

# СТАТИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЙ: ИССЛЕДОВАНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МНОГОПРОФИЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

**А.В. Коротков**, д-р экон. наук,  
Московский государственный университет экономики,  
статистики и информатики (МЭСИ)

### Характеристика многопрофильности предприятий

Под *многопрофильностью предприятий* по видам их деятельности далее понимается распространенное явление в деятельности современных российских предприятий, когда предприятия совмещают различные виды предпринимательской деятельности и, например, одновременно ведут производственную и торговую деятельность. Многопрофильность - относительно новое явление для российской экономики, которое получило развитие при переходе к рыночным отношениям. Исследование многопрофильности рыночных предприятий может рассматриваться как одно из направлений статистики рынка товаров и услуг. Как показывает предварительный анализ, какой-то один вид деятельности является доминирующим, а другие - дополняющими.

По причине многопрофильности конкретного предприятия его затруднительно отнести только к одному виду предприятий на рынке, например к производственным предприятиям или к предприятиям торговли - оптовой или розничной. В результате возникает задача характеристики предприятия с позиций сочетания видов деятельности. При этом предварительно требуется конкретизация каждого вида деятельности.

Наиболее распространена классификация предприятий на производственные и торговые. Результатом *производства* является продукт в материальной (товар) или нематериальной формах (услуги, интеллектуальные и виртуальные продукты). Так, например, к производству может быть отнесено консалтинговое предпринимательство. Торговая деятельность в соответствии с двумя звеньями торговли может быть двух видов - оптовая и розничная. К *розничной торговле* относятся все виды деятельности, связанные с реализацией товаров и услуг непосредственно потребителям для личного, некоммерческого использования. К *оптовой торговле* относятся все виды деятельности, связанные с поставкой товаров и услуг рыночным посредникам, розничной торговле или корпоративным клиентам. Следует подчеркнуть, что между торговлей и продажей имеется принципиальное различие.

### Классификация видов деятельности предприятий с позиций формирования и расходования ресурсов

К формированию системы видов деятельности предприятия следует подойти с позиции общей для различных процессов и явлений концепции формирования и расходования ресурсов, в соответствии с которой предприятие формирует и расходует ресурсы, что находит наиболее полное отражение в статистической методологии балансового анализа. Каждый ресурс определенным образом формируется и расходуются.

Формирование товарных ресурсов предприятия как участника потребительского рынка может происходить тремя путями, а именно: 1) производство продукта на основе закупки сырья, материалов и полуфабрикатов; 2) закупка готового продукта у резидентов на внутреннем рынке; 3) закупка готового продукта на внешнем рынке - импорт. Расходование ресурсов торговли в виде товарных запасов осуществляется в результате торговли и также может происхо-

дить тремя путями: 1) оптовая продажа на внутреннем рынке предприятиям и массовым потребителям; 2) розничная продажа населению для индивидуального потребления; 3) оптовая продажа на внешний рынок - экспорт. Как при формировании, так и при использовании ресурсов внешнеторговая деятельность выделена отдельно, поскольку имеет специфический характер - требует лицензии и опыта, происходит в контакте со специфическими службами, основана на особых условиях сертификации, оплаты и поставки товара.

Таким образом, с позиций концепции формирования и расходования ресурсов каждое предприятие обязательно осуществляет, по меньшей мере, два простых, или элементарных, вида деятельности - одно по формированию ресурсов, другое по их расходованию, каждый из которых можно представить состоящим из трех разновидностей. Возможные варианты сочетания этих разновидностей отражены на рисунке, который фактически представляет собой графическую форму баланса формирования и расходования ресурсов предприятий, формирующих товарное предложение на потребительском рынке.

		В. Деятельность по расходованию товарных ресурсов - продажа		
		Оптовая	На внешний рынок	Розничная
А. Деятельность по формированию ресурсов	Закупка внутри страны	1	2	3
	Импорт	4	5	6
	Производство	7	8	9

С. Комплексные виды деятельности

	Производство
	Оптовая торговля
	Розничная торговля

Рисунок. Виды деятельности предприятия

Как следует из рассмотрения рисунка, в результате различных сочетаний трех видов формирования и трех видов расходования ресурсов имеют место девять всевозможных вариантов деятельности предприятия. Наряду с большинством типичных сочетаний, можно отметить два нетипичных сочетания видов деятельности, которым соответствуют числовые обозначения 5 и 9.

Сочетание экспорта и импорта (обозначено номером 5) нетипично для потребительского рынка. Однако такое явление существует и известно как реэкспорт - экспорт импортированного продукта, который получил наибольшее распространение на рынке сырья, например нефти. Такое сочетание не представляет интереса при проведении исследования внутреннего рынка.

Сочетание производства и розничной торговли (номер 9) для материально-вещественного продукта часто несовместимо даже территориально, поскольку фактически требует двух предприятий - производственного и магазина. В то же время сочетание производ-

ства и торговли очень хорошо известно и представляет собой не что иное, как производство услуги, одним из свойств которой является неотделимость производства от предоставления конечному потребителю, то есть не только от розничной торговли, но и от потребления, поскольку услуги не хранятся, они не имеют товарных запасов.

### Характеристика содержания комплексных видов деятельности

Используемый подход к характеристике предприятия с позиций совместного рассмотрения двух простых видов деятельности - формирования и использования товарных ресурсов - позволяет дать содержательную характеристику трех комплексных видов деятельности - производства, оптовой торговли и розничной торговли. Графическая характеристика комплексных видов деятельности, или иначе, трех традиционных типов предприятий, представлена на рисунке выше и состоит в следующем. Простые виды деятельности расположены последовательно таким образом, чтобы выделить три графически цельные области, каждая из которых соответствует одному комплексному виду деятельности. Характеристика комплексных видов деятельности с позиций формирования и расходования ресурсов состоит в следующем.

Производство, или производственная деятельность, означает производство и реализацию материально-вещественной продукции оптом в сферу торговли или массовым потребителям, а также на экспорт, что соответствует сочетаниям видов деятельности, обозначенным номерами 7 и 8. Кроме того, это производство услуг - сочетание под номером 9. Розничная продажа (продажа, но не торговля) требует особых навыков и к производственной деятельности не относится.

Оптовая торговля - исключительно посредническая деятельность, которая основана на закупке товаров на внешнем и внутреннем рынках у производителей или оптовиков и с последующей реализацией товаров предприятиям оптовой или розничной торговли, а также массовым потребителям, что соответствует сочетаниям видов деятельности, обозначенных номерами 1, 2, 4, 5.

Розничная торговля основана на закупке товаров на внешнем или внутреннем рынке у производителей или оптовиков и на последующей реализации товаров населению или массовым потребителям малыми партиями, что соответствует сочетаниям видов деятельности с номерами 3, 6, 9.

Различие между продажей и торговлей можно пояснить следующим образом. Под *продажей* понимается односторонняя деятельность - только по реализации товарных ресурсов. Под *торговлей* понимается комплексная, двусторонняя деятельность - и по формированию, и по реализации товарных ресурсов. Продажей занимается любое рыночное предприятие. Предприятие занимается торговой деятельностью, или торговлей, если оно является посредником - продает закупленные товары.

### Подходы к статистическому исследованию многопрофильности

При проведении статистического анализа многопрофильности можно основываться на следующей классификации направлений исследования по двум признакам. *Первый признак* - виды деятельности: а) комплексные в двух вариантах - производство и торговля или с разделением торговли на оптовую и розничную; б) по формированию ресурсов; в) по использованию ресурсов. *Второй признак* - агрегированность товарного ассортимента предприятия - содержит три различных варианта: i) интегрированный товарный ассортимент, когда виды деятельности не дифференцируются по отдельным товарам; ii) отдельный товар, когда характеристика видов деятельности дается по отдельному товару; iii) дифференцированный ассортимент, когда характеристика видов деятельности дается отдельно по каждому из нескольких товаров.

В результате прикладной анализ может быть проведен по одному или нескольким направлениям из девяти возможных. Содержа-

ние анализа многопрофильности при рассмотрении интегрированного ассортимента и одного товара в основном совпадает. Методическая часть анализа многопрофильности по комплексным видам деятельности или ресурсам одинакова. Далее для конкретности рассматривается методика исследования и соответствующая система статистических показателей для анализа многопрофильности по комплексным видам деятельности и одному товару. Особый интерес представляет анализ сочетания видов деятельности.

Рассматривается  $N$  предприятий и  $M$  видов деятельности. Показатели следующие:

1)  $C$  - число возможных сочетаний видов деятельности или число групп предприятий по видам деятельности. Каждый вид деятельности может присутствовать или отсутствовать. При трех видах деятельности возможно  $2 \times 2 \times 2 = 8$  сочетаний, одно из которых - отсутствие всех трех видов - исключается. Максимальное значение  $C_{\max} = 7$ . Присваивая обозначение «1» производству, «2» - оптовой торговле, а «3» - розничной, имеем сочетания: (1-2-3) - все три вида, (1-2) - производство и оптовая торговля, (1-3) - производство и розничная торговля, (2-3) - оптовая и розничная торговля, (1) - только производство, (2) - только оптовая торговля, (3) - только розничная торговля. Возможен вариант с буквенными обозначениями:  $p$  - производство,  $w$  - оптовая и  $r$  - розничная торговля от production, wholesale и retail соответственно. При рассмотрении конкретных видов деятельности и их сочетаний приведенные далее показатели  $n^*$ ,  $p^*$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $K$  также снабжаются соответствующими подстрочными индексами;

2)  $n^*$  - число предприятий, осуществляющих только указанные виды деятельности. Если все предприятия одинаковы, то  $n^*_{\max} = N$ . Применяя или цифровые, или буквенные подстрочные обозначения, величина  $n^*_{1-2-3}$  или  $n^*_{pwr}$  относится к производству и торговле, величина  $n^*_{1-2}$  или  $n^*_{pw}$  - к производству и оптовой торговле, величина  $n^*_3$  или  $n^*_r$  - исключительно к розничной торговле и т. д.;

3)  $p^* = n^*/N$  - доля предприятий, осуществляющих только указанные виды деятельности. В совокупности доли характеризуют структуру, при этом  $\sum p^* = 1$ ;

4)  $n$  - число предприятий, осуществляющих указанные виды деятельности, не исключая наличия и иных видов деятельности. В отличие от  $n^*$  при расчете  $n$  осуществляется элиминирование наличия иных видов деятельности на предприятии. Очевидно, что величины  $n$  больше или равны  $n^*$ . Для сочетания двух видов деятельности, например для производства и оптовой торговли, справедлива зависимость:  $n_{1-2} = n^*_{1-2} + n^*_{1-2-3}$ . Для одного из трех видов деятельности, например для оптовой торговли, справедливо:  $n_2 = n^*_{1-2} + n^*_{1-2-3} + n^*_{2-3} + n^*_{1-2-3}$ ;

5)  $p = n/N$  - удельный вес предприятий, осуществляющих указанные виды деятельности, не исключая наличия и иных видов деятельности. Очевидно, что  $\sum p$  превышает единицу;

6)  $K = n^*/n$  - коэффициент индивидуальности указанных видов деятельности. Показатель изменяется в пределах от 0 до 1, причем большее значение показателя соответствует большей индивидуальности;

7)  $\bar{m}$  - среднее число видов деятельности по предприятиям:

$$\bar{m} = \frac{\sum_{j=1}^N m_j}{N} = \frac{\sum_{s=1}^M s n_s}{N},$$

где  $m_j$  - число видов деятельности на  $j$ -м предприятии ( $j=1, N$ );  $n_s$  - число предприятий с  $s$  видами деятельности ( $s=1, M$ ). Очевидно, что  $\sum n_s = N$ ;

8)  $K_M = \bar{m}/M$  - степень многопрофильности предприятий на рынке. Показатель изменяется в пределах от 0 до 1, причем большее значение соответствует большему развитию многопрофильности;

9)  $\bar{m}^{(i)}$  - среднее число видов деятельности для предприятий с условием наличия  $i$ -го вида деятельности:

$$\bar{m}^{(i)} = \frac{\sum_{j=1}^{N_i} m_j^{(i)}}{N_i},$$

где  $N_i$  - число предприятий с  $i$ -м видом деятельности;  $m_{ij}^{(0)}$  - число видов деятельности на  $j$ -м предприятии с обязательным наличием  $i$ -го вида деятельности. Показатель представляет собой условное среднее для предприятий, занимающихся  $i$ -м видом деятельности, и позволяет дать индивидуальную характеристику для каждого из трех видов деятельности предприятий.

Рассмотренные показатели, примененные для анализа многопрофильности совокупности предприятий с близким по назначению товарным предложением, могут применяться для статистиче-

ского исследования состояния и развития конкуренции на рынке, поскольку многопрофильность предприятий справедливо рассматривать как один из факторов конкурентоспособности предприятий. Показатели, характеризующие рынок в целом, могут рассматриваться как интегральные характеристики состояния конкуренции на рынке по фактору многопрофильности. Показатели, основанные на средних величинах, могут применяться в качестве базового уровня, наличие которого требуется для статистической оценки конкурентоспособности товаров и предприятий.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОММЕРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТОВ ОПТОВОГО РЫНКА, РЕАЛИЗУЮЩИХ ГОСУДАРСТВЕННУЮ ПОДДЕРЖКУ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДИТЕЛЯ

А.Н. Ващекин, канд. экон. наук,

М.М. Хрусталева, д-р физ.-мат. наук,

Российский государственный торгово-экономический университет

Обретение в начале 90-х годов прошлого века финансово-хозяйственной независимости сельскохозяйственными предприятиями России привело к крайнему падению количества потребляемых ими минеральных удобрений, что потребовало принятия срочных мер на государственном уровне.

Производители сельхозпродукции получают основные свои доходы сезонно, в то время как их расходы менее подвержены этому фактору. В результате они существуют в долг, расплачиваясь с кредиторами осенью, насколько это позволяет не всегда удачный урожай. Помимо фактического отсутствия денег у предприятий - производителей сельхозпродукции, существует также определенная мировоззренческая проблема, связанная с многолетней привычкой к списанию долгов, не только практиковавшейся ранее, но и осуществляемому во многих регионах в настоящее время, в ходе реализации различных местных бюджетных целевых программ, или в виде единовременных акций местных администраций. Вследствие этой практики производитель сельхозпродукции становится ненадежным потребителем, так как не торопится платить в ожидании возможной «золотой рыбки» в виде подачки местных властей.

Отсутствие возможности и желания потребителей платить, в частности, за потребленные минеральные удобрения, привело к тому, что они почти перестали приобретаться сельскохозяйственными предприятиями. Началось истощение земель и сокращение урожайности, возникла ситуация «проедания» такими предприятиями самих себя, ведь низкие урожаи еще меньше способствовали возврату накопившихся долгов.

Вместе с тем предприятия химической промышленности - производители минеральных удобрений, «огорчились» создавшимся положением в весьма малой степени, переориентировавшись в основном на внешний рынок, где цены на удобрения были в два-три раза выше, а потребители платили валютой и точно в срок. Правда, найти надежного и постоянного зарубежного потребителя удавалось не всегда.

В таких условиях была предложена концепция создания нового предприятия оптовой торговли, которое нормализовало бы ситуацию на внутреннем рынке минеральных удобрений, основным сырьем для производства которых, как известно, служит природный газ.

Оптовое торговое предприятие сумело организовать свою коммерческую деятельность таким образом, чтобы существенно расширить внутренний рынок минеральных удобрений, находящийся в коматозном состоянии. Заметим, к слову, что уже через год после

создания оно достигло контроля над существенной долей этого рынка - около 10%.

Используя опыт работы этого оптового предприятия, можно предложить новую схему взаимодействия субъектов оптового рынка минеральных удобрений и составить систему математических моделей коммерческой деятельности субъектов агрохимического комплекса, чтобы предложить на основе их анализа эффективные меры по поддержке сельского хозяйства путем создания условий для возрастания объемов сельхозпроизводства.

Агрохимический комплекс включает в себя в рамках нашей схемы следующие субъекты: поставщиков природного газа; заводы агрохимии; оптовых торговцев (операторов); сельхозпроизводителей; свободный рынок минеральных удобрений; государство.

О каждой группе субъектов будем говорить в единственном числе, так как их число, в сущности, не имеет значения.

### Принципиальная схема взаимодействия субъектов агрохимического комплекса

1. Государство (ГП), желая поддержать Сельхозпроизводителя (СХ), ежегодно и безвозмездно выделяет для этого некоторые денежные средства (дотацию), однако не направляет их непосредственно СХ, поскольку это вызовет не рост производства, а «проедание» этих средств. Дотация обеспечивает продажу удобрений на внутреннем рынке по заниженной в сравнении с уровнем свободного рынка цене.

2. Основную роль в организации этого процесса играет оператор - Оптовый торговец (ОТ). Приобретая за свои векселя минеральные удобрения у Завода агрохимии (ХЗ), ОТ продает их СХ с некоторой наценкой в рассрочку, то есть получает от этой продажи деньги с оговоренным запаздыванием (например, один год).

3. ХЗ покупает у Поставщика газа (ПГ) природный газ двух типов: лимитный (по рыночной цене) и дополнительный (по льготной цене). Коэффициент снижения цены жестко декларируется (в существующей в настоящее время практике межведомственными актами жестко задаются верхние границы цен на минеральные удобрения, реализуемые на внутреннем рынке). Дополнительный газ ХЗ приобретает лишь на векселя, выданные ОТ. При этом он обязан жестко установленную часть удобрений, произведенных из дополнительного газа (например, 80%), продать ОТ.

Оставшуюся часть этих удобрений, а также все удобрения, произведенные из лимитного газа, ХЗ реализует на свободном рынке.

Так как часть удобрений, произведенных из дополнительного (более дешевого) газа, ХЗ продает по рыночным ценам, он оказывается заинтересованным в покупке дополнительного газа.

4. ОТ оплачивает векселя, предъявляемые ему ПП в соответствии со сроками уплаты по ним, и, кроме, того, компенсирует ПП снижение цены на дополнительный газ, используя дотацию ГП.

Некоторую часть средств ОТ расходует на собственное содержание и компенсирование колебаний поступлений средств от СХ вследствие возможных неплатежей и связанных с ними судебных исков.

5. ХЗ сам назначает цену на удобрения, произведенные из дополнительного газа. Однако в случае завышения им цены, ОТ, учитывая спрос на удобрения, сложившийся у СХ, уменьшит объем закупок или вообще перестанет их приобретать. Поэтому ХЗ будет стремиться поддерживать равновесную цену, исходя из спроса и предложения удобрений.

Данная схема будет устойчиво работать только в том случае, если определяющие ее параметры - коэффициент снижения цены дополнительного газа, процент продаваемых ОТ удобрений, дотация от ГП и некоторые другие - будут выбраны правильно. Формирование принципов выбора оптимальных значений этих параметров, а также их эволюции при изменении экономической ситуации и является основной целью разрабатываемых в статье математических моделей.

Стратегия поведения субъектов агрохимического комплекса строится, исходя из естественного предположения, что каждый субъект преследует свои интересы: ХЗ максимизирует свою прибыль, а СХ - объем сельхозпродукции (и тем самым также свою прибыль). Регламентируемые ГП параметры процесса выбираются так, чтобы выполнялась исходная цель - рост годового производства сельхозпродукта.

В связи с тем что модель коммерческой деятельности субъектов агрохимического комплекса рассматривается на данном этапе исследований изолированно от остальной экономики, индексы цен продуктов, приходящих из других сфер экономики и уходящих из агрохимического комплекса по внешним рыночным ценам, будем считать одинаковыми, совпадающими с индексом инфляции валового продукта.

Под индексом цен понимается, как это делается обычно, отношение цены единицы продукта в текущем году к цене в базовом году. Сам продукт измеряется его стоимостью в базовом году. Для краткости изложения индексы цен в дальнейшем будем называть ценами. Это не приведет к недоразумению, так как истинные цены в уравнениях моделей участвовать не будут. Условимся также, что все величины в моделях (объемы газа, количество удобрений и т. п.) измеряются в рублях, за исключением отрезков времени, измеряемых в годах.

### Модель коммерческой деятельности СХ

Зависимость прибыли СХ, полученной в результате продажи сельхозпродукции, от интересующих нас факторов в общем случае может быть представлена зависимостью:

$$P_{cx}(t) = F_{cx}(t, P_{cx}(t/\tau_{cx}), U_y^{cx}(t/\tau_{cx}), y_{cx}(t/\tau_{cx}), C_{zn}(t/\tau_{cx})), \quad (1)$$

где  $t$  - текущее время;  $\tau_{cx}$  - длительность производственного цикла в сельском хозяйстве (для зерновых, например, один год);  $P_{cx}(t)$  - прибыль в единицу времени в момент  $t$  от продажи сельхозпродукта;  $y_{cx}$  - количество удобрений, закупленных в единицу времени СП в момент  $t$  (измеряется стоимостью удобрений в ценах фиксированного базового года);  $C_{zn}(t)$  - вектор параметров процесса, задаваемых ГП, таких, как коэффициент снижения цены дополнительного газа, процент продаваемых на свободном рынке удобрений, произведенных из дополнительного газа, дотация ГП и др.

Обозначение  $y_{cx}(t/\tau_{cx})$  применяется здесь, поскольку  $P_{cx}(t)$  зависит от всех значений  $y_{cx}(t - \tau)$ ,  $0 < \tau \leq \tau_{cx}$ .

Обозначения  $P_{cx}(t/\tau_{cx})$ ,  $U_y^{cx}(t/\tau_{cx})$ ,  $C_{zn}(t/\tau_{cx})$  имеют аналогичный смысл.

Явная зависимость правой части (1) от времени обусловлена воздействием внешних факторов, таких, как инфляция, конъюнктура свободного рынка удобрений и т. д.

### Модель коммерческой деятельности ХЗ

Аналогично (1), модель коммерческой деятельности ХЗ может быть записана в виде:

$$P_{xz}(t) = F_{xz}(t, P_{xz}(t/\tau_{xz}), U_y^{cx}(t/\tau_{xz}), y_{cx}(t/\tau_{xz}), C_{zn}(t/\tau_{xz})),$$

где  $P_{xz}(t)$  - прибыль ХЗ в единицу времени в момент  $t$ .

Обозначения  $P_{xz}(t/\tau_{xz})$ ,  $U_y^{cx}(t/\tau_{xz})$ ,  $y_{cx}(t/\tau_{xz})$ ,  $C_{zn}(t/\tau_{xz})$  имеют тот же смысл, что и аналогичные обозначения из (1),  $\tau_{xz}$  - максимальное учитываемое в модели запаздывание в сфере производства удобрений.

### Модель коммерческой деятельности ОТ и влияния ГП

Предполагается, что ОТ не максимизирует свои доходы, а лишь обеспечивает рентабельность своей деятельности и устойчивость процесса поддержки СХ, выбирая совместно с ГП вектор  $C_{zn}(t)$  в моделях (1), (2).

### Принципы выбора стратегий субъектов

Система моделей (1), (2) не является замкнутой. Ее необходимо дополнить стратегией поведения ХЗ и СХ, а также уравнениями определения цены  $U_y^{cx}$ , исходя из динамики спроса и предложения удобрений  $y_{cx}$ , выработанных из дополнительного газа.

В общем случае система моделей (1), (2) представляет собой совокупность достаточно сложных алгебраических, дифференциальных, интегро-дифференциальных уравнений (один из вариантов такой системы уравнений подробно рассмотрен в [1]). Поэтому трудно предположить, что стратегия СХ и ХЗ будет выбираться, исходя из оптимизации процесса, описываемого моделями (1), (2) в силу сложности последних.

Естественным вариантом формирования стратегий субъектов является принятие ими локально-оптимальных решений. В связи с этим рассмотрим установившееся, стационарное решение системы моделей (1), (2). Оно соответствует установившемуся режиму исследуемой системы, когда все фигурирующие в уравнениях (1), (2) величины постоянны и функции  $F_{cx}$ ,  $F_{xz}$  не зависят от времени  $t$  явно.

В этом случае система моделей (1), (2) приобретает следующий простой вид:

$$P_{cx} = F_{cx}(U_y^{cx}, y_{cx}, C_{zn}); \quad (3)$$

$$P_{xz} = F_{xz}(U_y^{cx}, y_{cx}, C_{zn}). \quad (4)$$

Формирование стратегии поведения субъектов экономической деятельности будем рассматривать как решение следующей трехуровневой неантагонистической игры (общие принципы решения таких задач изложены в [2], [3]).

1. Предполагаем, что СХ при фиксированной, известной ему цене  $U_y^{cx}$  на льготные удобрения и фиксированном, заранее известном векторе  $C_{zn}$ , выбирает объем закупаемых им удобрений  $y_{cx}$ , исходя из максимума своей прибыли  $P_{cx}$ .

В результате приходим к следующей экстремальной задаче:

$$F_{cx}(U_y^{cx}, y_{cx}, C_{zn}) \rightarrow \max_{y_{cx}}. \quad (5)$$

Максимизация ведется при фиксированных  $U_y^{cx}$  и  $C_{zn}$ .

Заметим, что функция  $F_{cx}$  должна учитывать не только финансовые возможности СХ по закупке удобрений, но и падение урожайности при передозировке, внесение удобрений, дающих эффект в течение длительного периода времени, и т. д.

В результате решения задачи (5) получаем зависимость оптимального количества удобрений  $\bar{y}_{cx}$  от параметров  $U_y^{cx}$  и  $C_{zn}$ :

$$y_{cx} = \bar{y}_{cx} (U_y^{cx}, C_{cn}). \quad (6)$$

2. Зная зависимость (6), а также вектор  $C_{cn}$ , ХЗ выбирает цену льготных удобрений  $U_y^{cx}$  и соответственно закупает необходимое количество дополнительного газа для производства льготных удобрений в количестве, определяемом зависимостью (6).

Таким образом, мы получаем следующую экстремальную задачу:

$$F_{xz}(U_y^{cx}, \bar{y}_{cx}(U_y^{cx}, C_{cn}), C_{cn}) \rightarrow \max_{U_y^{cx}}. \quad (7)$$

Максимум в (7) находится при фиксированном векторе  $C_{cn}$ . В результате решения этой задачи получается оптимальная для ХЗ величина цены  $\bar{U}_y^{cx}$ :

$$\bar{U}_y^{cx} = \bar{U}_y^{cx}(C_{cn}). \quad (8)$$

Зная величину  $\bar{U}_y^{cx}$  и используя (6), можно подсчитать количество удобрений  $y_{cx}$ , которые закупит СХ.

3. ГП, выбирая величину вектора  $C_{cn}$  в предположении рациональной деятельности СХ и ХЗ, стремится выполнить условия стабильности процесса взаимодействия субъектов (цена льготных удобрений  $y_{cx}$  меньше цены удобрений на свободном рынке и т. д.) при удовлетворяющем его росте производства сельхозпродукта (в стационарной модели этот рост олицетворяет величина  $P_{cx}$ ) и минимально возможной величине дотации.

Если процесс взаимодействия субъектов экономической деятельности не является стационарным (что характерно для реальной ситуации), но переменные процесса изменяются достаточно медленно, то можно исходить из процедуры формирования стратегий 1.-3., производя периодически (например, раз в год) пересчет этих стратегий (величин  $U_y^{cx}, y_{cx}, C_{cn}$  и других, связанных с ними).

#### Дифференциальная процедура выбора стратегий субъектов

Описанный в предыдущем разделе метод формирования стратегий субъектов экономической деятельности вполне реализуем. Однако можно предположить еще более простой и близкий к практике способ.

Решение экстремальных задач (5), (7) для достаточно реалистичных моделей (3), (4) не может быть получено в аналитической форме. Оказывается, что можно избежать необходимости точного решения задач (5), (7), используя идеи теории экстремальных регуляторов [4].

Запишем необходимые условия экстремума в задачах (5), (7), предполагая, что функции  $F_{cx}$  и  $F_{xz}$  дифференцируемы и что экстремум достигается во внутренней точке области изменения переменных. Эти условия имеют вид:

$$\frac{\partial}{\partial y_{cx}} F_{cx}(U_y^{cx}, y_{cx}, C_{cn}) = 0; \quad (9)$$

$$\frac{\partial}{\partial U_y^{cx}} F_{xz}(U_y^{cx}, \bar{y}_{cx}(U_y^{cx}, C_{cn}), C_{cn}) + \frac{\partial}{\partial y_{cx}} F_{xz}(U_y^{cx}, \bar{y}_{cx}(U_y^{cx}, C_{cn}), C_{cn}) \cdot \frac{\partial}{\partial U_y^{cx}} \bar{y}_{cx}(U_y^{cx}, C_{cn}) = 0, \quad (10)$$

где функция  $y_{cx} = \bar{y}_{cx}(U_y^{cx}, C_{cn})$  задается уравнением (9).

Уравнения (9) и (10) позволяют в принципе найти величины  $y_{cx}$  и  $U_y^{cx}$  при заданной стратегии  $C_{cn}$  государственной поддержки.

Некоторое неудобство доставляет то обстоятельство, что в (9), (10) функция  $\bar{y}_{cx}(U_y^{cx}, C_{cn})$  задается неявно. Однако ее производная  $\partial \bar{y}_{cx}(U_y^{cx}, C_{cn}) / \partial U_y^{cx}$ , как известно, может быть найдена из (9) аналитически.

$$\frac{\partial \bar{y}}{\partial U_y^{cx}} = - \frac{\frac{\partial^2 F_{cx}}{\partial y_{cx} \partial U_y^{cx}}}{\frac{\partial^2 F_{cx}}{\partial y_{cx}^2}}. \quad (11)$$

Используя равенство (11), условия экстремума (9), (10) можно записать в виде:

$$\Omega_{cx} = \frac{\partial F_{cx}}{\partial y_{cx}} = 0; \quad (12)$$

$$\Omega_{xz} = \frac{\partial F_{xz}}{\partial U_y^{cx}} - \frac{\frac{\partial F_{xz}}{\partial y_{cx}} \cdot \frac{\partial^2 F_{cx}}{\partial y_{cx} \partial U_y^{cx}}}{\frac{\partial^2 F_{cx}}{\partial y_{cx}^2}} = 0. \quad (13)$$

Аргументами функций, входящих в (12) и (13), являются  $U_y^{cx}, y_{cx}, C_{cn}$ . К сожалению, уравнения (12) и (13) также не могут быть решены аналитически. В связи с этим предлагается следующий метод моделирования поведения игроков СХ и ХЗ при фиксированной или достаточно медленно меняющейся стратегии  $C_{cn}$  игрока ГП:

$$\frac{\partial y_{cx}}{\partial t} = h_{cx} \cdot \Omega_{cx}(U_y^{cx}, y_{cx}, C_{cn}); \quad (14)$$

$$\frac{\partial U_y^{cx}}{\partial t} = h_{xz} \cdot \Omega_{xz}(U_y^{cx}, y_{cx}, C_{cn}), \quad (15)$$

где функции  $\Omega_{cx}, \Omega_{xz}$  задаются равенствами (12), (13), а  $h_{cx}, h_{xz} > 0$  - постоянные, выбираемые экспериментально. Дифференциальным уравнениям (14), (15) можно придать следующую экономическую интерпретацию.

Если производная функции полезности  $F_{cx}$  игрока СХ по  $y_{cx}$  положительна, то выгодно увеличивать закупку удобрений; если отрицательна, то уменьшать. Аналогично, если полная производная функции полезности  $F_{xz}$  игрока ХЗ по цене  $U_y^{cx}$  положительна, то цену  $U_y^{cx}$  выгодно увеличивать, в противном случае - уменьшать.

Термин «полная производная» означает, что при ее вычислении учитывается зависимость  $y_{cx} = \bar{y}_{cx}(U_y^{cx}, C_{cn})$  стратегии  $y_{cx}$  игрока СХ от цены удобрений  $U_y^{cx}$ .

В реальной ситуации даже при отсутствии математических моделей разумные игроки СХ и ХЗ будут вести себя именно так, как это задается уравнениями (14) и (15), «вычисляя» величины  $\Omega_{cx}, \Omega_{xz}$  путем проб и ошибок и используя интуицию предпринимателя.

Модель поведения игроков СХ и ХЗ (14), (15) может эффективно использоваться и в нестационарном случае. Она будет эффективно работать даже в том случае, когда истинная, не известная нам модель деятельности СХ и ХЗ отличается от той, по которой сформированы уравнения (14), (15) в силу предполагаемой нами устойчивости модели к достаточно малым возмущениям.

Начальные условия  $y_{cx}(t_0), U_y^{cx}(t_0)$  задаются, исходя из реальной ситуации или как решение уравнений (12) и (13) (их нужно решить один раз при  $t = t_0$ ).

В заключение хотелось бы отметить, что предложенная система моделей не является плодом абстрактных умозаключений. Напротив, она базируется на практике конкретных субъектов оптового рынка, использует принципы взаимодействия, уже принятые на этом рынке за основу. В особенности хотелось бы подчеркнуть: государству не нужно быть диктатором, директивно навязывающим свою волю нормативными распоряжениями, ему достаточно задать разумные правила игры, и поддержка той отрасли экономики, которая в ней особенно нуждается (в нашем примере это было сельское хозяйство), будет обеспечена самим ходом взаимоотношений субъектов рынка.