

Lissitsa, Aleksej; Babiéceva, Tamara

**Working Paper**

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Discussion Paper, No. 49

**Provided in Cooperation with:**

Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO), Halle (Saale)

*Suggested Citation:* Lissitsa, Aleksej; Babiéceva, Tamara (2003) : ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ, Discussion Paper, No. 49, Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe (IAMO), Halle (Saale), <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:3:2-23259>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/28567>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

## **DISCUSSION PAPER**

### **Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe**

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**АЛЕКСЕЙ ЛИССИТСА,  
ТАМАРА БАБИЧЕВА**

**DISCUSSION PAPER No. 49  
2003**



Theodor-Lieser-Straße 2, D-06120 Halle (Saale), Deutschland  
Telefon: +49-345-2928 110  
Fax: +49-345-2928 199  
E-mail: [iamo@iamo.de](mailto:iamo@iamo.de)  
Internet: <http://www.iamo.de>

Алексей Лисситса, доктор – научный сотрудник отдела Развитие предприятий и структур в сельской местности Института аграрного развития в странах Центральной и Восточной Европы (ИАМО), г. Галле, Германия. Центральным пунктом его научных исследований является анализ продуктивности и эффективности сельскохозяйственных предприятий стран Центральной и Восточной Европы.

Адрес Института: Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (ИАМО)  
Theodor-Lieser-Straße 2  
D-06120 Halle (Saale)  
Deutschland

Телефон: +49-345-2928 121  
Факс: +49-345-2928 399  
Эл. почта: [lissitsa@iamo.de](mailto:lissitsa@iamo.de)  
Internet: <http://www.iamo.de>

Тамара Бабичева, студентка международной магистерской программы "MBA in Agriculture", Национальный аграрный университет, г. Киев, Украина

Адрес: Украина  
03041 Киев  
ул. Героев Обороны 15  
Национальный аграрный университет

Эл. почта: [tbabycheva@online.com.ua](mailto:tbabycheva@online.com.ua)

Авторы публикации благодарят научных сотрудников Института аграрного развития в странах Центральной и Восточной Европы (ИАМО) Альфонса Бальмана, Хайнриха Хокманна, Петера Фогта за оказанную методическую помощь в написании данного *Discussion Paper*.

Публикации из серии *Discussion Paper* представляют не конечное и лишь частично рецензированное изложение результатов исследований Института аграрного развития в странах Центральной и Восточной Европы (ИАМО). Изложенные в этих публикациях выводы не обязательно соответствуют мнению ИАМО. Мы рады получить комментарии касательно этой публикации и просим направлять их авторам.

Издатели серии *Discussion Paper*:  
Проф., доктор наук Альфонс Бальманн (ИАМО)  
Доц., доктор наук Хайнрих Хокманн (ИАМО)  
Проф., доктор наук Петер Тиллак (ИАМО)  
Доктор Петер Вайнгартен (ИАМО)

ISSN 1438-2172

### РЕЗЮМЕ

Основным мотивом для написания данных "Дискуссионных материалов" является ознакомление читателя с теоретическими основами анализа продуктивности и эффективности сельскохозяйственных предприятий. В русскоязычной литературе при анализе эффективности предприятий, как правило, использовались и используются до сегодняшнего времени показатели рентабельности, значения которых сравниваются по отдельным предприятиям или их группам. В данной работе представлены широко используемые на Западе методы расчета эффективности и продуктивности предприятий. Работа построена таким образом, что в первую очередь будут представлены теоретические различия между эффективностью и продуктивностью производства, а в последующем дан обзор основным методом расчета эффективности и продуктивности во времени. Особое внимание при этом уделяется так называемой „теории индексов“, в особенности самым широко используемым из них, таким как Малмквист, Торнквист и Фишер индексам.

---

JEL: B4, C6, D2, O3, O4

Ключевые слова: Продуктивность, эффективность, теория индексов, Малмквист, Торнквист и Фишер индексы

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Hauptziel des vorliegenden "Discussions Paper" ist es, den russischsprachigen Leser mit den theoretischen Grundlagen der Produktivitäts- und Effizienzanalyse der landwirtschaftlichen Unternehmen vertraut zu machen. In der russischsprachigen Literatur wurden und werden bis zu heutigem Zeitpunkt in der Regel bei der Analyse der Effizienz der Unternehmen, die Kennzahlen der Rentabilität verwendet, deren Bedeutungen nach den einzelnen Unternehmen oder ihren Gruppen verglichen werden. In dieser Arbeit erfolgt eine Darstellung der im englischsprachigen Raum weitverbreiteten Methoden zur Effizienz und Produktivitätsanalyse. Die Arbeit ist so aufgebaut, dass zuerst die Unterschiede zwischen der Produktivität und Effizienz aus theoretischen Sicht erklärt und anschließend die wichtigsten Methoden der Produktivitäts- und Effizienzmessung dargestellt werden. Dabei gehen die Autoren insbesondere auf Malmquist, Törnkvist und Fisher Indexe ein.

---

JEL: B4, C6, D2, O3, O4

Schlüsselwörter: Produktivität, Effizienz, Indexzahlentheorie, Malmquist, Törnkvist, Fisher Index

**ABSTRACT**

The main aim of this "Discussion Paper" is to acquaint the Russian-speaking reader with theoretical issues of the efficiency and productivity analysis of the agricultural enterprises. In the Russian-speaking literature at the analysis of efficiency of the enterprises, as a rule, were used and are used up to today's time parameters of profitability, which value are compared on the separate enterprises or their groups. In this study the most widespread methods of productivity and efficiency analysis are presented. The analysis is structured in the following way: a overview of the most theoretical points about differences between efficiency and productivity is followed by an explanation of the methodological foundation of productivity and efficiency measurement techniques. Malmquist, Törnkvist and Fisher Indexes are presented more detailed.

---

JEL: B4, C6, D2, O3, O4

Keywords: Productivity, Efficiency, Index Number Theory, Malmquist, Törnkvist, Fisher Index

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Резюме .....</b>	<b>3</b>
Перечень иллюстраций .....	6
Перечень сокращений .....	6
<b>1 Вступление .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Понятия продуктивности и эффективности .....</b>	<b>8</b>
2.1 Определение продуктивности и эффективности сельхозпроизводства .....	8
2.2 Различие между продуктивностью и эффективностью .....	9
2.3 Техническая и аллокативная эффективности производства .....	10
2.3.1 Input-ориентированная модель эффективности .....	11
2.3.2 Output-ориентированная модель эффективности .....	12
2.3.3 Различие между input- и output-ориентированными эффективностями .....	13
2.4 Эффективность в зависимости от масштаба производства .....	14
<b>3 Методы определения продуктивности .....</b>	<b>16</b>
3.1 Расчет индексов общей продуктивности по методу DIVISIA .....	16
3.1.1 Ласпер- и Пааше-индексы .....	17
3.1.2 Торнквист-индекс .....	17
3.1.3 Фишер-индекс .....	18
3.1.4 Использование DIVISIA-индексов в эмпирическом анализе .....	18
<b>4 Расчет изменения продуктивности и эффективности в динамике .....</b>	<b>19</b>
4.1 Изменение общей продуктивности .....	19
4.2 Малмквист-индекс .....	22
4.2.1 Функции дистанции .....	22
4.2.2 Малмквист-индекс и его связь с Торнквист- и Фишер-индексами .....	24
4.2.3 Вычисление Малмквист-индекса .....	26
4.2.4 Малмквист-индекс в комбинации с DEA .....	27
4.2.5 Малмквист-индекс в комбинации с SFPF .....	29
4.2.6 Преимущества комбинации MPI и DEA .....	30
<b>5 Резюме и заключения .....</b>	<b>31</b>
Перечень литературы .....	33

**ПЕРЕЧЕНЬ ИЛЛЮСТРАЦИЙ**

Иллюстрация 1:	Виды продуктивности.....	8
Иллюстрация 2:	Продуктивность и эффективность.....	10
Иллюстрация 3:	Техническая и аллокативная эффективности при input-ориентированной модели .....	12
Иллюстрация 4:	Техническая и аллокативная эффективности при output-ориентированной модели .....	13
Иллюстрация 5:	Техническая эффективность при input- и output-ориентированных моделях с постоянной и переменной отдачей масштаба .....	14
Иллюстрация 6:	Эффективность в зависимости от величины масштаба.....	15
Иллюстрация 8:	Изменение эффективности во времени.....	20
Иллюстрация 9:	Input-ориентированная функция дистанции и input-комплект.....	24

**ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ**

AE	Аллокативная эффективность
CRS	Постоянная отдача масштаба
DEA	Анализ оболочки данных
ECH	Изменение технической эффективности
FI	Количественный Фишер-индекс
FP	Фишер-индекс продуктивности
GE	Общая эффективность
INPUT	Входной фактор
MPI	Малмквист-индекс общей продуктивности
OUTPUT	Конечный продукт
PFP	Частичная продуктивность фактора
PTE	Чистая техническая эффективность
PTECH	Чистая техническая эффективность
SE	Эффективность в зависимости от величины масштаба
SECH	Изменение эффективности в зависимости от величины масштаба
SFA	Анализ стохастической производственной функции
SFPF	Стохастическая граничная производственная функция
TCH	Технический прогресс (регресс)
TE	Техническая эффективность
TFP	Общая продуктивность фактора
TI	Количественный Торнквист-индекс
VRS	Переменная отдача масштаба

## 1 ВСТУПЛЕНИЕ

В последние годы появилось много различной литературы касательно анализа продуктивности и эффективности сельхозпроизводства. Лишь небольшое количество публикаций освещало теоретические основы измерения эффективности, больше внимания было уделено эмпирическому анализу. Некоторые из эмпирических исследований представляли лишь научный интерес, некоторые стали предметом общественно-государственной политики, а некоторые были направлены на принятие управленческих решений при менеджменте сельскохозяйственных предприятий. Очевидным стало то, что исследования в данной области стали междисциплинарными, распространившись от экономики до сфер менеджмента, государственного управления и многих других отраслей, тем самым оказывая влияние друг на друга.

Основным мотивом для написания данных "Дискуссионных материалов" является ознакомление читателя с теоретическими основами анализа продуктивности и эффективности сельскохозяйственных предприятий. Многие из описанных ниже теоретических подходов уже встречались ранее в литературе, и мы считаем целесообразным объединить их в едином источнике информации и представить читателю. Тем более, что подходы для расчета продуктивности и эффективности, описанные в данной работе, получили широкое распространение и применение на Западе, в то время, как в русскоязычной литературе при анализе эффективности сельскохозяйственных предприятий, как правило, использовались показатели рентабельности, значения которых сравнивались по отдельным предприятиям или их группам. В соответствии с этим традиционным представлением, делались анализы эффективности, построенные на использовании себестоимости и выручки. В данной же работе мы показываем, как можно определить максимально возможный выход продукции и осуществить анализ продуктивности и эффективности несколькими способами. На ряду с методом индексных чисел, что базируется на показателях общей продуктивности фактора, существует метод линейного программирования, что позволяет измерить эффективность сельскохозяйственного предприятия относительно границы производственных возможностей, что задает максимально возможный выход продукции при любой комбинации ресурсов. С другой стороны, максимально возможный выход определяется с помощью построения производственной функции методами математической статистики.

Работа построена следующим образом. В следующем разделе характеризуются понятия продуктивности и эффективности сельхозпроизводства, а также принципиальное различие между ними.

Третий и четвертый разделы посвящены характеристике основных методов для определения продуктивности. В третьем разделе внимание концентрируется на так называемом методе DIVISIA, который с помощью импликации различных индексов, дает возможность рассчитать продуктивность сельскохозяйственных предприятий. В четвертом разделе рассматривается расчет эффективности и продуктивности в динамике, в отличии от статического ее измерения в предыдущих параграфах. При этом основное внимание уделяется так называемому Малмквист-индексу расчета общей продуктивности факторов производства, что широко применяется при динамическом анализе эффективности в течение последних лет. Здесь показывается также его связь со стохастической граничной производственной функцией и анализом оболочки данных для расчета изменения общей продуктивности фактора во времени.

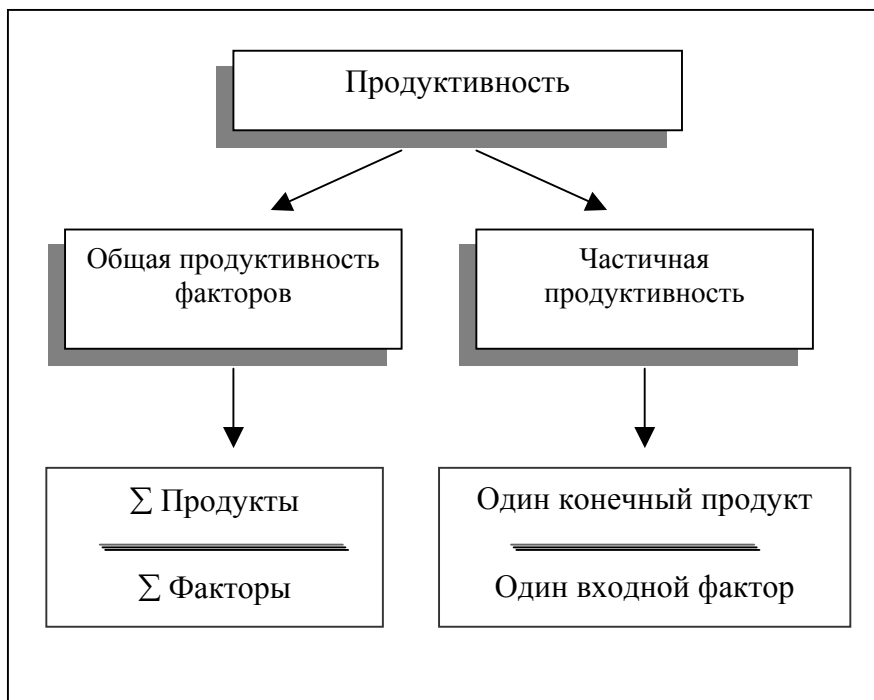


## 2 ПОНЯТИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

### 2.1 Определение продуктивности и эффективности сельхозпроизводства

Исторически, понятие продуктивности в XIX веке относилось применительно к сельскохозяйственной продукции и описывало обобщенно результативность использования факторов производства (труд, земля, капитал) при получении сельскохозяйственных доходов (см. DELLMANN и PEDELL, 1994). Продуктивность, в общем смысле, определяется обычно соотношением конечного продукта (англ. output)<sup>1</sup> к входному фактору (англ. input), затраченному на его производство. Поскольку продукты и факторы могут определяться разными способами, то и виды продуктивности, а также единицы ее измерения варьируются, то в зависимости от использованного определения продуктивности можно прийти к различным значениям продуктивности. При этом единицы измерения продуктов и факторов могут также отличаться по своей форме. Например, выделяют натуральную и монетарную формы измерения. Что касается классификации продуктивности, то принципиально различают общую продуктивность факторов производства (англ. total factor productivity, TFP) и частичную продуктивность (англ. partial factor productivity, PFP), или продуктивность отдельных факторов производства (см. иллюстрацию 1).

#### Иллюстрация 1: Виды продуктивности



Источник: DELLMANN и PEDELL, 1994.

Общая продуктивность определяется как соотношение всех конечных продуктов ко всем затраченным факторам производства. Однако, при экономическом анализе сельскохозяйственных предприятий часто для простоты ограничиваются измерением частичной продуктивности, которая в сельском хозяйстве подразделяется на продуктивности труда, земли (урожайности) и капитала. При этом решающим

<sup>1</sup> В дальнейшем тексте для простоты понимания могут употребляться англоязычные термины output и input, как обозначения выхода конечного продукта и затрат входных ресурсов, соответственно.

недостатком частичной продуктивности является то, что при ее определении могут быть учтены не все из участвующих в изготовлении продукции факторов производства, то есть частичная продуктивность определяет лишь грубые точки опоры касательно целесообразного применения ограниченных факторов производства (см. STEINHAUSER et al., стр. 182).

Очень часто понятие продуктивности используется, как синоним к понятию эффективности (см. BOHR, 1993; GREIBINGER, 2000), хотя эти термины выражают не совсем то же самое.

Под эффективностью согласно ФАРРЕЛЛУ (см. FARRELL, 1957) имеется в виду отношение фактической продуктивности предприятия к максимально возможной продуктивности.

Максимальная продуктивность выражается границей производственных возможностей (англ. production frontier), и измерение эффективности равносильно с измерением отдаленности от этой границы. В соответствии с этим ЧЕРНС и др. (см. CHARNES et. al., 1978) определяют состояние эффективности следующим образом:

Аграрное предприятие только тогда может быть эффективно на 100 %, когда:

- Производство любого продукта не может повышаться без повышения одного либо нескольких факторов производства или уменьшения производства других продуктов;
- Никакой из факторов производства не может уменьшаться без уменьшения производства одного либо нескольких продуктов или повышения других факторов.

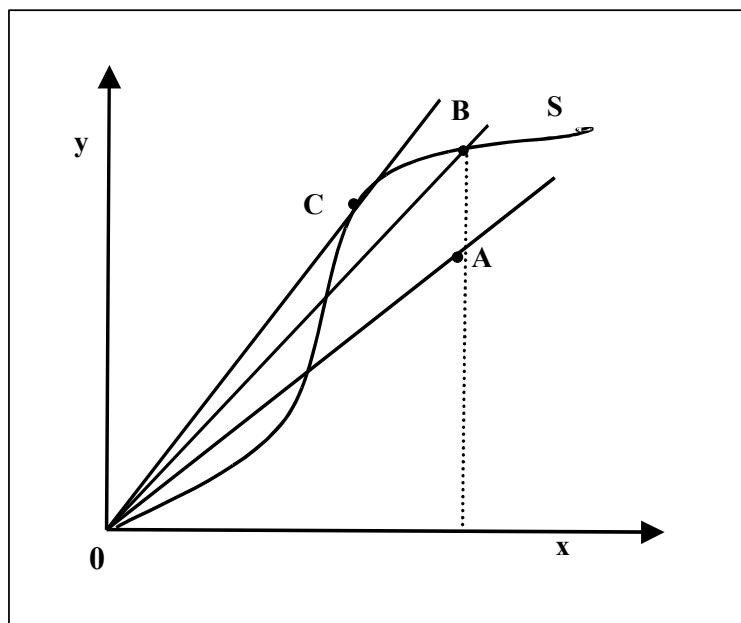
Однако, это определение может быть ослаблено к понятию "относительной эффективности", так как истинная, то есть, теоретическая эффективность, остается в большинстве случаев неизвестной. 100 % относительной эффективности предприятия можно достичь только в том случае, если по сравнению с другими сопоставимыми предприятиями нет оснований для неэффективности относительно одного или нескольких продуктов либо факторов производства. Как сопоставимые обозначаются при этом предприятия, которые стремятся к одним и тем же целям с тем же количеством задействованных факторов и тем же самым выходом конечного продукта. В основе в данной работе представленной методики лежит идея относительной эффективности. Поэтому, в дальнейшем, если идет речь об эффективности, то под этим подразумевается понятие относительной эффективности.

## 2.2 Различие между продуктивностью и эффективностью

Различие между продуктивностью и эффективностью представлено посредством иллюстрации 2. Кривая **S** на данном графике является границей производственных возможностей. Оси **x** и **y** представляют факторы производства (inputs) и производимые продукты (outputs), соответственно. Предприятия, которые лежат на кривой **S**, как, например, точки **B** и **C**, являются технически эффективными, а предприятия, которые лежат ниже границы производства, например, точка **A**, являются технически неэффективными. Таким образом, предприятие **A** могло бы увеличить производство своей продукции на величину отрезка **AB**, без увеличения задействованных факторов производства. Чтобы измерить продуктивность, к каждому определенному предприятию **A**, **B** или **C** изображается луч на графике. В данном случае предприятие **C** является показательным, поскольку луч, выходящий из начала координат, как раз

касается границы производства в точке **С** и, следовательно, определяет максимум возможной продуктивности. Данное предприятие вырабатывает оптимальное количество продукции с оптимальным количеством задействованных ресурсов. При этом остается только сделать вывод, что нахождение других предприятий в любой другой точке на кривой **S**, где они определяются как технически эффективные, укажет на более низкую продуктивность (по сравнению с точкой **С**). Таким образом, данный график показывает, что предприятия могут быть полностью эффективными и при этом иметь разный уровень продуктивности.

### Иллюстрация 2: Продуктивность и эффективность



Источник: COELLI et al., 1998.

### 2.3 Техническая и аллокативная эффективности производства

Проведение первого эмпирического анализа эффективности было осуществлено Фарреллом в 1957 году. Он разделил общую эффективность (GE) на два связанных между собой компонента-множителя: техническую (TE) и аллокативную эффективность (AE). Обе эффективности могут выражаться отдельно друг от друга как соотношение между фактической и оптимальной, то есть возможной продуктивностью.

$$GE = TE * AE; 0 \leq GE \leq 1 \quad (F 1)$$

Техническая эффективность по ФАРРЕЛЛУ (1957) указывает на способность аграрного предприятия достигать максимального выхода продукции с заданным количеством факторов производства. Максимальный выход продукции определяется граничной функцией производства. Если аграрное предприятие лежит на кривой производственной функции, то соотношение между фактической и оптимальной продуктивностью составляет 1, такое предприятие является технически эффективным. Если же продуктивность аграрного предприятия ухудшается, это ведет к удалению от границы производства, и отношение становится меньше 1 (но больше 0), что свидетельствует о недостаточной эффективности данного предприятия.

Значение аллокативной эффективности так же, как и технической, колеблется в пределах между нулем и единицей. Аллокативная эффективность имеет место тогда,

когда аграрное предприятие выбирает ресурсы для производства при данных ценах с минимальными издержками и определяет, в какой мере решение с минимизированными затратами и технически эффективное решение отличаются друг от друга. Чтобы установить аллокативную эффективность, вначале следует определить техническую эффективность. Общая экономическая эффективность - это произведение обоих показателей эффективности, которые выражают различие между потенциальным и фактическим производством (см. NORMAN и STOCKER, 1991).

### 2.3.1 Input-ориентированная модель эффективности

Фаррелл на примере предприятия с двумя задействованными факторами производства ( $x_1$  и  $x_2$ ) и одним конечным продуктом ( $y$ ) графически представил различие между технической и аллокативной эффективностью следующим образом (см. иллюстрацию 3). Изокванта  $SS'$  является собой границу эффективности, на которой находятся все 100%-эффективные предприятия. Если предположить, что предприятие использует количество ресурсов, определенное в точке  $P$ , чтобы произвести данный продукт, то техническая неэффективность данной фирмы представляется расстоянием  $QP$ . Данный отрезок является собой то количество ресурсов, которое может быть уменьшено, не уменьшая при этом количества продукта. Следовательно, процентное соотношение  $QP/OP$  показывает, насколько можно уменьшить использование факторов производства для достижения технической эффективности.

Техническая эффективность (TE) в input-ориентированной модели измеряется как соотношение:

$$TE_i^2 = OQ / OP; 0 \leq TE_i \leq 1 \quad (F 2)$$

Если известно соотношение цен на факторы производства, представленное изокостой  $AA'$ , то можно также установить аллокативную эффективность. Аллокативная эффективность (AE) предприятия определяется как соотношение:

$$AE_i = OR / OQ; 0 \leq AE_i \leq 1 \quad (F 3)$$

При этом отрезок  $RQ$  является собой возможное уменьшение производственных затрат для достижения и аллокативной, и технической эффективности в точке  $Q'$ , в отличие от точки  $Q$ , где достигается техническая, но не аллокативная эффективность.

Общая экономическая эффективность (GE) определяется соотношением:

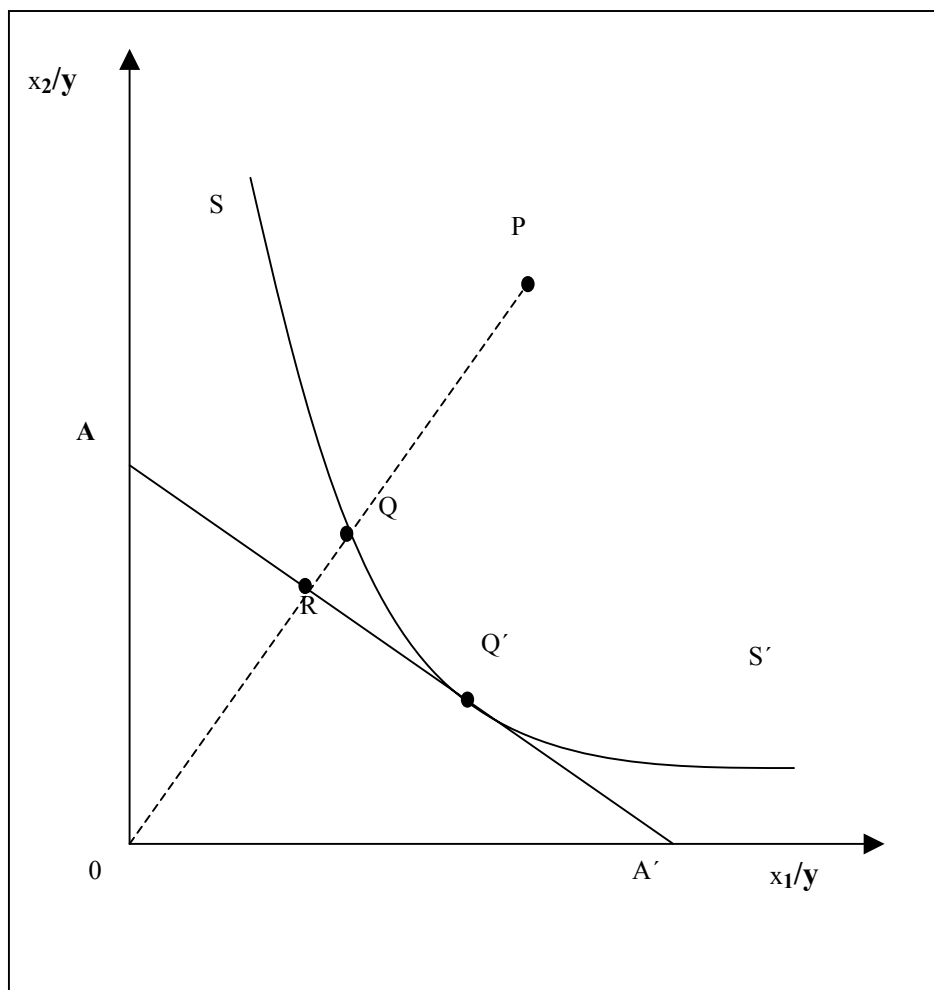
$$GE_i = OR / OP; 0 \leq GE_i \leq 1 \quad (F 4)$$

Общую экономическую эффективность, как произведение технической и аллокативной эффективности, определяют из данного равенства:

$$TE_i \times AE_i = (OQ / OP) \times (OR / OQ) = (OR / OP) = GE_i \quad (F 5)$$

<sup>2</sup> Индекс "i" означает, что в данном случае рассматривается модель, ориентированная на фактор производства (англ. input-oriented model). Модель, ориентированная на конечный продукт, будет рассматриваться ниже и обозначаться индексом "o" (англ. output-oriented model).

### Иллюстрация 3: Техническая и аллокативная эффективности при input-ориентированной модели



Источник: COELLI et al., 1998.

#### 2.3.2 Output-ориентированная модель эффективности

Рассмотрим техническую и аллокативную эффективности при ориентированной на конечный продукт модели на примере производства продукции с двумя конечными продуктами ( $y_1, y_2$ ) и одним фактором производства ( $x_1$ ) (см. иллюстрацию 4). Кривая  $ZZ'$  является кривой производства, а предприятие  $A$  — технически неэффективным. Расстояние  $AB$  представляет собой техническую неэффективность, то есть количество продуктов, производительность которых можно повысить без повышения количества входного ресурса. Следовательно, output-ориентированная эффективность измеряется соотношением:

$$TE_o = OA / OB \quad (F 6)$$

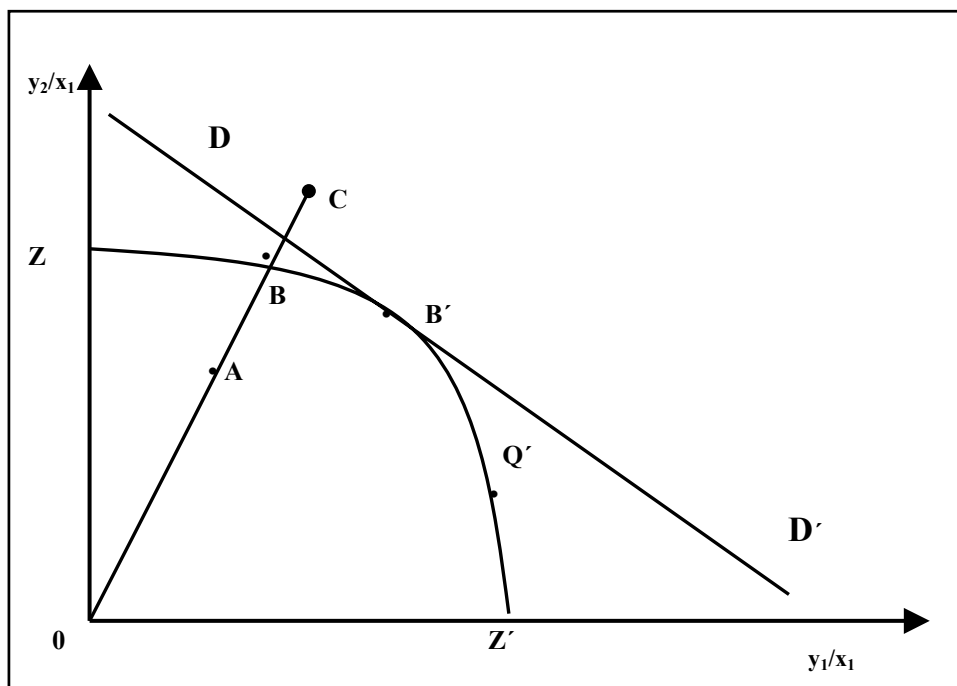
Если имеются в распоряжении цены, то можно нарисовать линию  $DD'$  и определить аллокативную эффективность соотношением:

$$AE_o = OB / OC \quad (F 7)$$

Также, как и при ориентированной на фактор производства модели, общая экономическая эффективность является произведением технической и аллокативной эффективности и определяется равенством:

$$TE_0 \times AE_0 = OA / OB \times OB / OC = GE_0 \quad (F 8)$$

**Иллюстрация 4: Техническая и аллокативная эффективности при output-ориентированной модели**

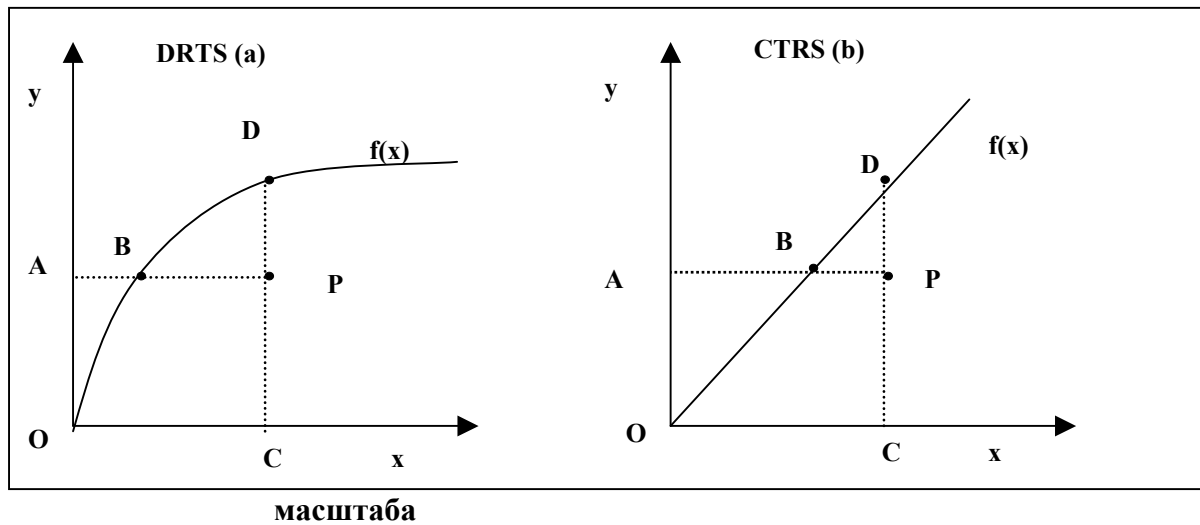


Источник: COELLI et al., 1998.

**2.3.3 Различие между input- и output-ориентированными эффективностями**

Различие между input- и output-ориентированными эффективностями можно понять на примере с входным фактором  $x$  и конечным продуктом  $y$  (см. иллюстрацию 5). На рисунке (a) изображена технология с переменной (падающей) отдачей масштаба (англ. variable (decreasing) return to scale), представленная кривой  $f(x)$ . Предприятие  $P$  в данном случае является технически неэффективным. Таким образом, техническая эффективность по Фарреллу при input-ориентированной модели измеряется отношением  $AB/AP$ , а при output-ориентированной —  $CP/CD$ . Значение технической эффективности при input-ориентированной и output-ориентированной моделях может быть равно только лишь при постоянной отдаче масштаба (англ. constant return to scale). Эта связь продемонстрирована на рисунке (b):  $AB/AP = CP/CD$ .

**Иллюстрация 5: Техническая эффективность при input- и output-ориентированных моделях с постоянной и переменной отдачей**



Источник: COELLI et al., 1998.

**2.4 Эффективность в зависимости от масштаба производства**

ФЭРЕ, ГРОССКОПФ и ЛОВЕЛЛ (см. FÄRE, GROVKOPF und LOVELL, 1985), в отличие от Фаррелла, подразделяют техническую эффективность еще на два связанных между собой компонента-множителя на основании зависимости эффективности от величины масштаба. Если предположить, что эффективность передовых предприятий не снижается с увеличением количества ресурсов, а пропорционально возрастает, то прямая, на которой должны находиться другие эффективные предприятия, задает для данного набора предприятий границу с постоянной отдачей ресурсов – постоянная отдача масштаба (англ. constant-return-to-scale, CRS). Однако, если предположить, что с ростом количества ресурса его отдача меняется, то в качестве границы производственных возможностей (линии, на которой лежат передовые предприятия) выступает кривая и речь идет о переменной отдаче масштаба (англ. variable-return-to-scale, VRS). Если сельскохозяйственное предприятие находится одновременно на двух линиях, то есть является 100%-эффективным как при постоянной отдаче масштаба, так и при переменной, то данное предприятие действует на максимально возможном уровне продуктивности. Если же предприятие является 100%-эффективным при переменной отдаче масштаба, однако, не достигает полной эффективности при постоянной отдаче масштаба, тогда есть смысл говорить об эффективности в зависимости от величины масштаба (англ. scale efficiency, SE), величине, которая по сути характеризует, в какой мере отличаются друг от друга эффективности при постоянной и переменной отдаче масштаба. Таким образом, используя данную теорию, приходим к равенству: техническая эффективность при постоянной отдаче масштаба (англ. technical efficiency, TE) равняется произведению технической эффективности при переменной отдаче масштаба, или чистой технической эффективности (англ. pure technical efficiency, PTE), и эффективности в зависимости от величины масштаба (SE):

$$TE = SE \times PTE$$

(F 9)

Данное разложение, что является уникальным, изображает источники неэффективности, то есть, были ли они вызваны неэффективной работой предприятия (PTE) либо неблагоприятными условиями (SE), или и тем и другим вместе.

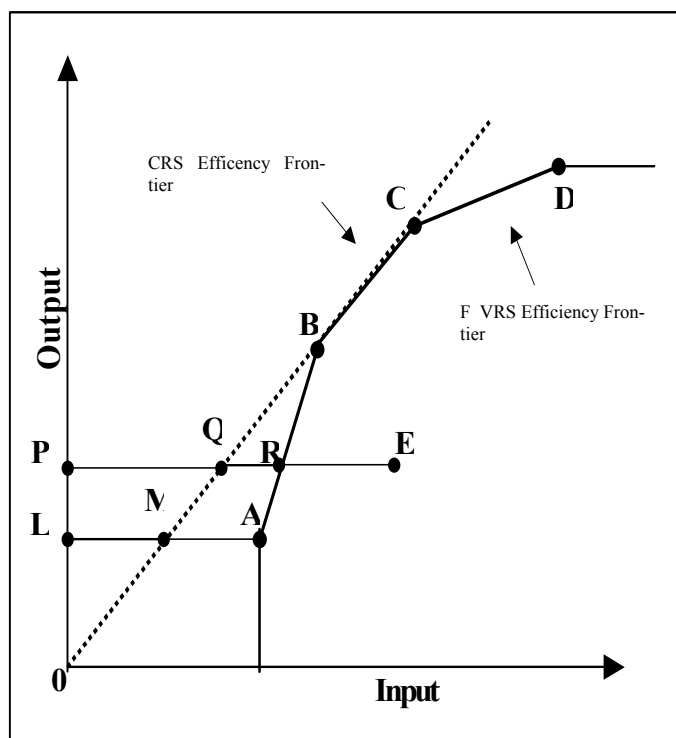
Иллюстрация 6 на примере input-ориентированной модели выявляет различие между данными тремя эффективностями: технической эффективностью при постоянной отдаче масштаба, чистой технической эффективностью и эффективностью в зависимости от величины масштаба. Прямая **ОВ** является линией, на которой должны находиться 100%-эффективные предприятия с постоянной отдачей масштаба. На кривой же **F** находятся 100%-эффективные предприятия с переменной отдачей масштаба. Таким образом, предприятие **A**, лежащее на кривой **F**, является полностью эффективным при переменной отдаче масштаба ( $PTE = 1$ ), но не достаточно эффективным при постоянной отдаче масштаба. Следовательно, эффективность в зависимости от величины масштаба определяется соотношением:

$$SE(A) = \frac{LM}{LA} < 1 \quad (F 10)$$

Предприятия **B** и **C** являются 100%-эффективными как при постоянной, так и при переменной отдаче масштаба, то есть действуют на максимально возможном уровне продуктивности. Для неэффективного же предприятия **E** эффективность в зависимости от величины масштаба (SE) определяется соотношением:

$$SE(E) = \frac{PQ}{PE} \frac{PE}{PR} = \frac{PQ}{PR} \quad (F 11)$$

**Иллюстрация 6: Эффективность в зависимости от величины масштаба**



Источник: COOPER et al., 1999.



Следовательно, общая неэффективность предприятия **E** вызвана как неэффективным производственным процессом, так и неблагоприятными условиями.

Таким образом, мы рассматриваем input-ориентированную эффективность в зависимости от величины масштаба, хотя аналогично можно определить также и output-ориентированную модель.

### 3 МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ

В литературе существуют самые различные методы определения продуктивности и эффективности сельского хозяйства. В данной работе мы остановимся на самых важных и часто используемых из них.

При подготовке данного раздела мы ссылались в основном на работы ХОКМАННА (см. НОСКМАНН, 1986) и ЛИССИТСЫ (см. LISSITSA, 2002).

#### 3.1 Расчет индексов общей продуктивности по методу DIVISIA

Представление различных индексных показателей является возможным с помощью так называемых Divisia-индексов<sup>3</sup>. В дальнейшем описании, данный подход помогает разъяснить наиболее простым способом импликацию разных индексов<sup>4</sup>. Выведение индекса возвращает нас к SOLOW (1957). Им представлена гомогенная, вогнутая, монотонно растущая функция<sup>5</sup>:

$$y(t)=f(x^1,t)^6 \quad (F 12)$$

При Хикс-нейтральном<sup>7</sup> техническом прогрессе, повышение выхода конечной продукции в течении времени подается посредством дифференцирования логарифмированной функции производства:

$$\overset{\circ}{y} = \overset{\circ}{f} + \sum_{i=1}^N \overset{\circ}{S}_i(t) \overset{\circ}{x}_i \quad \text{или} \quad \overset{\circ}{f} = \overset{\circ}{y} - \sum_{i=1}^N \overset{\circ}{S}_i(t) \overset{\circ}{x}_i \quad (F 13)$$

В данной формуле, точка над символами символизирует темп изменения в течении времени и  $\overset{\circ}{S}_i(t)$  представляет стоимость факторов производства в определенный момент времени. Если речь идет об изменении не по отношению к моменту времени, а к определенному промежутку времени, то уравнение (F 11) следует проинтегрировать в течении этого периода. После некоторых преобразований придем к следующему уравнению:

<sup>3</sup> Под понятием Divisia-индекс имеется ввиду постоянный индекс, то есть, изменения цен и количеств постоянно подгоняются. Определение Divisia-индекса можно найти у ALLEN (1975), стр. 178.

<sup>4</sup> В данном разделе представляется input-ориентированная модель. Однако, рассмотрение производственной функции с несколькими outputs дает аналогичные результаты.

<sup>5</sup> Представление в случае функции производства остается ограниченным. В случае рассмотрения функции затрат или функции прибыли результаты были бы подобными. Соответствующие вычисления можно найти у DEWERT (1980), стр. 446.

<sup>6</sup> Случайная ошибка, которая вводится при эконометрических оценках для того, чтобы приостановить разброс значений других факторов, при данном представлении в каждый момент времени имеет значение 0.

<sup>7</sup> Ограничение Хикс-нейтральным техническим прогрессом в данном случае необходимо, поскольку только при его использовании посредством уравнения (F 11) обеспечивается требуемая обособленность входного фактора от трендовых переменных.

$$\frac{f(t^2)}{f(t^1)} = \frac{y(t^2)}{y(t^1)} / \exp \int_{t^1}^{t^2} \sum_{i=1}^N S_i(t) x_i(t) dt \quad (F 14)$$

С помощью данного уравнения можно вывести знаменитые индексы, при этом интеграл решается посредством различных приближений (аппроксимаций).

### 3.1.1 Ласпер- и Пааше-индексы

В случае, если стоимость факторов производства в течении времени почти не изменяется, и к тому же изменения количеств самих факторов в рассматриваемом периоде времени весьма не значительны, то второе выражение на правой стороне уравнения (F 14) приближается к следующему выражению:

$$\sum_{i=1}^N S_i \frac{x_i(t^2)}{x_i(t^1)} \quad (F 15)$$

Для выбора  $S_i$  в распоряжении имеются две возможности. В случае, если для определения  $S_i$  выбирается стоимость базисного периода ( $t^1$ ), тогда получаем Ласпер-индекс ( $Q_L$ ):

$$Q_L(p^1, p^2, x^1, x^2) = \frac{p^1 x^2}{p^1 x^1}, \quad (F 16)$$

где  $p$  – это цена фактора производства, а  $x$  – его количество.

Используя же текущие цены и количество базисного периода, приходим к Пааше-индексу ( $Q_P$ ):

$$Q_P(p^1, p^2, x^1, x^2) = \frac{p^2 x^2}{p^2 x^1} \quad (F 17)$$

Данные индексы отображают как раз изменения производственной функции Леонтьева. Из-за ограниченных возможностей замещения, что задаются данной функцией, оба индекса нельзя рассматривать в качестве хороших приближений к производственным возможностям. Поэтому в эмпирическом анализе наблюдается по-настоящему значительный ряд искажений. Хотя, например, Ласпер-индекс положен в основу большинства биржевых индексов, таких как Dow Jones<sup>8</sup> или DAX<sup>9</sup>.

### 3.1.2 Торнквист-индекс

Поскольку допущение постоянной (неменяющейся) стоимости часто весьма неустойчиво, представленную стоимость находят из среднего арифметического стоимостей в рассматриваемые моменты времени. Когда используется такая стоимость и решается интеграл, получаем Торнквист-индекс ( $Q_O$ ):

$$\ln Q_O(p^1, p^2, x^1, x^2) = 1/2 \sum_{i=1}^N (S_i^1 + S_i^2) \ln \frac{x_i^2}{x_i^1} \quad (F 18)$$

<sup>8</sup> Нью-Йоркская биржа, см. веб-сайт [www.dowjones.com](http://www.dowjones.com)

<sup>9</sup> Франкфуртская биржа, см. веб-сайт [www.dax.de](http://www.dax.de)

Данный индекс принадлежит к группе индексов превосходной степени, поскольку он в состоянии передать изменения гибкой функциональной формы, логарифмической функции. Гибкие функциональные формы наперед указывают на отсутствие каких-либо ограничений касательно эластичности замещения. Торнквист-индекс часто используется при анализе продуктивности определенных секторов или стран международными учеными-экономистами (см. BAYARSAIHAN и COELLI, 2003; FÄRE et al., 1994).

### 3.1.3 Фишер-индекс

Рядом с возможностью образования Торнквист-индекса существует возможность образовать среднее геометрическое Ласпер- и Пааше-индексов. Полученный таким образом идеальный Фишер-индекс ( $Q_2$ ) также принадлежит к группе индексов превосходной степени, поскольку он отображает изменения обобщенной функции Леонтьева.

С теоретической точки зрения индексы  $Q_2$  и  $Q_0$  являются предпочтительными из-за большой гибкости Ласпер- и Пааше-индекса. Теоретически, различить данные индексы невозможно, а также не является необходимым. Остается только указать, что оба индекса ведут примерно к одинаковому результату в случае, если изменения цены и количества между периодами времени были крайне незначительными. При дальнейших исследованиях, которые базировались на более длинном промежутке времени, было рекомендовано использование последовательности (цепочки) (англ. chaining), что означает, что базис изменяется ежегодно. Данный подход содержит в скрытой форме допущение, что изменения между последними годами в целом были меньшими, чем между более отдаленными годами.

### 3.1.4 Использование DIVISIA-индексов в эмпирическом анализе

Три выше представленных индекса, Ласпер-индекс, Торнквист-индекс и Фишер-индекс широко используются в эмпирическом анализе. Что касается структуры производства, то во внимание принимается линейная гомогенность (однородность) и Хикс-нейтральность технического прогресса, как уже было обозначено выше. Эти допущения после эмпирического анализа могут оказаться близкими к реальности, однако их убедительность достаточно ограничена. Также ограничивающим фактором является то, что при установлении стоимости принимается решение об использовании специфических функциональных форм. При этом в зависимости от экономической дискриминации берутся ограничительные либо менее ограничительные структуры. Даже при использовании гибких функциональных форм, соотношения устанавливаются таким образом, что потенциально возможные процессы замещения представляются в качестве отклонения производственной функции.

Использование индексных показателей связано также с проблемой качества данных. В указанных выше индексах сопоставляются количества с ценами, то есть факторы производства с их стоимостями. В случае если все факторы являются переменными, то проблем никаких не возникает. Если же в процессе производства используются постоянные факторы, то для их оценки следует установить соответствующие скрытые цены. Поскольку в распоряжении у пользователя, как правило, имеется очень незначительная информация о данных ценах, то очень часто в анализе принимают участие весьма субъективно сформированные цены. Соответственно, полученные при этом результаты едва ли можно сравнивать с реальной ситуацией.

Если даже выше упомянутые трудности можно решить в некоторой удовлетворительной степени, то возникает следующая фундаментальная проблема. Из уравнения (F 11) следует, что расчет параметрических индексов устанавливает эффективность в каждом отдельно рассматриваемом пункте. Однако, вследствие случайных эффектов, например, снижение урожайности, может произойти видимый спад продуктивности факторов. Рассчитанный до того рост продуктивности устанавливается, выходя из двух частей: из той, что воспроизводит изменения производственной функции, и той, что отображает изменение эффективности. Таким образом, установленное отклонение функции производства отображается не точно. Посредством расчета многолетних средних величин, данные эффекты частично устраняются, но как показывают расчеты индексов, проблема все-таки остается. Поэтому, в следующих разделах мы как раз и уделим большое внимание оценке и расчету этих обоих эффектов.

#### 4 РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ В ДИНАМИКЕ

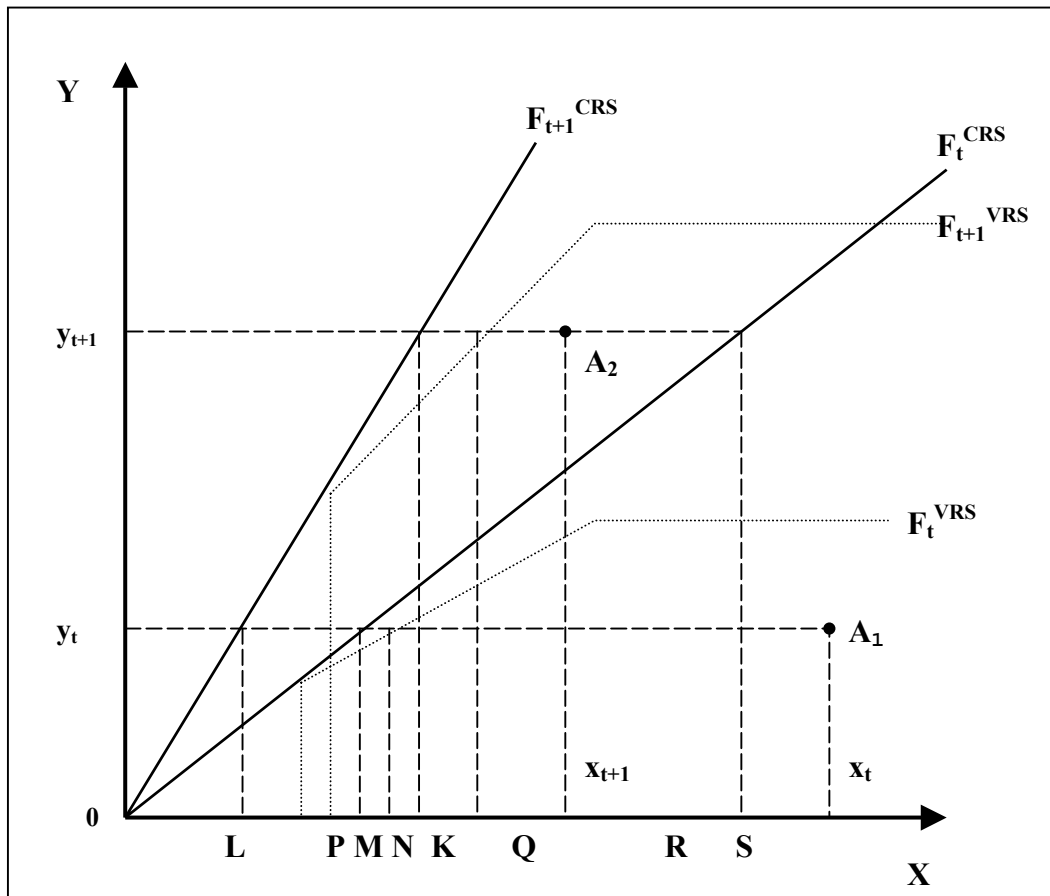
##### 4.1 Изменение общей продуктивности

Все понятия эффективности, о которых шла речь в параграфах 2.3 и 2.4, относились к единому моменту времени  $t$ . В данной же части мы переходим к рассмотрению эффективности в динамике, что в отличие от ее статического измерения подразумевает изменение эффективности во времени. Согласно представлениям ФЕРЕ и др. (см. FÄRE et al., 1994), изменение эффективности аграрного предприятия в течение определенного промежутка времени, вследствие относительного характера ее измерения, может быть вызвано двумя разными причинами:

- изменением продуктивности 100%-эффективных предприятий и, вместе с тем, общего стандарта эффективности, что сдвигает функцию производственных возможностей. Если при этом потенциал эффективности растет, то в таком случае, говорят о техническом прогрессе или, в противоположном случае, о техническом регрессе. В англоязычных странах данное изменение функции производства называется *technical change*, ТСН;
- изменением отдаленности предприятия от актуальной функции производства (англ. *efficiency change*, ЕСН). Если при этом эффективность предприятия повышается, то значит, что исследованное предприятие приближается к данной функции производства. Обозначим это, как эффект подъема (англ. *catching up effect*) или в, противоположном случае, как эффект спада (англ. *falling behind effect*).

Различие между двумя данными частичными эффектами рассматривается на иллюстрации 8. Точки  $A_1(x_t, y_t)$  и  $A_2(x_{t+1}, y_{t+1})$  представляют собой при этом структуру "затраты-выпуск" предприятия  $A$  в периоды  $t$  и  $t+1$ . Кривые  $F_t^{CRS}$  и  $F_{t+1}^{CRS}$  образуют границы производства с постоянной отдачей масштаба (CRS), а кривые  $F_t^{VRS}$  и  $F_{t+1}^{VRS}$  - с переменной (VRS), соответственно, в данные периоды. Техническая эффективность  $TE_t^{CRS}$  измеряет эффективность структуры "затраты-выпуск" ( $x_t, y_t$ ) аграрного предприятия  $A$ , когда масштабом эффективности служит граница производства  $F_t^{CRS}$ . При рассмотрении input-ориентированной модели техническая эффективность  $TE_t^{CRS}$  измеряется отношением  $OP/OS$ . Эффективность  $TE_{t+1}^{CRS}$  того же самого предприятия, но в период  $t+1$  и при масштабе производства  $F_{t+1}^{CRS}$ , соответствует отношению отрезков  $OL/OS$ .

### Иллюстрация 7: Изменение эффективности во времени



Источник: FÄRE et al., 1999.

Для установления развития эффективности предприятия во времени, было бы логичным сравнить меры его эффективности в периоды  $t$  и  $t+1$  посредством изменения расстояний от данной функции производства, не учитывая ее возможное смещение. Однако, такое действие отражает лишь изменения в использовании данных возможностей производства в периоды  $t$  и  $t+1$  и, таким образом, образует при этом тенденции к эффекту подъема (англ. catching-up-effect), или в противоположном случае, к эффекту спада (англ. falling-behind-effect):

$$ECH = \frac{TE_{t+1}^{CRS}}{TE_t^{CRS}} = \frac{ON/OQ}{OP/OS} \quad (F 19)$$

Данное соотношение показывает изменение эффективности во времени (**ECH**) при постоянной отдаче масштаба, которое согласно представлениям FÄRE et al. (1994) может также измеряться при переменной отдаче масштаба. В таком случае "catching up effect" делится на изменение эффективности в зависимости от величины масштаба  $\Delta SE$  и изменение чистой технической эффективности  $\Delta PTE$ :

$$ECH = \Delta SE \times \Delta PTE = \frac{SE_{t+1}}{SE_t} \times \frac{PTE_{t+1}}{PTE_t} \quad (F 20)$$

На иллюстрации 8  $\Delta SE$  и  $\Delta PTE$  для аграрного предприятия **A** измеряются соотношениями (при этом границей производства выступают кривые производства с переменной отдачей масштаба  $F_t^{VRS}$  и  $F_{t+1}^{VRS}$  в периоды **t** и **t+1**, соответственно):

$$\Delta SE = \frac{0N/0K}{0P/0M} \quad (F 21)$$

$$\Delta PTE = \frac{0K/0Q}{0M/0S} \quad (F 22)$$

Следовательно, **ECH** для предприятия **A** посредством иллюстрации 8 будет выглядеть следующим образом:

$$ECH = \frac{SE_{t+1}}{SE_t} \times \frac{PTE_{t+1}}{PTE_t} = \frac{0N/0K}{0P/0M} \times \frac{0K/0Q}{0M/0S} = \frac{0N/0Q}{0S/0P} = \frac{\Delta TE'_{t+1}^{CRS}}{\Delta TE_t^{CRS}} \quad (F 23)$$

Самого по себе изменения эффективности **ECH**, вследствие относительного характера ее измерения, еще не достаточно для динамичного анализа эффективности и, соответственно, продуктивности. Например, показатель **ECH** у предприятия **A** в период времени **t+1** может быть больше 1, что указывает на общее повышение эффективности. Однако, это может быть вызвано двумя различными эффектами: с одной стороны, снижением в период времени **t+1** максимально возможной продуктивности и, соответственно, стандарта измерения эффективности (**TCH** <1), тогда предприятие **A** находится ближе к границе производственных возможностей чем в период **t**; или, с другой стороны, тем, что абсолютно все предприятия стали эффективнее. Следовательно, динамичный анализ для своей убедительности требует измерения обоих частичных эффектов.

Величина отклонения границы производственных возможностей (**TCH<sub>1</sub>**) может измеряться посредством определения относительного расстояния границ производства  $F_t^{CRS}$  и  $F_{t+1}^{CRS}$  от произведенной массы продукции  $y_t$  предприятия **A** в период **t**. Можно также измерять **TCH<sub>2</sub>** для периода **t+1** и количества произведенной продукции  $y_{t+1}$ . Таким образом, на иллюстрации 8 **TCH<sub>1</sub>** определяется как частное от деления технических эффективностей аграрного предприятия **A** по отношению к кривым  $F_{t+1}^{CRS}$  и  $F_t^{CRS}$  для количества продукта  $y_t$  и **TCH<sub>2</sub>** – для количества  $y_{t+1}$ . Поскольку две данные операции часто не приводят к одинаковому результату, то в рамках анализа эффективности из двух показателей **TCH<sub>1</sub>** и **TCH<sub>2</sub>** находим среднее геометрическое:

$$TCH = \{TCH_1 \times TCH_2\}^{1/2} = \left\{ \frac{0L/0S}{0P/0S} \times \frac{0N/0Q}{0R/0Q} \right\}^{1/2} \quad (F 24)$$

Произведение обоих эффектов (**TCH** и **ECH**) дает соотношение относительных расстояний структур "затраты-выпуск"  $A_1(x_t, y_t)$  и  $A_2(x_{t+1}, y_{t+1})$  аграрного предприятия **A** к границе производства  $F_{t+1}^{CRS}$  (см. FÄRE et al. 1994, стр. 228):

$$\begin{aligned} \Delta TFP &= ECH \times TCH = \Delta SE \times \Delta PTE \times \{TCH_1 \times TCH_2\}^{1/2} = \\ &= \frac{0N/0K}{0P/0M} \times \frac{0K/0Q}{0M/0S} \times \left\{ \frac{0L/0S}{0P/0S} \times \frac{0N/0Q}{0R/0Q} \right\}^{1/2} = \frac{0N/0Q}{0S/0P} \times \left\{ \frac{0L}{0P} \times \frac{0N}{0R} \right\}^{1/2} \quad (F 25) \end{aligned}$$

В последние годы одним из самых популярных методов расчета общей продуктивности с учетом эффективности производства стал так называемый Малмквист-индекс. С его помощью происходит расчет нормы изменения общей продуктивности фактора (TFP) (F 29), и преобразование позволяет разделить и измерить оба компонента: technical change и efficiency change (F 38). В следующем параграфе Малмквист-индекс описывается более подробно.

## 4.2 Малмквист-индекс

Для того, чтобы рассчитать изменение общей продуктивности фактора во времени, в течение последних лет появился базирующийся на функциях дистанции Малмквист-индекс изменения общей продуктивности фактора (англ. Malmquist total factor productivity change index, MPI). В 1953 два выдающихся экономиста-математика Шепард и Малмквист независимо друг от друга разработали input-ориентированные функции дистанции в качестве экономического инструмента. Шепард использовал их в рамках теории двойственности, а Малмквист – теории индексных чисел. Функции дистанции привели к новой эволюционной волне в исследовании продуктивности и эффективности. CAVAS et al. (1982) разработали Малмквист- и Торнквист-индексы продуктивности, базируясь на функциях дистанции. FÄRE et al. (1989) развили дальше данную теорию и провели измерение эффективности по Фарреллу в динамике с помощью DEA (англ. data envelopment analysis – анализ оболочки данных) и функций дистанции, а также разбили техническую эффективность на чистую техническую эффективность и эффективность в зависимости от величины масштаба (см. FÄRE, GROVKOPF и LOVELL, 1994).

Данный параграф опирается на представления FÄRE et al. (1994), FÄRE и PRIMONT (1995). Здесь пойдет речь в первую очередь о проблематике функций дистанции, которые при образовании индексов продуктивности используются в качестве суммирующей функции (англ. aggregator-function), но могут также рассматриваться как индексы сами по себе. Затем, на этом основании будет представлен Малмквист-индекс изменения продуктивности и его связь с двумя другими известными индексами продуктивности: Фишер- и Торнквист-индексами, представленными в разделе 3. Комбинации MPI и DEA, а также MPI и SFPF (англ. stochastic frontier productivity function - стохастической граничной производственной функции) завершат эту часть.

### 4.2.1 Функции дистанции

Функции дистанции делают возможным описание мульти-input- и мульти-output-технологий производства, не определяя при этом целевую функцию (как, например, максимизация прибыли или минимизация издержек). ШЕПАРД (см. SHEPARD, 1970) определял обе функции дистанции следующим образом: "input-ориентированная функция дистанции - это та функция, что измеряет все inputs по отношению к границе производства, а output-ориентированная - все outputs". В данной работе мы концентрируемся только на input-ориентированной функции дистанции. Однако, output-ориентированная определяется аналогичным способом. Исходный пункт input-ориентированной функции дистанции - это так называемый input-комплект  $L(y)$ , что

представляет собой количество всех векторов входных факторов, с помощью которых может образовываться определенный вектор конечного продукта  $y$ :

$$L(y) = \{x: y \text{ может производиться с } x\} \quad (F 26)$$

Свойства input-комплекта  $L(y)$  можно обобщить следующим образом. Input-комплект для каждого  $y$  согласно FÄRE, GROVKOPF и LOVELL (1994) должен соответствовать ряду условий:

- a)  $0 \in L(y)$ : с данным количеством входных факторов нельзя ничего произвести;
- b) с нулевым уровнем входного фактора нельзя произвести ненулевой уровень конечного продукта;
- c)  $L(y)$  предоставляет постоянную доступность входных факторов: если  $x \in L(y)$  и  $x' \geq x$ , то  $x' \in L(y)$ ;
- d)  $L(y)$  предоставляет постоянную доступность конечных ресурсов: если  $x \in L(y)$  и  $y' \leq y$ , то  $y' \in L(y)$ ;

Input-ориентированную функцию дистанции можно определить следующим образом (см. COELLI, 1999):

$$D(x, y) = \max\{\rho: (x/\rho) \in L(y)\}; \quad (F 27)$$

При этом  $\rho$  в (F 27) можно рассматривать как обратную величину фактора с тем, чтобы можно было максимально уменьшить сумму всех входных факторов, не сокращая при этом количество производимого продукта.

Свойства input-ориентированной функции дистанции  $D(x, y)$  следуют непосредственно из аксиом к input-комплекту  $L(y)$ :

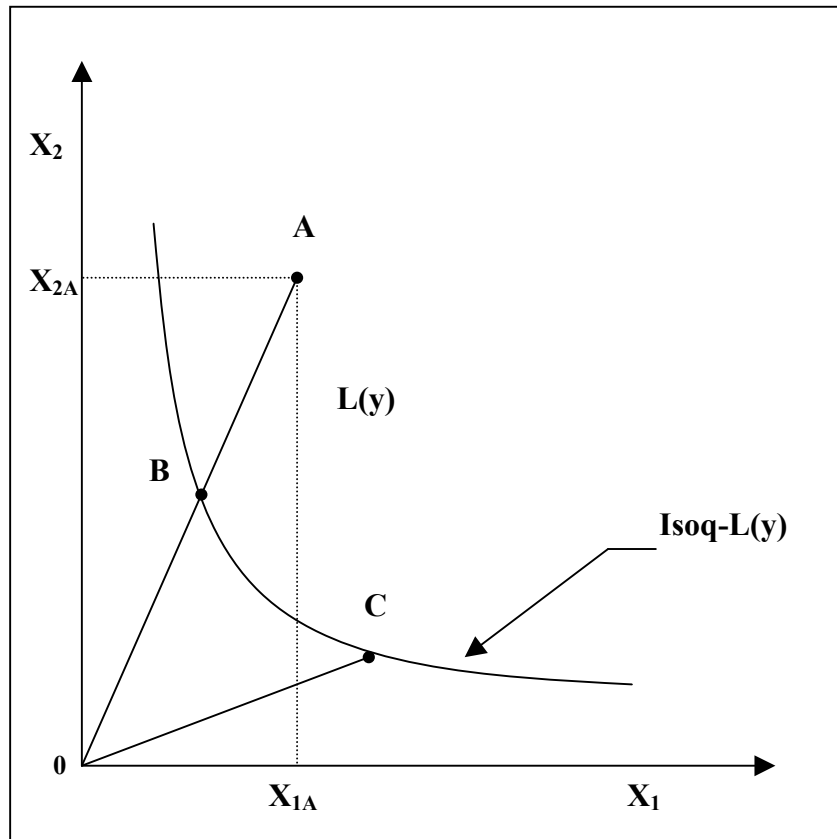
- a) input-ориентированная функция дистанции не уменьшается в  $x$  и увеличивается в  $y$ ;
- b) она линейная гомогенная (однородная) в  $x$ ;
- c)  $D(x, y) \geq 1$ , если  $x \in L(y)$ ; и
- d)  $D(x, y) = 1$ , если  $x$  лежит на изокванте из  $y$ .

Графически input-ориентированная функция дистанции представлена на иллюстрации 9 посредством примера, где дано два входных фактора  $x_1$  и  $x_2$  для производства конечного продукта  $y$ . Input-комплект  $L(y)$  рассматривается, как площадь поверх изокванты **Isoq-L** ( $y$ ). Величина функции дистанции для сельскохозяйственного предприятия **A**, в то время как данное предприятие с использованием входных факторов  $x_{1A}$  и  $x_{2A}$  производит продукт  $y$ , соответствует соотношению  $\rho = OA/OB$ . Таким образом, значение эффективности на основании функции дистанции  $D(x, y) > 1$ , что указывает на неэффективность предприятия **A** по КУПМАНСУ (см. KOOPMANS, 1951). Предприятие же **C**, напротив, лежит на **Isoq-L** ( $y$ ) и, следовательно, является эффективным со значением эффективности 1. Поскольку соотношение  $OA/OB$  определяется как обратная величина фактора (см. F 39), то связь с ранее описанной input-ориентированной технической эффективностью по Фарреллу ( $TE_{Farrell}$ ) можно сформулировать следующим образом (см. RUSSELL, 1997, стр. 28):



$$TE_{Farrell} = [D(x, y)]^{-1} = \left[ \frac{0A}{0B} \right]^{-1} = \frac{0B}{0A} \quad (F 28)$$

**Иллюстрация 8: Input-ориентированная функция дистанции и input-комплект**



Источник: COELLI et al., 1999.

В дальнейшем описывается представление Малмквист-индекса и его связь с другими индексами продуктивности в общепринятой для простоты форме на основании функций дистанции. Принципиально, это может быть также выполнено в смысле величины эффективности по Фарреллу, когда образуется обратная величина от функций дистанции (см. FÄRE et al., 1994, стр. 63, стр. 228). В данном разделе была представлена input-ориентированная функция дистанции. Соответственно, существует также и output-ориентированная функция дистанции, от детального рассмотрения которой в данной работе мы откажемся и хотим сослаться на работу COELLI (1998) для получения дальнейшей информации по данной теме.

#### 4.2.2 Малмквист-индекс и его связь с Торнквист- и Фишер-индексами

МАЛМКВИСТ (1953) использовал представленные выше функции дистанции для расчета общей продуктивности фактора. Таким образом, она рассчитывается как соотношение двух функций дистанции в периоды времени \$t\$ и \$t+1\$:

$$TFP = \frac{y_{t+1}/x_{t+1}}{y_t/x_t} \frac{D^t}{D^t} = \frac{D^t(y_{t+1}, x_{t+1})}{D^t(y_t, x_t)} \quad (F 29)$$

В данной формуле  $x_t$  и  $x_{t+1}$  являются **l**-input-векторами в периоды **t** и **t+1**, а  $y_t$  и  $y_{t+1}$  соответствующими **k**-output-векторами.  $D^t$  обозначает input-ориентированную функцию дистанции по отношению к технологии производства в период времени **t**.

Как представлено на иллюстрации 8, отклонение границы производства может происходить также в период времени **t+1**. Тогда общая продуктивность фактора (TFP) рассчитывается следующим образом:

$$TFP = \frac{y_{t+1}/x_{t+1}}{y_t/x_t} \frac{D^{t+1}}{D^t} = \frac{D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})}{D^t(y_t, x_t)} \quad (F 30)$$

При этом  $D^{t+1}$  является input-ориентированной функцией дистанции по отношению к технологии производства в период времени **t+1**.

Из-за несоответствия результатов при измерении TFP в периоды времени **t** и **t+1** (см. часть 4.2.1), CAVAS et al. (1982) представили input-ориентированный Малмквист-индекс в качестве среднего геометрического двух индексов, и тем самым создали связь MPI с Торнквист- и Фишер-индексами (см. FÄRE и GROSSKOPF, 1994, стр. 55):

$$MPI(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \left[ \frac{D^t(y_{t+1}, x_{t+1}) | CRS}{D^t(y_t, x_t) | CRS} \times \frac{D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}) | CRS}{D^{t+1}(y_t, x_t) | CRS} \right]^{1/2} \quad (F 31)$$

CRS означает, что принимается во внимание постоянная отдача масштаба. Output-ориентированный MPI может определяться как обратная величина к input-ориентированному.

Связь MPI с Торнквист-индексом была установлена CAVAS et al. (1982) и указывала на то, что при определенных условиях MPI может рассчитываться как частное от деления input- и output-ориентированного Торнквист-индексов (см. SOELLI et al. 1998, стр. 125):

$$MPI(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = TP_i(w^{t+1}, x^{t+1}, w^t, x^t, p^{t+1}, y^{t+1}, p^t, y^t) = \frac{TI_i(w^{t+1}, x^{t+1}, w^t, x^t)}{TI_o(p^{t+1}, y^{t+1}, p^t, y^t)} \quad (F 32)$$

В данной формуле:  $TP_i$  - input-ориентированный Торнквист-индекс,  $w^t$  и  $w^{t+1}$  – цены входных факторов (input-цены) и  $p^t$  и  $p^{t+1}$  - цены конечного продукта (output-цены) в периоды **t** и **t+1**, соответственно.  $TI_i$  и  $TI_o$  - это input- и output-ориентированные количественные индексы, которые определяются следующим образом:

$$TI_o(p^{t+1}, y^{t+1}, p^t, y^t) = \prod_{k=1}^K \left( \frac{y_k^{t+1}}{y_k^t} \right)^{1/2 \left( \frac{p_k^{t+1} y_k^{t+1} + p_k^t y_k^t}{p^{t+1} y^{t+1} + p^t y^t} \right)} \quad (F 33)$$

$$TI_i(w^{t+1}, x^{t+1}, w^t, x^t) = \prod_{l=1}^L \left( \frac{x_l^{t+1}}{x_l^t} \right)^{1/2 \left( \frac{w_l^{t+1} x_l^{t+1} + w_l^t x_l^t}{w^{t+1} x^{t+1} + w^t x^t} \right)} \quad (F 34)$$

ФЭРЕ и ГРОССКОПФ (см. FÄRE и GROSSKOPF, 1996, стр. 59) доказали, что input-ориентированный MPI является приблизительно равным input-ориентированному Фишер-индексу продуктивности ( $FP_i$ ):

$$MPI(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = FP_i(w^{t+1}, x^{t+1}, w^t, x^t, p^{t+1}, y^{t+1}, p^t, y^t) = \frac{FI_i(w^{t+1}, x^{t+1}, w^t, x^t)}{FI_o(p^{t+1}, y^{t+1}, p^t, y^t)} \quad (F 35)$$

При этом input- и output-ориентированные идеальные количественные Фишер-индексы (англ. Fisher ideal quantity indices)  $FI_i$  и  $FI_o$  определяются посредством среднего геометрического Пааше- ( $Q_P$ ) и Ласпер-количественных индексов ( $Q_L$ ), что делает связь между MPI и FP еще отчетливее.

Output-ориентированный идеальный количественный Фишер-индекс:

$$FI_o(p^{t+1}, y^{t+1}, p^t, y^t) = (Q_L \times Q_P)^{1/2} = \left( \frac{p^t y^{t+1}}{p^t y^t} \frac{p^{t+1} y^{t+1}}{p^{t+1} y^t} \right)^{1/2} \quad (F 36)$$

Input-ориентированный идеальный количественный Фишер-индекс:

$$FI_i(w^{t+1}, x^{t+1}, w^t, x^t) = (Q_L \times Q_P)^{1/2} = \left( \frac{w^t x^{t+1}}{w^t x^t} \frac{w^{t+1} x^{t+1}}{w^{t+1} x^t} \right)^{1/2} \quad (F 37)$$

Связь Малмквист-индекса с Торнквист- и Фишер-индексами возможна только при условии, чтобы все предприятия оперировали с постоянной отдачей масштаба в периоды  $t$  и  $t+1$  и были технически эффективны, что кажется мало вероятным. Основным качеством MPI является то, что для его расчета не требуются ценовые сведения, т.е. цены входных факторов и конечного продукта. Однако, в отличие от Малмквист-индекса, Торнквист- и Фишер-индексы рассчитываются намного проще (см. FÄRE и ГРОВКОПФ, 1996, стр. 61).

#### 4.2.3 Вычисление Малмквист-индекса

При вычислении Малмквист-индекса (MPI) функции дистанции должны рассчитываться в периоды  $t$  и  $t+1$ , что технически может оказаться очень сложным, трудоемким процессом. Для решения функций дистанции в Малмквист-индексе FÄRE et al. (1989) предложили способ анализа эффективности посредством методов оценки границ производства для большего количества периодов времени. Связь между MPI и анализом эффективности вытекает из факта, что input-ориентированная функция дистанции прямо соответствует обратной величине определения продуктивности по Фарреллу. При таком расчете MPI изменения продуктивности могут распадаться на два компонента (ср. часть 4.2.1), а именно на изменение технологии производства (ТСН) и изменение технической эффективности (ЕСН):

$$M(y_{t+1}, x_{t+1}, y_t, x_t) = \underbrace{\frac{D^t(y_{t+1}, x_{t+1}) | CRS}{D^t(y_t, x_t) | CRS}}_{ECH^{t+1}} \times \underbrace{\left[ \frac{D^t(y_{t+1}, x_{t+1}) | CRS}{D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}) | CRS} \times \frac{D^t(y_t, x_t) | CRS}{D^{t+1}(y_t, x_t) | CRS} \right]}_{TCH^{t+1}}^{1/2} \quad (F 38)$$

Возможно также и дальнейшее расщепление обоих компонентов MPI посредством разделения эффективности. При рассмотрении переменной отдачи масштаба изменение эффективности распадается на изменение чистой технической эффективности (РТЕСН) и изменение эффективности в зависимости от величины масштаба (СЕСН). При этом эффективность в зависимости от величины масштаба в период времени  $t$  может определяться как частное от деления технической эффективности и чистой технической эффективности, что соответствует отношению:

$$SE(x_t, y_t) = \frac{D^t(x_t, y_t) | VRS}{D^t(x_t, y_t) | CRS} \quad (F 39)$$

Таким же образом эффективность в зависимости от величины масштаба (SE) определяется и в период времени  $t+1$ . Разделение ECH на SECH и PTECH выглядит тогда следующим образом:

$$ECH = \underbrace{\frac{D^t(y_t, x_t) | VRS / D^t(y_t, x_t) | CRS}{D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}) | VRS / D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}) | CRS}}_{SECH^{t+1}} \times \underbrace{\frac{D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1}) | VRS}{D^t(y_t, x_t) | VRS}}_{PTECH^{t+1}} \quad (F 40)$$

В данной работе мы представили разщепление изменения технической эффективности. Также возможно разделение технологического сдвига функции (англ. technical change) на input-ориентированный технический прогресс (регресс) и на output-ориентированный технический прогресс (регресс) (см. FÄRE et al., 1998, стр. 143). Мы не будем подробно останавливаться на определении данного расщепления. Для детальной информации просим обращаться к выше указанному источнику.

Двумя классическими методиками, которые в последнее время интенсивно используются при решении функций дистанции в Малмквист-индексе являются DEA и SFA. В следующих двух разделах мы остановимся вкратце на решении Малмквист-индекса путем двух этих комбинаций.

#### 4.2.4 Малмквист-индекс в комбинации с DEA

При эмпирическом нахождении MPI и его разделении для каждого аграрного предприятия и каждого переходного периода от  $t$  до  $t+1$  должны рассчитываться четыре input-ориентированные функции дистанции:  $D^t(y_t, x_t)$ ,  $D^{t+1}(y_t, x_t)$ ,  $D^t(y_{t+1}, x_{t+1})$ ,  $D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})$ . Поскольку данная работа базируется на идее технической эффективности по Фарреллу, то при комбинации Малмквист-индекса и DEA (см. часть 3.2.2.1) рассчитываются не функции дистанции, а их обратные величины:  $[D^t(y_t, x_t)]^{-1}$ ,  $[D^{t+1}(y_t, x_t)]^{-1}$ ,  $[D^t(y_{t+1}, x_{t+1})]^{-1}$ ,  $[D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})]^{-1}$ . Это приведет к тому, что при повышении общей продуктивности фактора input-ориентированный Малмквист-индекс будет иметь значение больше 1, а при снижении – меньше 1, что соответствует представлению технической эффективности по Фарреллу.

DEA базируется на математическом программировании и служит для определения относительной эффективности на основании различных производственных возможностей предприятия (см. LISSITSA, 2001). При комбинации DEA-Malmquist речь идет о решении четырех следующих задач оптимизации input-ориентированного варианта DEA:

$$[D^t(y_t, x_t)]^{-1} = \min \theta_0 \quad (F 41)$$

$$\sum_{m=1}^n y'_{jm} \lambda_m - y'_{j0} \geq 0 \quad \text{для всех } j=1, \dots, k$$

$$x_{i0}^t \theta_0 - \sum_{m=1}^n x_m^t \lambda_m \geq 0 \quad \text{для всех } i=1, \dots, l$$

$$\sum_{m=1}^n \lambda_m = 1$$

$$\lambda_m \geq 0 \quad m=1, 2, \dots, n$$

Эта математическая задача может быть интерпретирована таким образом, что для исследованного предприятия  $\theta$  определяется минимальный фактор эффективности входного параметра  $\theta_0$ , при котором в сравнении с  $\lambda_m$  взвешенными вероятными сравнительными единицами следует, что взвешенная комбинация выходных параметров ( $\sum y_{jm} \lambda_m$ ) при любом выходном параметре  $j$  не уменьшает выходной параметр  $\theta$ -того предприятия и взвешенная комбинация входных параметров ( $\sum x_{jm} \lambda_m$ ) при любом входном факторе  $i$  в  $\theta_0$ -раз превышает входной параметр  $\theta$ -того предприятия.

$$[D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})]^{-1} = \min \theta_0 \quad (\text{F } 42)$$

$$\sum_{m=1}^n y_{jm}^{t+1} \lambda_m - y_{j0}^{t+1} \geq 0 \quad \text{для всех } j=1, \dots, k$$

$$x_{i0}^{t+1} \theta_0 - \sum_{m=1}^n x_m^{t+1} \lambda_m \geq 0 \quad \text{для всех } i=1, \dots, l$$

$$\sum_{m=1}^n \lambda_m = 1$$

$$\lambda_m \geq 0 \quad m=1, 2, \dots, n$$

$$[D^t(y_{t+1}, x_{t+1})]^{-1} = \min \theta_0 \quad (\text{F } 43)$$

$$\sum_{m=1}^n y_{jm}^t \lambda_m - y_{j0}^{t+1} \geq 0 \quad \text{для всех } j=1, \dots, k$$

$$x_{i0}^{t+1} \theta_0 - \sum_{m=1}^n x_m^t \lambda_m \geq 0 \quad \text{для всех } i=1, \dots, l$$

$$\sum_{m=1}^n \lambda_m = 1$$

$$\lambda_m \geq 0 \quad m=1, 2, \dots, n$$

$$[D^{t+1}(y_t, x_t)]^{-1} = \min \theta_0 \quad (F 44)$$

$$\sum_{m=1}^n y_{jm}^{t+1} \lambda_m - y_{j0}^t \geq 0 \quad \text{для всех } j=1, \dots, k$$

$$x_{i0}^t \theta_0 - \sum_{m=1}^n x_m^{t+1} \lambda_m \geq 0 \quad \text{для всех } i=1, \dots, l$$

$$\sum_{m=1}^n \lambda_m = 1$$

$$\lambda_m \geq 0 \quad m=1, 2, \dots, n$$

При более, чем одном переходном периоде, решения  $n$ -задач оптимизации для  $[D^{t+1}(y_{t+1}, x_{t+1})]^{-1}$  и расчет MPI для периода от  $t$  до  $t+1$  можно также производить и для периода от  $t+1$  до  $t+2$  одновременно. Следовательно, для  $N$  аграрных предприятий и  $T$  периодов не нужно решать  $N \times 4 \times (T-1)$  линейных задач оптимизации, а лишь  $N \times (3T-2)$ . Таким образом, согласно уравнению (F 38) рассчитывается MPI и проводится его разделение.

#### 4.2.5 Малмквист-индекс в комбинации с SFA

Функции дистанции, требуемые для расчета Малмквист-индекса, могут измеряться также с помощью параметрической методики. Существует много способов, как это осуществить. В этом параграфе мы рассмотрим комбинацию MPI и стохастической производственной граничной функции, которая определяется следующим образом:

$$\ln(y_{it}) = f(x_{it}, t, \beta) + v_{it} - u_{it}, \quad i=1, 2, \dots, N, \quad t=1, 2, \dots, T, \quad \text{где} \quad (F 45)$$

$y_{it}$  – это конечный продукт, произведенный  $i$ -той фирмой в году  $t$ ;

$x_{it}$  – означает  $(1+K)$ -вектор входных факторов;

$f(\cdot)$  – соответствующая функциональная форма (логарифм);

$t$  – тенденция времени, представляющая техническое изменение;

$\beta$  – вектор неизвестных параметров, которые предстоит измерить;

$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$  – случайные ошибки, которые предположительно могут возникнуть и имеющие распределение  $N(0, \sigma_v^2)$ , независимо от  $u_{it}$ ;

$u_{it}$  – результаты технической неэффективности.

Техническая эффективность каждого аграрного предприятия может ежегодно быть рассчитана, используя подход стохастической функции. Таким образом, мы получаем условное ожидание  $\exp(-u_{it})$ , дающее значение  $e_{it} = v_{it} - u_{it}$ . Поскольку  $u_{it}$  является не отрицательной случайной переменной, то значения данных расчетов технической эффективности находятся между 0 и 1. При этом значение 1 имеют 100%-технически эффективные предприятия.

В данном параметрическом случае мы используем расчет изменения технической эффективности и технологии производства для того, чтобы рассчитать Малмквист-индекс с помощью формулы (F 38).

Следовательно, техническая эффективность измеряется по формуле:

$$TE_{it} = E(\exp(-u_{it}) | e_{it}), \quad (F 46)$$

где  $e_{it} = v_{it} - u_{it}$ , что может использоваться при расчете изменения технической эффективности. Принимая во внимание, что  $D^t(x_{it}, y_{it}) = TE_{it}$  and  $D^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) = TE_{t+1}$ , изменение эффективности находим из формулы:

$$\text{Изменение эффективности} = TE_{it} / TE_{t+1} \quad (F 47)$$

Индекс изменения технологии производства между периодами  $t$  и  $t+1$  для  $i$ -той фирмы может быть рассчитан прямо из оцененных параметров. Надо просто найти частичную производную от функции производственных возможностей относительно определенного периода времени. Если техническое изменение не является нейтральным, тогда индекс изменения технологии может изменяться для разных input-векторов. Отсюда, предлагается для расчета данного индекса между периодами времени  $t$  и  $t+1$  использовать геометрическое среднее:

$$\text{Изменение технологии} = \left\{ \left[ 1 + \frac{\partial f(x_{t+1}, t+1, \beta)}{\partial(t+1)} \right] \times \left[ 1 + \frac{\partial f(x_{it}, t, \beta)}{\partial t} \right] \right\}^{1/2} \quad (F 48)$$

Перемножив между собой индексы изменения технической эффективности и изменения технологии, полученные из формул (F 47) и (F 48), получим Малмквист-индекс изменения общей продуктивности фактора, аналогично формуле (F 38).

Выше представленный подход имеет много общего с подходом NISHIMIZU и PAGE (1982), однако между ними существует два небольших различия. Во-первых, в описанном нами подходе для оценки технологии используются стохастические границы, в то время как NISHIMIZU и PAGE (1982) используют детерминистические границы. Во-вторых, NISHIMIZU и PAGE (1982) предложили оценивать изменение технологии путем расчета двух производных в формуле (F 48) и, затем, нахождения их среднего арифметического, в то время как мы предложили обратить данные производные в индексы с тем, чтобы потом посчитать геометрическое среднее этих индексов. Два данных метода расчета изменения технологии должны привести к одинаковому результату.

#### 4.2.6 Преимущества комбинации MPI и DEA

Ниже коротко обобщаются преимущества комбинации MPI и DEA по сравнению с комбинацией MPI и SFPF (стохастической граничной производственной функцией), а также по сравнению с Торнквист- и Фишер-индексами.

В отличие от расчета Малмквист-индекса с помощью стохастической граничной оценки (например, стохастический граничный анализ), когда предположительно нейтральный технический прогресс отображается тенденцией времени, при расчете DEA возможно, чтобы различные отрезки граничной функции отклонялись по-разному сильно и даже в различных направлениях. Локально технический прогресс отображается на определенных участках функции производства по-разному и в целом не обязательно должен привести к равномерному отклонению границы производства. Касательно

временной последовательности отклонений функции производства при расчете посредством DEA также не существует никаких ограничений (см. KRÜGER, 1999).

В отличие от Торнквист- и Фишер-индексов, при расчете MPI не нужны сведения относительно цен факторов, а суммарная значимость входных факторов каждый год определяется по-новому путем решения линейных задач оптимизации. Поскольку надежные сведения о ценах факторов едва доступны во многих странах, в особенности в странах с переходной экономикой, то это может послужить весомой причиной для выбора именно комбинации MPI и DEA для анализа продуктивности и эффективности. Технический прогресс при расчете MPI не обязательно должен отображаться Хикс-нейтрально<sup>10</sup> и может измеряться, не принимая во внимание допущение при расчете Торнквист- и Фишер-индексов, что каждое аграрное предприятие производит товары с одинаковой эффективностью.

И, наконец, лишь только на основании ориентации на функцию производственных возможностей как унифицированный масштаб к измерению эффективности всех аграрных предприятий в сочетании с Малмквист-индексом стало возможным явное разделение изменения общей продуктивности фактора на изменение эффективности и на изменение технологии (технический прогресс).

## 5 РЕЗЮМЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Подводя итоги написания данной работы, основные моменты выше изложенного материала можно представить следующим образом:

- Продуктивность сельскохозяйственного предприятия определяется как соотношение всех конечных продуктов ко всем затраченным факторам производства. Под эффективностью же имеется в виду отношение фактической продуктивности предприятия к максимально возможной продуктивности. Максимальная продуктивность выражается границей производственных возможностей, и измерение эффективности равносильно с измерением отдаленности от этой границы.
- ФАРРЕЛЛ (1957) разделил общую эффективность фактора на техническую и аллокативную. Техническая эффективность указывает на способность аграрного предприятия достигать максимального выхода продукции с заданным количеством факторов производства. Аллокативная эффективность имеет место тогда, когда аграрное предприятие выбирает ресурсы для производства при данных ценах с минимальными издержками.
- ФЭРЕ, ГРОССКОПФ и ЛОВЕЛЛ (см. FÄRE, GROVKOPF и LOVELL, 1985), в отличие от Фаррелла, подразделяют техническую эффективность еще на два связанных между собой компонента-множителя на основании зависимости эффективности от величины масштаба: чистую техническую эффективность (PTE) и эффективность в зависимости от величины масштаба (SE).

---

<sup>10</sup> Хикс-нейтральный технический прогресс имеет место тогда, когда при данной интенсивности капитала граничная продуктивность труда и капитала растет в одинаковых объемах. Таким образом, при неизменном соотношении между зарплатой и процентной ставкой у предприятия нет причины для увеличения одного фактора путем уменьшения другого, и, следовательно, интенсивность капитала остается неизменной.



- Изменение эффективности аграрного предприятия в течение времени, вследствие относительного характера ее измерения, может быть вызвано двумя разными причинами: изменением продуктивности 100%-эффективных предприятий и, вместе с тем, общего стандарта эффективности, что сдвигает функцию производственных возможностей либо изменением отдаленности предприятия от актуальной функции производства.

По нашему мнению, данная работа должна послужить толчком для углубленного изучения анализа продуктивности и эффективности в странах с переходной экономикой путем использования новых передовых методов расчета, представленных в данной работе.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

- ALLEN, R. G. D. (1975): Index Numbers in theory and practice, Macmillan Press, New York.
- BAYARSAIHAN, T., COELLI, T. J. (2003): Productivity growth in pre-1990 mongolian agriculture: Spiralling disaster or emerging success?, *Agricultural Economics*, 28, pp. 121-137.
- BOHR, K. (1993): Effizienz und Effektivität, in: WITTMANN, W. et al. (Hrsg.): Handwörterbuch der Betriebswirtschaftslehre, Band 1, Teilband 1 (A-H), Stuttgart, S. 855-869.
- CAVES, D., CHRISTIANSEN, L., DIEWERT, W. E. (1982): The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity, *Econometrica*, 50, 6, pp. 1393-1414.
- CHARNES, A., COOPER, W., LEWIN, A., SEIFORD, L. (1994): Data envelopment analysis. Theory, methodology and applications, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.
- CHARNES, A., COOPER, W. W., RHODES, E. (1978): Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, 2, pp. 429-444.
- COELLI, T., RAO, P., BATTESE, G. (1998): An introduction to efficiency and productivity analysis, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.
- COOPER, W., SEIFORD, L., TONE, K. (1999): Data envelopment analysis: A comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.
- DELLMANN, K., PEDELL, K. L. (Hrsg.) (1994): Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis, Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart.
- DIEWERT, W. E. (1980): Aggregation problems in the measurement of capital, in: USHER, D. (ed.): The measurement of capital, National Bureau of Economic research, Chicago, pp. 433-528.
- FÄRE, R., GROBKOPF, S., LOVELL, C. A. K. (1985): The measurement of efficiency of production, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- FÄRE, R., GROBKOPF, S., VALDMANIS, V. (1989): Capacity, competition and efficiency in hospitals: A nonparametric approach, *Journal of Productivity Analysis*, 1, 2, pp.123-138.
- FÄRE, R., GROBKOPF, S., LOVELL, C. A. K. (1994): Production frontiers, Cambridge University Press, Cambridge.
- FÄRE, R., GROBKOPF, S., NORRIS, M., ZHANG, Z. (1994): Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries, *American Economic Review*, pp. 66-83.
- FÄRE, R., GROBKOPF, S., RUSSEL, R. (1998): Index numbers: Essays in honour of Sten Malmquist, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dodrecht/London.
- FÄRE, R., PRIMONT, D. (1995): Multi-output production and duality: Theory and applications, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dodrecht/London.
- FARRELL, M. J. (1957): The measurement of productive efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 120, pp. 253-281.
- GREIBINGER, P. (2000): Wirtschaftlichkeitsanalyse im Gesundheitswesen: Analyse und beispielhafte Anwendung der Data Envelopment Analysis, Gabler, Wiesbaden.
- HOCKMANN, H. (1989): Zur Ermittlung der totalen Faktorproduktivität in den Agrarsektoren der EG, *Agrarwirtschaft, Jg. 38*, S. 242-250.
- KOOPMANS, T. J. (1951): Analysis of production as an efficient combination of activities, Chapter 3, in: KOOPMANS, T. C. (ed.): Activity analysis of production and allocation, New York.
- KRÜGER, J. (1999): Produktivität und Wachstum im Internationalen Vergleich, Theoretische Modelle und empirische Analysen, Dissertation, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität Augsburg, Augsburg.

- LISSITSA, A. (2002): Der Transformationsprozess in der Landwirtschaft der Ukraine – eine Effizienz und Produktivitätsanalyse von Großbetrieben, Shaker-Verlag, Aachen.
- LOVELL, C. A. K. (1993): Production frontiers and productive efficiency, in: FRIED, H. O., LOVELL, C. A. K., SCHMIDT, S. S. (eds.): The measurement of productive efficiency: Techniques and applications, Oxford University Press, New York.
- MALMQUIST, S. (1953): Index Numbers and indifference surfaces, *Trabajos de Estadística*, 4, pp. 209-242.
- NIGIMIZU, M., PAGE, J. M. (1982): Total factor productivity growth, Technological change in Yugoslavia 1965–78, *Economic Journal*, 92, pp. 920-936.
- NORMAN, M., STOKER, B. (1991): Data Envelopment Analysis: The assesment of performace, Chichester.
- RUSSEL, R. (1997): Distance functions in consumer and producer theory, in: FÄRE, R., GROBKOPF, S., RUSSEL, R. (eds.) (1998): Index Numbers: Essays in honour of Sten Malmquist, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dodrecht/London.
- SHEPHARD, R. W. (1970): Theory of cost and production functions, Princeton University Press, Princeton.
- SOLOW, R. M. (1957): Technical change and the aggregate production function, *Review of Economics and Statistics*, 39, 3, pp. 312-320.
- STEINHAUSER, H., LANGBEHN, C., PETERS, U. (1992): Einführung in die landwirtschaftliche Betriebslehre, Band 1: Allgemeiner Teil, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

**DISCUSSION PAPERS  
DES INSTITUTS FÜR AGRARENTWICKLUNG  
IN MITTEL- UND OSTEUROPA (IAMO)**

**DISCUSSION PAPERS  
OF THE INSTITUTE OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT  
IN CENTRAL AND EASTERN EUROPE (IAMO)**

- No. 1 FROHBERG, K., HARTMANN, M. (1997):  
Promoting CEA Agricultural Exports through Association Agreements with the EU  
– Why is it not working?
- No. 2 FROHBERG, K., HARTMANN, M. (1997):  
Comparing Measures of Competitiveness: Examples for Agriculture in the Central  
European Associates
- No. 3 POGANIETZ, W.R., GLAUCH, L. (1997):  
Migration durch EU-Integration? Folgen für den ländlichen Raum
- No. 4 WEINGARTEN, P. (1997):  
Agri-Environmental Policy in Germany – Soil and Water Conservation –
- No. 5 KOPSIDIS, M. (1997):  
Marktintegration und landwirtschaftliche Entwicklung: Lehren aus der  
Wirtschaftsgeschichte und Entwicklungsökonomie für den russischen Getreidemarkt  
im Transformationsprozeß
- No. 6 PIENIADZ, A. (1997):  
Der Transformationsprozeß in der polnischen Ernährungsindustrie von 1989 bis  
1995
- No. 7 POGANIETZ, W.R. (1997):  
Vermindern Transferzahlungen den Konflikt zwischen Gewinnern und Verlierern in  
einer sich transformierenden Volkswirtschaft?
- No. 8 EPSTEIN, D.B., SIEMER, J. (1998):  
Difficulties in the Privatization and Reorganization of the Agricultural Enterprises in  
Russia
- No. 9 GIRGZDIENE, V., HARTMANN, M., KUODYS, A., RUDOLPH, D., VAIKUTIS, V.,  
WANDEL, J. (1998):  
Restructuring the Lithuanian Food Industry: Problems and Perspectives
- No. 10 JASJKO, D., HARTMANN, M., KOPSIDIS, M., MIGLAVS, A., WANDEL, J. (1998):  
Restructuring the Latvian Food Industry: Problems and Perspectives

- No. 11 SCHULZE, E., NETZBAND, C. (1998):  
Ergebnisse eines Vergleichs von Rechtsformen landwirtschaftlicher Unternehmen  
in Mittel- und Osteuropa
- No. 12 BERGSCHMIDT, A., HARTMANN, M. (1998):  
Agricultural Trade Policies and Trade Relations in Transition Economies
- No. 13 ELSNER, K., HARTMANN, M. (1998):  
Convergence of Food Consumption Patterns between Eastern and Western Europe
- No. 14 FOCK, A., VON LEDEBUR, O. (1998):  
Struktur und Potentiale des Agraraußenhandels Mittel- und Osteuropas
- No. 15 ADLER, J. (1998):  
Analyse der ökonomischen Situation von Milchproduktionsunternehmen im Oblast  
Burgas, Bulgarien
- No. 16 PIENIADZ, A., RUDOLPH, D.W., WANDEL, J. (1998):  
Analyse der Wettbewerbsprozesse in der polnischen Fleischindustrie seit  
Transformationsbeginn
- No. 17 SHVYTOV, I. (1998):  
Agriculturally Induced Environmental Problems in Russia
- No. 18 SCHULZE, E., TILLACK, P., DOLUD, O., BUKIN, S. (1999):  
Eigentumsverhältnisse landwirtschaftlicher Betriebe und Unternehmen in Rußland  
und in der Ukraine – Befragungsergebnisse aus den Regionen Nowosibirsk und  
Shitomir
- No. 19 PANAYOTOVA, M., ADLER, J. (1999):  
Development and Future Perspectives for Bulgarian Raw Milk Production towards  
EU Quality Standards
- No. 20 WILDERMUTH, A. (1999):  
What Kind of Crop Insurance for Russia?
- No. 21 GIRGZDIENE, V., HARTMANN, M., KUODYS, A., VAIKUTIS, V., WANDEL, J. (1999):  
Industrial Organisation of the Food Industry in Lithuania: Results of an Expert  
Survey in the Dairy and Sugar Branch
- No. 22 JASJKO, D., HARTMANN, M., MIGLAVS, A., WANDEL, J. (1999):  
Industrial Organisation of the Food Industry in Latvia: Results of an Expert Survey  
in the Dairy and Milling Branches
- No. 23 ELSNER, K. (1999):  
Analysing Russian Food Expenditure Using Micro-Data
- No. 24 PETRICK, M., DITGES, C.M. (2000):  
Risk in Agriculture as Impediment to Rural Lending – The Case of North-western  
Kazakhstan

- No. 25 POGANIETZ, W.R. (2000):  
Russian Agri-Food Sector: 16 Months After the Breakdown of the Monetary System
- No. 26 WEBER, G., WAHL, O., MEINLSCHMIDT, E. (2000):  
Auswirkungen einer EU-Osterweiterung im Bereich der Agrarpolitik auf den  
EU-Haushalt  
(steht nicht mehr zur Verfügung – aktualisierte Version DP 42)
- No. 27 WAHL, O., WEBER, G., FROBERG, K. (2000):  
Documentation of the Central and Eastern European Countries Agricultural  
Simulation Model (CEEC-ASIM Version 1.0)
- No. 28 PETRICK, M. (2000):  
Land Reform in Moldova: How Viable are Emerging Peasant Farms? An assessment  
referring to a recent World Bank study
- No. 29 WEINGARTEN, P. (2000):  
Buchbesprechung: BECKMANN, V. (2000): Transaktionskosten und institutionelle  
Wahl in der Landwirtschaft : Zwischen Markt, Hierarchie und Kooperation
- No. 30 BROSIG, S. (2000):  
A Model of Household Type Specific Food Demand Behaviour in Hungary
- No. 31 UVAROVSKY, V., VOIGT, P. (2000):  
Russia's Agriculture: Eight Years in Transition – Convergence or Divergence of  
Regional Efficiency
- No. 32 SCHULZE, E., TILLACK, P., GERASIN, S. (2001):  
Eigentumsverhältnisse, Rentabilität und Schulden landwirtschaftlicher Großbetriebe  
im Gebiet Wolgograd
- No. 33 KIELYTE, J. (2001):  
Strukturwandel im baltischen Lebensmittelhandel
- No. 34 ШУЛЬЦЕ, Э., ТИЛЛАК, П., ГЕРАСИН, С. (2001):  
Отношения собственности, рентабельность и долги крупных  
сельскохозяйственных предприятий в Волгоградской области
- No. 36 PETRICK, M. (2001):  
Documentation of the Poland farm survey 2000
- No. 37 PETRICK, M., SPYCHALSKI, G., ŚWITŁYK, M., TYRAN, E. (2001):  
Poland's Agriculture: Serious Competitor or Europe's Poorhouse? Survey results  
on farm performance in selected Polish voivodships and a comparison with German  
farms
- No. 38 HOCKMANN, H., KASHTANOVA, E., KOWSCHIK, S. (2002):  
Lage und Entwicklungsprobleme der weißrussischen Fleischwirtschaft

- No. 39 SCHULZE, E., TILLACK, P., PATLASSOV, O. (2002):  
Einflussfaktoren auf Gewinn und Rentabilität landwirtschaftlicher Großbetriebe  
im Gebiet Omsk, Russland
- No. 40 ШУЛЬЦЕ, Э., ТИЛЛАК, П., ПАТЛАССОВ, О. (2002):  
Факторы, влияющие на прибыль и рентабельность крупных  
сельскохозяйственных предприятий в Омской области в России
- No. 41 BAVOROVÁ, M. (2002):  
Entwicklung des tschechischen Zuckersektors seit 1989
- No. 42 FROHBERG, K., WEBER, G. (2002):  
Auswirkungen der EU-Osterweiterung im Agrarbereich
- No. 43 PETRICK, M. (2002):  
Farm investment, credit rationing, and public credit policy in Poland  
– A microeconometric analysis –
- No. 44 KEDAITIENE, A., HOCKMANN, H. (2002):  
Milk and milk processing industry in Lithuania: An analysis of horizontal and  
vertical integration
- No. 45 PETRICK, M. (2003):  
Empirical measurement of credit rationing in agriculture: a methodological survey
- No. 46 PETRICK, M., LATRUFFE, L. (2003):  
Credit access and borrowing costs in Poland's agricultural credit market: a hedonic  
pricing approach
- No. 47 PETRICK, M., BALMANN, A., LISSITSA, A. (2003):  
Beiträge des Doktorandenworkshops zur Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa  
2003
- No. 48 SCHULZE, E., TILLACK, P., MOSASHWILI, N. (2003):  
Zur wirtschaftlichen Situation georgischer Landwirtschaftsbetriebe
- No. 49 ЛИССИТСА, А., БАБИЧЕВА, Т. (2003):  
Теоретические основы анализа продуктивности и эффективности сельскохоз-  
зяйственных предприятий

Die Discussion Papers sind erhältlich beim Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Ost-  
europa (IAMO) oder im Internet unter <http://www.iamo.de>.

The Discussion Papers can be ordered from the Institute of Agricultural Development in Cen-  
tral and Eastern Europe (IAMO). Use our download facility at <http://www.iamo.de>.