

**Е.Н. Лушникова**

**Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет**

## **КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ**

**Постановка проблемы.** Из большого числа различных моделей, которые используются в экономическом прогнозировании, планировании и организации производства с точки зрения системного подхода для создания оптимальной системы управления производством, которая и определяет основу его конкурентоспособности, предпочтительными являются экономико-математические методы на базе производственных функций[1,2].

Производственные функции, как правило, являются функциями цели при оптимизации экономических показателей производства и рассмотрение прикладных задач на их основе является актуальным.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В работах [3-6] была сформулирована новая концепция экономического прогнозирования, планирования и организация производства зерна озимой пшеницы и ярового ячменя на основе производственных функций этих зерновых культур, которые экспериментально определяются в реальных полевых условиях с помощью агроэкономической системы «cropping-system», которая естественно интегрируется с существующими технологиями выращивания зерновых культур практически без их изменения. Основой технологического и алгоритмического инструментария, который объединяет прогнозирование, планирование и организацию производства зерна озимой пшеницы и ярового ячменя в единую систему, являются установленные связи реакции многофакторной производственной функции растений на внешние условия с ее геометрическим отображением в NPK-пространстве.

**Формулирование цели статьи.** Продемонстрировать эффективность использования производственных функций зерновых культур для экономического прогнозирования урожайности, планирования и организации производства зерна озимой пшеницы.

**Изложение основного материала исследования.** Производственная функция – это зависимость результата производственной деятельности от обусловивших его факторов

производства (ресурсов).

Научные основы создания экономических моделей прогнозирования, планирования и организация производства в сельском хозяйстве, в частности в растениеводстве, принципиально отличаются от основ экономических моделей прогнозирования в промышленности.

В растениеводстве функция реакции растений на внесение доз действующих веществ, содержащихся в удобрениях, отображенная на плоскость экономических переменных “затраты-выпуск”, является производственной функцией технологического процесса выращивания растений, определяющая выход продукции от переменного фактора (ресурс действующего вещества).

Использованию производственных функций в сельском хозяйстве посвящена классическая монография Хеди и Диллона [2].

Трехфакторные производственные функции озимой пшеницы и ярового ячменя в полиномиальной форме представляются в виде:

$$Y(N,P,K) = b_0 \pm b_1N \pm b_2N^2 \pm b_3P \pm b_4P^2 \pm b_5K \pm b_6K^2 \pm b_7NP \pm b_8NK \pm b_9PK \quad (1)$$

Для определения 10 параметров  $b_i$  методом наименьших квадратов на основе экспериментальных данных, получаемых в реальных полевых условиях, используется агроэкономическая система «cropping-system».

Знаки “ $\pm$ ” учитывают различные типы возможных семейств однопараметрических поверхностей, имеющих особые эллиптические и гиперболические точки.

Идеи, изложенные в монографии [2], существенное развитие получили в недавно опубликованных работах [3-6].

В работах [5-8] в результате сравнения экспериментальных данных с теоретическим выражением (1) были определены производственные функции для озимой пшеницы и ярового ячменя.

Знание трехфакторной производственной функции позволяет определить прибыль и окупаемость затрат на проведение технологических процессов по обеспечению растений питанием при данном способе основной обработки почвы.

Следуя монографии [2], запишем функции прибыли ( $W$ ) и окупаемости затрат ( $NI$ ) на проведение технологий внесения удобрений в виде:

$$W(N,P,K) = P_Y Y(N,P,K) - P_N N - P_P P - P_K K - Z(c), \quad (2)$$

$$NI(N,P,K) = P_Y Y(N,P,K) / (P_N N + P_P P + P_K K + Z(c)), \quad (3),$$

где  $P_N, P_P$  и  $P_K$  – цены азотного, фосфорного и калийного действующих веществ (д.в.) соответственно,  $P_Y$  – цена реализации продукции,  $Z(c)$  – условно-постоянные затраты. Стоимость действующего вещества  $P_i$  определяют по формуле:

$$P_i = P_{F_i} / \alpha_i, \quad (4)$$

где  $P_{F_i}$  – стоимость удобрения, которое содержит  $i$ -ое действующее вещество,  $\alpha_i$  – доля  $i$ -го действующего вещества в удобрении  $F_i$ .

При определении величин  $NI$  и  $W$  используем данные сметы расходов фермерского хозяйства “Восход А” на производство зерна озимой пшеницы в 2011 г. Цена реализации озимой пшеницы принималась равной  $P_Y = 155$  грн/ц, цена аммиачной селитры  $P_{F_{a.c}} = 320$  грн/ц, цена суперфосфата  $P_{F_{c.hp}} = 500$  грн/ц и цена калия хлористого  $P_{F_{kcl}} = 520$  грн/ц. Доли действующих веществ, согласно паспорту, в указанных удобрениях следующие:  $\alpha_{a.c} = 0.36$ ,  $\alpha_{c.ph} = 0,2$  и  $\alpha_{kcl} = 0,6$ .

Основная задача эффективной производственной деятельности сельскохозяйственного предприятия заключается в оптимизации прибыли и окупаемости затрат путем рационального распределения затрачиваемых ресурсов.

Функции  $Y(N,P,K)$  и  $W(N,P,K)$  – это функции трех переменных. Спектр однопараметрических изоквантовых поверхностей уровня этих функций, согласно математической интерпретации физиологических законов Либиха и Шелфорда, имеет особую точку [4]. Эту точку следует искать среди точек  $(N,P,K)$ , которые удовлетворяют системы уравнений [2]:

$$\frac{\partial Y(N,P,K)}{\partial N} = 0 ; \frac{\partial Y(N,P,K)}{\partial P} = 0; \frac{\partial Y(N,P,K)}{\partial K} = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial Y(N,P,K)}{\partial N} = P_N / P_Y ; \frac{\partial Y(N,P,K)}{\partial P} = P_P / P_Y; \frac{\partial Y(N,P,K)}{\partial K} = P_K / P_Y \quad (6)$$

Уравнения систем (5-6) – это уравнения плоскости в  $NPК$ -пространстве. Координаты особых точек производственной функции  $Y(N,P,K)$  и функции прибыли  $W(N,P,K)$  – это координаты точки пересечения этих плоскостей, которые определяются решением систем уравнений (5-6).

Координаты точек пересечения плоскостей систем (5) и (6) принадлежат уравнению граничной нормы взаимозаменяемости одного

переменного фактора другим, которое определяется как линия пересечения плоскостей, согласно уравнениям [2]:

$$-\partial P / \partial N = [\partial Y(N, P, K) / \partial N] / [\partial Y(N, P, K) / \partial P] = P_N / P_P ; \quad (7)$$

$$-\partial K / \partial N = [\partial Y(N, P, K) / \partial N] / [\partial Y(N, P, K) / \partial K] = P_N / P_K ; \quad (8)$$

$$-\partial K / \partial P = [\partial Y(N, P, K) / \partial P] / [\partial Y(N, P, K) / \partial K] = P_P / P_K ; \quad (9)$$

Уравнения (7- 9) позволяют товаропроизводителю определить, как необходимо заменить нормы удобрений при изменении цен на них, чтобы выход продукции (урожая) оставался на прежнем уровне.

В дальнейшем будем использовать методологию экономического анализа производства зерна озимой пшеницы на основе трехфакторных функций, изложенную в работах [5, 9]. На основе этой методологии был проведен анализ экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы «Харьковская-81» урожая 1979 г.[5,9] и озимой пшеницы «Крыжинка» урожая 2011 г.[10].

В этой работе мы дополним эти исследования анализом экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы «Харьковская-81» урожая 1981 г. на основе ее производственной функции  $Y=Y(N,P,K)_{1981}$ , определенной в работе[6], и проведем сравнение экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы на основе производственных функций, которые были определены в различных погодных условиях и для разных сортов, которые выращивались в разных почвенно-климатических условиях:

- озимая пшеница “Харьковская-81” урожая 1979 г.

$$Y(N, P, K)_{1979} = 23.43 + 15.51N - 7.226N^2 + 5.96P - 3.881P^2 - 4.565K + 1.933K^2 - 1.344NP + 2.73NK + 2.923PK \quad (10)$$

- озимая пшеница “Харьковская-81” урожая 1981 г.

$$Y(N, P, K)_{1981} = 25.75 - 21.124N - 7.871N^2 + 10.03P - 6.44P^2 + 0.205K - 0.218K^2 + 3.062NP + 4.131NK - 1.159PK \quad (11)$$

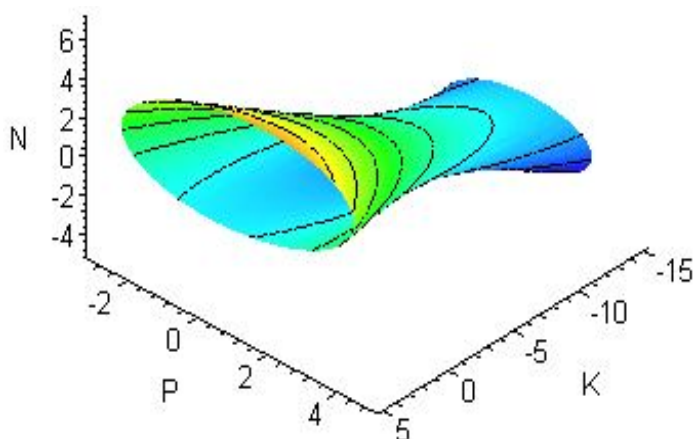
- озимая пшеница “Крыжинка” урожая 2011 г.

$$Y(N, P, K)_{2011} = 35.62 + 26.554N - 12.545N^2 + 14.7P - 8.77P^2 - 12.08K + 6.48K^2 - 4.278NP + 1.01NK - 0.754PK \quad (12)$$

Озимая пшеница “Харьковская-81” выращивалась на полях Харьковской области, а озимая пшеница “Крыжинка” – на полях Львовской области.

Экономическая эффективность производства зерна озимой пшеницы на основе производственных функций для разных сортов озимой пшеницы, которые выращивались в разных почвенно-климатических условиях “Харьковская-81” урожая 1979 г. и “Крыжинка” урожая 2011 г., была определена в работах [5, 7].

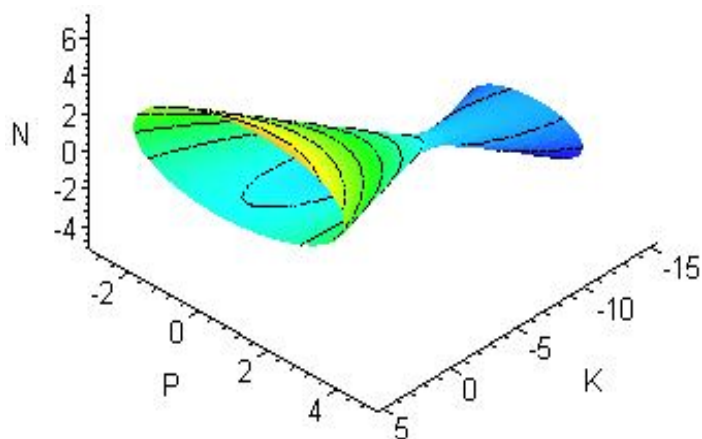
Определим экономическую эффективность производства зерна озимой пшеницы “Харьковская-81” на базе трехфакторной функции реакции  $Y(N, P, K)_{1981}$  урожая 1981 г.



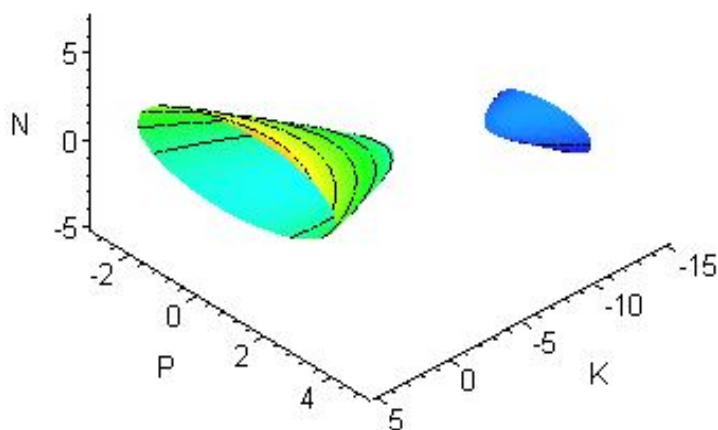
**Рис. 1. Изоквантовая поверхность производственной функции озимой пшеницы “Харьковская 81” урожая 1981 г.  $Y(N, P, K) = 15$ ц/га-однополостный гиперболоид**

Прежде всего, необходимо построить семейство поверхностей  $Y(N, P, K) = Y_0$  при разных значениях  $Y_0$  и определить тип особой точки поверхности  $Y(N, P, K) = Y_K$ , в которой градиент обращается в ноль.

На рис. 1-4 приведены изоквантовые поверхности производственной функции для озимой пшеницы “Харьковская 81” урожая 1981 г. при разных значениях урожая  $Y(N, P, K) = Y_0$ .

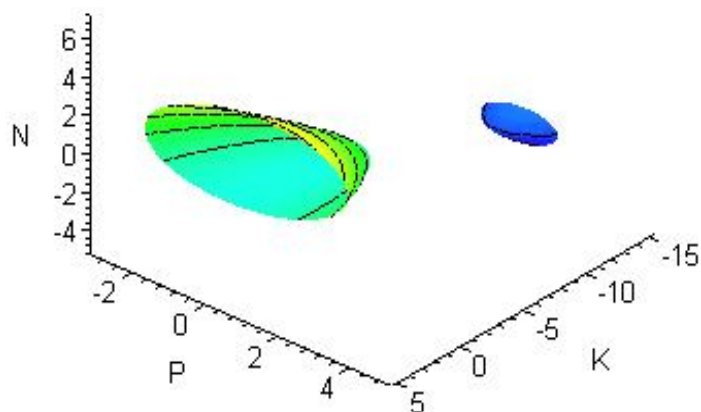


**Рис. 2. Изоквантовая поверхность производственной функции озимой пшеницы “Харьковская 81” урожая 1981 г.  $Y(N, P, K) = 25,75$ ц/га – однополостный гиперboloид**



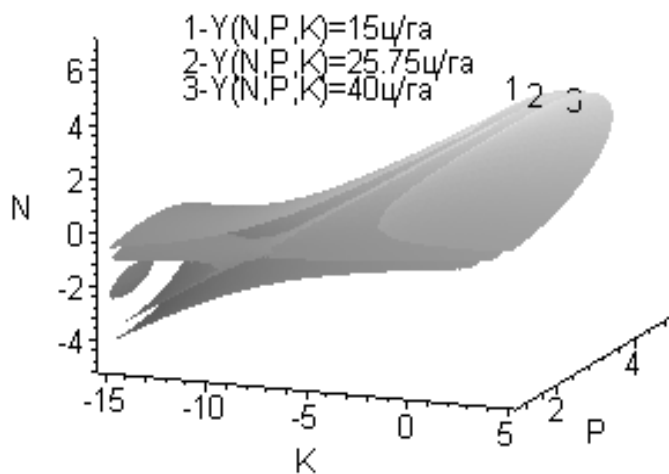
**Рис. 3. Изоквантовая поверхность производственной функции озимой пшеницы “Харьковская 81” урожая 1981 г.  $Y(N, P, K) = 30$  ц/га – двухполостный гиперboloид**

Из рис. 1-4 видно, что с увеличением прогнозируемого урожая при определенном уровне урожая скачкообразно изменяется топология изоквантовой поверхности  $Y(N, P, K) = Y_0$  при некотором значении  $Y_0 = Y_K$  (геометрический образ изоквантовых поверхностей производственной функции) можно трактовать как топологический переход от семейства однополостных гиперboloидов к семейству двухполостных гиперboloидов, т.е. спектр изоквантовых поверхностей имеет особую точку гиперболического типа.



**Рис. 4. Изоквантовая поверхность производственной функции озимой пшеницы “Харьковская 81” урожая 1981 г.  $Y(N, P, K) = 35$  ц/га – двуполостный гиперboloид**

Из данных, представленных на рис. 5, видно, что в спектре однопараметрических изоквантовых поверхностей производственной функции озимой пшеницы “Харьковская-81” существует поверхность, которая имеет особую точку гиперболического типа при определенной величине урожая  $Y_0 = 25,75$  ц/га.



**Рис. 5. Семейство однопараметрических изоквантовых поверхностей производственной функции озимой пшеницы “Харьковская-81”  $Y(N, P, K)_{1981} = Y_0$  при разных значениях урожая  $Y_0$ : 1, 2 и 3-изоквантовые поверхности производственной функции озимой пшеницы “Харьковская-81”  $Y(N, P, K)_{1981} = 15$  ц/га,  $Y(N, P, K)_{1981} = 25,75$  ц/га,  $Y(N, P, K)_{1981} = 40$  ц/га.**

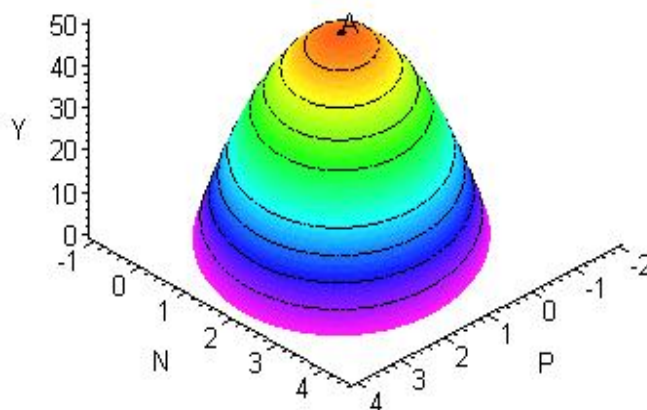
Значения координат особых точек для трехфакторной производственной функции  $Y(N, P, K)_{1981}$  и для функции прибыли  $W(N, P, K)_{1981}$ , которые определены из решения систем уравнений (5 и 6), приведены в табл. 2.

В связи с тем, что некоторые значения координат особых точек производственной функции  $Y(N,P,K)_{1981}$  и функции прибыли  $W=W(N,P,K)_{2011LT}$  принимают отрицательные значения, то с экономической точки зрения, эти математические решения не имеют смысла, так как переменные факторы всегда величины положительные.

**2. Норма действующих веществ, величина урожая и прибыли в особых точках трехфакторных производственной функции и функции прибыли озимой пшеницы “Харьковская 81”(урожай 1981 г.)**

Тип особой точки	Производственная функция $Y(N,P,K)_{1981}$			Функция прибыли $W(N,P,K)_{1981}$		
	$N_Y^{hyp}$	$P_Y^{hyp}$	$K_Y^{hyp}$	$N_W^{hyp}$	$P_W^{hyp}$	$K_W^{hyp}$
Координаты						
Дозы д.в. (ц/га)	-0,517	1,386	-8,11	1,419	-0,308	1,912
Урожай (ц/га)	-			-		
Прибыль (грн/га)	-			-		

Рассмотрим альтернативный экономический анализ на основе двухфакторных производственных функций, порожденных трехфакторной функцией  $Y=Y(N,P,K)_{1981}$ :  $Y=Y(N,P,0)_{1981} = Y(N,P)_{1981}$ ,  $Y=Y(N,0,K)_{1981} = Y(N,K)_{1981}$  и  $Y=Y(0,P,K)_{1981} = Y(P,K)_{1981}$  (рис. 6-8).



**Рис. 6. Поверхность двухфакторной производственной функции озимой пшеницы “Харьковская 81”  $Y = Y(N,P)_{1981}$  урожая 1981 г.**

Кривые линии на рис. 6-8 – это изокванты соответствующих двухфакторных функций, которые описываются следующими уравнениями:

изокванты функции  $Y = Y(N,P)_{1981}$  –



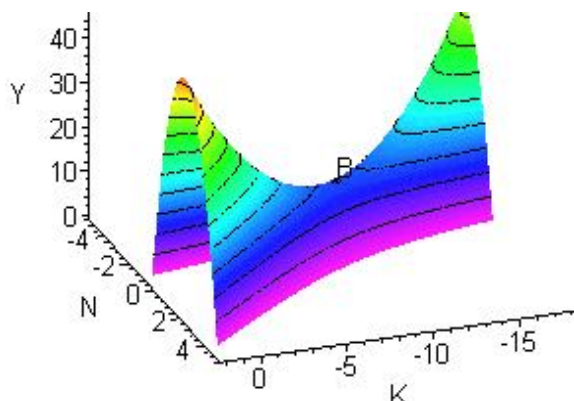
$$Y(N, P)_{1981} = 25,75 + 21,1238N - 7,8715N^2 + 10,029P - 6,438P^2 + 3,0616NP = Y_0 \quad (13)$$

изокванты функции  $Y = Y(N, K)_{1981}$  –

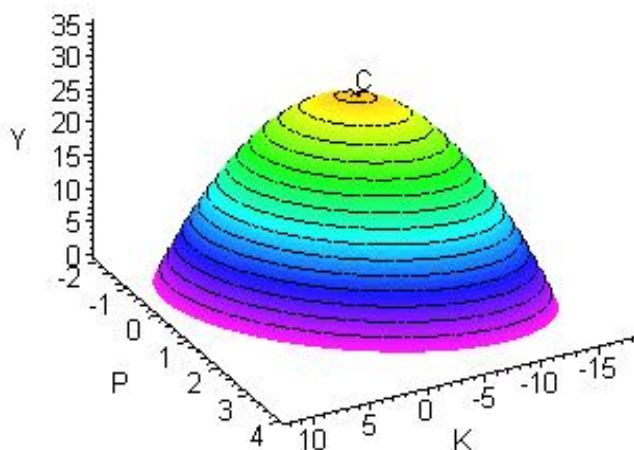
$$Y(N, K)_{1981} = 25,75 + 21,1238N - 7,8715N^2 + 0,2045K - 0,218K^2 + 4,1309NK = Y_0 \quad (14)$$

изокванты функции  $Y = Y(P, K)_{1981}$  –

$$Y(P, K)_{1981} = 25,75 + 10,029P - 6,438P^2 + 0,2045K - 0,218K^2 - 1,159PK = Y_0 \quad (15)$$



**Рис. 7. Поверхность двухфакторной производственной функции озимой пшеницы “Харьковская 81”  $Y = Y(N, K)_{1981}$  урожая 1981 г.**



**Рис. 8. Поверхность двухфакторной производственной функции озимой пшеницы “Харьковская 81”  $Y = Y(P, K)_{1981}$  урожая 1981 г..**

Координаты особой точки А (рис. 6) определяются из системы уравнений (5) с учетом уравнения (13), в которых дозы калийного д.в. равны нулю.

Координаты особой точки В (рис. 7) определяются из системы уравнений (5) с учетом уравнения (14), в которых дозы фосфорного д.в. равны нулю.

Координаты особой точки С (рис. 8) определяются из системы уравнений (5) с учетом уравнения (15), в которых дозы азотного д.в. равны нулю.

Из данных приведенных в табл. 3 видно, что дозы д.в., соответствующие особым точкам двухфакторных производственных функций и функций прибыли только в двух случаях принимают положительные значения:  $Y = Y(N, P)_{1981}$  и  $W = W(N, K)_{1981}$ . Следовательно, они могут быть использованы в технологии подкормки растений. При этом, если внести азотное д.в.  $N_{Ynp}^{el}$ , равное 1,566 ц/га, и фосфорное д.в.  $P_{Ynp}^{el}$ , равное 1,151 ц/га, соответствующие максимуму производственной функции  $Y = Y(N, P)_{1981}$  (точка А, рис. 6), то товаропроизводитель получит урожай 48,06 ц/га и прибыль 3179,43 грн/га. Если внести азотное д.в.  $N_{Wnk}^{hyp}$ , равное 1,5231 ц/га, калийное д.в.  $K_{Ynk}^{hyp}$ , равное 2,081 ц/га, соответствующие особой точке функции прибыли  $W = W(N, K)_{1981}$ , которая есть следствие наличия седловой точки производственной функции  $Y = Y(N, K)_{1981}$  (точка В. рис. 7), то товаропроизводитель получит урожай 52,24 ц/га и прибыль 4939,53 грн/га.

### 3. Дозы действующих веществ, величина урожая и прибыли в особых точках двухфакторных производственных функций и функций прибыли озимой пшеницы “Харьковская-81”(урожай 1981 г.)

Производственная функция	$Y = Y(N, P)_{1981}$		$Y = Y(N, K)_{1981}$		$Y = Y(P, K)_{1981}$	
Тип особой точки	эллиптическая		гиперболическая		эллиптическая	
Координаты	$N_{Ynp}^{el}$	$P_{Ynp}^{el}$	$N_{Ynk}^{hyp}$	$K_{Ynk}^{hyp}$	$P_{Ypk}^{el}$	$K_{Ypk}^{el}$
Дозы д.в. (ц/га)	1,566	1,151	-0,986	-8,871	0,968	-2,104
Урожай(ц/га)	48,06		-		-	
Прибыль(грн/га)	3179,43		-		-	
Функция прибыли	$W = W(N, P)_{1981}$		$W = W(N, K)_{1981}$		$W = W(P, K)_{1981}$	
Координаты	$N_{Wnp}^{el}$	$P_{Wnp}^{el}$	$N_{Wnk}^{hyp}$	$K_{Wnk}^{hyp}$	$P_{Wpk}^{el}$	$K_{Wpk}^{el}$
Дозы д.в. (ц/га)	0,928	-0,253	1,523	2,081	0,839	-14,585
Урожай(ц/га)	-		52,24		-	
Прибыль(грн/га)	-		4939,53		-	

Заметим, что прибыль, которую может получить товаропроизводитель без использования удобрений, равна  $W=P_Y Y(0,0,0)=155 \times 25,75=3991,25$  грн/га. Эта величина прибыли больше

величины прибыли, соответствующей максимуму производственной функции  $Y = Y(N, P)_{1981}$ .

Из данных табл. 3 следует, что из шести альтернативных вариантов только один вариант является экономически выгодный  $W = W(N, K)_{1981}$ .

Величина прибыли (табл. 3) определялась по формуле (2), используя уравнения (10-12) с учетом затрат на действующие вещества после реализации зерна с 100 % товарностью. Условно-постоянные затраты не влияют на величины доз действующего вещества, которые определяются из решения систем уравнений (5-6). Условно-постоянные затраты являются аддитивным слагаемым, которые изменяют только величину прибыли и составляют 3790 грн/га.

Как альтернативу проведенному выше экономическому анализу на основе трех и двухфакторных функций, выполним экономический анализ на основе однофакторных функций.

На рис. 9 представлены три составляющие общей зависимости производственной функции  $Y(N, P, K)_{1981}$ , которые имеют вид:

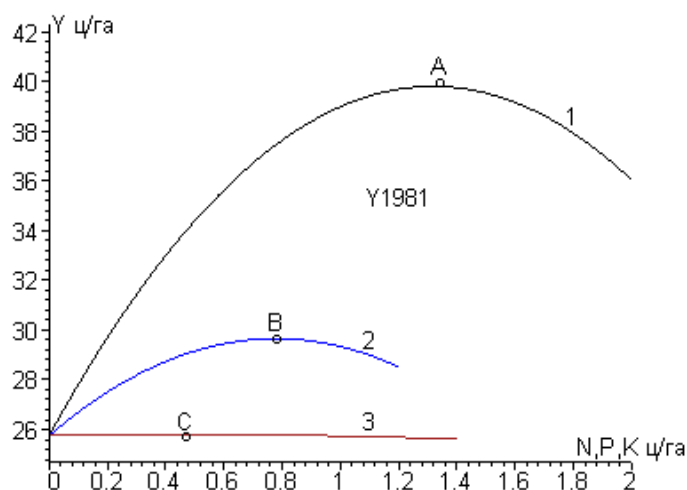
$$Y(N, 0, 0)_{1981} = Y(N)_{1981} = 25,75 + 21,1238N - 7,8715N^2, \quad (16)$$

$$Y(0, P, 0)_{1981} = Y(P)_{1981} = 25,75 + 10,029P - 6,438P^2, \quad (17)$$

$$Y(0, 0, K)_{1981} = Y(K)_{1981} = 25,75 + 0,2045K - 0,218K^2. \quad (18)$$

Однофакторные производственные функции, как видно из рис. 9, имеют экстремумы. Дозы д.в., соответствующие экстремальным точкам производственных функций, определены, используя уравнения системы (5) при  $P=K=0$ , или  $N=K=0$ , или  $N=P=0$  (табл. 4).

В табл. 4 приведены значения доз д.в., величина урожая и прибыли, соответствующие экстремумам однофакторных функций прибыли, вычисленные с помощью системы уравнений (5-6) при  $P=K=0$ , или  $N=K=0$ , или  $N=P=0$ .



**Рис. 9. Зависимость однофакторных производственных функций озимой пшеницы Харьковская-81 урожая 1981 г. от количества азотных, фосфорных и калийных д. в.:**

кривые 1,2 и 3 – зависимости производственных функций озимой пшеницы Харьковская-81 от количества азотных д. в.  $Y = Y(N)_{1981}$ , от количества фосфорных д.в.  $Y = Y(P)_{1981}$  и от количества калийных д. в.  $Y = Y(K)_{1981}$  соответственно

**4. Дозы действующих веществ, величина урожая и прибыли в особых точках однофакторных производственной функции и функции прибыли озимой пшеницы “Харьковская-81” (урожай 1981 г.)**

Производственная функция	$Y = Y(N)_{1981}$	$Y = Y(P)_{1981}$	$Y = Y(K)_{1981}$
Тип экстремума	максимум	максимум	максимум
Координаты	$N_Y$	$P_Y$	$K_Y$
Дозы д.в. (ц/га)	1,342	0,779	0,470
Урожай(ц/га)	39,92	29,66	25,74
Прибыль(грн/га)	4995,15	2649,41	3582,81
<b>Функция прибыли</b>	$W = W(N)_{1981}$	$W = W(P)_{1981}$	$W = W(K)_{1981}$
Координаты	$N_W$	$P_W$	$K_W$
Дозы д.в. (ц/га)	0,977	-0,263	-12,35
Урожай(ц/га)	38,88	-	-
Прибыль(грн/га)	5157,04	-	-

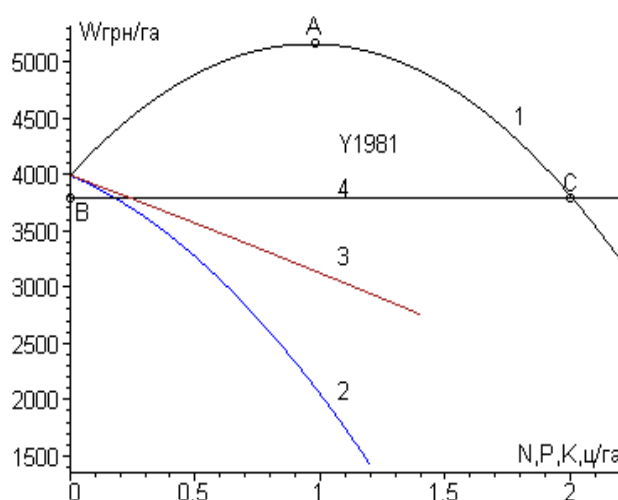
Из данных приведенных на рис. 10, видно, что вносить фосфорные и калийные удобрения экономически не выгодно.

Экономически выгодно вносить только один вид минеральных удобрений -азотные. Точки В и С на рис. 10 определяют интервал значений азотного д.в., в котором товаропроизводитель получит прибыль. Значения доз азотных д.в., соответствующих точкам В и С, были вычислены с помощью выражений [3]:

$$N_B = 0.0 \text{ ц/га}$$

$$N_C = N_W + \sqrt{[\max W(N_W) - Z_C] / cP_Y} = 2,036 \text{ ц/га}$$

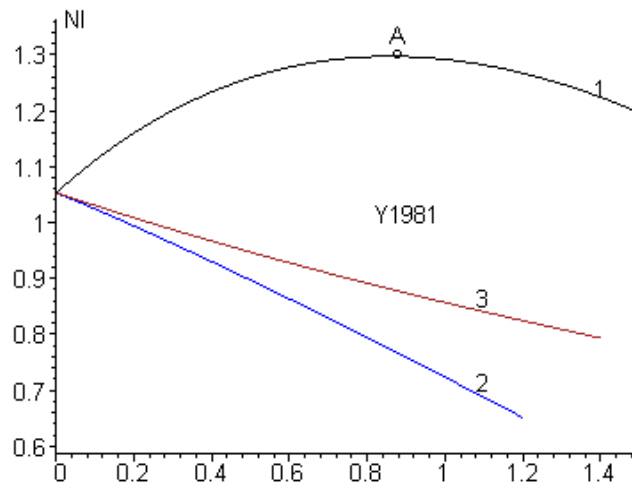
Заметим, что в интервале [В, А] вносимое азотное д.в. окупается выручкой от реализации прироста урожая, т.е. вносить удобрения выгодно.



**Рис. 10. Зависимости однофакторных функций прибыли озимой пшеницы “Харьковская-81” урожая 1981 г. от количества азотных, фосфорных и калийных д. в.:**

кривые 1,2 и 3 – зависимости функций прибыли озимой пшеницы Харьковская-81  $W = W(N)_{1981}$ ,  $W = W(P)_{1981}$  и  $W = W(K)_{1981}$  от количества азотного, фосфорного и калийного д. в. соответственно; прямая 4 – величина условно-постоянных затрат с учетом стоимости работ по внесению удобрений ( $Z_C=3790$ грн/га)

В интервале [А, С] вносимое азотное д.в. не окупается выручкой от реализации прироста урожая, т.е. вносить удобрение не выгодно.



**Рис. 11. Зависимости функций окупаемости озимой пшеницы Харьковская-81 урожая 1981 г. от количества азотных, фосфорных и калийных д. в.:**

кривые 1,2 и 3 – зависимости функций окупаемости озимой пшеницы “Харьковская-81”  $NI(N)_{1981}$ ,  $NI(P)_{1981}$  и  $NI(K)_{1981}$  от количества азотного, фосфорного и калийного д. в. соответственно

Как было показано в работе[3], если рентабельность производственного процесса меньше 200%, то бизнес должен ориентироваться на максимум функции окупаемости  $NI(x_i)$  (рис. 11):  $NI(x_i) = P_Y Y(x_i) / (P_i x_i + Z_C)$ .

Доза д.в.  $N_{NI}$ , при которой функция окупаемости достигает максимума (точка А, рис. 11) определяется из выражения[3]:

$$N_{NI} = [-(Z_C / P_N) + \sqrt{(N_Y + (Z_C / P_N)) - Y(N_Y) / c}] = 0,869 \text{ ц/га.}$$

Используя эту дозу д.в. в технологии подкормки растений, товаропроизводитель получит урожай 38,07 ц/га и прибыль 5142,81 грн/га с рентабельностью технологии производственного процесса 29,6 %.

Таким образом, на основании проведенного экономического анализа 14-ти альтернативных вариантов на базе трех, двух и однофакторных функций озимой пшеницы «Харьковская-81» урожая 1981 г., результаты которого представлены в таблицах 2- 4, можно сделать следующий вывод.

Только в двух случаях из 14 возможных альтернатив экономически выгодно вносить удобрения или в виде комбинации двух удобрений азотного плюс калийного - функция прибыли  $W = W(N, K)_{1981}$  или только внесение одного азотного удобрения - функция прибыли  $W = W(N)_{1981}$ .

**5. Норма азотного д. в., величина урожая и прибыли в особых точках  
однофакторных производственной функции и функции прибыли  
озимой пшеницы «Харьковская-81»(урожай 1979 г. и 1981 г.),  
«Крыжинка» (урожай 2011 г.)**

Производственная функция	$Y=Y(N)_{1979}$ [9]	$Y = Y(N)_{1981}$	$Y=Y(N)_{2011}$ [10]
Тип экстремума	максимум	максимум	максимум
Координаты	$N_Y$	$N_Y$	$N_Y$
Дозы д.в. (ц/га)	1,073	1,342	1,063
Урожай(ц/га)	31,75	39,92	49,74
Прибыль(грн/га)	3967,97	4995,15	6764,41
<b>Функция прибыли</b>	$W=W(N)_{1979}$	$W = W(N)_{1981}$	$W=W(N)_{2011}$
Координаты	$N_W$	$N_W$	$N_W$
Дозы д.в. (ц/га)	0,676	0,977	0,834
Урожай(ц/га)	30,62	38,88	49,08
Прибыль(грн/га)	4144,33	5157,04	6866,48

При этом наибольшая величина прибыли возможна только при внесении азотных удобрений. Такой же вывод был сделан и при анализе экономической эффективности производства зерна озимой пшеницы «Харьковская-81» урожая 1979 г. [5, 9] и «Крыжинка» урожая 2011 г. [10] (табл. 5)

Из сравнительного анализа экономической эффективности производства зерна разных сортов озимой пшеницы (табл.5), выращенных в различных почвенно-климатических условиях, можно сделать следующие выводы.

Во-первых. Несмотря на количественные и качественные различия аналитических выражений производственных функций озимой пшеницы, представленных в табл. 1, их спектр однопараметрических изоквантовых поверхностей уровня имеет один и тот же тип особой точки – гиперболическую особую точку. В малой окрестности этой точки при увеличении прогнозируемого урожая наблюдается топологический переход от изоквантовых поверхностей типа однополостных гиперболоидов к изоквантовым поверхностям типа двухполосных гиперболоидов. Экономическая несостоятельность существующих практических рекомендаций товаропроизводителю об использовании удобрений в виде различных трех компонентных комбинаций NPK (табл. 2-5) является следствием такой топологической перестройки

изоквантовых поверхностей производственной функции, которая наблюдается при увеличении величины прогнозируемого урожая и ранее не учитывалась при экономическом анализе эффективности производства зерна озимой пшеницы.

Во-вторых, из приведенных данных (табл. 2-5), следует, что отправной точкой для прогнозирования, планирования и управления производственными процессами должны быть экономические показатели - прибыль и окупаемость затрат на технологические процессы производства зерна озимой пшеницы, а не прогнозируемый урожай, который является отправной точкой для экономики производства товарной продукции в области растениеводства в Украине. Только оптимизация экономических показателей на основе производственных функций как функции цели системы управления и контроля производством зерна озимой пшеницы может обеспечить конкурентоспособность сельскохозяйственных предприятий Украины в современных условиях рыночной экономики.

**Выводы.** Существующая методика экономического анализа эффективности агротехнологий в Украине является основной причиной отставания научно-технологического и экономического обеспечения растениеводства в Украине как отрасли АПК от передовых развитых стран.

Для ликвидации отставания необходимо внедрить в практику растениеводства систему “cropping system” на основе производственных функций, как это было сделано в фермерском хозяйстве и опытных хозяйствах ИМЭСХ НААНУ в 2010-2012 гг. [7, 8, 11].

**Библиографический список:** 1. Канторович Л.В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов / Л.В. Канторович. – М., Изд-во АН СССР. – 1959. – С. 277. 2. Хеди Д. Производственные функции в сельском хозяйстве / Д. Хеди, Дилон. – М.: Прогресс, 1965. – 608 с. 3. Економіка технологій точного рослинництва / Т.М. Болотова, М.П. Лісовий, Я.С. Гуков, В.І. Макаров // Вісн. аграр. науки. – № 6, 2010. – С. 64-66. 4. Макаров В.І., Болотова Т.Н. Геометрия и физиология питания растений / В.І. Макаров, Т.Н. Болотова // Междунар. конф. по геометрии, Одесса, 25-28 мая 2011 г. – Одесса. – 211. – С. 51. 5. Економічні основи визначення оптимальних норм добрив для живлення рослин у технологіях точного рослинництва / В.І. Макаров, Я.С. Гуков, Т.М. Болотова та ін. // Вісн. аграр. науки. – 2011. – № 4. – С. 66-70. 6. Нова методологія агроекономічної оцінки ефективності способів обробітку ґрунту / В.І. Макаров, Я.С. Гуков, Т.М. Болотова, В.В. Ганн. – Вісн. аграр. науки. –



2011. – № 5. – С. 61-65. 7. Методология агроэкономической оценки эффективности разных способов обработки почвы на основе производственных функций / Т.Н. Болотова, Я.С. Гуков, Е.Н. Лушникова и др. // XII Междунар. науч.-техн. конф. [”Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем“], (10-12 сентября 2012 г. г. Углич), С. 741-753. 8. Болотова Т.Н. Адаптация агроэкономической системы “cropping system” в фермерском хозяйстве, 5-я междунар. науч.-практ. конф. [«Агроинфо-2012»], 10-11 октября 2012г., г. Новосибирск, п. Краснообск. – Новосибирск. – С. 50-55. 9. Болотова Т.Н. Методология экономического анализа агротехнологий в растениеводстве на базе трехфакторных производственных функций / Т.Н. Болотова // Наук. пр. Полтав. держ. аграр. акад. – Вип. 2(5). – Т. 3, – Сер. «Економічні науки». – Полтава: ПДАА, 2012. – С. 35-49. 10. Лушникова Е.Н. Производственные функции в растениеводстве как основа экономического прогнозирования урожайности, планирования и организации производства продукции / Е.Н. Лушникова // Наук. пр. Полтав. держ. аграр. акад. – Вип. 2 (5). – Т. 3. – Сер. «Економічні науки». – Полтава: ПДАА, 2012. – С. 165-174. 11. Макаров В.И. Опыт внедрения агроэкономической системы «cropping system» в сельскохозяйственных предприятиях Украины / В.И. Макаров // Стратегія розвитку аграрного сектора економіки на період до 2020 року: зб. матеріалів Чотирнадцятих річних зборів Всеукр. конгресу вчених економістів-аграрників 16-17 жовтня 2012 р. – С. 715-722.

**Лушникова О.М. Конкуренентоспроможність і економічна ефективність виробництва зерна озимої пшениці на основі виробничих функцій.** Показано, що послідовний економічний аналіз виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств має базуватись на основі виробничих функцій, які визначаються за допомогою агроекономічної системи “cropping system”.

**Lushnikova O. Competence and economic effectiveness of winter wheat grains production based on productive functions.** It is shown that the consecutive economic analysis of agricultural enterprises productive activity must be based on the productive functions which are defined with the agroeconomic system “cropping system”.