы восьмой и девятой пятилеток был значительно выше, чем в предшествующих пятилетках. За 1971—1974 гг. среднегодовой объем основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения был выше его уровня 1961—1965 гг. на 96,1%, тогда как в 1966—1970 гг. — на 42,7%.

В настоящее время несовершенство исходной информации в сельском хозяйстве и отсутствие в отчетности колхозов показателей, характеризующих экономический потенциал основных производственных фондов, затрудняет его потенциальную оценку. Но вместе с тем некоторые тенденции изменений экономического потенциала можно исследовать на основе существующей отчетности. Прежде всего следует отметить, что на экономический потенциал производственных фондов влияют три группы факторов: технический уровень фондов; доля активной части в общем их объеме и структура орудий производства; качество, надежность и долговеч-

Т а б л и ц а 3

Структура основных фондов сельскохозяйственного назначения колхозов УзССР в 1974 г. (на конец года по восстановительной стоимости)

Группы основных фондов	Стоимость	
	млн. руб.	% к итогу
Здания	605,4	33,4
Сооружения	216,8	11,9
иригационные и мелиоративные	65,2	3,5
Передаточные устройства	53,4	2,9
Машины и оборудование	552,6	30,5
силовые машины и оборудование	346,7	19,0
в том числе тракторы	283,5	15,6
рабочие машины и оборудование	205,9	11,4
Транспортные средства	90,1	4,9
Измерительные приборы	4,1	0,2
Производственный и хозяйственный инвентарь	48,0	2,6
Рабочий скот	6,8	0,4
Продуктивный скот	167,3	9,3
Многолетние насаждения	50,8	2,7
Прочие основные фонды	20,6	1,2
Итого	1815,9	100

ность машин и механизмов. Технический уровень основных производственных фондов сельского хозяйства определяется путем деления их производственного потенциала на их физический объем. Повышение удельного веса орудий производства способствует изменению технического уровня основных фондов. Стоимость машин и оборудования в сельском хозяйстве колхозов увеличилась с 194,9 млн. руб. в 1960 г. до 552,6 млн. руб. в 1974 г., т. е. она возрасла более быстрыми темпами, чем в целом основные производственные фонды. Стоимость машин и механизмов за указанный период возросла в 2,8 раза, а ежегодный темп прироста ее составил 7,2%. Удельный вес активной части основных фондов колхозов составил в 1974 г. 30,5% против 24,9% в 1960 г. (табл. 3).

Среднегодовая стоимость машин и оборудования в годы восьмой пятилетки составила—385,6 млн. руб., девятой—537,4 млн. руб. Повышение доли орудий производства в составе основных фондов увеличивает их производственный потенциал при неизменном уровне стоимости производственных фондов. В 1974 г. в стоимости машин и оборудования 19,0% составляли силовые машины и оборудование (в том числе 15,6% — тракторы), и 11,4% — рабочие машины и оборудование. Также высок удельный вес производственных построек и зданий — 33,4% и производственных сооружений—11,9%. Меньший удельный вес имеет продуктивный и рабочий скот, соответственно — 9,3 и 0,4%, транспортные средства — 4,9% и т. д.

Сложившаяся отраслевая структура основных производственных фондов колхозов Узбекской ССР такова: 60,5% их стоимости обслуживают сельскохозяйственные отрасли, 20,8% — животноводческие и 18,7% составляют фонды общего назначения. Структура формировалась под влиянием закономерностей расширенного воспроизводства основных производственных фондов и на основе специализации хозяйств.

Повышение уровня механизации производственных процессов сопровождается более быстрым ростом физического объема основных производственных фондов по сравнению с их производственной мощностью. Этот факт связан и с воспроизводством последних. На воспроизводство основных производственных фондов влияют сроки службы, ввод, выбытие, прирост и капитальный ремонт фондов. В 1974 г. в колхозах республики введено в действие основных фондов на сумму 301,4 млн. руб. (в том числе 213,5 млн. руб. по объектам производственного назначения), что составляет 16,8% от стоимости действующих основных производственных фондов. Затраты колхозов на капитальный и текущий ремонт основных фондов характеризуют в некоторой степени их надежность и долговечность. Поэтому, чем надежней и долговечней основные производственные фонды, тем длиннее межремонтные сроки и тем меньше затраты хозяйств на капитальный и текущий ремонт.

Другой характеристикой производственного потенциала основных производственных фондов является энерговооруженность и энергообеспеченность колхозов.

Совершенствование энергетической базы заключается в увеличении мощности и повышении мобильности двигателя, универсализации его, обеспечивающих более рациональное агрегатирование орудий труда, использование рабочей силы, земли и других средств и предметов труда. Это позволит снизить удельный вес затрат живого труда в сельском хозяйстве.

Увеличение поставки сельскому хозяйству республики тракторов, хлопчатоборочных и других сельскохозяйственных машин способствовало укреплению энергетической базы колхозов. За 1960—1974 гг. энергетические мощности колхозов возросли с 3127 тыс. л. с. до 7081 тыс. л. с., т. е. увеличились в 2,3 раза. За этот период энергообеспеченность хозяйств в расчете на 100 га пашни возросла в

2,5 раза. Такими же темпами увеличивалась и энерговооруженность труда колхозного производства (табл. 4).

Если в 1960 г. на одного среднегодового работника приходилось 3,2 л. с., то в 1974 г. этот показатель достиг 7,2 л. с., т. е. увеличился в 2,25 раза.

Улучшение качественных характеристик производственных фондов оказывает свое воздействие на объем, уровень и динамику трудовых ресурсов сельскохозяйственного производства. В результате этого сложились определенные комбинации и сочетание применяемых производственных фондов и трудовых ресурсов.

Сочетание массы применяемых производственных фондов и трудовых ресурсов, наряду с экономическим потенциалом орудий производства, зависит и от экономических характеристик трудовых ресурсов. Трудовые ресурсы сельского хозяйства оказывают влияние на темпы развития отрасли на основе изменения физического объема живого труда, применяемого в сфере сельскохозяйственного

Таблица 4

Рост энергетических мощностей в колхозах Узбекистана

Год	Всего энергетических мощностей		Энерговооруженность труда		Энергообеспеченность на 100 га посевов	
	тыс. л. с.	% к 1960 г.	л. с.	% к 1960 г.	л. с.	% к 1960 г.
1960	3127	100	3,2	100	164	100
1965	5177	165,5	5,0	156,2	279	170,1
1970	6599	211,0	5,8	181,2	346	210,9
1971	6391	204,3	6,4	200,0	344	209,7
1972	6649	212,6	6,6	206,2	360	219,5
1973	6967	222,8	6,8	212,5	382	232,9
1974	7081	226,4	7,2	225,0	411	250,6

производства, экономического потенциала трудовых ресурсов, связанного с оценкой образовательного, профессионально-квалификационного уровня работников.

Анализ и прогноз трудовых ресурсов опираются на уточнение, измерение и количественное определение этих двух характеристик живого труда. Широкое внедрение научно-технического прогресса в сельском хозяйстве приведет к уменьшению физического объема живого труда, т. е. числа занятых людей в данной отрасли. Однако в колхозах Узбекской ССР в силу целого ряда причин наблюдается избыток трудовых ресурсов, низкий уровень их использования. С 1965 по 1973 г. численность работников, занятых сельскохозяйственным трудом, увеличилась на 9,7%. За 1965—1974 гг. число отработанных человеко-дней в сельском хозяйстве возросло на 23,3% и составило в 1974 г. — 269,8 млн. чел.-дн. (табл. 5).

Современные средства производства не только создают условия для повышения производительности живого труда, но и предъявля-



зультате доля земледелия в валовой продукции колхозов в 1974 г. составила 89% против 86% — в 1960 г. (табл. 6).

За 1960—1974 гг. в колхозах фондовооруженность труда возросла в 2,2 раза, т. е. с 796 до 1735 руб. Однако рост фондовооруженности труда не привел к сокращению среднегодовой численности работников, занятых в сельском хозяйстве. В результате этого производительность труда в колхозах растет медленными темпами. Фондоотдача за этот отрезок времени изменялась не в одном направлении: с 1960 по 1965 гг. она возрастала, а с 1965 г. по настоящее время имеет тенденцию снижения. Поэтому необходимо на основе рационального использования производственных фондов.

Таблица 6

**Динамика физического объема валовой продукции сельского хозяйства колхозов Узбекской ССР**

Год	Физический объем в ценах 1965 г.						Фондовооруженность труда		Фондоотдача	
	в целом валовой продукции		земледелия		животноводства					
	млн. руб.	% к 1960 г.	млн. руб.	% к 1960 г.	млн. руб.	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.
1960	1023,0	100,0	879,8	100,0	143,2	100,0	796	100,0	1,31	100,0
1965	1686,9	164,8	1506,9	171,2	180,0	127,7	970	121,8	1,79	136,6
1970	2020,7	197,5	1802,1	204,8	218,6	152,7	1324	166,3	1,48	113,0
1971	2057,6	201,1	1824,3	207,4	233,2	162,8	1386	174,1	1,40	106,9
1972	2104,7	205,7	1852,5	210,5	252,2	176,1	1533	192,6	1,29	98,5
1973	2124,7	207,7	1886,5	214,4	238,2	166,3	1681	211,2	1,18	90,1
1974	2198,0	214,9	1961,2	222,9	236,8	165,4	1735	218,0	1,21	91,6

широкой механизации процессов в сельском хозяйстве высвободить излишки трудовых ресурсов.

Качественный анализ влияния производственных факторов на величину валовой продукции позволяет определить общие тенденции и соотношения результативного с факторными показателями. Но вместе с тем, такой анализ не характеризует меру влияния факторов на выпуск продукции, соотношения самих факторов, частную и совокупную эффективность производственных ресурсов.

Для определения абсолютного и относительного «чистого» влияния факторов производства на объем валовой продукции, составления оптимальной комбинации ресурсов, а также анализа и прогноза необходимо построить макроэкономическую производственную функцию колхозного производства.

### 3. Двухфакторная макроэкономическая модель колхозного производства

Познание реального процесса экономического роста и на этой основе анализ и прогноз развития сельского хозяйства предполага-

ют построение адекватных факторных моделей отрасли. Последние позволяют определить количественную зависимость между объемом и динамикой валовой продукции, объемом и динамикой производственных ресурсов. Различают одно- и многофакторные модели экономического роста. В факторных моделях экономического роста зависимой переменной (функцией) принимается физический объем и динамика валовой продукции сельского хозяйства. В качестве независимых переменных (аргументов) в них выступают объем и динамика применяемых ресурсов.

В циклах расширенного социалистического воспроизводства в сельском хозяйстве существует обратная связь объема, состава и динамики применяемых ресурсов от величины валовой продукции, но в наших факторных моделях предполагается экзогенный характер включения в модель факторов производства.

Целью построения моделей, а также предметом факторного анализа и прогноза являются установление и предвидение влияния объема и динамики применяемых ресурсов на физический объем и динамику валовой продукции сельского хозяйства, определение взаимодействия между самими факторами производства. Для анализа и прогноза экономического роста колхозного производства сначала построим двухфакторную макроэкономическую производственную функцию этой отрасли за 1960—1974 гг. В качестве алгебраической формы зависимости на альтернативной основе выбрана общеизвестная степенная функция типа Кобба—Дугласа.

После обработки экономической информации и решения задачи на ЭВМ «Минск-22» по стандартной программе корреляционно-регрессионного анализа данных колхозного производства за 1960—1974 гг. получена зависимость.

$$\lg Y_t = 1,045 + 1,289 \lg L_t + 0,383 \lg K_t \quad (R = 0,99),$$

где  $Y_t$  — физический объем валовой продукции сельского хозяйства колхозов в сопоставимых ценах 1965 г. в  $t$ -м году;

$L_t$  — объемы трудовых затрат (в чел.-дн.) в  $t$ -м году;

$K_t$  — основные производственные фонды сельскохозяйственного назначения в  $t$ -м году.

Проверка коэффициента корреляции подтверждает достоверность формы связи зависимой и независимых переменных.

В двухфакторной производственной функции колхозного производства за 1960—1974 гг. предельная эффективность факторов производства следующая:

основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения —

$$\frac{\partial Y_t}{\partial K_t} = \frac{0,383 \cdot 1647,2}{1209,5} = 0,521 \text{ руб.};$$

затрат живого труда —

$$\frac{\partial Y_t}{\partial L_t} = \frac{1,289 \cdot 1647,2}{249,52} = 8,51 \text{ руб/чел.-дн.}$$

Исчисленные предельные эффективности факторов производства могут быть использованы для определения абсолютного и относительного «чистого» влияния факторов производства на валовую продукцию сельского хозяйства. В частности, абсолютные источники прироста валовой продукции могут быть разложены по формуле:

$$Y_t = \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} K_t + \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} L_t,$$

Сравнение предельных эффективностей с их средними значениями показывает пути оптимизации комбинаций применяемых ресурсов.

Соотношение средних и предельных величин имеет следующее свойство. Для того, чтобы средняя величина возрастала, предельная должна быть выше средней. Если средняя не изменяется, то средняя и предельная величины должны быть равны. Если средняя уменьшается, то предельная величина должна быть ниже средней. В нашей модели предельная эффективность основных производственных фондов ниже, а затрат труда — выше средней. В действительности это соответствует вышеприведенному правилу.

Сравнение предельных эффективностей факторов производства выражает предельную норму их замещения, например:  $\frac{\partial Y_t}{\partial K_t} : \left( \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} \right) = -16,3$ . Следовательно, один отработанный человек-день (с точки зрения конечных результатов) замещает 16,3 руб. основных производственных фондов.

Как было отмечено во второй главе, коэффициенты эластичности факторных моделей характеризуют приращение результативного показателя при изменении факториального на 1%. В соответствии с этим в нашей модели увеличение на 1% затрат труда при прочих равных условиях приводит к приращению валовой продукции сельского хозяйства на 1,3%, а увеличение объема производственных фондов на 1% сопровождается приростом физического объема валовой продукции на 0,4%.

Предполагая экспоненциальный характер изменения зависимой и независимых переменных, можно перейти от модели к показателю среднегодового темпа прироста. Тогда можно записать следующее соотношение

$$y_T = 0,70 + \alpha k + \beta l,$$

где  $y_T$ ,  $l$  и  $k$  — соответственно показатели среднегодового темпа прироста:  $Y_t$ ,  $L_t$  и  $K_t$ . Подставляя их значения в формулу, получим теоретический темп прироста валовой продукции сельского хозяйства колхозов Узбекистана за 1960—1974 гг.:

$$y_T = 0,70 + 0,383 \cdot 6,0 + 1,289 \cdot 2,1 = 5,6\%$$

что совпадает с фактическим темпом прироста отрасли за этот период.

Двухфакторная макроэкономическая модель колхозного производства позволяет исследовать частную и совокупную эффективность факторов производства и влияние на ее уровень отдельных применяемых ресурсов. В факторных моделях экономическая эффективность ресурсов определяется путем отношения выпуска продукции к объему фактора (или факторов) производства. Если рассмотреть динамику изменения экономической эффективности во времени, можно определить основные ее тенденции.

При однофакторной модели частными показателями экономической эффективности факторов производства являются производительность труда, фондоотдача производственных фондов, урожайность сельскохозяйственных культур, продуктивность животных и т. д.

В многофакторной модели частные показатели экономической эффективности — прирост продукции на единицу прироста соответствующего фактора производства, а совокупные — прирост продукции на единицу суммарных затрат факторов производства.

Уровень совокупной эффективности факторов производства и его динамика могут быть определены при построении и сопоставлении двух видов факторных моделей степенного вида:  $Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta$ , причем, первый из них исходит из предположения однородности функции ( $\alpha + \beta = 1$ ), а второй — неоднородности ( $\alpha + \beta \neq 1$ ). По экономическому содержанию первая модель динамики производства предполагает наличие чисто экстенсивного развития производства, а вторая — обеих форм: экстенсивного и интенсивного источников экономического роста. Факторная модель вида  $Y_t = A K_t^\alpha L_t^\beta$  может быть преобразована в  $Y_t = A (K_t^\mu L_t^{1-\mu})^\nu$ , где  $\mu\nu = \alpha$  и  $(1-\mu)\nu = \beta$ . Если  $\nu > 1$ , то происходит процесс повышения совокупной эффективности и он количественно может быть определен из соотношения

$$Y_t = A (K_t^\mu L_t^{1-\mu}) (K_t^\mu L_t^{1-\mu})^{\nu-1},$$

где вторая часть произведения характеризует рост совокупной эффективности производства, т. е.

$$\Lambda_t = \frac{Y_t}{A K_t^\mu L_t^{1-\mu}}.$$

Принимая во внимание ранее неучтенные факторы экономического роста, уровень совокупной эффективности каждого периода может быть измерен по формуле

$$\Lambda_t e^{at} = \frac{Y_t}{A K_t^\mu L_t^{1-\mu}}.$$

В анализируемой двухфакторной модели  $(\alpha + \beta) > 1$ , что означает повышение среднего показателя эффективности факторов. Рост совокупного показателя эффективности можно определить количественно. Для этой цели двухфакторная модель однородного вида делится на модель, характеризующую источники интенсивного и экстенсивного роста, что отражено в соотношении

$$\Lambda_t = \frac{Y_t}{A \cdot K_t^\mu \cdot L_t^{1-\mu}} = (K_t^\mu \cdot L_t^{1-\mu})^{v-1},$$

где  $\Lambda_t$  — совокупный рост эффективности производства;

$$v = \alpha + \beta; \mu = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}.$$

Если предположить, что все факторы производства изменяются по экспоненте, то  $\Lambda_t$ , выраженный в форме базисного экспоненциального роста ( $\Lambda_0 = 1$ ), в целом за исследуемый период составит

$$\Lambda_t = \Lambda_0 e^{\lambda t} = (e^{\mu \cdot t} \cdot e^{(1-\mu) \lambda t})^{v-1}.$$

Отсюда можно сделать переход к показателям среднегодовых темпов прироста, т. е.

$$\lambda = \mu(v-1)k + (1-\mu)(v-1)l^*.$$

Если известны параметры  $\alpha$  и  $\beta$  и, следовательно,  $\mu$  и  $v$ , а также темпы прироста и тенденции основных производственных фондов, трудовых затрат, то темп прироста совокупной эффективности ( $\lambda$ ) колхозов за 1960—1974 гг. составит:

$$\begin{aligned} \lambda &= 0,2289 \cdot 0,673 \cdot k + 0,7711 \cdot 0,673 \cdot l = 0,154 \cdot k + 0,521 \cdot l = \\ &= 0,154 \cdot 6,0 + 0,521 \cdot 2,1 \approx 2,02\%. \end{aligned}$$

Следовательно, среднегодовой темп прироста совокупной эффективности колхозного производства за период 1960—1974 гг. составил 2,02%, а общий индекс повышения этого показателя эффективности равен

$$\Lambda_t = \Lambda_0 e^{\lambda t} = e^{0,303} \approx 1,356.$$

Совокупная средняя эффективность основных производственных фондов и затрат живого труда в сельском хозяйстве колхозного сектора за исследуемый период увеличилась на 35,6%, производи-

---

\* В двухфакторной модели;  $\mu \cdot v = \alpha$  и  $(1-\mu)v = \beta$ ;  $\mu = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$ ;  $(1-\mu) = \frac{\beta}{\alpha + \beta}$ .

тельность живого труда  $\left(\frac{Y_t}{L_t}\right)$  возросла на 79%, а фондоотдача  $\left(\frac{Y_t}{K_t}\right)$  немного снизилась.

Кроме общего уровня повышения средней совокупной эффективности ( $\Delta_t$ ) и среднегодового темпа ее прироста ( $\lambda$ ) двухфакторная производственная функция позволяет определить относительное и абсолютное «чистое» влияние каждого фактора на повышение эффективности колхозного производства.

Уравнение  $y_T = a + \alpha k + \beta \cdot l$  характеризует общее (как интенсивное, так и экстенсивное) влияние факторов производства на его среднегодовой темп прироста. Уравнение  $y_T = a + \mu k + (1 - \mu)l + \lambda$  характеризует прирост производства, разложенный по экстенсивным источникам  $[\mu k + (1 - \mu)l]$ , а уравнение вида  $\mu k + (1 - \mu)l + \lambda_k \cdot k + \lambda_L \cdot l$  характеризует суммарный прирост производства, который разложен по интенсивным источникам роста. Среднегодовой темп прироста средней совокупной эффективности факторов производства может быть разложен на два источника:  $\lambda_k = \mu(v - 1)k$  — за счет основных производственных фондов и  $\lambda_L = (1 - \mu)(v - 1)l$  — за счет трудовых затрат.

Среднегодовой темп прироста сельскохозяйственного производства колхозов Узбекской ССР с учетом как экстенсивных, так и интенсивных источников роста за 1960—1974 гг. выражается формулой:

$$\begin{aligned} y_T &= a + \alpha \cdot k + \beta \cdot l = a + \mu \cdot k + (1 - \mu)l + \lambda_k \cdot k + \lambda_L \cdot l = \\ &= 0,70 + 0,2289 \cdot k + 0,7711 \cdot l + 0,154 \cdot k + 0,521 \cdot l = \\ &= 0,70 + 1,3734 + 1,6193 + 0,921 + 1,092 = 5,7087 \approx 5,7\%. \end{aligned}$$

Макроэкономическая производственная функция колхозного производства за исследуемый период в виде степенной модели позволяет исследовать основные компоненты экономического роста (табл. 7).

Анализ вышеприведенной таблицы показывает, что преобладающим источником экономического роста за рассматриваемый период было увеличение объема трудовых затрат, на долю которых приходится 48,4% прироста валовой продукции. На долю основных производственных фондов приходится 41,1%.

Экстенсивные источники экономического роста за рассматриваемый период давали 53,4% прироста валовой продукции, а интенсивные источники — 36%. Однако в девятой пятилетке превалирует доля интенсивных источников роста.

Следует отметить, что интенсивные источники роста рассматриваются с точки зрения макроэкономического моделирования. Поэтому эффективность интенсификации выражается отношением прироста продукции за счет изменения экономической эффективно-

сти фактора (факторов) производства к приросту продукции за счет увеличения физического объема этого фактора.

Двухфакторная модель колхозного производства позволяет определить такие частные показатели эффективности факторов производства, как производительность труда и фондоотдача. Для этой цели многофакторную производственную функцию разделим на  $L_t$  и получим:

$$\frac{Y_t}{L_t} = A \left( \frac{K_t}{L_t} \right)^\mu \Lambda_t.$$

Это свидетельствует о том, что производительность живого труда является функцией его фондовооруженности. Кроме того, на производительность труда влияет также повышение совокупной эффек-

Таблица 7

Структура экономического роста колхозного производства  
Узбекской ССР за 1960—1974 гг.

Параметры и их связь с переменными	Доля среднегодового темпа прироста валовой продукции, %	Доля прироста валовой продукции к среднегодовому темпу, принятому за 100%
$a=0,70$	$a=0,7$	12,5
$\alpha=0,383$	$\alpha \cdot k=2,298$	41,1
$\beta=1,289$	$\beta \cdot l=2,706$	48,4
$y=a+\alpha \cdot k+\beta \cdot l$	5,60	100
$\mu=0,2289$	$\mu \cdot k=0,2289 \cdot 6=$	24,5
$(1-\mu)=0,7711$	$=1,373$	
	$(1-\mu) l=1,619$	28,9
$s=\mu k+(1-\mu)l$	2,992	53,40
$\lambda_k=0,1540$	$\lambda_k \cdot k=0,924$	16,5
$\lambda_L=0,5210$	$\lambda_L \cdot l=1,092$	19,5
$\lambda=\lambda_k \cdot k+\lambda_L \cdot l$	2,016	36,0
$y=a+s+\lambda$	5,60	100

тивности факторов производства —  $\Lambda_t$ . Последняя зависит от эффективности использования вещественных и личностных факторов производства.

В двухфакторной модели уровень и динамика среднего частного показателя эффективности зависит от соотношения включенных в модель факторов производства:

$$\frac{Y_t}{K_t} = A_t \left( \frac{L_t}{K_t} \right)^\beta K_t^{\alpha+\beta-1};$$

$$\frac{Y_t}{L_t} = A_t \left( \frac{K_t}{L_t} \right)^\alpha L_t^{\alpha+\beta-1}.$$

Поэтому фондоотдача возрастает при увеличении отношения затрат живого труда к производственным фондам (т. е. переносится

больше массы овеществленного труда в продукт). Кроме того, можно заметить, что производительность живого труда возрастает в результате увеличения фондовооруженности труда.

Если сумма коэффициентов эластичности факторов степенной модели больше единицы, то происходит интенсивный экономический рост, т. е. фондоотдача и производительность труда становятся возрастающими функциями объема и динамики факторов производства. Если сумма коэффициентов меньше единицы — обеспечивается экстенсивный рост экономики.

Фондовооруженность труда приводит к повышению производительности труда работников, а вместе с тем компенсирует относительно меньшие возможности ее расширения. Компенсирующая роль основных производственных фондов по мере механизации и автоматизации процессов производства приобретает все большее значение. Однако, эта тенденция может быть нейтрализована возрастающим техническим уровнем производственных фондов, повышающимся качеством и квалификацией труда, что отражается в уровне и динамике изменения совокупной эффективности.

Многофакторная модель позволяет исследовать эти противоречивые тенденции в изменении частного показателя эффективности, например, производительности живого труда. Для этого обозначим производительность труда:  $\frac{Y_t}{L_t} = P_t$ ; фондовооружен-

ность труда:  $\frac{K_t}{L_t} = B_t$ .

На основе гипотезы экспоненциального роста переменных моделей можно количественно выразить источники повышения производительности живого труда. Для этого вернемся опять к соотношению среднегодовых темпов переменных. Темп прироста производительности труда за 1960—1974 гг. можно записать в виде формулы:

$$p_t = a + \mu_1 k_t + \lambda_k k + \lambda_L l;$$

$$p_t = 0,700 + 0,2289 \cdot 3,4 + 0,924 + 1,092 = 0,700 + 0,778 + 0,924 + 1,092 = 3,494\%.$$

Производительность труда за исследуемый период в колхозах Узбекской ССР возрастала за счет следующих факторов:

	Связь параметров	Абсолютное влияние	Относительное влияние, %
рост фондовооруженности труда	$\mu k_t^*$	0,778	22,3
повышение эффективности использования основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения	$\lambda_k k$	0,924	26,4
повышение качественного и квалификационного уровня живого труда	$\lambda_L l$	1,092	31,3
влияние неиндексированных факторов роста	$a$	0,700 3,494	20,0 100,0

\*  $k_t$  — среднегодовой темп прироста фондовооруженности труда.

Следовательно, 22,3% прироста производительности труда в колхозах республики за анализируемый период было получено за счет увеличения фондовооруженности труда (экстенсивного фактора) и 57,7% — за счет эффективного использования живого и овеществленного труда.

Исследуя соотношение  $\frac{Y_t}{K_t} = A \left( \frac{L_t}{K_t} \right)^{1-\mu} \Lambda_t$ , можно определить источники изменения фондоотдачи производственных фондов. Это соотношение отражает компенсирующую роль основных производственных фондов в отношении затрат живого труда.

Используя обозначения  $E_t = \frac{Y_t}{K_t}$  и  $L_{k,t} = \frac{L_t}{K_t}$  и предполагая экспоненциальные условия изменения переменных, можно количественно определить источники изменения фондоотдачи (в среднегодовых темпах прироста):

$$\epsilon_T = a + (1 - \mu) L_k + \lambda_k k + \lambda_k \cdot l.$$

Тогда за исследуемый период (1960—1974 гг.):

$$\begin{aligned} \epsilon_T &= 0,700 + 0,7711 (-3,4\%) + 0,924 + 1,092 = \\ &= 0,700 - 2,622 + 0,924 + 1,092 = 2,716 - 2,622 = 0,094 \approx 0,10\%. \end{aligned}$$

Следовательно, за рассматриваемый период отдача основных производственных фондов возрастала ежегодно на 0,1%.

За 1960—1974 гг. в колхозах Узбекской ССР на фондоотдачу оказывали влияние следующие факторы:

	Абсолютное влияние	Относительное влияние, %
рост фондовооруженности	—2,622	—262,2
повышение эффективности основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения	0,924	+92,4
повышение квалификации и качества живого труда	1,092	+109,2
влияние неучтенных факторов	0,700	+170,0

Незначительный темп прироста отдачи основных производственных фондов, в пределах 0,1% в год, объясняется тем, что увеличение объема производственных фондов приводит к экономии затрат живого труда. В связи с этим растет производительность труда. Если в результате роста фондовооруженности производительность труда возросла в среднем на 0,8% в год за анализируемый период ( $\mu \cdot k_t^*$ ), то это привело к снижению фондоотдачи со скоростью, равной —2,62% в год  $[(1 - \mu) \cdot L_k]$ . При прочих равных условиях, чем выше среднегодовой темп прироста фондовооруженности труда, тем больше экономия живого труда. Увеличивается разрыв между динамикой производительности труда и фондоотдачи.

Все эти процессы отражают интенсификацию сельскохозяйственного производства, которая позволяет поддерживать высокие темпы экономического роста при замедлении расширения физического объема производственных ресурсов.

Тенденция общественного производства показывает постепенное снижение темпов роста физического объема затрат живого труда в сельскохозяйственном производстве и в дальнейшем абсолютное их сокращение. В ближайшие 10—15 лет темп прироста должен приблизиться к  $l < 0$ . Этот прирост повлияет и на объем и динамику капитальных вложений в сельское хозяйство, связанных с необходимостью расширения физического объема производственных фондов. В этих условиях для поддержания устойчивых темпов сельского хозяйства необходимо повысить роль интенсивных факторов, по многофакторной модели можно определить прогнозный уровень этого повышения.

С помощью двухфакторной модели можно оценить и необходимый уровень роста эффективности затрат труда. Если допустить гипотезу уменьшения затрат труда, то для компенсации этого темпа снижения физического объема затрат труда необходимо повышение их эффективности.

Предположим, что  $\lambda_L \cdot l = \lambda'_L$  — величина, существующая при  $l = 0$  или  $\lambda'_L > 0$  при  $l < 0$ , т. е. будем считать  $\lambda'_L$  в прогнозном периоде вкладом растущей эффективности живого труда и темп прироста валовой продукции связан не с  $l$ , а с  $L$ . При этом изменение показателя  $\lambda'_L$  должно компенсировать снижение темпов прироста затрат труда, т. е. в данном случае справедливо соотношение:

$$\lambda'_L = (1 - \mu)(l_0 - l_1),$$

где  $l_0$  — среднегодовой темп прироста численности среднегодовых работников сельского хозяйства в предпрогнозном периоде,  $l_1$  — прогнозируемый темп прироста. Предположим, что  $l_1 = 1,0$ , то по модели получим темп прироста затрат труда

$$\lambda_L = 0,7711 \cdot (2,1 - 1,0) = 0,7711 \cdot 1,1 = 0,8482.$$

Доля повышения предельной частной эффективности затрат живого труда может быть определена как соотношение  $\frac{\lambda'_L}{y}$ .

Не принимая во внимание ранее неучтенные факторы, имеем:

$$y = \mu \cdot k + \lambda'_k + \lambda'_L = 1,373 + 0,924 + 1,1 = 3,397,$$

тогда эффективность затрат труда определяется следующим образом:  $1,1 : 3,397 = 32,4\%$ .

Для компенсации снижения темпа прироста затрат живого труда в прогнозируемом периоде необходимо повысить эффективность затрат труда на 32,4% против 19,5% (табл. 8). На основе анализа множества таких комбинаций сочетания ресурсов можно рекомен-

Таблица 8

Прогнозы экономического роста  
колхозов УзССР, %\*.

Вариант	Среднего- довой темп прироста валовой продукции колхозов	Темп при- роста ос- новных производ- ственных фондов	Темп прироста рабочей силы	Доля интенсив- ных фак- торов
I	5,6	6,0	1,0	61,7
	5,6	6,0	0	75,5
	5,6	6,0	-1,0	89,2
II	6,0	6,0	1,0	64,2
	6,0	6,0	0	77,1
	6,0	6,0	-1,0	93,3
III	6,0	5,0	1,0	68,0
	6,0	5,0	0	80,9
	6,0	5,0	-1,0	93,3
IV	6,5	6,0	1,0	67,0
	6,5	6,0	0	63,4
	6,5	6,0	-1,0	76,5
и т. д.				

\* Предлагается несколько альтернативных вариантов. Практически можно строить бесконечное число вариантов экономического роста колхозного производства.

довать конкретные пути повышения совокупной эффективности производства.

#### 4. Многофакторная макроэкономическая модель сельского хозяйства колхозов и оценка земельно-водных ресурсов

Построение адекватной модели сельскохозяйственного производства позволило исследовать влияние объема и динамики основных производственных фондов и затрат труда на выпуск продукции. Однако анализ модели показал, что доля неинденфицированных факторов превышает десяти процентов и приходится она в основном на земельно-водные ресурсы, поэтому последние следует также включать в многофакторную модель.

От эффективного и рационального использования земли зависят результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий, эффективность всего общественного производства. Велика роль в условиях орошаемой зоны и водных ресурсов, как потенциальных источников получения высоких и устойчивых урожаев. Для опре-

деления количественного влияния этих факторов на производство продукции построили четырехфакторную макроэкономическую модель колхозного производства Узбекской ССР за 1960—1974 гг. Формальная запись многофакторной модели с учетом природных ресурсов имеет вид

$$Y_t = A_t \cdot K_t^\alpha L_t^\beta \cdot N_t^\gamma Q_t^\xi,$$

где  $N_t$  и  $Q_t$  — соответственно объемы земельных и потребленных водных ресурсов; параметры  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\xi$  характеризуют эластичность факторов. В результате обработки экономической информации о зависимой и независимых переменных на ЭВМ «Минск-22» получена следующая макроэкономическая производственная функция колхозного производства республики за рассматриваемый период.

$$\lg Y_t = 1,075 + 0,394 \lg K_t + 1,258 \lg L_t - 0,369 \lg N_t + 0,006 \lg Q_t,$$

$$R = 0,932.$$

Статистическая оценка полученной зависимости подтверждает адекватность модели и практическую ее пригодность.

Расчет предельных эффективностей производственных ресурсов характеризует высокую «отдачу» затрат труда, основных производственных фондов. Предельные эффективности факторов в модели следующие:

$$\frac{\partial Y_t}{\partial K_t} = \frac{0,394 \cdot 1647,2}{1209,5} = 0,536 \text{ руб./руб.};$$

$$\frac{\partial Y_t}{\partial K_t} = \frac{1,258 \cdot 1647,2}{1209,5} = 8,30 \text{ руб./чел.-дн.};$$

$$\frac{\partial Y_t}{\partial N_t} = \frac{-0,369 \cdot 1647,2}{1884,6} = -0,3225 \text{ тыс.руб./га};$$

$$\frac{\partial Y_t}{\partial Q_t} = \frac{0,006 \cdot 1647,2}{17,4} = 0,568 \text{ коп./м}^3.$$

Сравнительно низка эффективность использования земельно-водных ресурсов. Кроме того, предельная эффективность земельных ресурсов показывает нежелательность экстенсивных источников экономического роста. Так, согласно модели, увеличение при прочих равных условиях земельной площади на один гектар приводит к уменьшению валовой продукции на 322 руб. Здесь подтверждается эффект дополняемости применяемых ресурсов. Перейдя к экспоненциальному закону роста и представив переменные в среднегодовых темпах, можно записать:

$$Y_T = a + \alpha k + \beta l + \gamma n + \epsilon q,$$

где  $n$  и  $q$  — соответственно среднегодовые темпы прироста земельных и водных ресурсов. Тогда теоретическое значение среднегодо-

вого темпа прироста валовой продукции колхозов за анализируемый период составит:

$$y_T = 0,309 + 1,258 \cdot 2,1 + 0,394 \cdot 6,0 - 0,369(-0,6) + 0,006 \cdot 3,5 = \\ = 0,309 + 2,642 + 2,364 + 0,221 + 0,021 = 5,56 = 5,56\%$$

Для сравнения отметим, что фактический темп прироста валовой продукции колхозов за рассматриваемый период составляет (по экспоненте) 5,6%, т. е. величина отклонения незначительная. Из этой модели темп прироста совокупной эффективности количественно исчисляется по формуле

$$\Lambda_t = \frac{Y_t}{A \cdot K_t^\alpha \cdot L_t^\beta \cdot N_t^\gamma \cdot Q_t^\tau} = (K_t^\omega L_t^\sigma N_t^r Q_t^\tau)^{v-1},$$

где

$$v = \alpha + \beta + \gamma + \xi, \quad \omega = \frac{\alpha}{v}; \quad \sigma = \frac{\beta}{v}; \quad r = \frac{\gamma}{v}; \quad \tau = 1 - \omega - \sigma - r.$$

За исследуемый период темп прироста совокупной эффективности при известных коэффициентах эластичности переменных моделей сельскохозяйственного производства и среднегодовых темпов их прироста определяется так:

$$\lambda = \omega(v-1) \cdot k + \sigma(v-1)l + r(v-1) \cdot n + \tau(v-1) \cdot q,$$

или

$$\lambda = 0,3056 \cdot 0,289k + 0,9767 \cdot 0,289l - 0,2862 \cdot 0,289n + \\ + 0,004 \cdot 0,289q = 0,530 + 0,593 + 0,050 + 0,004 = 1,18\%.$$

Динамика роста совокупной эффективности производственных ресурсов (факторов производства) составит

$$\Lambda_t = \Lambda_0 e^{\lambda t} = e^{0,177} = 1,195,$$

т. е. она возросла за рассматриваемый период в колхозах на 19,5%.

Исследуя четырехфакторную производственную функцию экономики колхозов за 1960—1974 гг., определим основные источники роста (табл. 9).

Следует заметить, что в многофакторной модели 73,2% экономического роста колхозного производства за рассматриваемый период было обеспечено за счет экстенсивных и 21,3% — интенсивных источников. Поэтому в четырехфакторной модели совокупная эффективность факторов производства значительно ниже, чем в двухфакторной. Вышеприведенные показатели экономической эффективности в их сопоставлении с экстенсивными источниками расширения сельскохозяйственного производства позволяют определить макроэкономическое понятие интенсивности производства. Следует различать понятия уровня и динамики эффективности и уровня и динамики интенсификации производства. В отличие от первых, показатели эффективности интенсификации определяются путем сопоставления прироста продукции за счет изменения эконо-

мической эффективности факторов производства и прироста продукции за счет увеличения физического объема применяемых ресурсов. Эти две группы показателей на практике могут иметь разные тенденции изменения. Поэтому интенсификация производства может происходить при снижении темпов роста эффективности. Это зависит от темпов развития экстенсивных источников расширения производства.

Таблица 9

Основные источники экономического роста колхозного производства УзССР с учетом использования природных ресурсов за 1960—1974 гг.

Параметры и их связь с переменными	Доля среднегодового темпа прироста валовой продукции, %	Удельный вес источников роста в общей сумме, %
$a=0,309$	$a=0,309$	5,5
$\alpha=0,394$	$\alpha \cdot k=0,394 \cdot 6,0=2,364$	42,6
$\beta=1,268$	$\beta \cdot l=1,268 \cdot 2,1=2,642$	47,6
$\gamma=-0,369$	$\gamma \cdot n=-0,369 \cdot (-0,6)=0,221$	3,9
$\xi=0,006$	$\xi \cdot q=0,006 \cdot 3,5=0,021$	0,4
$y_T = a + \alpha \cdot k + \beta \cdot l + \gamma \cdot n + \xi \cdot q$	5,56	100
$w=0,3056$	$wk=0,3056 \cdot 6,0=1,834$	33,0
$\sigma=0,9767$	$\sigma \cdot l=0,9767 \cdot 2,1=2,051$	36,9
$r=-0,2862$	$r \cdot n=-0,2862 \cdot (-0,6)=0,172$	3,0
$\tau=0,004$	$\tau \cdot q=0,004 \cdot 3,5=0,014$	0,3
$s = \omega k + \sigma \cdot l + r \cdot n + \tau \cdot q$	4,071	73,2
$\lambda_K=0,0880$	$\lambda_K \cdot \kappa=0,530$	9,6
$\lambda_L=0,2823$	$\lambda_L \cdot l=0,593$	10,7
$\lambda_N=-0,0827$	$\lambda_N \cdot n=0,050$	0,9
$\lambda_Q=0,0012$	$\lambda_Q \cdot q=0,004$	0,1
Доля неиндефицированных факторов	0,31	5,5
$y = a + s + \lambda$ Всего	5,56	100

Другим аспектом применения макроэкономической производственной функции является денежная оценка используемых земельно-водных ресурсов.

Необходимость стоимостной (денежной) оценки природных ресурсов в целом, земельно-водных в частности, в настоящее время общепризнана. Это является особенно важным в условиях осуществления новой хозяйственной реформы в целях совершенствования хозрасчетных отношений, перевода всех предприятий на полный хозрасчет и выравнивание экономических условий сельскохозяйственных предприятий.

Денежная оценка природных ресурсов необходима и для полного учета всех фондов, функционирующих в сельском хозяйстве,

и правильного отражения их экономической эффективности. Под экономической оценкой земли понимается ее сравнительная ценность в сельском хозяйстве. В условиях социалистического хозяйствования экономическая оценка земельно-водных ресурсов становится одним из рычагов использования механизма товарно-денежных отношений и установления степени влияния качества земли на эффективность общественного производства. В основе экономической оценки земли лежат ее качественные различия, вытекающие из эффективного плодородия почвы. Различают относительную и абсолютную оценку земельно-водных ресурсов. Земельный кадастр как способ относительной оценки нужен для установления правильной специализации, рациональных размеров предприятий, а также упорядочения системы налогообложения, планирования, объективной оценки качества работы колхозов и т. п.

Относительная оценка земли в баллах имеет важное значение при общей экономической оценке земли как средства производства в сельском хозяйстве. Однако такая оценка показывает только сравнительную ценность того или иного земельного участка, поэтому она неприемлема в технико-экономических расчетах, особенно, при определении эффективности капитальных вложений. Стоимостная оценка земли, напротив, позволит определить эффективность тех или иных затрат, рациональность использования земельно-водных ресурсов.

Проблемы оценки природных ресурсов в экономической литературе широко дискутируются и учеными-экономистами предлагаются некоторые альтернативные решения. В экономической литературе в оценке природных ресурсов существует два подхода. Первый (С. Д. Черемушкин и др.) исходит в оценке земли из фактической величины валовой продукции и чистого дохода колхозов в расчете на гектар сельскохозяйственных угодий и его капитализации из расчета срока оборачиваемости основных средств производства в сельском хозяйстве<sup>1</sup>. Второй подход заключается в том, что за основу оценки сельскохозяйственных земель берутся стоимостные отношения, выражающие эффективность использования разной по качеству земли, включая и затраты на ее освоение<sup>2</sup>.

Рассмотрим положительные и отрицательные, на наш взгляд, элементы этих подходов. Первый дает возможность определить ценность земли по ее функционирующей роли, а также — какой размер чистого или валового дохода дает тот или иной участок земли. Причем, некоторые исследователи-экономисты предлагают использовать чистый доход, а другие валовой доход.

За основу метода абсолютной оценки земли С. Д. Черемушкин берет полный чистый доход, получаемый в среднем с одного гек-

---

<sup>1</sup> С. Д. Черемушкин. Теория и практика экономической оценки земли, М., Соцэкгиз, 1963.

<sup>2</sup> Е. Карнаухова. Экономическая оценка земель в сельском хозяйстве, «Вопросы экономики», 1966, № 8.

тара сельскохозяйственных угодий. Далее, автор предлагает сумму чистого дохода на гектар отнести к сроку оборачиваемости основных фондов и средняя цена гектара сельскохозяйственных угодий в СССР ориентировочно определена в сумме 309 руб.

Такая методика не лишена недостатков. Во-первых, она не дает никакой рекомендации колхозам в случае убыточного ведения хозяйства, когда оценка земли будет равна нулю. Во-вторых, масса чистого дохода может быть результатом повышения производительности труда, интенсификации производства, а не результатом лучшей естественной плодородности земли. В-третьих, подвергается сомнению срок службы (20 лет) важнейшего средства производства, поскольку физико-химические свойства земли при правильной ее обработке не только ухудшаются, а наоборот, улучшаются. В-четвертых, эта методика ориентируется на средние условия, не учитывая худшие, а также ограниченность ресурсов.

Второй подход в экономической оценке земли берет за основу прежде всего затраты живого и овеществленного труда в расчете на единицу площади. Единым для всех природных ресурсов является принцип первоначальной оценки «худшего» (но необходимого обществу в данный период ресурса) по современным затратам на его освоение. Поскольку затраты на освоение земельного участка не учитывают или недостаточно учитывают качество почвы, сторонники «трудовой» оценки земли вводят поправку за качество почвы, под которым понимается относительное ее плодородие.

Эта методика хотя и содержит в себе рациональное зерно, заключающееся в учете ограниченности природных ресурсов и колоссальных затрат общества на освоение новых земельных ресурсов, она имеет свои недостатки.

Первый недостаток данной методики обнаруживается в определении ценности ресурсов как затрат на их освоение, что теоретически не обосновано. Нам представляется неправильным при оценке ресурсов подыскивать стоимостную основу и в качестве таковой принимать стоимость затрат на их освоение. Земля как средство производства не является продуктом труда и не имеет стоимости. Сторонники «трудовой» оценки оценивают не собственно землю, а затраты на ее освоение, тогда как качество земли (хотя оно изменяется) зависит от природы, и к затратам на ее освоение отношения не имеет.

Затраты на освоение земли способствуют улучшению ее плодородия, но это вовсе не значит, что она становится продуктом труда. Определение «цены» земли как затрат на ее освоение не является действенным средством оптимизации использования природных ресурсов в масштабе народного хозяйства.

Экономическую оценку природных ресурсов следует выводить исходя из той функционирующей роли, которую выполняют они в оптимальном плане.

«...Цена каждого ресурса должна определяться тем вкладом, который он вносит в достижение цели, стоящей перед нашим обще-

ством, т. е. вкладом в повышение благосостояния народа, обусловленным использованием дополнительной единицей данного ресурса. Говоря более строго, оценка ресурсов равна частной производной критерия оптимальности по данному ресурсу»<sup>1</sup>.

Основой оценки земли может служить предельная эффективность, получаемая от использования последней. В предельной эффективности синтезируются как разная продуктивность почв, так и разные условия приложения живого и овеществленного труда.

Ф. Энгельс рассматривал денежную оценку земли как способность земли давать валовую продукцию. «Если мы и здесь устраним частную собственность,— писал Ф. Энгельс,— то земельная рента сведется к своей истине, к тому разумному воззрению, которое по существу лежит в ее основе. Отделенная от земли в виде ренты стоимость земли вернется тогда к самой земле. Эта стоимость, измеряемая *производительной способностью* (курсив мой— Т. Ш.) равных площадей при равном количестве затраченного на них труда, действительно должна быть принята в расчет при определении стоимости продуктов как часть издержек производства и подобно земельной ренте представляет собой отношение производительной способности к конкуренции, но к *истинной* конкуренции, к той, которая разовьется в свое время»<sup>2</sup>.

Следовательно, оценка земельно-водных ресурсов должна производиться по их функционирующей роли в выпуске объема валовой продукции. Для этой цели можно использовать производственные функции как один из возможных методов оценки земельно-водных ресурсов.

В четырехфакторной модели колхозного производства Узбекской ССР за 1960—1974 гг. предельные эффективности земельной площади и потребленной в сельском хозяйстве воды соответственно равны — 322,5 руб/га и 0,568 коп/м<sup>3</sup>. Поэтому, капитализируя предельную эффективность земельной площади из расчета нормативной эффективности капитальных вложений в орошаемое земледелие, можно получить оценку одного гектара пашни в размере 2680 руб., которая может быть принята в качестве средней оценки земли в целом по республике. Для ее дифференциации по областям в макроэкономическую модель необходимо ввести соответствующую информацию об эффективности используемых ресурсов. Оценка водных ресурсов колхозов можно произвести по ее предельной эффективности в процессе сельскохозяйственного производства и она равна 0,6 коп. за 1 м<sup>3</sup> воды.

Изменение условий хозяйствования колхозов и повышение эффективности общественного производства диктуют необходимость пересмотра оценок земельно-водных ресурсов по истечении каждых 5—7 лет.

<sup>1</sup> Н. Федоренко. Об экономической оценке природных ресурсов, «Вопросы экономики», 1968, № 3, стр. 96.

<sup>2</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. наброски к критике политической экономии, Сочинения, т. 1, стр. 557.

## ГЛАВА IV

### МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ХЛОПЧАТНИКА В КОЛХОЗАХ

#### 1. Факторы роста урожайности хлопчатника

Урожайность сельскохозяйственных культур — важнейший качественный показатель деятельности сельскохозяйственных предприятий. В связи с этим на XXV съезде КПСС говорилось об одной из главных задач — дальнейшем систематическом повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в частности хлопчатника. В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 гг.» отмечается необходимость «обеспечить производство в 1980 г. не менее 9 млн. т хлопка-сырца. Расширить посевы и повысить урожайность тонковолокнистых сортов хлопчатника»<sup>1</sup>. Интенсивный путь развития предполагает систематическое повышение урожайности хлопчатника и экономической эффективности хлопководства в целом.

В прямой зависимости от уровня урожайности находится производительность живого труда и в обратной — уровень себестоимости хлопка-сырца. Эта закономерность выявляется при изучении данных колхозов. Повышение урожайности хлопчатника ведет к росту эффективности всего хлопководства, если оно при этом сопровождается относительно экономным расходом материальных, трудовых и природных ресурсов, а также снижением затрат на единицу продукции. Последнее обстоятельство требует всестороннего качественного и количественного анализа деятельности хлопководческих колхозов и вскрытия резервов дальнейшего повышения урожайности при наименьших затратах средств и труда.

Ограниченность и дефицитность минеральных удобрений требует экономного и рационального их использования, а также направления в районы, производящие высокоокупаемые культуры. Следовательно, состав и количество вносимых удобрений должны быть обоснованы не только агротехнически, но и экономически.

Систематический рост урожайности зависит от многих факторов: почвенно-климатических, физико-биологических, а также агроэкономических условий. Возможно агрегирование факторов по свойст-

<sup>1</sup> Материалы XXV съезда КПСС, стр. 200.

венным им признакам в группы, что облегчает факториальный анализ результативного показателя.

В практических целях факторы роста урожайности могут быть рассмотрены по трем группам:

социально-экономические (навыки населения по ведению хозяйства, развитие социалистической промышленности и уровень фондовооруженности труда и фондообеспеченности хозяйств, и т. п.);

естественно-природные (климатические условия, различия в плодородии почв, рельеф, уровень залегания грунтовых вод, степень засоленности почв, выпадение осадков по сезонам и т. д.);

агротехнические (качество и сроки вспашки, междурядной обработки, поливов, подкормки; сорта хлопчатника, качество семян, борьба против сельскохозяйственных вредителей и т. п.).

Социально-экономические факторы влияют на урожайность не непосредственно, а через вызываемые ими изменения в агротехнических и даже естественно-природных; под влиянием социально-экономических последние изменяются в положительную сторону. Так, в результате развития науки возникают новые методы борьбы с засолением (дренаж и т. п.), что способствует снижению засоленности земель, изменению рельефа и конфигурации полей и т. д.

Из естественно-природных факторов важнейшим является в условиях искусственного орошения — температурный, т. к. хлопчатник по своей биологической природе — многолетнее теплолюбивое растение, используемое как однолетнее.

Наиболее существенными факторами, влияющими на урожайность хлопчатника, являются агротехнические, т. е. сроки и способы посева, обработка, удобрения, полив и т. д. Важным агротехническим мероприятием в целях повышения урожайности был переход от квадратно-гнездового сева к рядовому. В 1974 г. всего 9,2% от общей площади земли колхозов было посеяно квадратно-гнездовым и 90,8% — рядовым способом. Химизация — главный, а с точки зрения повышения экономического плодородия земли — решающий и незаменимый фактор интенсификации хлопководства: «...химизация земледелия, являющаяся наряду с механизацией важнейшим фактором технической реконструкции социалистического сельского хозяйства, представляет собой в то же время одно из главных условий прогрессивного повышения эффективности плодородия почвы»<sup>1</sup>.

Применение химических средств позволяет регулировать физико-биологические процессы роста хлопчатника, влияет на прогрессивное изменение технологии его выращивания.

По расчетам С. А. Кудрина, сделанным на материалах Ак-Кавакской опытной станции СоюзНИХИ, для получения 1 т хлопка-сырца хлопчатнику требуются следующие наиболее важные хими-

<sup>1</sup> Д. Н. Прянишников. Избранные произведения, т. 1, Сельхозгиз, 1962, стр. 232.

ческие элементы: азота — 50 кг, фосфора — 10 кг, калия — 50 кг, кальция — 50 кг, серы, магния и натрия — 10 кг и др. Недостаток или избыток этих элементов отражается на урожайности хлопчатника. На основе проведенных экспериментов в колхозах республики доказано, что около 50% прибавки урожайности хлопчатника дает применение минеральных удобрений. Так, на Ак-Кавакской опытной станции в течение четырех лет в результате систематического и рационального внесения минеральных удобрений урожайность хлопчатника составила 41—49 ц/га. При исключении же удобрений на пятый год урожайность снизилась до 27,7 ц/га.

Многолетние исследования СоюзНИХИ и других научно-исследовательских институтов показывают, что наиболее эффективно удобрения используются при внесении 60—70% годовой нормы фосфорных и калийных удобрений во время вспашки (а на засоленных землях — фосфорных удобрений под вспашку или под предпосевную обработку), 25—30% азотных удобрений — под предпосевную обработку, 15—20% азотных и фосфорных удобрений — одновременно с севом, а остальное количество Р и К — в две—три подкормки.

Повышение урожайности хлопчатника также зависит от улучшения сортов хлопчатника, внедрения хлопково-люцерновых севооборотов, от организационно-экономических условий и мелиорации. В 1974 г. семенами средневолокнистых сортов хлопчатника было засеяно 778,7 тыс. га «Ташкент-1», 13,3 тыс. га — сортом «Ташкент улучшенный», 297,3 тыс. га — «108-Ф» и т. д.

В последние годы в колхозах республики большое распространение получили хлопково-люцерновые севообороты. В 1974 г. в 961 колхозе на площади 1297,2 тыс. га были введены севообороты, которые восстанавливают и увеличивают плодородие почвы за счет посевов многолетних культур.

Влияние водного фактора может проявляться многообразно. Недостаток или избыток воды задерживает развитие хлопчатника. Поэтому кроме нормы полива, решающим условием являются оптимальные сроки его проведения. Вышеперечисленные факторы необходимо исследовать в комплексе агротехнических мероприятий. Для этой цели строится экономико-математическая модель урожайности.

Построению экономико-математической модели предшествует количественный анализ производственных факторов. На данной стадии (ответственной по сути дела) важно выделить факторы, поддающиеся ее регулированию и включению в модель, а также те из них, которые не поддаются регулированию, и последние необходимо фиксировать на среднем агрегированном уровне.

Статистический анализ роста урожайности наиболее целесообразно провести в динамике, что способствует установить в определенной мере «возмущение» энтропии внешней среды, т. е. метео-

рологического фактора. Табл. 10 характеризует рост урожайности в колхозах Узбекской ССР за 1958—1974 гг.

По данным таблицы выявляется общая тенденция повышения урожайности хлопчатника. Так, за последние семнадцать лет урожайность хлопчатника возросла в колхозах на 35,6%, т. е. среднегодовой прирост урожайности составляет 2,3%. Причем, в начальном периоде тенденция носит колебательный характер, так как в силу различных метеорологических условий каждого года не всегда можно сравнивать уровни качественных показателей. При применении скользящей средней и использовании средних значений

Таблица 10

Динамика урожайности хлопчатника в колхозах республики

Год	Урожайность		Скользящая средняя		Скользящая средняя	
	ц/га	% к 1958 г.	в среднем за три года	% к базису	в среднем за пять лет	% к базису
1958	23,0	100	—	—	—	—
1959	24,4	106,1	23,1	100	—	—
1960	22,0	95,65	22,9	99,1	22,4	100
1961	22,3	96,65	21,8	94,4	22,7	101,3
1962	20,6	89,56	22,4	96,9	22,6	100,9
1963	24,2	105,21	23,0	99,6	22,3	99,6
1964	24,2	105,21	24,6	106,5	24,4	108,9
1965	26,0	113,04	25,6	110,8	25,7	114,7
1966	27,2	118,26	26,6	115,2	26,3	117,4
1967	27,2	118,26	27,1	117,3	26,4	117,8
1968	27,1	117,82	26,4	114,3	26,8	119,6
1969	24,9	108,26	26,6	115,2	27,1	121,0
1970	27,9	121,30	27,1	117,3	25,7	114,7
1971	28,5	123,91	25,5	110,4	28,5	127,2
1972	30,2	131,30	29,90	129,4	30,3	135,3
1973	31,1	135,21	31,7	137,2	—	—
1974	33,7	146,52	—	—	—	—

трехлетней урожайности к данным таблицы, в некоторой степени сглаживаются эти различия.

Выравненный ряд четко выявил тенденцию роста урожайности хлопчатника. Ее уровень в среднем за 1972—1974 гг. повысился по сравнению с трехлетней урожайностью 1958—1960 гг. на 37,2%.

В хлопководческих колхозах около 70% азотных, 60% фосфорных, 70% калийных, 50% органических удобрений от их общего количества вносятся под хлопчатник. Это объясняется, с одной стороны, приоритетом данной культуры как технической и окупаемостью затрат — с другой.

Широкое применение минеральных удобрений под хлопчатник наряду с другими факторами обеспечило повышение урожайности хлопчатника в колхозах республики. За 1960—1974 гг. в колхозах внесение азота на гектар посева хлопчатника возросло (в стандарт-

В настоящее время, когда отсутствует информация, основанная на эксперименте, альтернативно функции урожайности рассчитываются в статической постановке по исходной статистической информации. Последняя более пригодна для экономического анализа, чем для экстраполяции.

Экономико-математическое моделирование урожайности хлопчатника, рассматриваемое как сложная система, поддающаяся количественной формализации, предполагает отбор факторов-аргументов. С теоретической точки зрения для точности определения уравнения регрессии урожайности должно быть определено действие всей совокупности факторов в целом, так как сумма эффективности отдельных факторов не равна эффективности их комплекса.

Для построения экономико-математической модели выбираются те факторы, изменение которых влияет на результирующий показатель, а также находящиеся в прямой связи с урожайностью. При отборе факторов существенную помощь оказывает измерение силы связей между уровнем урожайности и факторами, влияющими на результирующий компонент.

Таким образом, отпадает необходимость учета таких факторов, как рельеф, типы почв, глубины стояния грунтовых вод и т. п., так как в течение одного года эти факторы, как правило, заметно не изменяются. В отборе других факторов-аргументов определенное значение имеет частный коэффициент корреляции между зависимой и независимой переменными.

Зависимость «урожайность-удобрения» исследуем в пространственном аспекте на основе данных колхозов Ташкентской области за 1974 г. Для включения факторов-аргументов в экономико-математическую модель нами проведен статистический анализ исходной информации. Данные хлопководческих колхозов области свидетельствуют о большом различии в уровне урожайности в последних. Она колеблется от 20,3 ц/га до 46,5 ц/га за 1974 г. Группировка 87-и колхозов области по урожайности хлопчатника дала следующие результаты: 6 колхозов добились урожайности в пределах 20,1—25 ц/га, 16 хозяйств — 25,1—30,0 ц/га, 32 колхоза — 30,1—35,0 ц/га, 22 колхоза — 35,1—40,0 ц/га, 11 хозяйств — свыше 40 ц/га.

Статистический анализ показывает связь между факторами и результатом (урожайностью), но последний не дает ответа на вопрос, на сколько повысится урожайность при увеличении каждого фактора на одну единицу; какова субординация факторов и сила влияния неучтенных факторов. При построении экономико-математической модели любой фактор-аргумент рассматривается в системной причинно-следственной связи, ибо эффективность отдельных агромероприятий определяется качеством, своевременностью.

В моделировании экономических процессов ответственным этапом является выбор формы уравнения регрессии. Для простейшего случая может быть принята линейная функция.

На первом этапе на основе выбора однотипных по специализации и обработки данных 87 хозяйств Ташкентской области на ЭВМ «Минск-22» получена линейная производственная функция урожайности хлопчатника за 1974 г.:

$$y = 18,817 + 0,01407x_1 + 0,01381x_2 + 0,04101x_3 + 0,0105x_4,$$

где  $y$  — урожайность, ц/га.

Переменные  $x_1, x_2, x_3, x_4$  — внесение соответственно азотных, фосфорных, органических и калийных удобрений. Минеральные удобрения выражены в стандартных туках на гектар посева, в кг. Коэффициент корреляции объясняет существенность связи зависимой и независимых переменных ( $R=0,743$ ).

Экономическое толкование этого линейного соотношения сводится к тому, что увеличение количества применяемых удобрений способствует линейному (пропорциональному) росту урожайности, при постоянной предельной эффективности фактора. Чтобы определить относительное «чистое» влияние факторов химизации, подставляем в модель средние значения переменных. Это влияние характеризуется следующими данными, %:

$$x_1 = 26,3 \quad x_2 = 13,60 \quad x_3 = 0,7 \quad x_4 = 2,6.$$

Неучтенные факторы (E) — 56,8%. Как видно, относительно сильным является влияние на урожайность азота и фосфора.

Теоретически функция, соответствующая производственной поверхности урожайности, выбирается на основе физико-биологической, агротехнической, логической природы процесса, для которого она исчисляется. Для хлопководческих колхозов может быть рассчитана степенная функция с постоянными коэффициентами эластичности и изоклиналями, которые линейны и проходят через начало координат плоскости затрат. Особенно, это справедливо тогда, когда необходимо знать производительность ресурсов при средних затратах.

На втором этапе решалась задача в форме степенной функции. Последняя дает большое рассеяние ( $R=0,792$ ), что означает наилучшее приближение к теоретической эмпирической поверхности.

Уравнение регрессии урожайности хлопчатника в колхозах Ташкентской области за 1974 г. выражается таким образом:

$$\lg y = 0,2855 + 0,2871 \lg x_1 + 0,1462 \lg x_2 + 0,01321 \lg x_3 + 0,0289 \lg x_4 \\ R = 0,792.$$

Логарифмически-линейная модель урожайности хлопчатника позволяет определить предельную эффективность факторов, сопоставить ее со средними затратами и получить некоторую производную информацию. Прежде всего определяются коэффициенты эластичности факторов, вошедших в модель, которые показывают для каждого вида фактора, на сколько процентов возрастет урожайность хлопчатника, если количество какого-либо компонента увеличится на 1% при прежних затратах остальных факторов модели.

Увеличение применения азота, фосфора, органических удобрений и калия на 1% при прочих равных условиях повышает урожайность хлопчатника соответственно на 0,287, 0,146, 0,013, 0,029%.

Если соблюдаются все остальные ограничения, то коэффициенты эластичности будут правильно отражать экономическую эффективность колхозного производства при среднем геометрическом уровне затрат. Предполагается, что при применении показателей эластичности приращение затрат производится относительно средних уровней.

Если допустить, что не опущен ни один из существующих видов затрат, то тогда сумма коэффициентов эластичности указывает экономическую эффективность затрат в производство. Для исследования экономической эффективности затрат вводим ряд понятий.

**Средние эффективности факторов.** Средняя эффективность, полученная в результате использования каждого вида ресурсов, определяется как средний выпуск продукции, отнесенный к средним затратам того или иного фактора производства. При этом учитывается эффективность всех затрат. Средние эффективности, вычисленные исходя из средних геометрических значений ресурсов, могут использоваться как мера эффективности.

Количество средних продуктов по степенной модели для азота — 5,34 ц/ц, фосфора — 10,12 ц/ц, органических удобрений — 0,51 ц/ц, калия — 0,403 ц/ц.

**Предельные эффективности факторов.** Предельная эффективность каждого дополнительного продукта (в денежном или натуральном выражении) показывает увеличение выпуска продукции, ожидаемого в результате использования дополнительной единицы соответствующего фактора производства при постоянном уровне использования остальных ресурсов.

Предельная эффективность любого фактора производства зависит от уже используемого количества данного ресурса и от количества остальных ресурсов, совместно потребляемых в процессе сельскохозяйственного производства. По этой причине наиболее широкое применение находят показатели, вычисленные по функции Кобба — Дугласа для средних геометрических уровней затрат.

При исследовании производственного процесса неизбежна определенная степень укрупнения информации. При этом арифметическая сумма производственных затрат вызывает смещение полученных оценок. Это смещение может быть уменьшено, если при укрупнении факторов применялась не арифметическая, а геометрическая сумма затрат, т. е. их произведение.

При этом, как правило, приводятся геометрические средние значения переменных, поскольку они наиболее целесообразны для определения дополнительных продуктов. Вероятно, расхождение между средними геометрическими и средними арифметическими величинами небольшое, так как указанные средние дают вполне удовлетворительные данные об эффективности использования ресурсов. Кроме того, по средним уровням использования различных

ресурсов можно судить об относительном их значении, следовательно, можно сравнить и пропорции между ними.

На основе полученной функции урожайности определим предельную эффективность минеральных и органических удобрений при средних затратах. Для того, чтобы получить дополнительный продукт фактора ( $x_i$ ) при среднем уровне затрат, умножим  $\bar{y}$  (расчетный) на  $\kappa_i$  (коэффициент при  $x_i$ ) и делим на  $x_i$ . Предельная эффективность каждого фактора, рассчитанного относительно геометрических средних переменных

$$\begin{aligned} \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_1} &= 0,0153 \text{ ц/кг}; & \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_3} &= 0,0685 \text{ ц/т} \\ \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_2} &= 0,0148 \text{ ц/кг} & \frac{\partial \hat{y}}{\partial x_4} &= 0,0116 \text{ ц/кг} \end{aligned}$$

Эти величины являются важнейшими аналогами функции Лагранжа и показывают приращение (с учетом дефицитности ресурсов), которое дает дополнительное привлечение единицы ресурсов. Следовательно, приращение внесения одного центнера азота в расчете на 1 га посева по модели при прочих равных условиях дает приращение урожайности на 1,5 ц, одного центнера, фосфора — на 1,48 ц, одной тонны органических удобрений — на 0,068 ц и одного центнера калия — на 1,16 ц.

Для дальнейшего углубления анализа моделируемого процесса желательно, чтобы дополнительные продукты были вычислены для таких случаев, когда уровни затрат равны значениям, отличающимся от геометрических средних. Для определения степени неустойчивости в использовании ресурсов эти дополнительные продукты (в денежном выражении) сравниваются с соответствующими ценами ресурсов.

Рассчитанная функция пригодна для принятия экономических решений на уровне колхозного производства области.

Для исследования зависимости урожайности в отдельных административных районах от факторов-аргументов в пространственно-динамическом аспекте использовалась исходная информация по данным колхозам Среднечирчикского района Ташкентской области за 1965—1974 гг. (87 наблюдений). Первоначально были отобраны факторы, влияющие на урожайность хлопчатника:

среднегодовая стоимость основных фондов на 100 га всех посевов, тыс. руб., ( $x_1$ );

затраты живого труда на 1 га посевов хлопчатника, чел.-дн. ( $x_2$ );

оплата одного человеко-дня руб., ( $x_3$ );

удельный вес посевов хлопчатника в общей площади всех посевов, % ( $x_4$ );

количество органических удобрений на 1 га посева хлопчатника, т, ( $x_5$ );

количество минеральных удобрений всех видов в переводе на действующее вещество, внесенное на 1 га посева, ц, ( $x_6$ );

фондовооруженность труда, руб., ( $x_7$ );

нагрузка посевов хлопчатника на одного работника, га, ( $x_8$ ).

После многошагового регрессионного анализа на первом этапе моделирования с помощью автоматического отсева несущественных факторов на ЭВМ «Минск-22» получено следующее уравнение регрессии:

$$y = 13,03 + 0,0243x_1 + 0,057x_2 + 1,61x_3 + 0,682x_6 - 1,383x_8;$$
$$R = 0,721.$$

Средние значения зависимой и независимых переменных:

$$\bar{y} = 27,9; \quad \bar{x}_1 = 49,5; \quad \bar{x}_2 = 104; \quad \bar{x}_3 = 5,5; \quad \bar{x}_6 = 3,9; \quad \bar{x}_8 = 2,69;$$

Коэффициенты вариации:

$$V_y = 0,129; \quad V_{x_1} = 0,184; \quad V_{x_2} = 0,211; \quad V_{x_3} = 0,223;$$
$$V_{x_6} = 0,275; \quad V_{x_8} = 0,249.$$

Модель урожайности хлопчатника показывает, что кроме минеральных удобрений на ее уровень влияют и другие факторы: фондовообеспеченность хозяйств, затраты живого труда, оплата труда и нагрузка посевов на одного работника. Причем последний фактор влияет на результивный показатель отрицательно, ибо в условиях широкой механизации производственных процессов в хлопководстве средняя нагрузка посевов на одного работника еще низкая. Теоретически с повышением уровня механизации производственных процессов средняя нагрузка посевов на одного работника должна возрастать. Однако за последние годы в исследуемых хозяйствах она возросла незначительно.

Математико-статистические модели урожайности хлопчатника позволяют определить экономическую эффективность затрачиваемых ресурсов.

Теоретически методика определения экономической эффективности удобрений состоит в том, чтобы сопоставить прибавку урожайности с приращением затрат удобрений. Но практическое приложение данной методики сталкивается со следующими трудностями:

каждый вид удобрений необходимо рассматривать в системе их связи — компонентности тех веществ, которые содержатся в почве; следует определить функционирующую роль каждого ресурса в системе причинно-следственной связи; сортоиспытательные опыты обычно проводятся на отдельных участках с отдельными видами удобрений, при этом отсутствуют системные взаимосвязи и точные экономические принципы.

На базе вычисленной агротехнической функции урожайности исследуем эффективность применения удобрений, в основе которой обеспечивается максимизация чистого дохода от единицы применяемых видов удобрений при данном уровне цен на готовую продукцию.

Можно исходить из другого критерия — получать максимум чистого дохода на единицу производственных затрат.

Как подчеркивалось выше, методика определения эффективности удобрений исходит из сопоставления прибавки урожая с приращением затрат. Урожайность зависит от таких факторов, как качество обработки, технология приготовления удобрений, своевременное внесение их в почву и т. д., т. е. только с учетом определенных материально-денежных и трудовых затрат можно говорить об эффективности применения удобрений.

Математически эффективность каждого вида удобрений может быть определена по формуле

$$\alpha = [\gamma p - (\pi + \beta)],$$

где  $\alpha$  — чистый доход от единицы применяемых ресурсов, руб.;

$\gamma$  — дополнительный продукт удобрений (берется из модели), ц;

$p$  — средняя реализационная цена хлопка, руб,

$\pi$  — стоимость минеральных и органических удобрений, руб.;

$\beta$  — расходы, связанные с получением дополнительной продукции (транспортные расходы, оплата труда, расходы по внесению удобрений и т. д.)\*

Экономическая эффективность применения азота, фосфора, органических удобрений и калия в хлопководческих колхозах Ташкентской области за 1974 г. выразится соответственно следующим образом:

$$\alpha \text{ азота} = (1,5 \times 50,4) - 48,12 = (75,6 - 48,12) = 27,48 \text{ руб.}$$

$$\alpha \text{ фосфора} = (1,48 \times 50,4) - 31,59 = (74,59 - 31,59) = 43,0 \text{ руб.}$$

$$\begin{aligned} \alpha \text{ органических удобрений} &= (0,068 \times 50,4) - 2,07 = \\ &= (3,43 - 2,07) = 1,36 \text{ руб.} \end{aligned}$$

$$\alpha \text{ калия} = (1,16 \times 50,4) - 21,02 = (58,46 - 21,02) = 37,44 \text{ руб.}$$

Кроме того, можно руководствоваться другим показателем эффективности процесса, т. е. размером чистого дохода на единицу производственных затрат:

$$\rho = \frac{\alpha}{\pi + \beta}.$$

\* Определение затрат на внесение, транспортировку дополнительной продукции и т. д. возможно на основе первичного учета, тем не менее они носят несколько условный характер. (Трудно разделить затраты при одновременном проведении культивации и внесении удобрений).

Тогда наблюдается следующая картина: на единицу производственных затрат азот позволяет получить 0,47 руб. чистого дохода, фосфор — 1,38 руб., органические удобрения — 0,65 руб., калий — 1,78 руб.

Чтобы углубить экономический анализ эффективности применения удобрений, производственные функции подвергаются математической обработке. Далее из функции вычисляется уравнение изоквант, изоклиналей, предельные нормы заменяемости, комбинации удобрений и соответствующие им дополнительные продукты.

На основе функции урожайности составляем уравнение изоквант для независимых переменных азота:

$$x_1 = \left( \frac{y}{0,2855x_2^{0,1462} x_3^{0,01321} x_4^{0,0289}} \right)^{\frac{1}{0,2817}}$$

В данном случае азот представлен как функция от урожайности внесения фосфора, органических и калийных удобрений. Для фосфора:

$$x_2 = \left( \frac{y}{0,2855x_1^{0,2817} x_3^{0,01321} x_4^{0,0289}} \right)^{\frac{1}{0,1462}};$$

органических удобрений:

$$x_3 = \left( \frac{y}{0,2855x_1^{0,2817} x_2^{0,1462} x_4^{0,0289}} \right)^{\frac{1}{0,01321}};$$

калийных:

$$x_4 = \left( \frac{y}{0,2855x_1^{0,2817} x_2^{0,1462} x_3^{0,01321}} \right)^{\frac{1}{0,0189}}$$

На основе этих соотношений для достижения заданных уровней урожайности хлопчатника можно рассчитать ряд комбинаций использования удобрений, предельные нормы их взаимозаменяемости. Кроме того, приведенные функции урожайности хлопчатника в колхозах могут быть использованы для прогнозирования ее уровня на плановые периоды. Для этого разрабатывается система гипотез эффективных вариантов использования удобрений и влияния других факторов на урожайность хлопчатника.

### 3. Некоторые вопросы прогнозирования урожайности хлопчатника

Необходимость разработки методов прогнозирования экономических процессов диктуется задачей перспективного планирования. Экономическое прогнозирование основано на изучении тенденций прошлого, настоящего и на предположении, что в будущем про-

цесс будет эволюционировать. Оно исходит из принципа экстраполяции тенденций прошлого и дополнения их соответствующими экспертными оценками (данными НИИ и т. д.).

По определению академика Н. П. Федоренко «...экономическое прогнозирование есть предварительный этап оптимального планирования, на котором будущие параметры макроуровня экономической системы определяются методами математико-статистической экстраполяции на основании «предыстории» основных тенденций их развития, а на нижестоящих уровнях народнохозяйственной иерархии результаты экстраполяции дополняются «экспертными оценками»<sup>1</sup>.

Научный прогноз, не подменяя централизованное планирование, способствует наиболее точному нахождению оптимальных решений экономических задач.

Прогноз не есть план. Прогноз носит многовариантный характер, тогда как план преимущественно однозначен. План предусматривает отбор и анализ, сопоставление экономических эффектов путем сопоставления различных вариантов. В системе прогнозов расширенного воспроизводства, темпов и пропорций сельского хозяйства важное значение приобретает предвидение его основных параметров: урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности скота, валовой продукции, производительности труда, рентабельности и т. д.

Нынешняя практика планирования урожайности сельскохозяйственных культур является недостаточно точной и обоснованной. Методика планирования урожайности на плановый период исходит из трехлетней (в лучшем случае пятилетней) средней урожайности, а далее планируется ее приращение за счет применения удобрений и орошения, улучшения агротехники и т. д. Но определить прибавку урожайности в планируемом периоде традиционными методами очень трудно. Кроме того, средние взвешенные за столь небольшой период не могут характеризовать тенденцию роста урожайности. Поэтому применение динамических производственных функций в планировании урожайности хлопчатника должно сыграть решающую роль. С помощью последних возможно прогнозирование урожайности хлопчатника.

В Программе КПСС подчеркивается необходимость повышения уровня научного планирования, усиления научно-технической и экономической обоснованности планов. Это вызывает необходимость применения математико-статистических методов в научном прогнозировании.

На основе изучения динамики урожайности хлопчатника колхозов Узбекской ССР составлен прогноз, который рассматривается ниже. Один из методов прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур в целом, хлопчатника в частности, осно-

<sup>1</sup> Н. П. Федоренко. Экономика и математика, М., «Знание», 1968, стр. 52.



Обработка временного ряда урожайности хлопчатника в колхозах Узбекской ССР дала следующие зависимости:

а)  $y = 20,61 + 0,62t$ ; б)  $y = 20,3 + t^{0,12}$ ;

в)  $y = 22,86 - 0,095t + 0,039t^2$ ; г)  $y = -7,36 + \frac{27,64}{t}$ .

Для проверки адекватных моделей рассчитаны ошибки аппроксимации, которые соответственно равны: а) 0,058; б) 0,0833; в) 0,038%; г) 0,9505%.

Таблица 12

Динамика урожайности хлопчатника  
в колхозах Узбекской ССР за 1960—1974 гг.,  
ц/га

$t$	$y_t$	$\Delta y_t$	$\Delta^2 y_t$	$\Delta^3 y_t$
1	22,0	—	—	—
2	22,3	+0,3	—	—
3	20,6	-1,7	-2,0	—
4	24,2	+3,6	+5,3	+7,3
5	24,2	0	-3,6	-8,9
6	26,0	+1,8	+1,8	+5,4
7	27,2	+1,2	-0,6	-2,4
8	27,3	+0,1	-1,1	-0,5
9	27,1	-0,2	-0,3	+0,8
10	24,9	-9,2	-2,0	-1,9
11	27,9	+3,0	+5,2	+3,2
12	28,5	+0,6	-2,4	-7,6
13	30,2	+1,7	+1,1	+3,5
14	31,1	+0,9	-0,8	-1,9
15	33,7	+2,6	+1,7	+2,5
Средняя арифме- тическая ряда	26,48	+0,78	+0,15	-0,03

Наименьшие значения коэффициента аппроксимации достигаются по параболической функции. Поэтому для прогнозирования урожайности хлопчатника на среднесрочный период из рассмотренных классов временных функций наиболее соответствует параболическая. Подставляя значение аргумента в последнюю, прогнозируем урожайность хлопчатника в колхозах республики на 1980 г. В конце десятой пятилетки по расчетам она должна составить — 41,3 ц/га, т. е. повыситься на 8 ц/га.

## ГЛАВА V

### МОДЕЛИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА КОЛХОЗОВ

#### 1. Теоретические аспекты повышения интенсификации сельского хозяйства

Для повышения экономической эффективности и устойчивого роста сельскохозяйственного производства важное значение приобретает углубление интенсификации производства. В связи с этим на XXV съезде подчеркивалось: «Основной упор в народно-хозяйственных планах будет сделан на углубление интенсификации производства на основе научно-технического прогресса и всемерного режима экономии. Усилению роли интенсивных факторов экономического роста Центральный Комитет партии и правительства уделяли большое внимание в предыдущие годы; оно приобретает первостепенное значение в десятой пятилетке. Это будет пятилетка решительных усилий по осуществлению программы подъема сельского хозяйства»<sup>1</sup>.

Интенсивное развитие сельского хозяйства — объективный процесс, обусловленный развитием прежде всего производительных сил. В отличие от экстенсивного пути развития сельского хозяйства, основанного на расширении площади обрабатываемых земель, интенсификация означает качественное улучшение обработки земли, повышение ее экономического плодородия, достигаемого посредством увеличения размеров капитала, вкладываемого в большее количество земли.

Экономическое содержание интенсификации как специфической формы концентрации капитала дано в трудах классиков марксизма-ленинизма.

К. Маркс сформулировал различие между экстенсивным и интенсивным путями сельскохозяйственного производства следующим образом, «...в экономическом смысле под интенсивной культурой мы понимаем не что иное, как концентрацию капитала на одной и той же земельной площади, вместо распределения его между земельными участками, находящимися один возле другого...»<sup>2</sup>. Причем, под термином «капитал» применительно к социалистическому способу производства подразумевается увеличение

<sup>1</sup> Материалы XXV съезда КПСС, стр. 120.

<sup>2</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 25, ч. II, стр. 227.

затрат средств производства и труда с целью повышения выхода продукции с каждого гектара земли и достижения максимальных производственных результатов.

Интенсификация сельского хозяйства — это последовательное вложение средств производства на единицу земельной площади, применение достижений науки и передового опыта, улучшение методов ведения хозяйства и технологии производства. Последняя базируется на непрерывном техническом прогрессе, систематическом повышении культуры земледелия и животноводства, совершенствовании сельскохозяйственных машин и росте их применения, химизации, мелиорации.

В экономической литературе определены следующие две концепции по поводу сущности интенсификации.

Первая концепция (М. Н. Буздалов, Г. Г. Котов и др.) под интенсивным развитием сельскохозяйственного производства подразумевает концентрацию преимущественно в виде производственных фондов на одной и той же земельной площади, т. е. процесс интенсификации связывается с дополнительными капитальными вложениями.

Вторая концепция (И. Ф. Суслов, Л. И. Щепотько и др.) рассматривает интенсификацию сельскохозяйственного производства как главную форму расширенного воспроизводства. Согласно этой концепции сущностью интенсификации является выход продукции с гектара земли и продуктивность животных. Отметим, что такое понимание сущности интенсификации не раскрывает механизма увеличения сельскохозяйственной продукции и является смешением причины и следствия.

Более верным является понятие об интенсификации как концентрации средств производства и труда на единицу земельной площади. При таком подходе выявляется логическая причинно-следственная связь факторов и результатов производства, а также стройная система показателей интенсификации сельскохозяйственного производства.

Технический прогресс является неотъемлемой составной частью интенсификации. «В сущности, ведь само понятие: «дополнительные (или последовательные) вложения труда и капитала» предполагает изменение способов производства, преобразование техники. Чтобы увеличить в значительных размерах количество вкладываемого в землю капитала, надо *изобрести* новые машины, новые системы полеводства, новые способы содержания скота, перевозки продукта и пр. и пр.<sup>1</sup>».

Интенсификация — это не только дополнительные вложения в каждый гектар земли, а существенное качественное изменение структуры затрат, технической оснащенности производства, а также изменения в использовании средств производства, в селекционном и племенном деле, мероприятиях по повышению плодородия

<sup>1</sup> В. И. Ленин. Полное собрание сочинений, т. 5, стр. 101.

дия почвы и, как следствие этого процесса, — возрастание продуктивности земледелия и животноводства.

При исследовании модели интенсификации сельского хозяйства следует различать определяющие ее факторы и результаты. К факторам интенсификации относится все то, что связано с добавочными вложениями средств производства и труда и ведет к увеличению выхода продукции с 1 га земли, повышению ее качества и снижению стоимости. Основными направлениями повышения интенсификации сельскохозяйственного производства являются:

1. Комплексная механизация производственных процессов растениеводства и животноводства.

2. Широкая химизация земледелия и животноводства на базе применения минеральных удобрений и других средств.

3. Строительство и расширение мелиоративной сети, осушение заболоченных и известкование кислых почв. В условиях Средней Азии орошение является одним из главных направлений интенсификации сельского хозяйства. Изменяя физические и химические свойства почвы, мелиорация способствует прогрессивному повышению ее плодородия и вовлечению в сельское хозяйство новых земельных ресурсов. Поэтому в докладе Л. И. Брежнева на октябрьском Пленуме ЦК КПСС отмечается: «За годы десятой пятилетки намечено ввести в эксплуатацию почти 9 миллионов гектаров новых орошаемых и осушенных земель, обводнить более 37 миллионов гектаров пастбищ»<sup>1</sup>.

4. Повышение роли материальных и моральных стимулов работников сельскохозяйственного производства. Это находит отражение прежде всего в росте уровня оплаты труда и в изменении распределения валового дохода.

Естественно, что повышение материальной заинтересованности способствует более эффективному использованию производственных фондов, и, наоборот, лучшее использование фондов создает условия для такого укрепления принципа материальной заинтересованности, поскольку полученные дополнительные накопления могут быть направлены на дополнительное увеличение оплаты труда.

Однако, ежегодное повышение оплаты труда может привести к нарушению оптимального на данном этапе соотношения фондов потребления и накопления и явится тормозом для дальнейшего ускорения темпов расширенного воспроизводства общественного хозяйства. Поэтому повышение оплаты труда должно производиться при повышающемся темпе роста производительности труда.

5. В осуществлении последовательной интенсификации важнейшее место принадлежит совершенствованию общественного разделения сельскохозяйственного труда на базе глубокой специализации хлопководческих хозяйств.

<sup>1</sup> Материалы октябрьского Пленума ЦК КПСС, «Правда», 26 октября 1976 г.

Углубление общественного разделения труда как между сельскохозяйственными предприятиями, так и внутри их является необходимым условием резкого повышения уровня интенсификации производства.

Факторы интенсификации сельскохозяйственного производства в целом, хлопководства в частности, играют не равновеликую роль в процессе интенсификации. Одни способствуют увеличению выхода продукции, т. е. результата интенсификации, другие влияют отрицательно. Отсюда различный уровень выхода продукции с гектара земли при одном и том же уровне интенсивности.

Данное обстоятельство требует обособленного экономического анализа уровня, результата и экономической эффективности интенсификации сельского хозяйства в колхозах.

## 2. Показатели интенсификации сельского хозяйства и анализ их уровня и динамики

При рассмотрении сущности интенсификации была подчеркнута важность отдельного, обособленного анализа уровня, результата и экономической эффективности интенсификации. С другой стороны показатели интенсификации сельского хозяйства должны рассматриваться в их единстве, т. е. диалектической взаимосвязи.

Уровень интенсификации выражает количественное и качественное содержание данной проблемы. Определив интенсификацию сельского хозяйства как концентрацию средств и труда на одной и той же земельной площади с целью увеличения выхода продукции с 1 га отметим, что первой группой показателей уровня интенсификации являются обобщающие, т. е. стоимость основных и оборотных фондов плюс материальные затраты (совокупные вложения) в расчете на единицу земельной площади.

В колхозах Узбекской ССР за 1960—1974 гг. был обеспечен высокий уровень интенсификации сельского хозяйства. За эти годы стоимость основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения в расчете на гектар пашни возросла в 2,6 раза, т. е. увеличилась с 406 руб. в 1960 г. до 1053 руб. в 1974 г., материальные затраты увеличились соответственно с 196 руб. в 1960 г. до 429 руб. в 1974 г., т. е. в 2,2 раза, размер совокупных вложений средств производства и предметов труда — в 2,46 раза. Увеличению стоимости основных фондов способствовали меры по направлению в сельское хозяйство дополнительных капитальных вложений. Так, в 1960 г. в колхозы республики в среднем на 1 га пашни было направлено 155 руб. капитальных вложений, в 1974 г. — 313 руб., т. е. в два раза больше.

При исследовании показателей интенсификации сельского хозяйства необходимо изучить их динамику. В результате сравнения показателей уровня интенсификации в различные периоды времени можно наметить конкретные пути развития сельского хозяйства. Анализ большого фактического материала показывает,

что колхозы Узбекистана, применяя большое количество средств и труда в расчете на 1 га земельной площади развиваются по интенсивному пути (табл. 13).

Обобщающим показателем уровня интенсификации являются также и производственные затраты в расчете на 1 га земли. Особенно этот показатель необходим в исследовании интенсификации отрасли.

Использование совокупных затрат в действительно производственных размерах служит в качестве обобщающего показателя уровня интенсификации и дает объективную экономическую основу определения ее эффективности, поскольку результаты относятся к фактическим, а не к потенциальным вложениям. Однако не всякие затраты характеризуют достигнутый уровень интенсификации. Он определяется общественно необходимыми затратами на 1 га земли, изменяющимися в зависимости от общего уровня

Таблица 13

**Уровень интенсификации сельскохозяйственного производства колхозов Узбекской ССР за 1960—1974 гг. (в расчете на 1 га пашни)**

Год	Основные фонды сельскохозяйственного назначения		Капитальные вложения		Материальные затраты труда		Прямые затраты труда	
	руб.	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.	чел.-дн.	% к 1960 г.
1960	406	100	155	100	196	100	91,4	100
1965	493	121,4	163	105,2	213	108,7	98,8	108,1
1970	724	178,3	237	152,9	325	165,3	110	120,4
1971	788	194,1	207	133,5	356	181,6	109,3	119,6
1972	880	216,4	182	117,4	376	191,8	113	123,6
1973	986	242,9	209	134,8	396	202,0	113	123,6
1974	1053	259,4	313	201,9	429	218,9	118,7	129,9

развития производственных сил и конкретных производственных условий.

За приближенную меру необходимого уровня производственных затрат, обеспечивающих средний выход продукции с одного гектара земли, принимаются средневзвешенные затраты.

Не менее важное значение имеет сравнительный анализ уровня интенсификации сельского хозяйства в отдельных группах хозяйств, выделенных по условиям производства, размещения и специализации, и т. д. Такой анализ способствует изучению процесса интенсификации в пространственном аспекте и характеризует эффективность вложенных средств и труда конкретными хозяйствами.

Уровень совокупных затрат в расчете на гектар пашни в колхозах республики увеличился с 364 руб. в 1960 г. до 1165 руб. в

1974 г., т. е. в 3,2 раза. При этом произошли определенные позитивные сдвиги в структуре затрат: увеличилась их доля на минеральные удобрения, амортизации, горюче-смазочный материал в общих материальных затратах. Еще выше стал уровень интенсификации хлопководства в колхозах. Так, совокупные затраты на гектар посева хлопчатника в них за 1960—1974 гг. выросли почти в 4 раза и составили 1450 руб. в 1974 г. Из них материальные затраты увеличились с 158 руб. в 1960 г. до 529 руб. в 1974 г.

Интенсификация хлопководства изменяет соотношение живого и овеществленного труда, т. е. уменьшаются затраты живого труда в расчете на единицу продукции, в результате чего повышается общественная производительность труда и используются полнее потенциальные производительные силы труда.

Второй группой показателей, характеризующей уровень интенсификации сельского хозяйства, являются частные: стоимость основных производственных фондов (или материальных затрат в целом и по видам) и стоимость затрат живого труда в расчете на гектар земельной площади.

Важным фактором интенсификации хлопководства является сам живой труд, с помощью которого проявляют свое действие и все остальные факторы. Размер трудовых затрат на гектар посева по мере механизации производственных процессов относительно сокращается. Поскольку при этом повышается фондовооруженность и квалификация труда, достигается рост производительности труда, следовательно, повышается и результат интенсификации. По сравнению с материальными затратами темп прироста трудовых затрат в расчете на гектар посева в колхозах за исследуемый период был невелик. Они за 1960—1975 гг. увеличились в них в 1,3 раза и составили в 1975 г. 122,4 чел.-дн.

Основным показателем результата интенсификации является стоимость полученной с единицы земельной площади, отражающая общественно необходимые затраты на продукцию различных видов и качества.

По мнению сторонников второй концепции (И. Ф. Суслов, Л. И. Щепотько) показатель выхода продукции с гектара земли и продуктивность животноводства принимается за уровень интенсификации, что не вполне оправдано, поскольку увеличению выхода продукции с гектара, как правило, предшествует напряженное функционирование ресурсов, сопровождаемое дополнительными вложениями. Конкретным результативным показателем интенсификации в отраслевом разрезе является уровень урожайности сельскохозяйственных культур (табл. 14).

В соответствии с повышением уровня совокупных вложений обеспечивается результативность интенсификации сельского хозяйства колхозов в целом, хлопководства в частности. Без учета влияния цен выход продукции с единицы земельной площади в колхозах возрос с 543 руб. в 1960 г. до 1274 руб. в 1974 г., т. е. в 2,3 раза. Благодаря повышению цен и улучшению качества про-

изводимой сельскохозяйственной продукции результат интенсификации в колхозах увеличился почти в три раза, т. е. темпы выхода продукции с единицы земельной площади опережали темпы совокупных затрат, что послужило повышению экономической эффективности интенсификации сельского хозяйства.

Аналогично и в хлопководстве выход продукции с 1 га посева увеличился с 711 руб. в 1960 г. до 1830 руб. в 1974 г. или в 2,6 раза. В результате интенсификации хлопководства за 1960—1974 гг. урожайность хлопчатника выросла более, чем в 1,5 раза.

В конкретных хозяйствах количественное увеличение добавочных вложений сочетается с улучшением их качества, комплексности, соответствия с принятой специализацией и т. п., что является

Таблица 14

Результаты интенсификации сельского хозяйства колхозов Узбекистана за 1960—1974 гг.

Год	Выход продукции с 1 га пашни в целом по колхозному производству		Выход продукции с 1 га пашни		Выход продукции хлопководства на 1 га посева		Урожайность хлопчатника	
	в ценах 1965 г., руб.	% к 1960 г.	в ценах соответ. лет, руб.	% к 1960 г.	в ценах соответ. лет, руб.	% к 1960 г.	ц/га	% к 1960 г.
1960	543	100	539	100	711	100	22,0	100
1965	872	160,6	872	161,8	1139	160,2	26,0	118,2
1970	1074	197,8	1230	228,2	1468	206,5	27,9	126,8
1971	1105	203,5	1238	229,7	1466	206,2	28,5	129,5
1972	1140	209,9	1279	237,3	1512	212,7	30,2	137,3
1973	1169	215,3	1314	243,8	1546	140,5	31,1	141,4
1974	1274	234,6	1532	284,2	1830	257,4	33,7	153,2

причиной различной производительности последовательных вложений средств и труда, включая и понижающуюся, особенно, если в состав этих вложений входят явно непроизводительные затраты.

Однако все это не меняет внутренней сущности интенсификации хлопководства.

Оптимальное соотношение живого и овеществленного труда, а внутри последнего — активной части затрат: амортизации, горючего, минеральных удобрений и т. п. — является предпосылкой дальнейшего повышения эффективности колхозного производства.

Результат и экономическая эффективность интенсификации хлопководства повышаются пропорционально тогда, когда наряду с ростом производственных затрат на гектар посева опережающим темпом повышается урожайность хлопчатника. Сумма материальных затрат в расчете на гектар посева иногда может быть использована для характеристики уровня интенсификации, но последнее является частным и односторонним показателем.

Третья группа — синтетические показатели, характеризующие эффективность интенсивного ведения хозяйств: уровень производительности труда, размер чистого дохода (прибыли) на гектар земель, норма рентабельности и прибыли. С помощью этих показателей можно судить об эффективности производства при различных уровнях его интенсивности.

Некоторые экономисты критерием эффективности интенсификации считают рост производительности труда, другие — норму рентабельности и норму прибыли (для колхозов — норму чистого дохода).

Теоретически экономическая эффективность интенсификации проявляется в снижении стоимости единицы продукции, получаемой во все возрастающем размере с данной земельной площади. Практически эффективность находит свое выражение в конкретных стоимостных показателях, прежде всего — в размере валового дохода, прибыли (чистого дохода).

Прибыль, полученная в результате интенсификации сельского хозяйства, — один из показателей эффективности вложений средств и труда, поскольку в нем суммируются рост производства продукции с гектара земли, повышение ее качества и относительная экономия затрат на единицу продукции. Значение этого показателя особенно возрастает в связи с решениями сентябрьского (1965 г.) Пленума ЦК КПСС.

Экономическую эффективность интенсификации отражает и показатель рентабельности, исчисленный как отношение чистого дохода к производственным затратам, т. е. себестоимости, поскольку и в стоимости этих затрат и в стоимости валовой продукции учитывается сумма амортизации. При отнесении чистого дохода ко всей сумме основных и оборотных фондов показатель эффективности содержит в себе элементы методологической несопоставимости. Норма чистого дохода должна исчисляться как один из показателей эффективности интенсификации, но последняя не является главной. Для определения эффективности интенсификации нужно также исчислить прирост продукции, прирост валового и чистого дохода на рубль дополнительных затрат и средств.

### **3. Многофакторные модели интенсификации сельского хозяйства и их использование в прогнозировании развития отрасли**

Познание реального процесса интенсификации сельскохозяйственного производства предполагает проведение системного анализа и прогноза ее закономерностей на основе математико-статистического моделирования. В целях построения адекватной модели интенсификации сельского хозяйства колхозов нами использован временной ряд, характеризующий уровень и динамику этого процесса.

Следует отметить, что в экономической литературе интенсификация сельскохозяйственного производства в большей мере изу-

чается в пространственном аспекте. Вместе с тем, интенсификация прежде всего динамическое явление, что требует сопоставления приращения уровня вложений средств труда и приращения выхода продукции с единицы земельной площади. Для расчета приращений факториального и результативного показателей интенсификации необходимо использовать производственные функции.

После предварительного качественного анализа из множества факторов, влияющих на результат интенсификации сельского хозяйства колхозов Узбекистана, выбраны следующие:

уровень и динамика капитальных вложений колхозов в расчете на единицу земельной площади, руб. ( $x_{1t}$ );

размеры основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения на гектар пашни, руб. ( $x_{2t}$ );

уровень и динамика овеществленного труда на один гектар пашни, руб. ( $x_{3t}$ );

уровень и динамика затрат живого труда на 1 га пашни, чел.-дн. ( $x_{4t}$ ).

В качестве зависимой переменной выступает результат интенсификации — уровень и динамика выхода продукции с единицы земельной площади, руб. ( $y_t$ ).

На ЭВМ «Минск — 22» по стандартной программе корреляционно-регрессивного анализа были получены модели интенсификации линейного, степенного, параболического и гиперболического типов. Однако наилучшее приближение к эмпирическим значениям зависимой переменной дали линейная и степенная модели интенсификации сельского хозяйства колхозов за 1960—1974 гг. Они характеризуются соотношениями:

$$\text{Линейная } y_t = -580,41 + 0,63x_{1t} + 0,12x_{2t} + 1,86x_{3t} + 6,21x_{4t} \\ (R = 0,973 \quad \mu_R = 71,62)$$

$$\text{Степенная } y_t = 0,077x_{1t}^{0,104} \cdot x_{2t}^{0,244} \cdot x_{3t}^{0,315} \cdot x_{4t}^{1,126} \\ (R = 0,964, \quad \mu_R = 54)$$

Проверка коэффициента детерминации подтверждает достоверность форм связи. Имеется слабая мультиколлинеарность между факторами. С точки зрения дисперсионного анализа это нежелательное явление, но из экономических соображений допустимо, т. к. это позволяет определить предельные нормы взаимозаменяемости факторов и на этой базе оптимальные их комбинации.

Известно, что коэффициенты эластичности переменных характеризуют на какой процент возрастает функция при увеличении значения той или иной переменной на один процент. В соответствии с этим в линейной модели коэффициенты эластичности факторов равны:

$$x_{1t} = 0,125; \quad x_{2t} = 0,08; \quad x_{3t} = 0,53; \quad x_{4t} = 0,87;$$

В степенной модели:

$$x_{1t} = 0,104; x_{2t} = 0,244; x_{3t} = 0,315; x_{4t} = 1,126.$$

Сумма коэффициентов эластичности факторов в степенной модели интенсификации превышает единицу (1,789), что свидетельствует о росте совокупной ее эффективности в колхозах республики за 1960—1974 гг. Как было отмечено в третьей главе, совокупная эффективность факторов определяется параметром  $\Lambda$  — темпом роста. В нашей модели интенсификация колхозного производства, т. е. темп роста эффективности факторов равен

$$\Lambda_t = e^{0,0355 \cdot 15} = e^{0,5325} \approx 1,702.$$

За исследуемый период совокупная эффективность интенсификации сельского хозяйства возросла на 70,2%.

Среднегодовой темп прироста совокупной эффективности найден из формулы:

$$\Lambda = y - a - k\sigma - m\tau - l\theta - f\xi,$$

где, предполагая экспоненциальный характер роста переменных, осуществляется переход к их среднегодовым темпам соответственно нумерации переменных  $k, m, l, f$  и зависимой переменной  $y$ . Параметры  $\sigma, \tau, \theta, \xi$  характеризуют долю коэффициентов эластичности при однородной степенной функции, т. е. при предположении суммы коэффициентов переменных, равной единице\*.

В процессе интенсификации среднегодовые темпы переменных следующие:

$$y = 4,52\%; x_1 = 3,4\%; x_2 = 5,9\%; x_3 = 5,2\%; \\ x_4 = 2,1\%. \text{ Поэтому } \Lambda = 3,55\%.$$

Далее, переходя к среднегодовым темпам прироста переменных модели, определим основные источники роста интенсификации сельскохозяйственного производства в колхозах республики:

$$y_T = a + \alpha \cdot k + \beta \cdot m + \gamma \cdot l + \mu \cdot f = -1,28 + 0,104 \cdot 3,4\% + \\ + 0,244 \cdot 5,9\% + 0,315 \cdot 5,2\% + 2,1 \cdot 1,126 = -1,28 + 0,354 + \\ + 1,440 + 1,638 + 2,356 = 4,52.$$

Данные табл. 15 свидетельствуют о том, что основными факторами интенсификации сельскохозяйственного производства в колхозах Узбекской ССР за 1960—1974 гг. явились рост затрат на единицу площади овеществленного труда (36,3%), живого труда (52,33%), размера основных производственных фондов (31,9%). Относительно невелико влияние размера капитальных вложений колхозов (7,85%), ибо они показывают на результат интенсификации после ввода в действие новых основных фондов. Возросли

\* Способ расчета доли коэффициентов при четырехфакторной функции приведен в главе III.

абсолютные размеры средств производства и труда в расчете на единицу земельной площади, также в их структуре произошли качественные изменения, в результате чего возрос экономический потенциал основных производственных фондов и трудовых ресурсов.

Анализ производной информации модели показывает, что интенсификация сельскохозяйственного производства колхозов в условиях развитого социализма представляет собой не только объективную необходимость, но и закономерный реальный процесс развития сельского хозяйства. Последовательная интенсификация сельскохозяйственного производства колхозов Узбекистана обеспечивалась добавочными вложениями общественного (овеществленного и живого) труда в одни и те же участки земельной площади при рациональном их использовании.

Таблица 15

Источники роста интенсификации сельскохозяйственного производства в колхозах Узбекской ССР за 1960—1974 гг.

Основные факторы интенсивности	Связь параметров модели	Абсолютное „чистое“ влияние фактора	В % к итогу
Увеличение размера капитальных вложений на 1 га пашни	$\alpha \cdot k$	0,354	7,85
Рост размера основных производственных фондов на 1 га пашни и улучшение их экономического потенциала	$\beta \cdot m$	1,44	31,88
Рост текущих материальных затрат и изменение их структуры	$\gamma \cdot l$	1,638	32,26
Затраты живого труда на 1 га пашни и рост его экономического потенциала	$\mu \cdot f$	2,365	52,33
Влияние неиндефицированных факторов	$a$	-1,28	-28,32
$y_T$	$a + \alpha \cdot k + \beta \cdot m + \gamma \cdot l + \mu \cdot f$	4,52	100

По модели интенсификации колхозного производства определим экономическую эффективность добавочных вложений общественного труда, которые характеризуются их предельной эффективностью:

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{1t}} = \frac{0,104 \cdot 943,5}{187,4} = \frac{98,12}{187,4} = 0,523 \text{ руб./руб.}$$

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{2t}} = \frac{0,244 \cdot 943,5}{629} = \frac{230,21}{629} = 0,365 \text{ руб./руб.}$$

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{3t}} = \frac{0,315 \cdot 943,5}{272,2} = \frac{297,2}{272,2} = 1,09 \text{ руб./руб.}$$

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{4t}} = \frac{1,126 \cdot 943,5}{132,5} = \frac{1062,4}{132,5} = 8,01 \text{ руб./чел.-дн.}$$

Следовательно, за 1960—1974 гг. колхозному производству был характерен трудоемкий тип технического прогресса, т. к. предельное приращение трудовых затрат окупалось в расчете на 1 чел.-дн. 8,01 руб. Модели интенсификации позволяют строить некоторые гипотезы. При прочих равных условиях 100 руб. дополнительных капитальных вложений позволит обеспечить в расчете на единицу земельной площади приращение выхода продукции на 52,3 руб., основных фондов сельскохозяйственного назначения — на 36,5 руб. Увеличение размера материальных затрат на 100 руб. дает прирост продукции с 1 га пашни на 109 руб. Отсюда можно сделать вывод о том, что предельная эффективность основных производственных фондов является относительно низкой. Рост объема последних не сопровождался значительным сокращением трудовых затрат, в результате чего сложилась определенная диспропорция между численностью занятых работников в сельском хозяйстве и их фондовооруженностью, т. е. массой применяемых средств производства. По модели можно рассчитать оптимальные варианты сочетания факторов производства.

Исследование процесса интенсификации колхозного производства охватывает и вопросы ее эффективности в отдельных конкретных отраслях сельского хозяйства, например, хлопководства. В целях изучения эффективности хлопководства составляется экономико-математическая модель интенсификации отрасли.

Для составления экономико-математической модели интенсификации хлопководства отобраны (в расчете на 1 га посева) следующие независимые переменные:

- уровень и динамика затрат живого труда,  $x_{1t}$  (чел.-дн.);
- уровень и динамика амортизационных затрат,  $x_{2t}$  (руб.);
- уровень и динамика затрат минеральных удобрений,  $x_{3t}$  (руб.);
- величина прочих материальных затрат,  $x_{4t}$  (руб.);
- уровень и динамика оплаты труда колхозников, работавших в хлопководстве,  $x_{5t}$  (руб./чел.-дн.).

В качестве зависимой переменной ( $y_t$ ) в модели принят выход продукции с 1 га посева хлопчатника (руб.).

В результате обработки исходной информации на ЭВМ «Минск-22» получено следующее уравнение регрессии, характеризующее зависимость результата интенсификации хлопководства за 1960—1974 гг. от основных воздействующих на него факторов:

$$y_t = 1098,43 - 3,87x_{1t} + 5,82x_{2t} - 17,42x_{3t} + 1,41x_{4t} + 366,61x_{5t}$$

$$(R = 0,992, \mu_R = 237).$$

Из модели интенсификации хлопководства видно, что затраты живого труда и минеральных удобрений отрицательно влияют на результивный показатель, т. е. темпы роста этих переменных опережают темп роста выхода продукции с посева 1 га. Такие производственные процессы, как полив, чеканка и уборка урожая еще недостаточно механизированы. Увеличение затрат на минеральные удобрения не всегда способствует росту урожайности.

Коэффициенты эластичности переменных в модели показывают, на какую величину возрастает значение функции при увеличении переменной на 1%:

$$x_1 = -0,63; x_2 = 0,22; x_3 = 0,95; x_4 = 0,23; x_5 = 1,1.$$

Таким образом, увеличение затрат труда и минеральных удобрений на 1 га посева еще на 1% при прочих равных условиях уменьшают по модели выход продукции с 1 га соответственно на 0,63 и 0,95%. Остальные факторы интенсификации хлопководства дают положительные приращения в результивном показателе. Из модели видно, что доля невключенных факторов велика. К ним относятся: уровень и динамика специализации хозяйств, концентрация производства, улучшение качества продукции, совершенствование труда и управления производством и т. д.

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЖИВОГО И ВСЕГО  
ОБЩЕСТВЕННОГО ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1. Вопросы повышения производительности сельскохозяйственного  
труда и превращения его в разновидность индустриального

В обеспечении высоких и устойчивых темпов развития сельского хозяйства и повышении его экономической эффективности решающее значение имеет повышение производительности сельскохозяйственного труда. Производительность труда измеряется затратами рабочего времени на производство единицы продукции или величиной выпуска продукции в единицу рабочего времени.

В докладе Председателя Совета Министров СССР А. Н. Косыгина XXV съезду партии «Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» вопросу повышения производительности труда было уделено особое внимание: «В целом по народному хозяйству намечается повысить ее примерно на 27 процентов против 23 процентов в 1971—1975 годах. Это равнозначно экономии труда 26 миллионов работников, ... намечается повысить фондовооруженность труда в промышленности на 37 процентов, в сельском хозяйстве — на 59 процентов»<sup>1</sup>.

Такой значительный рост производительности труда за счет экономии рабочего времени создаст необходимые условия для получения прироста сельскохозяйственной продукции. Повышение производительности сельскохозяйственного труда позволит решить главную социально-экономическую задачу партии в десятой пятилетке. Как писал К. Маркс, «производительность земледельческого труда, превышающая индивидуальную потребность работника, составляет базис всякого общества»<sup>2</sup>.

Рост производительности труда в сельском хозяйстве зависит от развития производительных сил. В зависимости от характера и социальной роли можно выделить вещественные и личные (персонифицированные) производительные силы. К вещественным производительным силам относятся естественные и экономическое плодородие почвы, продуктивность животноводческого стада, совершенствование материально-технической базы сельского хозяйства и внедрение достижений науки и техники в производство.

<sup>1</sup> Материалы XXV съезда КПСС, стр. 128.

<sup>2</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 25, ч. II, стр. 348.

Личностные (персонифицированные) производительные силы — это люди, принимающие участие в процессе производства. Совершенствование личностных факторов находит свое отражение в структурных изменениях трудовых ресурсов, повышении образовательного и профессионально-квалифицированного уровня рабочей силы.

Диалектическое единство этих двух сторон производительных сил в сельском хозяйстве и их совершенствование — необходимое условие повышения производительности труда. Комплексная механизация способствует превращению сельскохозяйственного труда в разновидность индивидуального. В результате этого сельскохозяйственным трудом будет создаваться все большая масса потребительных стоимостей, в которые вложены меньшие затраты общественного труда. Растущее накопление и применение средств производства, повышение производительности живого труда вызывают изменение технического строения сельскохозяйственного производства, т. е. меняется соотношение массы средств производства и массы рабочей силы.

В условиях развитого социализма в изменении соотношения массы средств производства и массы применяемой рабочей силы закономерным является то, что первый фактор растет опережающими темпами по сравнению со вторым.

Рост производительности труда, снижая общественные затраты на единицу в отраслях промышленности, удешевляет их, понижает их стоимость, что в свою очередь отражается на структуре производственных фондов. Научно-технический прогресс, оказывая влияние на производство, персонифицированные, личностные производительные силы, воздействует и на характер сельскохозяйственного труда. В процессе совершенствования всей производственной системы — структуры производительных сил и общественно-экономических отношений меняются условия воспроизводства рабочей силы, создаются материальные и социальные предпосылки для всестороннего развития личности.

Характер сельскохозяйственного труда изменяется в связи с постепенным сокращением ручных процессов, расширением сферы применения механизированного труда и его дальнейшей дифференциацией. В результате повышается удельный вес массовых квалифицированных кадров. Он сопровождается относительным и абсолютным сокращением численности работников, занятых в сельском хозяйстве.

Абсолютное сокращение субъективного фактора в сельском хозяйстве представляет собой прогрессивное социальное явление, поскольку оно экономически обусловлено ростом производительности труда. Этот социально-экономический процесс идет при полной занятости населения, при ограниченных возможностях вовлечения в сферу общественно-полезной деятельности дополнительных контингентов рабочей силы. К. Маркс учитывал особенность сельского хозяйства, выражающуюся в том, что рост производи-

тельности труда в этой отрасли непосредственно обусловлен естественной плодородной силой земли, а также благоприятным влиянием почвенно-климатических условий. Взаимодействие экономических и естественных факторов производства в сельском хозяйстве необходимо более полно использовать для повышения плодородия почвы и наращивания темпов производства, что будет способствовать росту массы вновь созданной стоимости и повышению эффективности общественного производства в целом. Именно таким путем социалистическое общество способно полнее использовать естественную основу роста эффективности общественного производства. Рост производительности труда в сельском хозяйстве в условиях развитого социализма непосредственно уменьшает необходимое время всего общества. С этой точки зрения сельское хозяйство оказывает позитивное влияние на соотношение необходимого и прибавочного времени общества, а в конечном счете — на народнохозяйственную пропорцию между накоплением и потреблением. По мере повышения технической вооруженности труда и роста экономического плодородия почвы сокращение численности работников, занятых в сельском хозяйстве, будет продолжаться. По этому поводу К. Маркс писал: «Увеличение последней [технической вооруженности] проявляется в уменьшении массы труда по отношению к массе средств производства, приводимой этим трудом в движение, или в уменьшении величины субъективного фактора процесса труда по сравнению с его объективным фактором»<sup>1</sup>.

Современное сельскохозяйственное производство требует высокой профессиональной подготовки, специальных знаний, а также культуры работников, что в свою очередь зависит от их уровня жизни, от меры удовлетворения материальных и духовных потребностей.

На десятую пятилетку намечены большие задачи в области технического перевооружения сельского хозяйства. В материалах XXV съезда партии отмечается: «Наша промышленность увеличит выпуск тракторов с повышенными рабочими скоростями и мощностью, которые будут обеспечиваться полным набором сельскохозяйственных орудий. В результате энерговооруженность труда в сельском хозяйстве в расчете на одного работника повысится с 17 лошадиных сил в 1975 г. до 28 лошадиных сил в 1980 г.»<sup>2</sup>.

Рост технического строения сельскохозяйственного производства создает потенциальные возможности для повышения производительности труда. Вместе с тем, рост последней зависит от эффективного использования средств производства. Эффективное использование машин в сельском хозяйстве предполагает приложение сложного, квалифицированного труда, обеспечиваю-

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 23, стр. 626.

<sup>2</sup> Материалы XXV съезда КПСС, стр. 144.

щего не только выполнение агротехнических сроков работ, но и высокое качество их.

Однако ряд сельскохозяйственных машин работает определенное количество дней в году, а подавляющую часть времени — простаивает. В этой связи сельское хозяйство выглядит менее производительным по сравнению с другими отраслями народного хозяйства, для которых характерна более высокая интенсивность функционирования производственных фондов. Но с другой стороны, в сельском хозяйстве естественная плодородность земли компенсирует это и выступает даровой производительной силой, создавая условия для повышения производительности труда.

Для сокращения простоя сельскохозяйственных машин необходимы следующие условия: универсализация рабочих органов машин; повышение эксплуатационных характеристик машин; подготовка высококвалифицированных механизаторских кадров, способных управлять сложной техникой. С изменением средств труда меняется структура кадров массовых профессий сельского хозяйства, а также тип работника сельскохозяйственного производства. Механизаторы, труд которых становится все более квалифицированным, превращаются в ведущую категорию работников. По своему характеру их труд постепенно приближается к труду индустриального рабочего. По мере дальнейшего развития производительных сил будут меняться характер и содержание сельскохозяйственного труда, отношение человека к труду, произойдет дальнейшее углубление общественного разделения труда. Совершенствование общественно-экономических отношений приведет в конечном счете к ликвидации различий в уровне производительных сил сельского хозяйства и промышленности, к превращению сельскохозяйственного труда в разновидность индустриального, выравниванию экономических условий жизни и быта, труда, устранению классовых различий между рабочими и крестьянами. Для осуществления этих задач в ходе развития сельскохозяйственного производства создаются условия для всестороннего развития личности, для формирования коммунистического отношения к труду, социалистического образа жизни тружеников села.

## 2. Экономико-статистический анализ показателей производительности труда и тенденций их роста в колхозах республики

Исследование факторов повышения производительности труда показало, что динамичный и пропорциональный рост и повышение эффективности общественного производства зависит от наращивания темпов технического вооружения сельскохозяйственного производства, внедрения системы машин и на этой основе комплексной механизации производственных процессов.

Благодаря неустанной заботе партии и правительства о развитии земледелия и животноводства из года в год растет и укреп-

ляется материально-техническая база сельского хозяйства республики в целом, колхозного производства в частности. Создание необходимых предпосылок повышения уровня производительных сил — решающее условие роста производительности живого труда. Так, за 1960—1974 гг. в колхозах энерговооруженность труда возросла с 3,2 л. с. в 1960 г. до 7,2 л. с. в 1974 г., т. е. почти в 2,5 раза. Такими высокими темпами обеспечивался рост энергообеспеченности колхозов, которая за рассматриваемый период возросла почти в три раза и поставила в 1974 г. 411 л. с. на 100 га посева. В последние годы в сельском хозяйстве интенсивно растет потребление электроэнергии для хозяйственных нужд, а также для электрификации производственных процессов. В 1974 г. потребление электроэнергии в колхозах увеличилось по сравнению с 1965 г. в 4 раза. Как было отмечено ранее, в колхозах республики за 1960—1974 гг. в целом производительность живого труда возросла на 64% и ее среднегодовой темп прироста составил 3,49%. Так, в 1960 г. в расчете на одного среднегодового работника было произведено на 1058 руб. валовой продукции (в сопоставимых ценах 1965 г.), а в 1974 г. — на 1735 руб. Однако среднегодовая численность работников, принимавших участие в колхозном производстве, зависит от числа отработанных человеко-дней одним трудоспособным в среднем по колхозу. Поэтому уровень производительности труда в колхозах можно вычислить в расчете на один отработанный человеко-день (или на человеко-час). Производительность труда, рассчитанная как выход продукции в расчете на один отработанный человеко-день за 1960—1974 гг. в колхозах возросла также на 64% и составила 4,97 руб. в 1960 г. и 8,15 руб. — в 1974 г.

Наряду с вышеприведенными показателями производительности труда в колхозном производстве важное значение приобретает определение эффективности затрат живого труда. Его можно экономически отразить через показатель выхода валового дохода в расчете на один отработанный человеко-день. Этот показатель за 1960—1974 гг. имел характер устойчивого роста (за исключением 1972 г.) и составил 7,1 руб./чел.-дн. в 1974 г. против 4,8 руб./чел.-дн. в 1960 г., т. е. увеличился на 47,9% (табл. 16).

Изучение динамики производительности труда дает возможность исследовать факторы, обеспечившие рост этого показателя. Теоретически, основными факторами, влияющими на уровень производительности сельскохозяйственного труда, являются следующие:

1. Широкое применение достижений научно-технического прогресса, науки, наращивание технической вооруженности сельского хозяйства и на этой базе комплексная механизация производственных процессов, химизация и мелиорация земель. Материальным воплощением этого фактора выступает уровень фондовооруженности и фондообеспеченности колхозов. Первый показатель за период 1960—1974 гг. увеличился в 1,8 раз, а второй — в 2,5 ра-

за. При этом рост фондовооруженности труда происходил при непрерывном совершенствовании структуры основных производственных фондов, т. е. увеличении удельного веса орудий производства, сельскохозяйственных машин (тракторов, комбайнов,

Т а б л и ц а 16

Динамика производительности живого труда в колхозах  
Узбекской ССР за 1960—1974 гг.

Год	Выход продукции на одного работника		Выход продукции на 1 чел.-дн.		Валовый доход на 1 чел.-дн.	
	руб.	% 1960 г.	руб.	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.
1960	1058	100	4,97	100	4,8	100
1965	1623	153,4	7,62	153,3	5,8	120,8
1970	1610	152,2	7,46	150,1	6,3	131,2
1971	1632	154,2	7,63	153,5	6,1	127,0
1972	1592	150,5	7,55	151,9	6,0	125,0
1973	1628	153,9	7,72	155,3	6,1	127,0
1974	1735	164,0	8,15	164,0	7,1	147,9

хлопкоуборочных машин и т. д.). Этот факт требует при моделировании производительности труда произвести оценку экономического потенциала производственных фондов. Однако нынешняя информационная база пока не позволяет сделать это.

Т а б л и ц а 17

Изменение факторов производительности труда в колхозах  
Узбекской ССР за 1960—1974 гг.

Год	Фондовооруженность труда		Фондообеспеченность хозяйств на 1 га		Фондоотдача основных фондов		Выход продукции с 1 га	
	руб.	% к 1960 г.	руб.	% 1960 г.	руб.	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.
1960	806	100	414	100	1,31	100	543	100
1965	918	113,8	494	119,1	1,76	134,3	872	160,6
1970	1087	134,7	724	174,8	1,48	113	1074	197,8
1971	1165	144,3	789	190,4	1,40	106,9	1105	203,5
1972	1230	152,4	880	212,6	1,29	98,5	1140	209,9
1973	1375	170,4	986	238,2	1,18	90,1	1169	215,3
1974	1434	177,7	1053	254,1	1,21	92,4	1274	234,6

Вместе с тем, рост фондовооруженности труда создает потенциальные возможности для повышения его производительности. От степени их реализации, т. е. эффективного использования производственных фондов, в конечном счете зависит уровень произво-

длительности труда. Мету эффективности производственных фондов можно характеризовать их фондоотдачей. Причем, ввиду имеющихся недостатков учета оборотных фондов в годовых отчетах колхозов, фондоотдача определяется по основным производственным фондам сельскохозяйственного назначения. В 1960 г. в колхозах республики фондоотдача составила 1,31 руб., а в 1974 г. — 1,21 руб., т. е. снизилась на 7,6% (табл. 17).

2. Естественное и экономическое плодородие земли. Последнему способствует интенсификация сельского хозяйства колхозов республики. Поэтому в рассматриваемых хозяйствах за 1960—1974 гг. выход валовой продукции (в сопоставимых ценах 1965 г.) увеличился с 543 руб. в 1960 г. до 1274 руб. в 1974 г., т. е. в 2,3 раза. Динамика этого показателя за пятнадцатилетний период свидетельствует об устойчивом его росте, что означает повышение результата интенсификации колхозного производства.

3. Повышение профессионально-квалификационного и образовательного уровня трудовых ресурсов, уровня и динамики, изменение их структуры. Этот вопрос связан с оценкой экономического потенциала трудовых ресурсов сельского хозяйства. Данный показатель (с некоторой оговоркой) может быть оценен по оплате труда, которая производится в соответствии с качеством и количеством и учетом эффективности затрат труда.

Анализ динамики уровня оплаты труда в колхозах Узбекской ССР показывает, что последний за 1960—1974 гг. повысился в 3,2 раза. Причем, возрастание оплаты труда происходило не одинаковыми темпами. За 1960—1965 гг. оплата труда в колхозах выросла в 2,6 раза, в последующие годы она увеличивалась медленными темпами, а в 1971—1973 гг. — стабилизировалась (табл. 18).

Значительный рост оплаты труда колхозников за последние годы был связан с применением принципа материальной заинтересованности работников сельского хозяйства, переходом на ежемесячную гарантированную оплату труда, повышением в стране минимальных тарифных ставок и окладов, а также всего жизненного уровня населения.

За годы девятой пятилетки темпы роста оплаты труда и его производительности сравнялись. Теперь, для того, чтобы темпы

Таблица 18

Соотношение производительности и оплаты труда и его влияние на уровень рентабельности колхозного производства Узбекской ССР

Год	Оплата труда 1-го чел.-дня, руб.	Производительность труда — выход продукции на 1 чел.-день, руб.	Уровень рентабельности, %
1960	1,52	4,97	23,2
1965	3,95	7,62	25,4
1970	4,42	7,46	30,6
1971	4,55	7,63	25,1
1972	4,53	7,55	23,5
1973	4,53	7,72	24,5
1974	4,95	8,15	29,8

роста производительности живого труда стали опережающими, необходимо высвобождение рабочей силы из колхозного производства путем эффективного использования трудовых ресурсов и сельскохозяйственной техники в течение всего года.

Соотношение темпов роста уровня и динамики производительности и оплаты труда повлияло на уровень рентабельности производства. За годы девятой пятилетки наметилась тенденция его повышения и в 1974 г. уровень рентабельности составил 29,8%.

4. Повышение уровня специализации и концентрации сельскохозяйственного производства, определение оптимальных размеров предприятий, развитие их связи с промышленностью по линии создания агропромышленных объединений.

Таблица 19

**Зависимость уровня и динамики производительности живого труда в хлопководстве от воздействующих на нее факторов**

Год	Затраты на 1 ц хлопка-сырца		Оплата одного чел.-дня		Себестоимость хлопка-сырца		Урожайность хлопчатника		Материальные затраты на 1 ц хлопка	
	руб.	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.	ц/га	% к 1960 г.	руб.	% к 1960 г.
1960	6,9	100	1,56	100	19,0	100	22,0	100	7,15	100
1965	6,2	89,8	3,56	228,2	31	163,1	26,0	118,1	8,83	123,4
1970	6,0	86,9	4,51	289,1	38,4	202,1	27,9	126,8	14,68	205,3
1971	6,0	86,9	4,55	291,6	39,9	210,0	28,5	129,5	16,1	225,1
1972	6,0	86,9	4,54	291,0	39,3	206,8	30,2	137,2	16,0	225,0
1973	5,77	83,6	4,53	290,3	38,3	201,5	31,1	141,3	15,8	220,9
1974	5,4	78,2	5,06	324,3	39,5	207,8	33,7	153,1	15,7	219,5

5. Повышение качества продукции и эффективности всего сельскохозяйственного производства колхозов, а также рост производительности труда во многом зависит от уровня и динамики этих показателей в отдельных отраслях земледелия и животноводства. В этом отношении важной отраслью в Узбекистане выступает хлопководство. На отраслевом уровне для измерения производительности труда можно использовать непосредственно натуральные показатели, например, затраты труда на производство одного центнера продукции, что нивелирует влияние ценностного механизма.

В хлопководческих отраслях колхозов республики в 1960—1974 гг. наблюдался медленный, но систематический рост производительности труда. Так, затраты труда на один центнер хлопка-сырца в хлопководстве снизились с 6,9 чел.-дн. в 1960 г. до 5,4 чел.-дн. в 1974 г., т. е. на 21,8% (табл. 19).

Анализ данных вышеприведенной таблицы подтверждает тезис К. Маркса о том, что рост производительности живого труда сопровождается увеличением применения ове­ществленного труда.

Так, за 1960—1974 гг. материальные затраты в хлопководстве в расчете на 1 ц продукции увеличились в 2,2 раза, т. е. с 7,15 руб. в 1960 г. до 15,7 руб. в 1974 г. Это явилось результатом широкой интенсификации хлопководства на базе механизации, химизации, мелиорации земель и применения достижений науки и передового опыта. В связи с этим наблюдался и рост урожайности хлопчатника в колхозах. С 1960 по 1974 гг. она возросла соответственно с 22 ц/га до 33,7 ц/га, т. е. на 53,1%. Однако темп прироста материальных затрат и оплаты труда опережал темп прироста урожайности хлопчатника. Поэтому за рассматриваемый период себестоимость хлопка-сырца в колхозах не только не снизилась, а, наоборот, увеличилась в 2,1 раза.

Для ускоренных темпов роста производительности живого труда в хлопководстве необходимо обеспечить опережающий рост урожайности по сравнению с ростом материальных затрат и оплаты труда.

Статистический анализ уровня и динамики производительности труда в колхозах в целом и конкретной отрасли, а также воздействующих на них факторов показал сложные зависимости результативных и факториальных показателей, разнонаправленность факторов. Кроме того, анализ показывает, что нет оптимальных соотношений в хозяйствах между применяемыми вещественными и личностными (персонифицированными) факторами, а также внутри них. За исследуемый период в колхозах республики наблюдался факт опережения роста оплаты по сравнению с динамикой производительности труда, что требует разработки эффективных мер для регулирования этого процесса. В связи с этим необходимо построение факторных моделей производительности труда.

### 3. Методика определения производительности живого и всего общественного труда

Широкое применение системы машин и на этой основе комплексная механизация многих производственных процессов являются важным условием повышения производительности живого и всего общественного труда. С ростом производительности живого труда происходит сокращение рабочего времени на производство единицы продукции при некотором увеличении доли затрат овеществленного труда. Поэтому для всестороннего анализа роста производительности труда наряду с учетом живого труда, нужно учесть и затраты овеществленного труда.

На этапе развитого социализма проблема экономии времени приобретает решающее значение. Это еще раз подтверждает положение К. Маркса о том, что «закон экономии времени остается наиболее общим и первым экономическим законом на основе коллективного производства, что в этих условиях он становится в го-

раздо более высокой степени законом, так как к экономии времени в конечном счете сводится вся экономия»<sup>1</sup>.

Неуклонный рост производительности труда на базе научно-технического прогресса предполагает сокращение как живого, так и овеществленного труда. Однако на практике выявляется, что при сокращении затрат живого труда могут быть увеличены затраты овеществленного, прошлого труда, в результате чего общественная производительность труда не повышается.

Для определения роста производительности труда, анализа экономии рабочего времени нужно учитывать все общественные затраты труда.

Методика определения затрат всего общественного труда, выраженного в рабочем времени, была впервые в середине 50-годов предложена академиком С. Г. Струмилиным. Позднее появились и некоторые другие направления методики измерения общественных затрат труда. Из них наибольшее практическое применение нашли:

метод трудовой калькуляции, последовательного выщепления из денежных затрат соответствующего количества затрат живого труда, произведенного на предыдущих стадиях производства (авторы: акад. Немчинов В. С. и др.).

метод перевода денежных затрат на производство продукции в затраты труда, выраженного в рабочем времени (акад. С. Г. Струмилини и Е. С. Карнаухова) и др.

Использование первого метода на практике показало его громоздкость, практическую негодность. Метод оценки затрат общественного труда, предложенный акад. Струмилиным С. Г., опирается на определение фактических затрат и на перевод их в рабочее время по фактической оплате одного рабочего дня промышленного рабочего плюс сложившуюся в народном хозяйстве норму созданного чистого дохода. В своей методике акад. Струмилини С. Г. исходил из того, что отношение накоплений к заработной плате ( $m : v$ ) в любой отдельной отрасли материального производства является тождественной величиной. Практическое применение методики акад. Струмилини С. Г. подтвердило правильность этой гипотезы, которая использовалась также для определения величины затрат всего общественного труда на фактический объем произведенного совокупного общественного продукта. Вместе с тем большую актуальность приобретает разработка методики определения общественно необходимых затрат по отдельным продуктам, культурам и т. д.

Этой проблеме было уделено большое внимание ученых аграрников-экономистов. С учетом специфики сельскохозяйственного производства и затрат общественного труда в данной отрасли доктором экономических наук Карнауховой Е. С. была предложена

---

<sup>1</sup> См.: Архив К. Маркса и Ф. Энгельса, т. 4, М., Партиздат, 1935, стр. 119.

методика определения полной трудоемкости определенных видов сельскохозяйственных продуктов<sup>1</sup>.

Предложенная методика исходит из следующих особенностей рассматриваемого вопроса: во-первых, в сельском хозяйстве нет необходимости пересчитывать затраты на оплату труда в рабочее время через сравнение с оплатой одного человека-дня. В этой отрасли ведется учет затрат труда на единицу продукции непосредственно в рабочем времени. Во-вторых, в целях более точного учета затрат прошлого труда в рабочем времени методикой рекомендуется необходимость выделения в его составе затрат прошлого промышленного и прошлого сельскохозяйственного труда. Для этой цели материально-денежные затраты на производство сельскохозяйственных продуктов разделяются на затраты промышленного и затраты сельскохозяйственного происхождения. В-третьих, затраты промышленного происхождения в рабочем времени определяются с учетом созданного чистого дохода в народном хозяйстве, а вторая группа затрат — без учета созданного чистого дохода, так как в сельском хозяйстве собственная продукция калькулируется по ее себестоимости.

Используя методику Е. С. Карнаухова, определяются затраты общественного труда на производство хлопка-сырца в колхозах Узбекистана. Для изучения динамики производительности общественного труда исследованием охвачен пятнадцатилетний период (1960—1974 гг.). Как известно, хлопчатник в орошаемой зоне является главной и трудоемкой культурой. Комплексная механизация производственных процессов в хлопководстве приводит к сокращению затрат живого труда на 1 ц продукции при некотором увеличении материальных затрат. Так, в 1960—1974 гг. затраты живого труда в расчете на 1 ц хлопка-сырца сократились на 1,5 чел.-дн. В то же время материальные затраты на 1 ц продукции увеличились с 7,15 руб. в 1960 г. до 15,7 руб. в 1974 г., т. е. возросли более чем в два раза. Этот процесс является закономерным и объясняется следствием научно-технического прогресса в хлопководстве. По мере развития производительной силы труда меньшая масса живого труда приводит в движение большую массу овеществленного труда, перенося его стоимость на производимый сельскохозяйственный продукт. Объясняя эту тенденцию изменения общественной производительности труда, К. Маркс писал: «Повышение производительности труда заключается именно в том, что доля живого труда уменьшается, а доля прошлого труда увеличивается, но увеличивается так, что общая сумма труда, заключающаяся в товаре, уменьшается; что, следовательно, количество живого труда уменьшается больше, чем увеличивается количество прошлого труда»<sup>1</sup>. Следовательно, вместе с абсолют-

<sup>1</sup> Е. С. Карнаухова. Учет затрат общественного труда, М., «Наука», 1973.

<sup>1</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. 25, ч. I, стр. 286.

ным увеличением материально-денежных затрат на 1 ц продукции, происходят изменения в динамике структуры этих затрат (табл. 20).

За исследуемый период структура материальных затрат в хлопководстве колхозов Узбекской ССР претерпела некоторые изменения.

Так, в 1974 г. значительно снизилась доля затрат колхозов на семена. Внедрение прогрессивных способов сева (посев оголенными семенами, частичный переход от квадратно-гнездового к двухрядному посеву и т. д.) способствовало экономии затрат семян на 1 га посева. С другой стороны, повышение урожайности хлопчатника при прочих равных условиях приводит к сокращению затрат на семена в расчете на 1 ц продукции. За эти годы определено вырос удельный вес амортизации (с 10,7% — в 1960 г. до 17,1%

Таблица 20

**Структура материальных затрат на 1 ц хлопка-сырца в колхозах Узбекской ССР, %.**

Год	Семена	Горючее, смазочные материалы	Минеральные удобрения	Амортизация	Текущий ремонт	Общепроизводственные и общие хозяйственные затраты*	Прочие затраты	Всего
1960	10,0	6,3	24,2	10,7	7,2	31,8	9,8	100
1965	7,6	8,6	26,4	14,5	9,2	28,7	6,0	100
1970	5,3	7,6	20,7	16,5	7,5	28,0	14,4	100
1974	3,8	8,2	18,4	17,1	7,2	30,0	15,3	100

\* Без учета в их составе оплаты труда.

в 1974 г.) и горюче-смазочного материала (с 6,3% — в 1960 г. до 8,2% — в 1974 г.) в общей сумме материальных затрат. Это свидетельствует об увеличении в хлопководстве применяемых средств и предметов труда. Более стабильный характер имели удельные веса статей расходов: «текущий ремонт» и «общепроизводственные и общехозяйственные затраты». Повышение урожайности хлопчатника послужило основой уменьшения доли минеральных удобрений в составе материальных затрат с 24,2% — в 1960 г. до 18,4% — в 1974 г.

Путем пересчета материально-денежных затрат (за исключением из их состава оплаты труда административно-управленческого персонала) на основе методики Карнауховой Е. С. определили уровень и динамику затрат всего общественного труда на 1 ц хлопка-сырца в колхозах Узбекистана.

Анализ изменений динамики полной трудоемкости хлопка-сырца в колхозах подтверждает действие закона повышающейся производительности труда. Среднегодовой темп прироста производительности общественного труда в хлопководстве за рассматриваемый

мый период составил 1,6%, т. е. несколько ниже темпа прироста живого труда. Если в 1960 г. колхозы республики на производство 1 ц хлопка-сырца затратили 8,86 чел.-дн., то в 1965 г.— 7,83 чел.-дн. и в 1975 г.— 6,84 чел.-дн. За 1960—1974 гг. производительность общественного труда выросла почти на 30% (табл. 21).

Закономерной тенденцией является то, что в структуре всех затрат прошлого труда уменьшается доля затрат прошлого труда сельскохозяйственного происхождения и повышается доля промышленного. Так, если в 1960 г. последняя составила 43,9%, то в 1974 г.— 71,5%. Доля затрат прошлого сельскохозяйственного труда соответственно уменьшилась. По мере развития научно-технического прогресса эта тенденция будет возрастать. Вместе с тем, следует отметить, что производительность общественного труда в хлопководстве повышается сравнительно медленными

Таблица 21

Уровень и динамика затрат всего общественного труда на производство 1 ц хлопка-сырца в колхозах Узбекской ССР, чел.-дн.

Год	Затраты живого труда			Затраты прошлого труда			Полные затраты труда	Доля прошлого труда в полных затратах			Доля затрат живого труда
	прямые	косвенные	итого	сельскохоз.	промышлен.	итого		всего прошлого труда	в том числе		
									сельскохоз.	промышлен.	
1960	6,1	0,8	6,9	1,10	0,86	1,96	8,86	22,1	56,1	43,9	77,9
1965	5,4	0,8	6,2	0,63	1,0	1,63	7,83	20,8	38,9	61,1	79,2
1970	5,3	0,7	6,0	0,49	1,13	1,62	7,62	21,2	30,2	69,8	78,8
1971	5,2	0,8	6,0	0,50	1,10	1,60	7,60	21,0	31,3	68,7	79,0
1972	5,4	0,6	6,0	0,50	1,10	1,60	7,60	21,0	31,3	68,7	79,0
1973	5,0	0,77	5,77	0,56	1,07	1,63	7,40	22,0	34,3	65,7	78,0
1974	4,37	1,03	5,4	0,41	1,03	1,44	6,84	21,1	28,5	71,5	78,9

темпами. Главной причиной этого является то, что до сих пор высок удельный вес затрат живого труда в полной трудоемкости (табл. 22). Его удельный вес за рассматриваемый период был неизменным и составил 78—79%. Низок уровень механизации таких производственных процессов, как чеканка, полив хлопчатника и уборка урожая, они требуют много затрат живого труда. Поэтому для дальнейшего повышения уровня общественной производительности труда необходимо перейти к комплексной механизации и этих трудоемких процессов. Кроме того, повышение производительности живого и овеществленного труда непосредственно зависит и от эффективного использования земельной площади, ее экономического плодородия. При прочих равных условиях повышение урожайности хлопчатника сопровождается ростом производительности труда, если темп ее прироста преобладает над темпом увеличения затрат труда. В 1960—1974 гг. темп прироста

Расчет полной трудоемкости на 1 ц хлопка-сырца в колхозах  
Узбекской ССР за 1974 г.

Наименование затрат	Затраты, руб.	Затраты в переводе на рабочее время, чел.-дн.	Удельный вес в общей трудоемкости
Оплата живого труда:			
а) прямая оплата и косвенная	23,80	—	—
б) общепроизводственные и общехозяйственные расходы, связанные с оплатой труда	2,08	—	—
Итого	25,88	5,40	78,90
Затраты на средства производства сельско- хозяйственного характера			
семена	0,54	0,110	1,61
органические удобрения	0,40	0,080	1,17
прочие прямые	0,10	0,080	1,17
общепроизводственные и общехозяйственные расходы	0,71	0,140	2,05
Итого	2,05	0,41	6,00
Затраты на средства производства промышлен- ного происхождения			
Минеральные удобрения	2,51	0,220	3,22
Амортизация	2,33	0,21	3,08
Текущий ремонт	0,93	0,08	1,18
Горюче-смазочные материалы	1,12	0,10	1,46
Прочие прямые затраты	3,60	0,32	4,68
Общепроизводственные и общехозяйственные расходы	1,08	0,10	1,48
Итого	11,57	1,03	15,10
Всего	39,50	6,84	100

Таблица 23

Уровень и динамика полных затрат труда на 1 га посева  
хлопчатника в колхозах Узбекской ССР, чел.-дн.

Год	Всего полных затрат	В том числе				Урожай- ность хлопчат- ника, ц га
		живого труда	прошлого труда	из них		
				сельско- хоз.	промышл.	
1960	194,9	151,8	43,1	24,2	18,9	22,0
1965	203,6	161,2	42,4	16,4	26,0	26,0
1970	212,6	167,4	45,2	13,7	31,5	27,9
1971	216,6	171,0	45,6	14,2	31,4	28,5
1972	229,5	181,2	48,3	15,1	33,2	30,2
1973	230,1	179,4	50,7	17,4	33,3	31,1
1974	230,5	182	48,5	13,8	34,7	33,7

урожайности хлопчатника преобладал над темпом прироста затрат живого и овеществленного труда. За этот период урожайность хлопчатника в колхозах возросла на 53%, тогда как полная трудоемкость в расчете на 1 га увеличилась на 18% (табл. 23).

В расчете на 1 га посева хлопчатника также велики затраты живого труда и они имеют тенденцию постепенного повышения. За рассматриваемый период (1960—1974 гг.) последние увеличились с 151,8 чел.-дня в 1960 г. до 182 чел.-дня в 1974 г. Незначительно выросли затраты прошлого труда в расчете на 1 га посева. Однако следует заметить, что при некотором колебании уровня урожайности хлопчатника в рассматриваемом периоде имела тенденция постоянного роста затрат общественного труда на 1 га посева.

На основе глубокого изучения тенденции изменения полной трудоемкости и урожайности хлопчатника путем построения математического аналога такой зависимости можно определить прогнозный уровень общественной производительности труда.

#### 4. Прогнозные математико-статистические модели производительности живого и всего общественного труда

Сложность проблемы повышения производительности труда, анализа и прогноза ее уровня в сельскохозяйственном производстве диктует необходимость использования в планово-экономических расчетах более совершенных методов исследования. Познание реального процесса роста производительности труда предполагает проведение глубокого качественного и количественного анализа на основе факторных моделей. Процесс моделирования производительности труда осуществляется поэтапно. На первом этапе на основе анализа статистической информации исследуются уровень и динамика производительности труда, устанавливается общая тенденция ее изменения. Этап традиционного качественного анализа позволяет уточнить зависимость производительности труда от воздействующих на нее факторов, но не определяет меру и тесноту последней. Поэтому возникает необходимость перехода к следующему этапу исследования. На этом этапе строятся одно- или многофакторные модели производительности труда корреляционно-регрессионного типов. Следующий этап экономико-математического моделирования предполагает альтернативный выбор формы уравнения регрессии. Он может быть произведен графически, аналитически или механически. Более правильный подход основывается на изучении логики моделируемого процесса, выяснении его сущности и характера, тенденции развития. После выбора аналитической формы производственной функции ведется расчет параметров уравнения регрессии, проверка достоверности коэффициентов детерминации и уравнения, а также глубокий анализ производной информации, получаемой путем математической обработки конкретной производственной функции.

В моделировании производительности живого и всего общественного труда в колхозах Узбекской ССР руководствуемся вышеприведенной методикой исследования.

В результате качественного и количественного анализа уровня и динамики производительности труда в колхозах установлено, что основными факторами ее повышения являются:

уровень материального и морального поощрения колхозников в результатах труда, выраженный размером оплаты труда,  $x_{1t}$ , (руб./чел.-дн.);

уровень технической вооруженности труда, выраженный размером производственных фондов на одного среднегодового работника,  $x_{2t}$ , (руб.);

эффективность использования земельной площади, выраженная выходом продукции с одного гектара,  $x_{3t}$ , (руб.);

эффективность использования производственных фондов, т. е. фондоотдача,  $x_{4t}$  (руб.).

В результате обработки экономической информации по стандартной программе регрессионного анализа на ЭВМ «Минск-22» получено несколько видов производственных функций производительности живого труда в колхозах Узбекской ССР за 1960—1974 гг.

В целях получения более адекватной факторной модели производительности труда были апробированы пять типов (линейная, степенная, гиперболическая, параболическая и смешанная) зависимостей. Кроме того, исходная информация колхозного производства также варьировалась как в абсолютном, так и в относительном показателях. Получено всего двенадцать факторных моделей производительности труда. После проверки достоверности коэффициентов уравнения регрессии и детерминации, а также из логико-экономических соображений для последующего анализа уровня и динамики производительности труда в колхозах были составлены следующие зависимости:

линейная:

$$y_t = -4,984 - 0,068x_{1t} + 0,006x_{2t} + 0,0005x_{3t} + 3,845x_{4t};$$

логарифмически-линейная:

$$\lg y_t = 0,02 + 0,013 \lg x_{1t} + 0,921 \lg x_{2t} + 0,011 \lg x_{3t} + 0,929 \lg x_{4t};$$

$$R = 0,996; \mu_R = 477,6.$$

экспоненциальная:

$$y_t = e^{0,02} \cdot e^{0,243 \lg x_{1t} + 0,112 \lg x_{2t} + 0,339 \lg x_{3t} - 0,089 \lg x_{4t}}$$

$$(R = 0,967; \mu_R = 135),$$

где —  $y_t$  — зависимая переменная — выход продукции (в сопоставимых ценах 1965 г.) на один чел.-дн.  $x_{1t}$   $x_{2t}$   $x_{3t}$   $x_{4t}$  — факторы-повышения производительности труда, в динамике.

В первую очередь эти уравнения регрессии позволяют установить относительное «чистое» влияние факторов на уровень и динамику производительности труда в колхозах. Коэффициенты эластичности факторов в моделях следующие:

переменные	линейной функции	логарифмически-линейной функции
$x_{1t}$	0,013	0,013
$x_{2t}$	0,00004	0,921
$x_{3t}$	0,00005	0,011
$x_{4t}$	16,8	0,929

В линейной функции производительности труда неравномерно распределяются удельные веса факторов (занижено влияние фондовооруженности и завышено — фондоотдачи). Поэтому для экономического анализа и прогноза более правильно использовать логарифмически-линейную и экспоненциальную функции.

По степенной модели, предположив экспоненциальный рост переменных, можно исчислить основные источники роста производительности труда в колхозах за рассматриваемый период:

$$y_t = a + \bar{a}\bar{f} + \bar{\beta}\bar{v} + \bar{\gamma}\bar{s} + \bar{\omega}\bar{n},$$

где  $\bar{f}$ ,  $\bar{v}$ ,  $\bar{s}$ ,  $\bar{n}$  — среднегодовые темпы прироста соответственно оплаты труда, фондовооруженности, выхода продукции с гектара, интенсивности сельского хозяйства, а также фондоотдачи в колхозах за 1960—1974 гг. Подставляя их значения в соотношение, получим:  $y_t = 0,02 + 0,013 \cdot 5,4\% + 0,921 \cdot 1,4\% + 0,011 \cdot 3,2\% + 0,929 \times 0,5\% = 1,86$ . Теоретически темп прироста производительности труда совпадает с фактическим. Следовательно, вышеприведенное соотношение позволяет определить основные источники роста производительности живого труда в колхозах (табл. 24).

Из данных таблицы видно, что основными источниками роста производительности живого труда в колхозах Узбекистана за исследуемый период были повышение технической вооруженности сельскохозяйственного труда, рост экономического потенциала основных производственных фондов и эффективности их использования. Наличие диспропорций в темпах прироста производительности труда (1,86%) и его оплаты (5,4%) уменьшило относительное влияние этого фактора. Резкое повышение оплаты труда в колхозах было связано с решением социальной задачи — повышения благосостояния и культурного уровня колхозников, развития социалистического образа жизни в деревне. Оно предусматривало переход колхозов к гарантированной ежемесячной оплате труда с 1965 г. Теперь появилась необходимость для приведения оплаты труда в соответствие с ростом производительности труда. После 1970 г. в колхозах темпы роста оплаты труда несколько стабилизировались, однако они превышают темпы роста производительности труда.

Анализ фактических данных и производной информации моделей показывает также наличие несоответствия между ростом фондообеспеченности хозяйств и нагрузкой посевной площади на одного среднегодового работника. В результате низкого использования трудовых ресурсов колхозов (в среднем 213—215 дней в году) и невысвобождения излишних работников в другие отрасли нагрузка посевной площади на одного работника не только увеличивается, а наоборот, уменьшается. Показатель выхода продукции с 1 га земельной площади влияет через размер нагрузки посева на одного работника на уровень производительности труда. Поэтому рост результата интенсификации колхозного производства

Таблица 24

Источники роста производительности живого труда  
в колхозах Узбекистана за 1960—1974 гг.

Факторы	Эластичность факторов и темпы их прироста	В %
Материальное стимулирование работников, оплата труда	$\alpha \cdot f = 0,0702$	3,7
Фондовооруженность живого труда и качественные изменения основных фондов сельскохозяйственного назначения	$\beta \cdot b = 1,2894$	69,1
Эффективность использования земельной площади, интенсификация производства	$\gamma \cdot s = 0,0352$	1,6
Эффективность основных производственных фондов сельскохозяйственного назначения	$\omega n = 0,4645$	24,5
Прочие неучтенные факторы (улучшение организации труда и управления)	$a = 0,021$	1,1

при низком уровне нагрузки посевной площади относительно слабо повлиял на динамику производительности труда. За счет этого фактора производительность труда возросла на 1,6%.

Для разработки конкретных мероприятий по росту производительности труда в колхозах из логарифмически-линейной модели при средних значениях переменных можно вычислить предельные эффективности факторов:

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{1t}} = \frac{0,013 \cdot 6,53}{3,41} = 0,025 \text{ руб./руб.};$$

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{2t}} = \frac{0,921 \cdot 6,53}{988,1} = 0,0074 \text{ руб./руб.};$$

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{3t}} = \frac{0,011 \cdot 6,53}{880,1} = 0,00008 \text{ руб./руб.}$$

$$\frac{\partial y_t}{\partial x_{4t}} = \frac{0,929 \cdot 6,53}{1,43} = 4,64 \text{ руб./руб.}$$

Факторная модель производительности труда в общей форме отражает сложившуюся закономерность ее роста в колхозах. При прочих равных условиях повышение оплаты труда на один рубль по модели дает возможность повысить уровень производительности в расчете на отработанный человеко-день на 0,025 руб., повышение фондовооруженности труда на такую величину дает прирост уровня производительности на 0,0074 руб. Далее, увеличение выхода продукции с гектара на 1000 руб. повышает производительность живого труда на 0,08 руб. и, наконец, увеличение размера фондоотдачи на 1 руб. сопровождается ростом производительности живого труда в колхозах в среднем за 1960—1974 гг. на 4,64 руб.

Предельные эффективности факторов повышения производительности труда свидетельствуют о необходимости оптимизации массы применяемых ресурсов в колхозах путем их перераспределения между производственными и непроизводственными отраслями внутри сельского хозяйства, а также за его пределами. Этот процесс длительный и переходные этапы требуют построения специальных моделей, что связано с подготовкой рабочих мест в соответствующих отраслях и освоением в них капитальных вложений.

С целью исследования экономической эффективности отдельных отраслей сельского хозяйства колхозов Узбекистана и роста производительности труда в них рассмотрим динамику этих показателей — в хлопководстве. За 1960—1974 гг. в результате интенсификации хлопководства на базе внедрения комплексной механизации, химизации, применения мелиорации и достижений научно-технического прогресса производительность живого труда в расчете выхода продукции на одного среднегодового работника увеличилась в два раза, т. е. возросла с 1316 руб. в 1960 г. до 2662 руб. в 1974 г. Однако такой рост производительности труда в определенной мере обусловлен повышением реализации труда на хлопок-сырец. Так, в 1960 г. средняя реализационная цена 1 ц хлопка-сырца составила 32,27 руб., а в 1974 г. — 54,3 руб., т. е. возросла в 1,7 раза. Поэтому рост производительности в хлопководстве наиболее правильно характеризуется натуральным измерением — затраты труда в человеко-днях на производство 1 ц хлопка-сырца.

Уровень затрат труда на 1 ц продукции изменяется под влиянием множества факторов. Качественный анализ показал, что наиболее важными из них являются оплата труда, себестоимость

продукции, урожайности хлопчатника и величина материальных затрат (табл. 25).

За 1960—1974 гг. среднегодовой темп сокращения затрат (рост производительности) труда в хлопководстве составил 1,5%. За этот период темп прироста оплаты труда в отрасли составил 7%, себестоимости хлопка-сырца — 4,6%, урожайности — 2,4%, материальных затрат — 5,3%. Для сравнения можно заметить, что среднегодовой темп прироста производительности труда в хлопководстве был ниже, чем всего колхозного производства, а оплаты труда — выше. Кроме того, рост урожайности хлопчатника со-

Таблица 25

Зависимость уровня и динамики затрат труда на 1 ц хлопка-сырца в колхозах Узбекистана от некоторых факторов (1960—1974 гг.)

Год	Затраты труда на 1 ц хлопка-сырца, чел.-дн.	Оплата труда 1 чел.-дн., руб., $x_1$	Себестоимость хлопка, руб., $x_2$	Урожайность хлопчатника $ц/га$ , $x_3$	Материальные затраты на 1 ц продукции, руб., $x_4$
1960	6,9	1,56	19,0	22,0	7,15
1961	6,9	1,79	19,96	22,3	7,44
1962	7,6	1,78	20,89	20,6	7,38
1963	6,7	2,73	26,0	24,2	7,73
1964	6,6	2,80	27,2	24,2	8,58
1965	6,2	3,56	31,0	26,0	8,83
1966	5,9	3,79	32,0	27,2	9,42
1967	6,0	3,81	33,0	27,3	10,2
1968	6,1	3,81	33,8	27,1	10,6
1969	6,9	3,62	36,9	24,9	12,95
1970	6,0	4,51	38,4	27,9	14,68
1971	6,0	4,55	39,9	28,5	16,1
1972	6,0	4,54	39,3	30,2	16,0
1973	5,77	4,53	38,3	31,1	15,8
1974	5,4	5,06	39,5	33,7	15,7

провождается ростом материальных и трудовых затрат, что в конечном итоге дает невысокий уровень производительности живого труда.

Для исследования количественной зависимости уровня производительности живого труда в хлопководстве от воздействующих на него факторов за 1960—1974 гг. построены следующие производственные функции:

линейная 
$$y_t = 12,001 - 0,366x_{1t} - 0,018x_{2t} - 0,219x_{3t} - 0,008x_{4t} + 0,16t \quad (R = 0,986, \mu_R = 139) ;$$

логарифмически-линейная 
$$\lg y_t = 1,0781 - 0,436 \lg x_{1t} + 0,333 \lg x_{2t} - 0,616 \lg x_{3t} - 0,028 \lg x_{4t} + 0,081 \lg t \quad (R = 0,991, \mu_R = 205) ;$$

смешанная, при гипер-  
болической зависи-  
мости  $x_2$

$$y_t = 12,09 - 0,9x_{1t} - \frac{28,01}{x_{2t}} - 0,16x_{3t} - 0,012x_{4t} +$$

$$+ 0,13t \quad (R = 0,987 \quad \mu_R = 158).$$

Из приведенных уравнений регрессии в логарифмически линейном можно определить коэффициенты эластичности факторов. В нем, при прочих равных условиях, повышение среднего уровня таких факторов, как оплата труда, урожайность хлопчатника, материальные затраты на 1% дает возможность увеличить производительность труда соответственно на 0,4; 0,6; 0,03%.

Снижение среднего уровня себестоимости хлопка на 1% повышает производительность живого труда в хлопководстве на 0,3%. Включение в модель фактора времени определяет тенденцию изменения производительности труда в хлопководстве за рассматриваемый период, темп прироста производительности труда при этом незначителен — 0,01. Факторные математико-статистические модели производительности труда в хлопководстве показывают, что основным источником ее роста является неуклонное повышение урожайности хлопчатника при относительном сокращении материально-денежных затрат на 1 га посева. Однако рост интенсивности хлопководства сопровождается увеличением материальных затрат на 1 га посева. Поэтому необходимо обеспечить опережающий темп прироста урожайности хлопчатника по сравнению с ростом затрат. Изучение этой зависимости приводит нас к проблеме измерения производительности общественного труда отрасли и ее зависимости от урожайности хлопчатника.

Как было отмечено в предыдущем разделе главы, уровень производительности общественного труда в хлопководстве колхозов Узбекистана по мере роста урожайности хлопчатника имеет тенденцию к неуклонному повышению. Для количественной формации зависимости уровня производительности общественного труда и роста урожайности построим однофакторную модель производительности всего общественного труда в хлопководстве, которая выражается уравнениями регрессии:

- а) линейное  $y_t = 12,69 - 0,172x_{1t} \quad (R = -0,879; \mu_R = 15);$
- б) логарифмически-  
линейное  $\lg y_t = 1,7087 - 0,56 \lg x_{1t} \quad (R = -0,88; F = 15)$
- в) гиперболическое  $y_t = 3,6 + \frac{118,0}{x_{1t}} \quad (R = 0,878; F = 14,9);$
- г) параболическое  $y_t = 14,03 - 0,27x_{1t} + 0,0024x_{1t}^2 \quad (R = 0,88;$   
 $F = 15,1),$

где  $y$  — затраты живого и общественного труда, чел.-дн.,  $x_{1t}$  — урожайность хлопчатника, ц/га. Уравнения регрессии, характеризующие производительность общественного труда, показывают наличие обратной зависимости между уровнем полной трудоем-

**Динамика фактических и выравненных по моделям значений производительности общественного труда в хлопководстве по колхозам Узбекской ССР за 1960—1974 гг.**

Год	у	Λ <sub>а</sub>	Λ <sub>б</sub>	Λ <sub>в</sub>	Λ <sub>г</sub>
1960	8,86	8,91	9,03	8,97	9,06
1961	8,66	8,86	8,99	8,91	9,04
1962	9,54	9,15	9,39	9,34	9,32
1963	8,24	8,53	8,59	8,49	8,67
1964	8,30	8,53	8,59	8,49	8,67
1965	7,89	8,22	8,24	8,15	8,32
1966	8,75	8,01	8,04	7,95	8,07
1967	8,52	7,99	8,01	7,93	8,04
1968	7,65	8,03	8,05	7,96	8,08
1969	8,60	8,41	8,44	8,35	8,54
1970	7,62	7,89	7,92	7,84	7,92
1971	7,60	7,79	7,83	7,75	7,96
1972	7,60	7,50	7,57	7,52	7,68
1973	7,40	7,31	7,43	7,38	7,40
1974	6,84	6,89	7,13	7,11	7,24

Таблица 27

**Абсолютные отклонения теоретических значений производительности труда в хлопководстве от фактических**

t	По типам моделей			
	(а)	(б)	(в)	(г)
1	+0,05	+0,17	+0,11	+0,20
2	+0,20	+0,33	+0,25	+0,38
3	-0,39	-0,15	-0,20	-0,22
4	+0,29	+0,35	+0,25	+0,43
5	+0,23	+0,29	+0,19	+0,37
6	+0,33	+0,35	+0,26	+0,43
7	-0,74	-0,71	-0,80	-0,68
8	-0,53	-0,51	-0,59	-0,48
9	+0,38	+0,40	+0,31	+0,43
10	-0,19	-0,16	-0,25	-0,06
11	+0,27	+0,30	+0,22	+0,30
12	+0,19	+0,23	+0,15	+0,36
13	-0,10	-0,03	-0,08	+0,08
14	-0,09	+0,03	-0,02	0
15	+0,05	+0,29	+0,27	+0,40
$\sum_{t=1}^{15} \epsilon_t$	-0,005	+0,118	+0,007	+0,194

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение математических методов в планировании и управлении сельским хозяйством, разработка методики анализа и прогноза темпов и факторов экономического роста сельскохозяйственного производства являются одним из важных направлений аграрно-экономических исследований. На базе марксистско-ленинской методологии исследования современные научные методы могут быть использованы для решения актуальных и теоретических проблем, выдвигаемых экономической наукой, непрерывного совершенствования методологии планирования и прогнозирования сельскохозяйственного производства.

Научно обоснованное планирование сельского хозяйства должно быть осуществлено на основе познания и использования объективных экономических законов, комплексного и системного анализа реального процесса производства. Для этой цели используются экономико-математические модели оптимизационного и математико-статистического типов. При системном исследовании аграрно-экономических процессов создается ряд адекватных экономико-математических оптимизационных моделей, с помощью которых выбираются оптимальные решения. И здесь проблема устойчивости принятых решений перестает быть препятствием для использования моделей, ибо быстро действующие электронно-вычислительные машины при наличии экономико-математической модели позволяют быстро пересчитать варианты принятых решений.

Применение математико-статистических методов, в частности аппарата производственных функций, дает возможность сочетать в единстве качественно-теоретический аспект анализа с количественно-математическим. Построение и расчет конкретной производственной функции позволяют определить абсолютное и относительное «чистое» влияние факторов на результирующий показатель, рассчитать и сопоставить предельные и средние эффективности применяемых ресурсов, предельные нормы их замещения, а также вычислить оптимальные комбинации производственных ресур-

сов и на их базе определить пути повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

В настоящее время математические методы и ЭВМ успешно применяются в практике планирования и прогнозирования сельского хозяйства в целом, отдельных аграрно-экономических и социально-экономических процессов. В данной области достигнуты определенные успехи. Однако еще много проблем, которые предстоит решить в будущем: дальнейшее развитие аграрно-экономической науки на базе совершенствования методологии и методики исследований, теории факторного анализа;

исследование вопросов и проблем оптимального функционирования социалистического сельского хозяйства и согласования принимаемых решений на глобальном и локальном уровнях;

разработка более совершенных экономико-математических моделей для оптимального планирования и прогнозирования сельскохозяйственного производства, анализа и прогноза его экономического роста, отдельных аграрно-экономических и социально-экономических процессов;

изучение проблем проектирования, разработки и создания автоматизированной системы управления сельским хозяйством;

совершенствование методики факторного анализа при изучении уровня, состава и динамики эффективности сельскохозяйственного производства;

разработка моделей оперативного, текущего, среднесрочного и долгосрочного планирования и прогнозирования сельскохозяйственного производства и т. д.

Широкое и интенсивное развертывание научных исследований по этим направлениям, к числу которых принадлежит и данная работа, на наш взгляд, будет способствовать дальнейшему совершенствованию планирования и управления сельским хозяйством, рациональному и эффективному распределению и использованию материальных, трудовых и природных ресурсов, а следовательно, повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

Таким образом, методы экономической кибернетики в сочетании с современными электронно-вычислительными машинами сыгравают действительную роль в осуществлении тех грандиозных задач, которые были намечены XXV съездом КПСС, а также октябрьским (1976 г.) Пленумом ЦК КПСС.

## БИБЛИОГРАФИЯ

### Произведения классиков марксизма-ленинизма

- Маркс К.\* Британское владычество в Индии. — Маркс К. и Энгельс Ф. Сочинения, т. 9.
- Маркс К. Письмо Энгельсу от 31 мая 1873 г. — Маркс К. и Энгельс Ф. Сочинения, т. 33.
- Маркс К. Капитал, т. 1. — Маркс К. и Энгельс Ф. Сочинения, т. 23.
- Маркс К. Капитал, т. 2. — Маркс К. и Энгельс Ф. Сочинения, т. 24.
- Маркс К. Капитал, т. 3. — Маркс К. и Энгельс Ф. Сочинения, т. 25.
- Маркс К. Капитал, т. 4. — Маркс К. и Энгельс Ф. Сочинения, т. 26.
- Маркс К. Математические рукописи, М., Наука, 1968.
- Маркс К. и Энгельс Ф. Избранные произведения, т. 2, М., 1955
- Энгельс Ф. наброски к критике политической экономии. — Маркс К. и Энгельс Ф., Сочинения, т. 1.
- Энгельс Ф. «Анти-Дюринг». — Маркс и Энгельс Ф. Сочинения, т. 20.
- Ленин В. И.\*\* По поводу так называемого вопроса о рынках. т. 1.
- Ленин В. И. Развитие капитализма в России. т. 3.
- Ленин В. И. Аграрный вопрос и «критики Маркса», т. 5.
- Ленин В. И. Капиталистический строй современного земледелия, т. 19.
- Ленин В. И. Одна из великих побед техники, т. 23.

### Важнейшие партийные документы

- Брежнев Л. И. О ходе выполнения решений XXIII съезда и Пленумов ЦК КПСС по вопросам сельского хозяйства, в кн.: Ленинским курсом, т. 2, Политиздат, 1970.
- Материалы XXIII съезда КПСС, М., Госполитиздат, 1966.
- Материалы XXV съезда КПСС, М., Политиздат, 1976.
- Материалы октябрьского (1976) Пленума ЦК КПСС, «Правда», 26 октября 1976 г.
- Пленум ЦК КПСС (24—26 марта 1965 г.) Стенографический отчет, М., Политиздат, 1965.
- Программа КПСС, М., Политиздат, 1968.

### Литература

- Абалкин Д. В. И. Ленин о планомерном регулировании социалистической экономики, «Плановое хозяйство», 1969, № 18.

\* Произведения К. Маркса и Ф. Энгельса даны по 2-му изданию Сочинений.

\*\* Произведения В. И. Ленина даны по Полному собранию сочинений,

- Актуальные вопросы аграрной теории. Под редакцией Л. И. Любощица, Воронеж, 1968.
- Александров Н. Методы прогнозирования в социалистической экономике, М., «Прогресс», 1971.
- Алешина И. Модели экономического развития, «Международная экономика и международные отношения», 1969, № 8.
- Аллен Р. Математическая экономия. М., Издательство иностранной литературы, 1963.
- Андерсен Т. Введение в многомерный статистический анализ, М., Физматиздат, 1963.
- Анчишкин А. И. Прогнозирование роста социалистической экономики, М., «Экономика», 1973.
- Базилевич Л. А. Постановка задачи линейного программирования с применением данных корреляционного анализа, «Экономика и математические методы», т. III, вып. I, 1967.
- Басюк Т. Л. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур, «Плановое хозяйство», 1967, № 9.
- Басюк Т. Л. Организация производства в сельскохозяйственных предприятиях, М., «Экономика», 1965.
- Баумоль У. Экономическая теория и исследование операций, М., «Прогресс», 1965.
- Бир С. Кибернетика и управление производством, М., «Физматгиз», 1963.
- Браславец М. Е., Кравченко Р. Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве, М., «Колос», 1972.
- Буздалов И. Н. Интенсификация сельского хозяйства и ее экономическая эффективность, М., «Колос», 1964.
- Буздалов И. Н. Экономическая эффективность интенсификации сельскохозяйственного производства, М., «Колос», 1966.
- Виленский М. Земле — денежную оценку, «Вопросы экономики», 1968, № 3.
- Вишнев С. М. Экономические параметры, М., «Наука», 1968.
- Гаврилов В. Планирование урожайности сельскохозяйственных культур, «Экономика сельского хозяйства», 1968, № 5.
- Гладышевский А. И. Производственные функции, их построения и применения, «Экономика и математические методы», т. 2, вып. 4, 1966.
- Глушков В. М. и др. Беседы об управлении, М., «Наука», 1974.
- Гозулов А. И. и др. Статистика сельского хозяйства, М., «Статистика», 1967.
- Гольштейн Е. Г. и Юдин Д. Б. Новые направления в линейном программировании, М., «Советское радио», 1966.
- Гусев А. А. Экономико-математические модели химизации растениеводства, М., Автореферат канд. дисс., 1968.
- Денисов В. И. О методах расчета дифференциальной земельной ренты, Экономика и математические методы, М., «Наука», вып. 3, 1968.
- Джаббаров Н. Вопросы орошения и развития поливного земледелия, Ташкент, «Узбекистан», 1973.
- Дружинин Н. К. Основные математико-статистические методы в экономических исследованиях, М., «Статистика», 1968.
- Езикнел М. и Фокс К. А. Методы анализа корреляций и регрессий, М., «Статистика», 1966.
- Ефимов В. П. Интенсификация сельского хозяйства в колхозах и совхозах, М., «Колос», 1965.
- Земельный кадастр СССР, М., «Экономика», 1967.
- Игнатовский П. А. Общественное производство советской деревни, М., «Мысль», 1975.
- Карнаухова Е. С. Учет затрат общественного труда, М., «Наука», 1973.
- Карнаухова Е. Экономическая оценка земель в сельском хозяйстве, «Вопросы экономики», 1966, № 8.
- Кабулов В. К. и др. Применение экономико-математических методов в хлопководстве, Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1974.

- Ким В. В. Методика и методология определения экономической эффективности сельскохозяйственного производства, В сб: Факторы повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства, Ташкент, вып. 58, 1970.
- Клинический А. Больше внимания прогнозированию, «Вопросы экономики», 1967, № 1.
- Конторович Л. В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов, М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Кочетков А. Количественный учет урожайности зерновых, «Экономика сельского хозяйства», 1962, № 5.
- Кравченко Р. Г., Попов И. Г. и Толпекин С. З. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства, М., «Колос», 1973.
- Красовский А. О долгосрочных планах и прогнозах капитальных вложений, «Вопросы экономики», 1967, № 4.
- Кронрод Я. А. Законы политической экономии социализма, М., «Мысль», 1966.
- Лаврентьев В. Н. Экономика и организация сельскохозяйственного производства, М., «Высшая школа», 1967.
- Ланге О. Оптимальные решения, М., «Прогресс», 1967.
- Ланге О. Введение в эконометрику, М., «Прогресс», 1967.
- Лапкин К. И. Размещение и специализация сельскохозяйственного производства Узбекистана, Ташкент, «Фан» УзССР, 1966.
- Лебединский Н. П. Перспективные планы и прогнозы, «Коммунист», 1968, № 9.
- Леонтьев А. Научное предсказание и его методы, «Вопросы экономики», 1966, № 11.
- Лисичкин В. А. Экономические проблемы прогнозирования, М., «Экономика», 1968.
- Лукинов И. Проблемы прогнозирования сельского хозяйства, «Вопросы экономики», 1971, № 7.
- Лукомский Я. И. Теория корреляции и ее применение к анализу производства, М., Госстатиздат, 1958.
- Лурье А. Л. К. Маркс и проблемы социалистической экономики, В кн. «Экономика и математические методы, т. 4, вып. 6, 1968.
- Мамедов А. М. Развитие ирригации в Узбекистане, Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1967.
- Маслов В. Математическое рассуждение в экономической науке, «Вопросы экономики», 1967, № 3.
- Математика и кибернетика в экономике. Словарь-справочник, М., «Экономика», 1975.
- Методологические проблемы экономической науки. Под редакцией Кузьмина и др., М., «Мысль», 1967.
- Методология прогнозирования экономического развития СССР, М., «Экономика», 1971.
- Михалевский Б. Н. Односекторная динамическая модель и расчет укрупненных показателей среднесрочного плана, М., «Экономика и математические методы», т. 4, вып. 1, 1968.
- Михалевский Б. Н. Перспективные расчеты на основе простых динамических моделей, М., «Наука», 1964.
- Народное хозяйство Узбекской ССР в 1974 году. Статистический ежегодник, Ташкент, «Узбекистан», 1975.
- Научные основы экономического прогноза, М., «Мысль», 1971.
- Немчинов В. Социалистическое хозяйство и планирование производства, «Коммунист», 1964, № 5.
- Немчинов В. Экономика и математические модели, М., «Мысль», 1965.
- Николенко Г. О цене земли и платности на землю, «Экономика сельского хозяйства», 1968, № 5.
- Новожилов В. В. Измерение затрат и результатов при оптимальном планировании, М., «Экономика», 1967.
- Орлов А. В. О некоторых соотношениях взаимодействующих факторов в

- Экономико-математических моделях, в сб.: Вопросы экономико-математического анализа народного хозяйства, М., 1967.
- Павловский Э. Введение в математическую статистику, М., «Статистика», 1967.
- Перегудов В. Н. Метод наименьших квадратов и его применение в исследованиях, М., «Статистика», 1965.
- Применение математики в экономических исследованиях, Сборник статей под редакцией акад. В. С. Немчинова, т. 1, М., 1959; т. 2, 1961, М., «Соцэкгиз»; т. 3, М., 1966, «Мысль».
- Проблемы оптимального планирования, М., «Экономика», 1966.
- Проблемы оптимального планирования, часть I, II, III, М., ЦЭМИ АН СССР, 1973.
- Политическая экономия социализма. Под редакцией акад. А. М. Румянцев, Политиздат, 1975.
- Попов И. Г. Математические методы в экономических расчетах по сельскому хозяйству, М., «Колос», 1964.
- Прянишников Д. Н. Избранные сочинения, т. 1, Сельхозгиз, 1962.
- Раскин Г. Ф. Экономика орошаемого земледелия, М., «Колос», 1967.
- Рентабельность колхозного и совхозного производства, М., «Мысль», 1967.
- Розанов Г. В., Френкель А. А. Корреляционный и регрессивный анализ в экономических исследованиях, «Экономика и математические методы», т. III, вып. 3, 1967.
- Румянцев А. А. Основной экономический закон социализма. «Вопросы экономики», 1968, № 10.
- Сапильников Е. Интенсификация колхозного производства в зоне орошаемого земледелия. «Вопросы экономики», 1967, № 1.
- Смехов Б. М. Перспективное народнохозяйственное планирование, М., «Экономика», 1968.
- Смирнов А. Д. Моделирование и прогнозирование социалистического воспроизводства, М., «Экономика», 1970.
- Смирнов И. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики, М., «Наука», 1965.
- Струмилин С. Г. Проблемы социализма и коммунизма в СССР, М., «Экономиздат», 1961.
- Струмилин С. Г. О цене «даровых благ» природы, «Вопросы экономики», 1967, № 8.
- Струмилин С. Г. О критериях оптимальности народного хозяйства, «Вопросы экономики», 1968, № 3.
- Совершенствование планирования и управления народным хозяйством, М., «Наука», 1967.
- Суслов И. Об оптимальном сочетании фондов потребления и накопления в колхозах, «Вопросы экономики», 1966, № 10.
- Тинберхэн Я., Бос Х. Математические модели экономического роста, М., «Прогресс», 1967.
- Тинтнер Г. Введение в эконометрию, М., «Статистика», 1965.
- Тейл Г. Прикладное экономическое прогнозирование, М., «Прогресс», 1970.
- Терехов Л. Л. Экономико-математические методы, М., «Статистика», 1968.
- Толкачев А. Об эффективности общественного производства, «Плановое хозяйство», 1966, № 6.
- Учет общественных затрат труда в сельском хозяйстве, М., «Экономика», 1967.
- Федоренко Н. П. Экономика и математика, М., «Знание», 1968.
- Федоренко Н. Об экономической оценке природных ресурсов, «Вопросы экономики», 1968, № 3.
- Фишер Р. Статистические методы для исследователей, Физматгиз, 1958.
- Хайкин В. П., Найденов Н. Н. Корреляционное моделирование в экономических расчетах, М., «Статистика», 1964.
- Хаустейн Г. Методы прогнозирования в социалистической экономике, М., «Прогресс», 1971.
- Хеди Э. и Диллон Д. Производственные функции в сельском хозяйстве, М., «Прогресс», 1965.

- Х и л ю к Ф. М. Методы и модели экономического прогнозирования, Киев, 1970.
- Хлопководство Узбекистана за 50 лет, Ташкент, Изд-во «Фан» УзССР, 1973.
- Хлопководство, М., «Колос», 1967.
- Ч е т ы р к и н Е. М. Статистические методы прогнозирования, М., «Статистика», 1975.
- Ч е р е м у ш к и н С. Д. Теория и практика экономической оценки земли, М., Соцэкгиз, 1963.
- Ш е п о т ь к о Л. А. Интенсивность и эффективность сельскохозяйственного производства, М., «Экономика», 1968.
- Ш л я п е н т о х В. Э. Эконометрика и проблемы экономического роста, М., «Мысль», 1966.
- Э й д е л ь н а н т М. И. Прогнозирование урожайности хлопчатника, Ташкент, 1949.
- Э й д е л ь м а н М. Р. Межотраслевой баланс общественного продукта, М., «Статистика», 1966.
- Экономика сельскохозяйственных предприятий, М., Политиздат, 1965.
- Экономика социалистического сельского хозяйства, под редакцией Г. Г. Бадирьяна, М., «Колос», 1967.
- Э л ь г о р т Е. Р. Исследование влияния отдельных факторов на уровень себестоимости строительного-монтажных работ и создание экономико-математической модели. Экономика и математические методы, т. II, вып. I, М., 1966.
- Эффективность интенсификации сельского хозяйства, М., «Мысль», 1966.
- Эффективность сельскохозяйственного производства, М., «Мысль», 1967.
- Эффективность общественного производства, М., «Экономика», 1967.
- Я н ч Э. Прогнозирование научно-технического прогресса, М., «Прогресс», 1974.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава I Вопросы оптимального функционирования и совершенствования управления сельскохозяйственным производством в период развитого социализма	6
1. Сельское хозяйство — развивающаяся и оптимизируемая подсистема	—
2. Критерии оптимальности развития сельского хозяйства	12
3. Система моделей оптимального планирования и прогнозирования сельского хозяйства орошаемой зоны	15
4. Некоторые вопросы разработки и создания автоматизированной системы управления сельским хозяйством республики	25
Глава II. Основы математико-статистического моделирования и прогнозирования экономических процессов в сельском хозяйстве	30
1. Необходимость исследования факторов экономической системы и метод производственных функций	—
2. Характеристика некоторого класса функций, используемых в анализе и прогнозе экономики сельского хозяйства	37
3. Основы разработки и построения производственных функций	42
Глава III. Модели исследования факторов экономического роста сельского хозяйства колхозов	48
1. Содержание и предпосылки факторного анализа экономического роста сельского хозяйства	—
2. Исследование влияния объема, состава и динамики производственных фондов и трудовых ресурсов на темпы развития сельского хозяйства	52
3. Двухфакторная макроэкономическая модель колхозного производства	60
4. Многофакторная макроэкономическая модель сельского хозяйства колхозов и оценка земельно-водных ресурсов	70
Глава IV. Моделирование и прогнозирование урожайности хлопчатника в колхозах	77
1. Факторы роста урожайности хлопчатника	—
2. Производственные функции урожайности хлопчатника и методика определения экономической эффективности применения удобрений	81
3. Некоторые вопросы прогнозирования урожайности хлопчатника	88
Глава V. Модели интенсификации сельскохозяйственного производства колхозов	92
1. Теоретические аспекты повышения интенсификации сельского хозяйства	—
2. Показатели интенсификации сельского хозяйства и анализ их уровня и динамики	95
3. Многофакторные модели интенсификации сельского хозяйства и их использование в прогнозировании развития отрасли	99

Глава VI. Экономико-математические модели прогнозирования производительности живого и всего общественного труда в сельском хозяйстве	105
1. Вопросы повышения производительности сельскохозяйственного труда и превращения его в разновидность индустриального	—
2. Экономико-статистический анализ показателей производительности труда и тенденции их роста в колхозах республики	108
3. Методика определения производительности живого и всего общественного труда	113
4. Прогнозные математико-статистические модели производительности живого и всего общественного труда	119
Заключение	128
Библиография	130

Шадиев Турсун Шадиевич

ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

*Утверждено к печати Ученым Советом Ташкентского  
института народного хозяйства*

Редактор *Г. Иванова*  
Художник *Т. Кормушина*  
Технический редактор *В. Тарахович*  
Корректор *Т. Кормушина*

ИБ № 284

Р05274. Слано в набор 11/111-77 г. Подписано к печати 14/11V-77 г. Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бум. тип. № 1. Бум. л. 4,25. Печ. л. 8,5. Уч.-изд. л. 8,5. Изд. № В-45 Тираж 1500. Цена 1 р. 42 к.  
Типография издательства „Фан“ УзССР, Ташкент, проспект М. Горького, 79. Заказ 58.  
Адрес издательства: г. Ташкент, ул. Гоголя, 70.

Цена 1 р. 42 к.