

# ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ: ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К АГРАРНОМУ СЕКТОРУ БЕЛАРУСИ

Андрей Филипцов\*

## *Резюме*

В работе на основе эмпирических данных по аграрному сектору Республики Беларусь строится и анализируется производственная функция, выражающая зависимость между объемами использования основных производственных ресурсов – труда, земли и капитала – и объемом сельскохозяйственного производства. Используя производственную функцию, были установлены величины предельной и средней производительности ресурсов в динамике за 1994–2000 гг. Сделаны выводы относительно эффективности использования ресурсов.

*Классификация JEL:* D24, Q00

*Ключевые слова:* производственная функция, аграрный сектор, факторы производства

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Любое производство основано на использовании соответствующих факторов (ресурсов), их взаимодействии и преобразовании в результат производства (продукт). Чаще всего выделяют два агрегированных фактора производства: труд и капитал, иногда к ним добавляют третий фактор – природные ресурсы. Применительно к моделированию производственных процессов в сельском хозяйстве учет влияния природных ресурсов (в агрегированном представлении – земли) носит такой же важный характер, как и учет роли труда и капитала в формировании продукта.

Очевидно, что однозначное количественное определение доли каждого производственного ресурса в конечном продукте затруднительно, так как производство возможно лишь при взаимодействии всех факторов и влияние каждого фактора зависит как от объема его использования, так и от объемов использования других ресурсов.

За исходную посылку следует принять два «непостоянства»:

- 1) не существует постоянного уровня отдачи от единицы любого фактора производства как при неизменности количества данного фактора, но изменении количества других факторов, так и, наоборот, при изменяющемся объеме данного фактора и фиксированном объеме остальных факторов;
- 2) не существует постоянной отдачи от масштаба производственной функции, то есть пропорциональное изменение объема всех учитываемых факторов не обязательно даст такое же изменение результата.

---

\* Старший преподаватель кафедры экономической теории Белорусской государственной сельскохозяйственной академии (г. Горки), e-mail: filipsov@gorki.unibel.by.

Построение производственных функций позволяет, пусть не абсолютно точно, определить влияние каждого из ресурсов на результат производства, дать прогноз относительно изменения объема производства при изменениях в объеме ресурсов, определить оптимальную комбинацию ресурсов для получения заданного количества продукции.

В данной статье приведена построенная нами на основе эмпирических данных по сельскохозяйственному производству Республики Беларусь за ряд лет производственная функция. Сравнение параметров модели по годам позволяет в динамике оценить роль каждого из рассматриваемых факторов производства в формировании конечного результата.

## 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МОДЕЛИ

Основными ресурсами, используемыми в сельскохозяйственном производстве, являются земля, труд и капитал (основные и оборотные фонды). Все прочие факторы (природно-климатические условия, изменения экономической конъюнктуры и т. д.) проявляются через производительность трех вышеперечисленных ресурсов и в разрезе лет обуславливают ее краткосрочные колебания относительно общих тенденций. Таким образом, при построении модели формирования сельскохозяйственного продукта в качестве исходных факторов можно применять показатели использования земельных, трудовых ресурсов, основных и оборотных фондов сельскохозяйственных предприятий. В качестве показателя результативности логичным было бы использование объема производства по денежной выручке от реализации продукции. Однако данный принцип применим для экономики, где существуют только прибыльные предприятия, а убыточные разоряются и исчезают. В условиях Республики Беларусь, когда стабильно убыточные предприятия могут функционировать в долгосрочном периоде времени за счет государственной поддержки, целесообразно использовать в качестве показателя результативности производства объем товарной продукции сельского хозяйства в оценке по коммерческой себестоимости.

Возможны два варианта построения модели: при первом варианте ресурсы выражаются в натуральных единицах, при втором – оцениваются в сопоставимых единицах, обычно денежных. В условиях Республики Беларусь применение второго варианта затруднительно вследствие значительных искажений в функционировании экономического механизма, возникающих при государственном вмешательстве в экономику. В отсутствие рынка земли оценить данный ресурс затруднительно, рынки же труда и капитала в стране объективно не являются конкурентными. И цены на эти ресурсы далеки от равновесно-рыночных. Следовательно, необходимо признать целесообразным выражение факторных параметров в натуральных единицах.

Общий вид предлагаемой модели:

$$Y_x = a_0 x_1^{a_1} \dots x_n^{a_n}, \quad (1)$$

где  $Y$  – показатель результативности;  $x_1^{a_1}, \dots, x_n^{a_n}$  – факторные показатели;  $a_0$  – коэффициент, характеризующий влияние неучтенных в модели факторов, а также колеблемость параметров модели по годам вследствие изменения размерности показателей;  $a_1, \dots, a_n$  – коэффициенты, характеризующие роль каждого из факторов производства в формировании результата.

Данный мультипликативный вид модели представляется наиболее обоснованным с теоретической точки зрения, так как отражает тесную взаимосвязь факторных показателей между собой, а также то, что все рассматриваемые факторы являются необходимыми для формирования результата, вследствие чего если объем использования какого-либо ресурса стремится к нулю, то и результат производства также стремится к нулю. Статистическими единицами для построения вышеописанной модели могут служить как отдельные сельскохозяйственные предприятия, так и совкоупности предприятий (например, по районам).

### **3. МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Нами была разработана корреляционно-регрессионная модель формирования стоимости товарной продукции сельскохозяйственного производства. В качестве статистических единиц были взяты административные районы Республики Беларусь (данные за 1994–2000 гг.). Сущность модели состоит в следующем. Сельскохозяйственное производство различных районов неодинаково по масштабу производства, а также по сочетанию используемых ресурсов. Построив корреляционную модель, можно определить результативность использования отдельных видов ресурсов, вычислить средний и предельный продукты ресурсов. Модель имеет вид:

$$Y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} x_3^{a_3}, \quad (2)$$

где  $Y$  – полная (коммерческая) себестоимость товарной продукции крупных сельскохозяйственных предприятий района, млн руб.;  $x_1$  – стоимость совокупного капитала (основных и оборотных фондов в сопоставимых единицах) в сумме по всем крупным сельскохозяйственным предприятиям района, млн руб.;  $x_2$  – затраты труда (прямые и накладные – общепроизводственные, общехозяйственные) в сумме по крупным сельскохозяйственным предприятиям района, тыс. чел.-ч.;  $x_3$  – площадь сельскохозяйственных угодий, используемых крупными хозяйствами района, усл. га (1 усл. га – это 1 га с баллом плодородия 28.9 – средним по республике);  $a_1, a_2, a_3$  – коэффициенты регрессии, отражающие степень влияния факторного показателя на результирующий показатель (соответственно капитала, труда, земли);  $a_0$  – свободный коэффициент, помогающий сопоставить показатели модели по данным разных лет.

Для того чтобы свести стоимость основных и оборотных фондов в единый показатель – стоимость капитала – необходимо выразить их в сопоставимых

единицах, так как окупаемость номинальной единицы этих двух ресурсов разная. Для сопоставления данных показателей построены линейные корреляционные модели вида:

$$y = a_i x_i, \quad (3)$$

где  $y$  – себестоимость товарной продукции сельского хозяйства района, млн руб.;  $x_i$  ( $x_1, x_2$ ) – стоимость соответственно основных и оборотных фондов крупных сельскохозяйственных предприятий района, млн руб.;  $a_i$  ( $a_1, a_2$ ) – коэффициенты окупаемости основных и оборотных фондов.

Далее, сопоставляем коэффициенты окупаемости между собой:

$$k_k = a_1/a_2, \quad (4)$$

где  $k_k$  – корректировочный коэффициент, при умножении на который стоимость оборотных фондов выражается в единицах, сопоставимых с единицами измерения стоимости основных фондов.

Таким образом, умножив стоимость оборотного капитала на корректировочный коэффициент и сложив со стоимостью основного капитала, получим показатель стоимости совокупного капитала.

Приведем итоговые параметры построенной производственной функции:

$$1994 \text{ г.:} \quad Y = 0.019x_1^{0.394} x_2^{0.591} x_3^{0.276}; \quad (5)$$

$$1995 \text{ г.:} \quad Y = 0.032x_1^{0.576} x_2^{0.251} x_3^{0.204}; \quad (6)$$

$$1996 \text{ г.:} \quad Y = 0.031x_1^{0.707} x_2^{0.209} x_3^{0.292}; \quad (7)$$

$$1997 \text{ г.:} \quad Y = 0.108x_1^{0.509} x_2^{0.294} x_3^{0.405}; \quad (8)$$

$$1998 \text{ г.:} \quad Y = 0.122x_1^{0.593} x_2^{0.451} x_3^{0.195}; \quad (9)$$

$$1999 \text{ г.:} \quad Y = 0.168x_1^{0.604} x_2^{0.582} x_3^{0.065}; \quad (10)$$

$$2000 \text{ г.:} \quad Y = 0.0208x_1^{0.445} x_2^{0.817} x_3^{0.0069}. \quad (11)$$

В табл. 1 приводятся расчетные параметры модели (2). Построенная корреляционная модель характеризуется высокой степенью достоверности. Значение коэффициента корреляции, превышающее 0,9, показывает тесную взаимосвязь между результирующим и факторными показателями. Значения коэффициента существенности коэффициента корреляции, большее 2,48, критерия Фишера, большее 1,5, отражают высокую эффективность модели, то есть то, насколько полно построенная модель выражает изучаемую закономерность. Коэффициенты существенности коэффициентов регрессии, превышающие значение 1,96, показывают значимость избранных факторов в формировании результата.

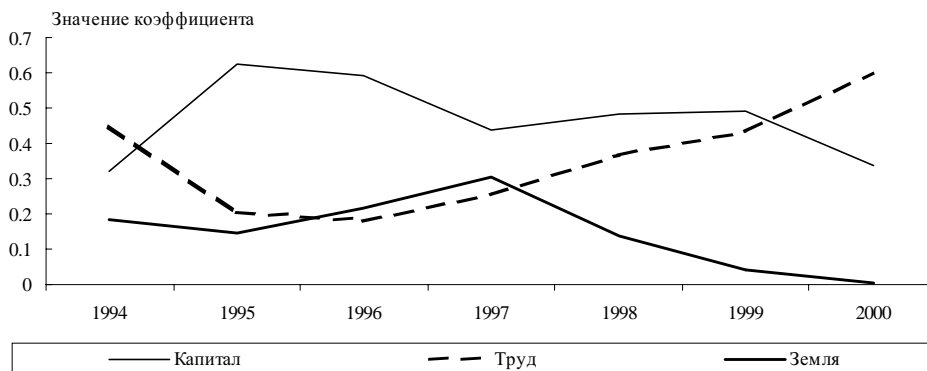
Таблица 1

**Расчетные параметры корреляционной модели формирования стоимости товарной продукции сельского хозяйства**

Показатели	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Коэффициенты регрессии:							
– свободный член ( $a_0$ )	0.019	0.032	0.031	0.108	0.122	0.168	0.0208
– капитал ( $a_1$ )	0.394	0.756	0.707	0.509	0.593	0.604	0.445
– труд ( $a_2$ )	0.591	0.251	0.209	0.294	0.451	0.582	0.817
– земля ( $a_3$ )	0.276	0.204	0.292	0.405	0.195	0.065	0.0069
Коэффициент корреляции ( $R$ )	0.917	0.948	0.950	0.961	0.953	0.943	0.923
Коэффициент детерминации ( $R^2$ 100%)	84.1	89.9	90.2	92.4	90.8	88.9	85.2
Коэффициент существенности коэффициента корреляции ( $T_R \geq 2.48$ )	60.99	99.04	102.7	133.8	109.6	89.5	67.2
Критерий Фишера ( $F > 1.5$ )	198.7	335.8	347.1	457.4	373.3	298.8	217.0
Количество наблюдений	117	117	117	117	117	116	117
Коэффициенты существенности коэффициентов регрессии, по модулю ( $t_{aj} > 1.96$ ):							
– свободный член ( $a_0$ )	5.53	5.68	5.33	3.60	2.91	1.92	5.26
– капитал ( $a_1$ )	3.94	8.23	8.03	6.23	6.66	6.19	3.67
– труд ( $a_2$ )	4.42	2.30	2.01	3.07	3.98	4.22	5.03
– земля ( $a_3$ )	2.31	2.29	3.28	5.16	2.02	0.58	0.05
Значения коэффициентов $\beta$ :							
– капитал ( $a_1$ )	0.321	0.625	0.590	0.436	0.482	0.490	0.337
– труд ( $a_2$ )	0.452	0.206	0.178	0.255	0.365	0.435	0.600
– земля ( $a_3$ )	0.184	0.147	0.217	0.306	0.136	0.042	0.0044
Сумма значений коэффициентов $\beta$	0.957	0.978	0.985	0.997	0.983	0.967	0.941

*Источник:* расчеты автора на основе информации годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь за соответствующие годы.

Значения коэффициентов  $\beta$  характеризуют роль отдельных факторов в формировании результирующего показателя; они отражают, на сколько сравнимых (стандартных) единиц изменится результирующий показатель при изменении факторного показателя на единицу (с учетом вариации значений показателей). Динамика значений коэффициентов  $\beta$  отражена на рис. 1.



**Рис. 1.** Динамика значений  $\beta$ -коэффициентов факторных показателей

Проанализировав данный рисунок, можно сделать следующие выводы: производительность капитала в сельскохозяйственном производстве возросла с 1994 по 1995 гг. и снизилась к 2000 г.; производительность труда резко снизилась с 1994 по 1995 гг., а затем плавно росла до 2000 г. включительно; производительность земли возросла к 1997 г., а затем имела тенденцию к снижению; в 1994 г. на первом месте по производительности в сельском хозяйстве стоял труд (коэффициент  $\beta$  равен 0.452), затем шли капитал (0.321) и земля (0.184). В 2000 г.  $\beta$ -коэффициенты ресурсов имели следующие значения: капитала – 0.337, труда – 0.6, продуктивность же земли была весьма незначительной (0.0044).

При объяснении подобных тенденций проще всего интерпретировать динамику значимости земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве – она коррелирует с динамикой продуктивности сельскохозяйственных угодий. Другими словами, с 1994 по 2000 гг. наблюдались снижение урожайности практически всех сельскохозяйственных культур и падение уровня интенсивности производства, то есть снижение капиталоемкости и трудообеспеченности земельных угодий. Сложнее объяснить динамику  $\beta$ -коэффициентов при показателях капитала и труда, так как в данном случае необходимо учитывать многочисленные и противоречивые экономические тенденции. Так, ситуация с обеспеченностью сельского хозяйства трудовыми ресурсами характеризуется неравномерностью в пределах Республики Беларусь – в одних регионах, районах, хозяйствах наблюдается недостаток рабочей силы, в других – безработица. Характеристика использования капитала также весьма неоднозначна – инфляция, изменение номинальной и реальной стоимости основных и оборотных фондов, причем изменение *неравномерное* (в разрезе видов фондов), переоценка основных средств, колебания скорости оборота производственных затрат – все это и многое другое играет свою роль в формировании стоимости сельскохозяйственной продукции. Подробный анализ вышеописанных моментов сложен и выходит за рамки данного исследования.

#### 4. ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МОДЕЛИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ

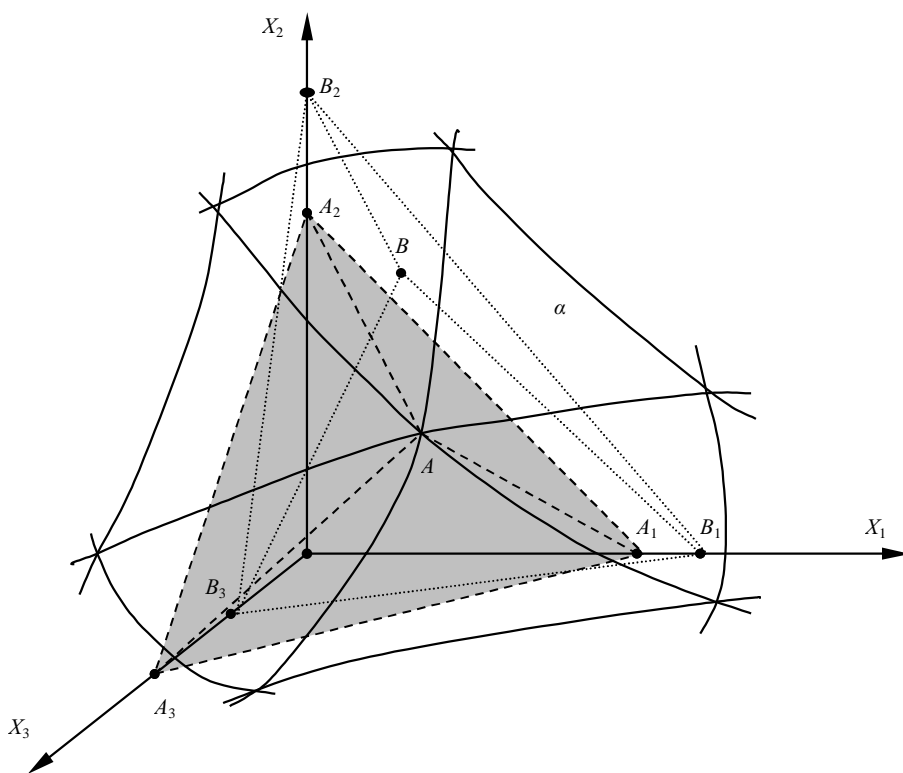
На рис. 2 поверхность  $\alpha$  является геометрическим изображением функции  $y = a_0 x_1^{a_1} x_2^{a_2} x_3^{a_3}$ . Данная поверхность представляет собой изокванту, показывающую все возможные сочетания затрат факторов  $x_1, x_2, x_3$  (капитала, труда и земли), с помощью которых можно произвести определенное количество продукта  $y$  ( $y$  в данном случае – не переменная, а константа). Характер изгиба поверхности (изокванты) показывает растущую сложность замещения одного фактора другим по мере роста их соотношения.

Через каждую точку, принадлежащую изокванте производственной функции, можно провести лишь одну касательную плоскость (треугольник  $A_1A_2A_3$ , касающийся поверхности  $\alpha$  в точке  $A$ ). Углы наклона данного треугольника по отношению к осям координат пропорциональны соотношению величин предельных продуктов соответствующих ресурсов. Величины предельных

продуктов ресурсов в построенной нелинейной функции непостоянны и зависят от объемов использования каждого ресурса, то есть все точки на поверхности изокванты имеют касательные плоскости с различными углами наклона относительно осей координат. Сами же плоскости касания представляют собой сочетания объемов ресурсов с равной суммой произведений величин предельных продуктов и объемов ресурсов:

$$x_1MP_1+x_2MP_2+x_3MP_3=\text{const}, \tag{12}$$

где  $MP_1$ ,  $MP_2$  и  $MP_3$  – предельные продукты ресурсов  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  при условии, что  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  принадлежат треугольнику  $A_1A_2A_3$ .



**Рис. 2. Графическая интерпретация модели производственной функции**

В условиях оптимального функционирования рыночной экономики предельные продукты ресурсов в денежном выражении должны быть равны ценам данных ресурсов, то есть треугольник  $A_1A_2A_3$  должен представлять собой, кроме плоскости равной величины совокупного предельного продукта, плоскость равной суммы издержек на ресурсы (изокосты):

$$x_1P_1+x_2P_2+x_3P_3=\text{const}, \quad (13)$$

при условии, что  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$  принадлежат треугольнику  $A_1A_2A_3$ , где  $P_1$ ,  $P_2$  и  $P_3$  – цены ресурсов  $x_1$ ,  $x_2$  и  $x_3$ .

При отклонении функционирования экономики от оптимальных параметров перестают совпадать плоскости равных предельных продуктов и равных издержек. Так, например, в отрасли будет использоваться количество ресурсов, соответствующее точке  $A$ , являющейся точкой касания изокванты и плоскости равного предельного продукта (треугольника  $A_1A_2A_3$ ). Вместе с тем соотношение цен в искаженной экономике таково, что изокоста и изокванта соприкасаются в точке  $B$  ( $B$  принадлежит треугольнику  $B_1B_2B_3$ ). Несовпадение точек  $A$  и  $B$ , плоскостей  $A_1A_2A_3$  и  $B_1B_2B_3$  является наглядным отображением состояния неоптимальности в экономике.

В связи с затруднениями при определении цен ресурсов в Республике Беларусь построить плоскость равных издержек (изокосту) по фактическим данным представляется затруднительным. Если в качестве цены единицы труда можно принять размер его оплаты, то с ценой капитала уже несколько сложнее. Использование банковской процентной ставки – не лучший вариант, так как в большинстве лет исследуемого периода реальная ставка процента в Республике Беларусь была отрицательной; кроме того, основные фонды сельскохозяйственных предприятий исчисляются по балансовой стоимости (которая далека от рыночной) и не являются высоколиквидными, то есть рубли, в которых выражен капитал, по сути, являются натуральными, а не стоимостными единицами измерения. В табл. 4 в качестве стоимости единицы основного капитала приняты, с некоторыми натяжками, затраты на содержание и эксплуатацию основных средств. В отсутствие же развитого рынка земли ее цену определить сложнее всего. Можно лишь предложить в качестве цены использования единицы земли для крупных сельскохозяйственных предприятий размер земельного налога – в таком случае цена данного ресурса весьма невелика, что должно подталкивать предприятия к экстенсивному способу хозяйствования.

Параметры плоскости равного предельного продукта вычислить проще. Напомним, что к каждой точке поверхности  $\alpha$  можно провести свою касательную. Поэтому, в качестве примера, произведем вычисления предельных продуктов на трех уровнях масштаба производства: минимальном, среднем и максимальном. Уравнения (16)–(18) и результаты вычислений (табл. 2 и 3) изложены ниже. Углы наклона плоскости равного продукта по отношению к осям координат можно определить по аналогии со следующей формулой:

$$\text{tg}(A_2A_1A_3)=MP_{x_1}/MP_{x_2}. \quad (14)$$

Точка  $A$  является точкой касания поверхности  $\alpha$  и плоскости  $A_2A_1A_3$  при соблюдении следующих условий:

$$y_{\text{факт}}=a_0x_1^{a_1}x_2^{a_2}x_3^{a_3}, x_1MP_1+x_2MP_2+x_3MP_3 \rightarrow \min. \quad (15)$$



Итак, произведем вычисления предельных и средних продуктов капитала, труда и земли в Республике Беларусь за 1994–2000 гг. Прежде всего приведем формулы вычисления данных показателей.

1. Предельный продукт ресурса ( $MP$ ) – это изменение совокупного объема производства (стоимости товарной продукции) при увеличении объема использования данного ресурса на единицу и постоянстве объемов использования прочих ресурсов. В общем виде предельный продукт ресурса  $j$  представляет собой производную функции по переменной использования данного ресурса ( $x_j$ ):

$$y'_{x_j} = a_0 a_j x_j^{a_j-1} x_{j+1}^{a_{j+1}} x_{j+2}^{a_{j+2}}. \quad (16)$$

Предельный продукт ресурса  $j$  можно также вычислить по упрощенной формуле:

$$MP_{ij} = y_{i+1}^j - y_i \quad (j - \text{не степень, а надстрочный индекс}); \quad (17)$$

$$y_i = a_0 x_j^{a_j} x_{j+1}^{a_{j+1}} x_{j+2}^{a_{j+2}}, \quad y_{i+1}^j = a_0 (x_j + 1)^{a_j} x_{j+1}^{a_{j+1}} x_{j+2}^{a_{j+2}}, \quad (18)$$

где  $j \in J_0$  (от 1 до 3) – номер ресурса (капитал, земля и труд);  $i \in [\min; \max]$  объем производства.

2. Средний продукт ресурса ( $ATP$ ) – это объем производства (стоимости товарной продукции) в расчете на единицу используемого ресурса:

$$ATP_{ij} = y_i / x_{ij}. \quad (19)$$

3. Средний частичный продукт ресурса ( $APP$ ) – это объем производства (стоимости товарной продукции), произведенный за счет использования определенной ресурса, в расчете на единицу данного ресурса. Данный показатель является несколько условным, так как в производстве различные ресурсы взаимодействуют, и в отсутствие хотя бы одного из них производство невозможно. Однако, используя значения  $\beta$ -коэффициентов, характеризующих степень влияния факторов на результат, можно вычислить хотя бы условное значение среднего частичного продукта ресурса:

$$APP_{ij} = (\beta_j / \sum_{j \in J_0} \beta_j) (y_i / x_{ij}). \quad (20)$$

Поскольку построенная модель является нелинейной, средний и предельный продукты ресурсов изменяются с изменением масштабов производства. Произведем вычисления на трех уровнях масштаба производства: минимальном, среднем и максимальном (фактические значения показателей по районам Республики Беларусь) (см. табл. 2). По результатам вычислений видно, что с ростом масштаба производства растут как предельный, так и средний продукты всех ресурсов.

Таблица 2

**Предельный и средний продукты ресурсов (исчисленные по себестоимости)**

Показатели	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Продукт капитала, руб./руб.							
<b>Предельный:</b>							
минимальный масштаб	0.0152	0.0660	0.043154	0.0382	0.0597	0.0391	0.0235
средний масштаб	0.0205	0.0905	0.058959	0.0523	0.0927	0.0612	0.0382
максимальный масштаб	0.0256	0.1062	0.067984	0.0635	0.1184	0.0807	0.0553
<b>Средний:</b>							
минимальный масштаб	0.045	0.077	0.050	0.077	0.096	0.069	0.0541
средний масштаб	0.054	0.122	0.085	0.105	0.160	0.105	0.0901
максимальный масштаб	0.068	0.147	0.097	0.124	0.175	0.127	0.1319
<b>Средний частичный:</b>							
минимальный масштаб	0.015	0.049	0.030	0.022	0.047	0.035	0.0194
средний масштаб	0.018	0.078	0.051	0.037	0.078	0.053	0.0322
максимальный масштаб	0.023	0.094	0.058	0.042	0.086	0.064	0.0471
Продукт труда, млн руб./тыс. чел.-ч.							
<b>Предельный:</b>							
минимальный масштаб	0.496	1.463	2.116	5.905	17.078	71.545	0.3197
средний масштаб	0.697	1.631	2.357	6.886	20.180	93.723	0.4472
максимальный масштаб	0.759	1.677	2.472	6.870	21.622	104.21	0.5073
<b>Средний:</b>							
минимальный масштаб	1.007	5.381	8.465	20.709	36.373	131.48	0.4014
средний масштаб	1.223	6.645	11.473	23.875	45.830	167.48	0.5747
максимальный масштаб	1.389	7.419	12.265	23.490	42.216	170.67	0.6589
<b>Средний частичный:</b>							
минимальный масштаб	0.476	1.133	1.530	5.207	13.506	59.146	0.256
средний масштаб	0.578	1.400	2.073	6.106	17.017	75.340	0.3665
максимальный масштаб	0.656	1.563	2.216	6.008	15.675	76.775	0.4202
Продукт земли, млн руб./усл. га							
<b>Предельный:</b>							
минимальный масштаб	0.0416	0.209	0.482	1.244	0.990	1.011	0.000345
средний масштаб	0.0640	0.243	0.592	1.679	1.489	1.674	0.000573
максимальный масштаб	0.0898	0.336	0.794	2.073	1.893	2.221	0.000771
<b>Средний:</b>							
минимальный масштаб	0.175	0.906	1.358	3.142	4.866	16.506	0.0511
средний масштаб	0.241	1.222	2.069	4.219	7.833	26.594	0.0860
максимальный масштаб	0.340	1.727	2.755	5.088	8.512	32.310	0.1182
<b>Средний частичный:</b>							
минимальный масштаб	0.034	0.136	0.299	0.964	0.673	0.717	0.000239
средний масштаб	0.046	0.183	0.456	1.295	1.084	1.155	0.000406
максимальный масштаб	0.065	0.260	0.607	1.562	1.178	1.403	0.000552

*Источник:* расчеты автора на основе информации годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь за соответствующие годы.

Вышеуказанный продукт ресурсов рассчитан по результирующему показателю модели, то есть оценен по себестоимости. Но такая оценка не отражает прибыльности производства, для учета которой необходимо скорректировать значения показателей среднего и предельного продуктов, умножив на выражение  $(1 + R)$ , где  $R$  – коэффициент рентабельности сельскохозяйственного производства. В табл. 3 показана динамика предельного и среднего продуктов ресурсов за 1994–2000 гг. с учетом рентабельности (на уровне среднего масштаба производства). Для сопоставимости денежный продукт выражен в долларах США – по номинальному и реальному курсам в соответствующие годы.

Таблица 3

**Динамика предельного и среднего продукта (с учетом рентабельности сельскохозяйственного производства, официального и реального курсов белорусского рубля по отношению к доллару США)**

Показатели	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Рентабельность сельскохозяйственного производства, %	13.8	17.8	12.2	11.7	2.3	15.9	4.1
Продукт капитала							
Предельный, руб./руб.	0.0233	0.1066	0.0662	0.0584	0.0948	0.0709	0.0398
Средний, руб./руб.	0.0615	0.1437	0.0954	0.1173	0.1637	0.1217	0.0938
Средний частичный, руб./руб.	0.0205	0.0919	0.0572	0.0413	0.0798	0.0614	0.0335
Продукт труда							
<b>Предельный:</b>							
млн руб./тыс. чел.-ч.	0.769	1.816	2.578	7.634	20.55	108.6	0.4655
долл./тыс. чел.-ч. по официальному курсу	165.4	157.5	189.5	305.4	471.3	392.4	581.9
долл./тыс. чел.-ч. по реальному курсу	125.4	38.8	46.20	92.83	142.7	203.4	515.0
<b>Средний:</b>							
млн руб./тыс. чел.-ч.	1.392	7.828	12.87	26.67	46.88	171.3	0.4179
долл./тыс. чел.-ч. по официальному курсу	299.2	679.2	946.0	1066.9	1075.4	701.6	522.4
долл./тыс. чел.-ч. по официальному курсу	226.8	167.2	230.7	324.3	325.5	363.7	461.5
<b>Средний частичный:</b>							
млн руб./тыс. чел.-ч.	0.658	1.649	2.326	6.829	17.41	87.32	0.2665
долл./тыс. чел.-ч. по официальному курсу	141.4	143.1	170.9	272.9	399.3	315.6	333.1
долл./тыс. чел.-ч. по официальному курсу	107.2	35.2	41.68	82.94	120.9	163.6	294.8
Продукт земли							
<b>Предельный:</b>							
млн руб./усл. га	0.0728	0.2863	0.6642	1.875	1.523	1.940	0.000596
долл./усл. га по официальному курсу	15.66	24.84	48.81	75.03	34.94	7.013	0.745
долл./усл. га по реальному курсу	11.87	6.11	11.90	22.81	10.57	3.636	0.659
<b>Средний:</b>							
млн руб./усл. га	0.274	1.440	2.321	4.713	8.013	30.82	0.08953
долл./усл. га по официальному курсу	58.95	124.9	170.6	188.5	183.8	111.4	111.9
долл./усл. га по реальному курсу	44.70	30.75	41.60	57.30	55.63	57.75	99.03
<b>Средний частичный:</b>							
млн руб./усл. га	0.0523	0.2156	0.5116	1.447	1.109	1.339	0.000423
долл./усл. га по официальному курсу	11.25	18.71	37.60	57.87	25.44	4.839	0.529
долл./усл. га по реальному курсу	8.53	4.60	9.17	17.59	7.70	2.509	0.468

*Источник:* расчеты автора на основе информации годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь за соответствующие годы.

В табл. 4 приведены расчеты взвешенного предельного продукта труда и капитала, то есть объема предельного продукта соответствующего ресурса в расчете на единицу затрат на привлечение данного ресурса. За стоимость единицы (1 чел.-ч.) сельскохозяйственного труда принята почасовая оплата труда с начислениями на социальное страхование; в качестве затрат на привлечение капитала приняты расходы на содержание и эксплуатацию основных фондов в расчете на единицу номинальной (балансовой) стоимости этих фондов. Теоретически, при вычислении затрат на привлечение капитала необходимо учитывать также определенный инвестиционный процент, так как альтернативой использованию капитала на производственные цели является получение дохода с капитала при вложении в ценные бумаги или депонировании на банковский счет; но при современном состоянии рынка капитала в Республике Беларусь данным моментом можно

пренебречь. Вычислить взвешенный предельный продукт земли затруднительно, так как в Беларуси не существует развитого рынка земли, сельскохозяйственные угодья предоставляются в пользование крупным сельскохозяйственным предприятиям практически бесплатно (взимается лишь небольшой земельный налог).

На рис. 3 и 4 наглядно показана динамика предельного продукта ресурсов. Значительные колебания значений приведенных показателей отражают влияние на процесс сельскохозяйственного производства многочисленных факторов, которые можно разделить на две основные группы: природно-климатические условия и краткосрочная экономическая конъюнктура. Следует отметить, прежде всего, четкий рост предельного продукта в денежном выражении, а также взвешенного предельного продукта труда во вторую половину рассматриваемого периода, что характеризует рост производительности труда.

Таблица 4

### Взвешенный предельный продукт ресурсов

Показатели	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Оплата труда:</b>							
– тыс. руб./чел.-ч.	0.531	3.419	5.358	9.208	18.928	77.0	0.257
– долл./чел.-ч. по официальному курсу	114	297	394	368	434	278	321
– долл./чел.-ч. по реальному курсу	86.5	73.0	96.0	112	131	144	284
Затраты на содержание и эксплуатацию основных средств, % от их стоимости	2.15	6.35	4.26	5.48	7.33	3.31	4.20
Взвешенный предельный продукт труда, руб./руб.	1.448	0.531	0.481	0.829	1.086	1.410	1.811
Взвешенный предельный продукт капитала, руб./руб.	1.084	1.679	1.554	1.066	1.293	2.142	0.948

*Источник:* расчеты автора на основе информации годовых отчетов сельскохозяйственных предприятий Республики Беларусь за соответствующие годы.

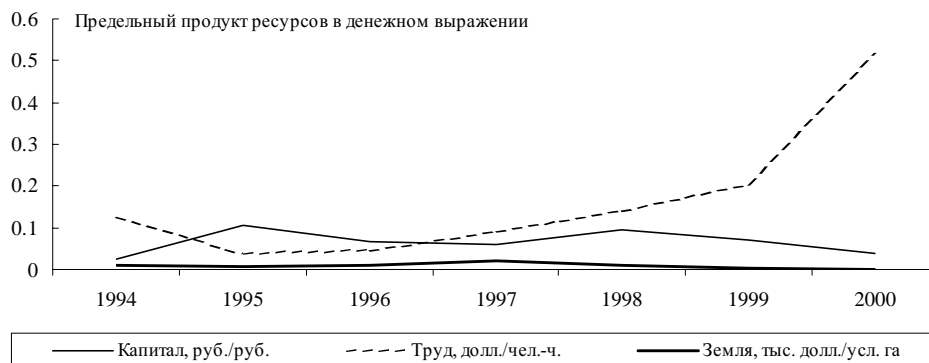


Рис. 3. Динамика предельного продукта ресурсов



Рис. 4. Динамика взвешенного предельного продукта ресурсов

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе эмпирических данных по крупнотоварным сельскохозяйственным предприятиям страны, сгруппированным в рамках административных районов, за 1994–2000 гг. построена производственная функция, отражающая взаимосвязь использования основных производственных ресурсов (труда, земли, капитала) и объема производства в сельском хозяйстве Республики Беларусь.

Параметры построенной модели свидетельствуют о следующем.

1. Для сельскохозяйственного производства Республики Беларусь в разрезе административных районов характерен положительный эффект от масштаба производства. Другими словами, чем большее количество производственных ресурсов вовлечено в сельскохозяйственное производство, тем более чем пропорциональный объем производства может быть получен. Так как в исследовании не рассматривались размеры самих сельскохозяйственных предприятий, невозможно сделать вывод относительно эффекта от масштаба для самих предприятий. В рамках же административных районов страны, которые являются более или менее цельными комплексами предприятий АПК (с районными организациями переработки, агросервиса и т. д.), можно сделать вывод, что чем крупнее (в плане количества аграрных производственных ресурсов) район, тем большая отдача от единицы ресурсов может быть получена. Возможно, существуют положительные внешние эффекты концентрации производства, или данная ситуация отражает факт концентрации ресурсов в наиболее пригодных для сельскохозяйственного производства районах.

2. Производительность факторов в сельском хозяйстве Беларуси в динамике за 1994–2000 гг. характеризовалась следующим образом: производительность капитала колебалась по годам без четких тенденций; производительность земли с 1997 г. снижалась; производительность труда с 1996 г. росла. На конец исследуемого периода положение дел было таково,

что капитал и труд (являясь постоянно сокращающимися в объеме факторами) были ключевыми ресурсами для сельскохозяйственного производства, роль же земли стала крайне незначительной. Таким образом, увеличение объема сельскохозяйственного производства наиболее эффективно за счет увеличения объема использования труда и капитала, то есть интенсификации производства.

3. Предельный продукт капитала был наибольшим в 1995 г. (10 руб. продукта на 100 руб. капитала), в 2000 г. – 4 руб. на 100 руб. капитала. В среднем в исследуемом периоде предельный продукт капитала составлял 6.6 руб. на 100 руб. капитала, то есть срок окупаемости капиталовложений в сельском хозяйстве страны составлял порядка 15 лет. Взвешенный предельный продукт капитала в исследуемом периоде был больше единицы, что показывает высокую производительность использования данного фактора.

4. Предельный продукт труда показывал стабильную тенденцию к росту начиная с 1995–1996 гг., причем если до 1998 г. взвешенный предельный продукт труда был меньше единицы (то есть зарплата работников не окупалась их производительностью), то с 1998 г. взвешенный предельный продукт труда превысил единицу (1.8 в 2000 г.). Средний предельный продукт труда в исследуемом периоде составил 0.32 долл. на 1 чел.-ч. (по номинальному курсу), или 0.17 долл. (по реальному курсу). Эти цифры показывают ставку заработной платы в сельском хозяйстве страны, соответствующую производительности труда.

5. По уровню предельного продукта земли можно судить о земельной ренте, а соответственно, цене на землю сельскохозяйственного назначения. Максимальный уровень предельного продукта земли наблюдался в 1997 г. (75 долл. на 1 усл. га по номинальному курсу к доллару, или 23 долл. по реальному курсу), минимальный – в 2000 г. (0.75 долл. по номинальному курсу, или 0.66 долл. по реальному). Средний уровень предельного продукта в исследуемом периоде составил порядка 30 долл. на усл. га (по номинальному курсу), или около 10 долл. (по реальному курсу).

6. Неравенство взвешенных предельных продуктов производственных ресурсов единице показывает неоптимальность использования данных ресурсов. Так, по результатам расчетов можно судить о том, что земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве используется чересчур много, а трудовых и капитальных – мало.

## ЛИТЕРАТУРА

Алле М. (1998) *Условия эффективности в экономике*, Москва, Наука для общества.

Баумоль У. (1965) *Экономическая теория и исследование операций*, Москва, Прогресс.

Блауг М. (1994) *Экономическая мысль в ретроспективе*, Москва, Дело.

Воробьев В.А., Филищов А.М. (2001) Оценка эффективности размещения и использования производственных ресурсов в сельском хозяйстве Беларуси, *Проблемы агрорынка*, 2, 26–30.

Клейнер Г.Б., Пионтковский Д.И. (2000) Многофакторные производственные функции с постоянными эластичностями предельной замены факторов, *Экономика и математические методы*, 136, 1, 90–114.

Филипцов А.М. (2000) Альтернативные издержки производства: методика вычисления и использование в практике госрегулирования, *Экономика и право переходного периода: Материалы IV международной научно-методической конференции. Гродно, 6–7 апреля 2000 г.*, Гродно, НИСЗ, 84.

Филипцов А.М. (2001) Концепция сравнительных преимуществ и практика государственного регулирования агросектора, *Вести Академии аграрных наук Республики Беларусь*, 2, 31–34.