



ISSN 2072-8441

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup.html>

Конончук, В.В. Эконометрическое моделирование экономико-экологических параметров эффективного использования неопасных отходов в аграрном производстве / В.В. Конончук // Экономика и управление. – 2014. – № 4 (40). – С. 75–79.

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕОПАСНЫХ ОТХОДОВ В АГРАРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В.В. Конончук^а

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

эконометрическое моделирование, экологические параметры, экономическая эффективность, окупаемость, неопасные отходы

АННОТАЦИЯ

В условиях ограниченности финансовых ресурсов использование неопасных отходов в сельскохозяйственном производстве определяется объективной и насущной необходимостью повышения экономической эффективности природно-хозяйственного потенциала нарушенных и деградированных земель. При этом необходимо количественно оценить экономическую эффективность использования отходов, а также степень и направленность их влияния на экологические аспекты использования земель.

СТАТЬЯ ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ

22 апреля 2014 г.

ВЕБ

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup/issue.40/article.16.html>

ECONOMETRIC MODELLING OF ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PARAMETERS OF THE EFFECTIVE NON-HAZARDOUS WASTE IN AGRICULTURAL PRODUCTION

V.V. Kananchuk^a

KEYWORDS

econometric modelling, environmental performance, economic efficiency, merchantability, non-hazardous waste.

ABSTRACT

Considering limited financial resources, the use of non-hazardous waste in agricultural production is determined by the objective and the urgent need to improve the economic efficiency of natural and economic potential of disturbed and degraded land. It is necessary to quantify the cost-effectiveness of the use of waste as well as the power and directivity of their impact on the environmental aspects of land use.

RECEIVED

April 22, 2014

WEB

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.eiup/issue.40/article.16.html>

Введение

Одним из важнейших и перспективных направлений повышения эффективности аграрного производства Республики Беларусь является использование дешевых неопасных органических отходов при возделывании сельхозкультур на нарушенных и деградированных землях в западной части Полесья. Наличие значительного и постоянно увеличивающегося количества органических неопасных отходов в промышленном производстве АПК и возможность их рационального использования приобретают особенно важную роль.

В качестве критериев оптимальности эффективно-го использования неопасных отходов в аграрном произ-

водстве наиболее предпочтительными показателями считаются максимум урожайности сельхозкультур, а также минимум содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве и растениях, т.к. нарушенные и деградированные земли (расположенные вблизи автомагистралей, автозаправок и т.п.) наиболее подвержены перенасыщению тяжелыми металлами. В агропромышленном производстве любые почвы подвержены особой экологической нагрузке. В них происходит активное накопление загрязняющих веществ и их перенос в другие среды (воздух, растения, грунтовые воды).

Целью исследований является определение с помощью методов эконометрического моделирования возможностей использования неопасных отходов в земледелии на основе экологической и экономической оценки их воздействия на природно-хозяйственный потенциал аграрного производства. Количественно оценив возможность использования отходов в земледелии, важно оп-

^а *Конончук Виктор Викторович*, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси»

Kananchuk Viktor Viktorovich, PhD in Economics, Associate Professor, senior researcher, SSE «Polesski agrarian-ecological institute NAS of Belarus»
victorkon@mail.ru

ределить и оптимальные дозы их внесения на различных типах нарушенных и деградированных земель в западной части Полесья.

В качестве оптимальных доз внесения мелиорантов следует считать дозы, при которых содержание тяжелых и опасных металлов в растениях и почве является минимальным, а положительный экономический эффект от внесения — максимальный.

1. Тенденции и закономерности содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве при внесении неопасных отходов

Учитывая тесные и существенные взаимосвязи между аграрными отраслями растениеводства и животноводства, наращивание урожайности сельскохозяйственных культур в значительной степени предопределяет и экономические показатели сельхозпредприятий в целом. Выявлено, что окупаемость различных ресурсов, в том числе и при внесении неопасных отходов, различна не только на разных типах почв, но и под разными культурами.

Исследования, проведенные на основе метода статистических группировок, показали, что внесение неопасных отходов под кормовые культуры на нарушенных и деградированных землях западного Полесья оказывает не только положительный экономический эффект, проявившийся в получении дополнительной продукции, но и экологический, выразившийся в снижении концентрации подвижных форм тяжелых и опасных металлов в почве и растениях.

Однако статистические группировки позволяют выявить общие, главные тенденции и закономерности в явлениях и процессах в экономике. Наиболее же актуальным является получение точных количественных данных о происходящих изменениях в эколого-экономической системе хозяйствования. Такие показатели и характеристики можно получить на основе построения системы эконометрических моделей.

В связи с этим важно с помощью методов эконометрического анализа количественно оценить степень и направленность влияния доз вносимых неопасных отходов на наиболее распространенных типах почв в Полесском регионе под разные кормовые культуры.

2. Эконометрические параметры экологической окупаемости внесения неопасных отходов и содержания подвижных форм тяжелых металлов при возделывании сельскохозяйственных кормовых культур

Экологическая эффективность функционирования сельхозпроизводства зависит от использования ресурсного потенциала, в том числе от использования неопасных отходов агропромышленного производства. Этим объясняется необходимость количественной оценки влияния параметров производства на качественные и количественные показатели отраслей.

Для обоснования приоритетов и выявления степени влияния различных видов неопасных отходов на формирование урожайности кормовых сельскохозяйственных культур и содержание тяжелых металлов как в почве, так и в растениях необходимо количественно измерить и при внесении неопасных отходов определить закономерные связи с перечисленными факторами, т.е. определить экологические параметры окупаемости внесения отходов. Для прогнозирования уровня урожайности кормовых культур и содержания тяжелых металлов в почве и растениях на нарушенных и деградиро-

ванных землях в западной части Полесья можно использовать систему эконометрических моделей вида:

$$Y_x^m = a_0^m + \sum_{i \in I_0} a_i^m x_i^m, \quad m \in M_0 \quad (1)$$

где Y_x^m — значение результативного показателя m ;
 a_0^m — свободный член результативного показателя m ;
 a_i^m — параметр модели при факторе i в модели формирования результативного показателя m ;
 x_i^m — величина фактора i в модели формирования результативного показателя m , i — номер фактора;

I_0 — множество факторов;

m — номер показателя;

M_0 — множество показателей.

Изложенные положения были реализованы при построении системы эконометрических моделей на основе статистических (опытных) данных по измерению урожайности кормовых культур, внесения мелиорантов, содержания тяжелых металлов в почве и растениях на различных типах почв.

Построенные эконометрические модели имеют устойчивые высокие статистические характеристики ($R = 0,67 - 0,91$; $D = 0,4489 - 0,8231$; $F_1 = 21,2 - 37,9$; $t_{aj} = |3,45 - 3,9|$), что свидетельствует о достоверности и адекватности модели реальным условиям.

Установлено, что на нарушенных и деградированных землях в западной части Полесья внесение мелиорантов главным образом оказывает значительное положительное влияние на увеличение урожайности кормовых сельхозкультур и снижение содержания активных форм тяжелых металлов в почве и растениях.

Параметры эконометрических моделей формирования урожайности кормовых культур при факторе «количество вносимых мелиорантов» на нарушенных и деградированных землях западного Полесья характеризуются следующими данными (таблица 1).

Анализ параметров эконометрических моделей показывает, что на всех типах почв и по всем кормовым сельскохозяйственным культурам внесение неопасных отходов способствует увеличению урожайности. Исключение составляет возделывание пайзы на торфяно-болотных почвах, где увеличение доз внесения мелиорантов не способствует росту урожайности. Однако это не означает, что внесение мелиорантов не дает положительный эффект. Исследования показывают, что прибавка урожайности пайзы на торфяно-болотных почвах западного Полесья наблюдается лишь до достижения оптимальной нормы, которая составляет 20 т/га, а в некоторых случаях — до 30 т/га.

На основе параметров построенной системы эконометрических моделей определены коэффициенты изменения, т.е. снижения или увеличения, содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве и растениях при внесении единицы неопасных отходов под кормовые культуры на различных типах почв нарушенных и деградированных земель в западной части Полесья (таблицы 2, 3, 4, 5).

Анализ коэффициентов или экологических параметров окупаемости отходов показывает, что по всем исследуемым культурам на всех типах почв наблюдается значительное снижение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве и растениях при внесении единицы мелиорантов. Однако в некоторых случаях мы видим небольшое увеличение.

Для синтезирования полученных результатов определены обобщающие коэффициенты изменения, т.е.

Таблица 1 — Параметры эконометрических моделей формирования урожайности кормовых сельскохозяйственных культур на нарушенных и деградированных землях западного Полесья, т/га

Культуры	Параметры моделей	
	Внесение мелиорантов (a_1)	Другие факторы (a_2)
Дерново-подзолистые песчаные почвы		
Люцерна на зеленую массу	3,878	251,04
Травосмесь (фестулолеум + клевер)	1,903	134,04
Пайза		270,65
Дерново-подзолистые среднедеградированные почвы		
Люцерна на зеленую массу	0,779	98,29
Пайза	1,614	212,67
Торфяно-болотные почвы		
Люцерна на зеленую массу	1,917	285,37
Травосмесь (фестулолеум + клевер)	1,291	202,99
Пайза	-0,152	363,95

Таблица 2 — Коэффициенты снижения (повышения, +) содержания в почве подвижных форм тяжелых металлов при внесении 1 тонны неопасных отходов под сельскохозяйственные кормовые культуры, мг/кг при естественной влажности

Виды металлов	Дерново-подзолистые песчаные почвы			Дерново-подзолистые среднедеградированные почвы		Торфяно-болотные почвы		
	люцерна на зеленую массу	травосмесь (фестулолеум + клевер)	пайза	люцерна на зеленую массу	пайза	люцерна на зеленую массу	травосмесь (фестулолеум + клевер)	пайза
Цинк	0,009 2	+0,005	0,014	0,023	0,026	+0,018	+0,077	0,076
Железо	7,07	+0,753	-	1,004	-	+51,67	22,81	-
Медь	0,004 1	0,005	0,006	0,003	0,000 5	0,03	0,161	+0,011
Марганец	+0,139	0,163	0,189	+0,035	+0,046	0,373	0,419	0,378
Свинец	0,001	+0,008	0,014	+0,016	0,014	0,164	0,029	0,005
Кадмий	0,000 6	0,002	+0,000 8	+0,000 5	0,000 1	+0,005	+0,003	+0,001 9
Никель	0,001	0,005	+0,004	0,000 4	0,004	0,013	0,031	+0,007
Кобальт	+0,004	0,003	+0,018	+0,002	0,003	0,038	+0,007	0,011
Хром	+0,001 7	+0,029	+0,024	+0,009	0,006	0,104	-	+0,005

Таблица 3 — Коэффициенты снижения (повышения, +) содержания подвижных форм тяжелых металлов в растениях кормовых сельскохозяйственных культур при внесении 1 тонны неопасных отходов, мг/кг при естественной влажности

Виды металлов	Дерново-подзолистые песчаные почвы			Дерново-подзолистые среднедеградированные почвы		Торфяно-болотные почвы		
	люцерна на зеленую массу	травосмесь (фестулолеум + клевер)	пайза	люцерна на зеленую массу	пайза	люцерна на зеленую массу	Травосмесь (фестулолеум + клевер)	пайза
Цинк	0,071	0,107	0,181	0,104	0,034	0,089	0,078	0,081
Железо	+0,136	0,246	0,354	+0,053	0,324	+0,005	0,524	0,660
Медь	0,015	0,001 2	+0,006	+0,004	+0,003	0,032	0,004 7	0,007
Марганец	0,226	0,826	0,693	0,132	0,170	0,064	0,049	0,056
Свинец	0,000 9	0,007	0,004	0,001	+0,001	0,003 4	0,000 6	0,000 5
Кадмий	0,000 7	+0,000 5	0,000 9	0,000 7	0,000 5	0,000 5	0,000 3	0,000 4
Никель	0,002	+0,001	0,004	0,005	0,000 4	0,002	0,001	0,005
Кобальт	0,000 3	0,001	0,000 7	+0,000 8	0,000 3	0,002	0,001	0,000 6
Хром	+0,002	0,002 4	0,015	+0,002	0,008	0,007 4	0,019	0,023

снижения или увеличения содержания подвижных форм тяжелых и опасных металлов в почве и растениях при внесении единицы неопасных отходов под сельскохозяйственные кормовые культуры на различных типах в среднем по всем культурам на каждом типе почв (таблица 4, 5).

Анализ коэффициентов изменения (экологических параметров окупаемости отходов), т.е. снижения или увеличения содержания подвижных форм тяжелых металлов при внесении единицы неопасных отходов под кормовые культуры свидетельствует, что внесение ме-

лиорантов лишь по некоторым культурам на некоторых типах почв способствует увеличению концентрации содержания подвижных форм тяжелых металлов только в почве. В растениях, за исключением меди, при возделывании кормовых сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых среднедеградированных почвах наблюдается положительный эффект от «масштаба внесения» органических неопасных отходов.

Таблица 4 — Коэффициенты снижения (повышения, +) содержания в почве подвижных форм тяжелых металлов при внесении под сельскохозяйственные кормовые культуры 1 тонны неопасных отходов, в среднем по культурам, мг/кг при естественной влажности

Виды металлов	Дерново-подзолистые песчаные почвы	Дерново-подзолистые среднедефилированные почвы	Торфяно-болотные почвы
Цинк	0,002 4	+0,004	+0,005 9
Железо	3,389	+0,779	38,448
Медь	+0,001	0,006	0,040
Марганец	+0,148	0,065	0,532
Свинец	0,003	0,025	0,140
Кадмий	0,000 9	0,000 5	+0,003
Никель	0,000 01	0,000 8	0,013
Кобальт	+0,000 8	+0,001 9	+0,021
Хром	+0,008	+0,009	+0,074

Таблица 5 — Коэффициенты снижения (повышения, +) содержания подвижных форм тяжелых металлов в растениях при внесении 1 тонны неопасных отходов, в среднем по культурам, мг/кг при естественной влажности

Виды металлов	Дерново-подзолистые песчаные почвы	Дерново-подзолистые среднедефилированные почвы	Торфяно-болотные почвы
Цинк	0,128	0,071	0,078
Железо	0,009 5	0,133	0,524
Медь	0,011	+0,003 7	0,004 7
Марганец	0,408	0,160	0,049
Свинец	0,003	0,000 1	0,000 6
Кадмий	0,000 6	0,000 6	0,000 3
Никель	0,001 9	0,002 2	0,001
Кобальт	0,000 4	0,000 6	0,001
Хром	0,002 2	0,002 6	0,019

3. Экономико-экологическая эффективность природно-хозяйственного потенциала земель на основе рационального внесения неопасных отходов

Функционирование сельскохозяйственных товаропроизводителей в современных условиях основано на самоокупаемости и самофинансировании, что предполагает минимизацию всех статей издержек производства, при которых варианты параметров развития отраслей оцениваются с точки зрения как затрат и окупаемости ресурсов, так и выхода продукции.

Данный подход к эффективности учитывает интересы и отдельных товаропроизводителей, и всего агропромышленного комплекса в целом. Получение максимальной прибыли при минимизации издержек позволяет обеспечить высокую окупаемость затрат, выполнение обязательств, воспроизводство ресурсов, создает условия для наращивания объемов производства сельскохозяйственной продукции и повышения ее качества.

Одной из важнейших составляющих, в значительной степени предопределяющих целесообразность на основе показателей экономической эффективности, являются издержки, связанные с доставкой неопасных отходов к месту их возможного использования (применения).

Для оптимизации перевозок отходов, с целью сокращения затрат по автомобильному парку, составляется и решается экономико-математическая модель методом потенциалов [1]. Целью решения задачи является нахождения минимума целевой функции, представленной минимумом затрат на транспортировку мелиорантов:

$$F = \sum_{i \in I_0} \sum_{j \in J_0} \lambda_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (2)$$

где i, I_0 — соответственно номер и множество мелиорантов;

j, J_0 — соответственно номер и множество полей;

λ_{ij} — материально-денежные затраты (или доход) для использования единицы ресурса мелиорантом i для поля j ;

x_{ij} — объем ресурса мелиоранта i для поля j .

Исследования показали, что взаимосвязь между урожайностью отдельных кормовых культур, ее приростом, количеством вносимых мелиорантов и показателями экономической эффективности на разных типах почв находится в нелинейной зависимости.

Учитывая высокую стоимость транспортных услуг (т.е. затрат, связанных с доставкой мелиорантов к местам внесения) по отношению к стоимости самих отходов, важно определить пределы экономической целесообразности внесения отходов под кормовые сельскохозяйственные культуры как с точки зрения количества внесения, так и с точки зрения максимального расстояния доставки. Расчеты показали, что использование неопасных органических отходов целесообразно на землях, близлежащих к источнику отходов сельскохозяйственных товаропроизводителей, при этом максимальное оптимальное расстояние доставки не превышает 30–35 км.

Общий средний предел безубыточности внесения мелиорантов, с экономической точки зрения, по всем культурам и на всех типах почв составляет 42 т/га при транспортировке на расстояние до 20 км.

Показатели экономической эффективности внесения мелиорантов под различные кормовые сельскохозяйственные культуры на различных типах почв представлены в таблице 6. Учитывая, что исследования проводились в течение многих лет, расчет производился в стоимостных показателях, сопоставимых с уровнем 2012 года.

Таблица 6 – Расчет экономического эффекта при внесении неопасных отходов при минимизации содержания подвижных форм металлов в почве

Показатели	10–20 т/га	30–40 т/га	60–80 т/га	В среднем
Урожайность, ц/га	258,1	313,2	193,8	255,0
Прирост урожайности, ц/га	78,1	133,2	13,8	75,0
Внесение отходов, т/га	17,4	36,8	71,4	41,9
Затраты на оплату труда при внесении, руб./га	9 995	21 221	41 143	24 120
Стоимость ГСМ на внесение, руб./га	74 739,1	158 678,9	307 642,9	180 353,6
Всего затраты на внесение, тыс. руб./га	84,7	179,9	348,8	204,5
Транспортные издержки на доставку, тыс. руб./га				
до 5 км	103,3	219,2	425,0	249,2
5–10 км	206,5	438,4	850,0	498,3
10–15 км	309,8	657,6	1 275,0	747,5
15–20 км	413,0	876,8	1 700,0	996,6
20–25 км	516,3	1 096,1	2 125,0	1 245,8
25–30 км	619,5	1 315,3	2 550,0	1 494,9
свыше 30 км	722,8	1 534,5	2 975,0	1 744,1
Затраты, всего (транспортировка и внесение), тыс. руб./га				
до 5 км	188,0	399,1	773,8	453,6
5–10 км	291,2	618,3	1 198,8	702,8
10–15 км	394,5	837,5	1 623,8	951,9
15–20 км	497,7	1 056,7	2 048,8	1 201,1
20–25 км	601,0	1 276,0	2 473,8	1 450,2
25–30 км	704,2	1 495,2	2 898,8	1 699,4
свыше 30 км	807,5	1 714,4	3 323,8	1 948,5
Стоимость полученной продукции, всего, тыс. руб./га	4 075,3	4 945,4	3 059,5	4 026,7
Стоимость дополнительной продукции, тыс. руб./га	1 232,9	2 103,0	217,1	1 184,3
Стоимость дополнительной продукции в расчете на 1 руб. дополнительных затрат, руб.				
до 5 км	6,6	5,3	0,3	2,6
5–10 км	4,2	3,4	0,2	1,7
10–15 км	3,1	2,5	0,1	1,2
15–20 км	2,5	2,0	0,1	1,0
20–25 км	2,1	1,6	0,1	0,8
25–30 км	1,8	1,4	0,1	0,7
свыше 30 км	1,5	1,2	0,1	0,6

В среднем по всем типам почв и всем исследуемым кормовым сельскохозяйственным культурам внесение свыше 40 т/га мелиорантов экономически нецелесообразно даже при минимальном расстоянии доставки (5 км), так как значительное количество внесения отходов в расчете на 1 га требует огромных некупаемых материальных затрат.

Заключение

Использование органических отходов в земледелии экологически и экономически возможно и целесообразно по следующим обстоятельствам:

1. Использование неопасных органических отходов в земледелии способствует увеличению урожайности от 50,4 до 74 % при внесении 30–40 т/га.

2. Внесение мелиорантов способствует снижению содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве и растениях кормовых сельскохозяйственных культур.

3. Эконометрический анализ влияния доз внесения мелиорантов на содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве и растениях кормовых культур свидетельствует о положительной и нелинейной взаимосвязи, при этом оптимальные дозы, при которых прибавка урожайности является максимальной при минимальном

содержании металлов в почве и растениях, варьируют по типам почв и кормовым культурам: на дерново-подзолистых песчаных почвах — 20 т/га; на дерново-подзолистых среднедефлированных почвах — 40 т/га; на торфяно-болотных почвах — 20 т/га.

4. Экологическая окупаемость мелиорантов с точки зрения снижения содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве и растения является положительной и дополняется экономическим эффектом.

5. Внесение мелиорантов обеспечивает не только экологический, но и высокий экономический эффект: в среднем по всем исследуемым типам почв и кормовым культурам предел безубыточности составляет 42–43 т/га при транспортировке отходов на расстояние до 15–20 км.

6. Параметры построенных эконометрических моделей могут быть использованы для прогнозирования урожайности кормовых культур и содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве и растениях, а также для установления оптимальных норм внесения мелиорантов.

Литература / References

1. Ленков, И.И. Экономико-математическое моделирование систем и процессов в сельском хозяйстве / И.И. Ленков. — Мн.: Дизайн ПРО, 1997. — 304 с.
2. Lenkov, I.I. Ekonomiko-matematicheskoye modelirovaniye sistem i protsessov v selskom khozyaystve / I.I. Lenkov. — Mn.: Dizayn PRO, 1997. — 304 p.