

pISSN 2073-1477
eISSN 2311-8733

Экономико-математическое моделирование

ИДЕНТИФИЦИРУЕМЫЕ РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РЕГИОНАХ

Заур Намединович ИСМИХАНОВ

кандидат экономических наук, доцент,
декан факультета информатики и информационных технологий,
Дагестанский государственный университет (ДГУ),
Махачкала, Российская Федерация
Zaur_7979@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 9358-4640

История статьи:

Рег. № 248/2020
Получена 29.04.2020
Получена в
доработанном виде
26.05.2020
Одобрена 09.06.2020
Доступна онлайн
16.07.2020

УДК 330.43

JEL: C01, C39, C87

Аннотация

Предмет. Оценка количественных взаимосвязей показателей развития сельского хозяйства на основе идентифицируемых эконометрических моделей.

Цели. Построение идентифицируемых структурных эконометрических моделей взаимосвязей ключевых показателей развития сельского хозяйства в российских регионах в современных условиях.

Методология. Применены методы эконометрического моделирования, математической статистики; использованы прикладные компьютерные программы.

Результаты. Обоснована актуальность количественной оценки взаимосвязей ключевых показателей развития сельского хозяйства в российских регионах на основе идентифицируемых эконометрических моделей. Рассмотрена методология построения системы одновременных уравнений (идентифицируемых) взаимосвязи ключевых показателей развития сельского хозяйства в регионах, выделены их основные количественные зависимости. Получены статистически значимые идентифицируемые структурные модели взаимосвязи показателей развития сельского хозяйства.

Ключевые слова:

идентификация модели,
структурная модель,
критерий,
количественная оценка,
статистическая
значимость модели

Выводы. В современных условиях возможности для объективной количественной оценки взаимосвязи показателей развития сельского хозяйства связаны с применением формализованных количественных методов. Статистические свойства идентифицируемых структурных моделей улучшаются по мере увеличения числа наблюдений. Наилучшими статистическими свойствами обладают модели, полученные для регионов Южного федерального округа.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2020

Для цитирования: Исмиханов З.Н. Идентифицируемые регрессионные модели взаимосвязи показателей развития сельского хозяйства в регионах // Региональная экономика: теория и практика. – 2020. – Т. 18, № 7. – С. 1357 – 1373.
<https://doi.org/10.24891/re.18.7.1357>

Введение

Аграрный сектор в России является одной из важнейших отраслей народного хозяйства. От устойчивого развития данного сектора зависят продовольственная

безопасность страны, дальнейшее улучшение показателей экспортной экспансии сельскохозяйственной продукции, устойчивое и безопасное развитие сельских территорий. В 2019 г. среди основных секторов экономики (сельское хозяйство, промышленность, строительство, розничная торговля и платные услуги населению) заметное улучшение показателей выпуска наблюдалось только в сельском хозяйстве, где темпы роста составили 4% (в 2018 г. было отмечено снижение на 0,2%)¹.

Так, среднегодовая численность занятых по виду экономической деятельности «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» составляет 4 346 тыс. чел., а это в общей численности занятых превышает 6%². Объем инвестиций в основной капитал по данному виду деятельности в 2018 г. составил 707,1 млрд руб., то есть 4,1% от общего объема инвестиций в основной капитал. Валовая добавленная стоимость по виду экономической деятельности в 2018 г. составила 2 883,4 млрд руб., или 3,1% валового внутреннего продукта.

Сельскохозяйственная отрасль, как и любая отрасль экономики, представляет собой сложный механизм взаимодействия и взаимовлияния множества факторов, причем большинство показателей развития данной отрасли связаны с показателями других секторов экономики. Такое многообразие взаимосвязей различных факторов предъявляет серьезные требования к задаче управления отраслью и экономикой в целом.

В ходе исследования проведен анализ множества работ, посвященных проблемам развития и управления сельского хозяйства в регионах. В частности, вопросы реализации функции прогнозирования различных процессов в сельском хозяйстве рассмотрены в работах А.Н. Герасимова [1], Е.И. Громова [2], Е.В. Рудого [3], А.А. Малашонок [4], В.Ф. Юкиш [5], М.Е. Анохиной [6].

Проблема государственного регулирования сельского хозяйства и концептуальные основы ее решения изучены в работе Т.М. Полушкиной и соавторов [7]; современные методологические подходы к построению сценарных моделей развития сельского хозяйства в регионах предложены в работе Д.Ю. Самыгина [8].

В работе Л.В. Агарковой и соавторов [9] предложено решение проблем построения прогнозных параметров в управлении региональными предприятиями АПК. Решение проблемы импортозамещения в сельском хозяйстве России после введения международных санкций предложено в работе В.Н. Ивановой [10].

¹ ИКСИ: 2/3 регионов увеличили производство сельхозпродукции.

URL: <https://www.agroinvestor.ru/regions/news/33548-iksi-2-3-regionov-uvelichili-proizvodstvo-selkhozproduktcii/>

² Сельское хозяйство в России. 2019: статистический сборник. М.: Росстат, 2019. 91 с.

URL: https://www.gks.ru/storage/mediabank/sh_2019.pdf

Управление региональными экономическими системами, в том числе и сельским хозяйством, представляет собой сложный процесс, требующий выбора соответствующих инструментов и технологий. Таковыми в последнее время являются формализованные количественные методы на основе соответствующих программных средств их реализации. Под количественными методами в нашем исследовании мы имеем в виду различного класса математические модели, в частности, эконометрические регрессионные уравнения.

Применению математических методов и моделей на основе современных цифровых технологий для описания процессов и явлений в социально-экономических системах посвящено множество научных работ. Так, К.Г. Бородин [11] предлагает экономико-математическую модель прогнозирования развития товарного рынка, позволяющую учитывать влияние различных факторов на результативные показатели. Модель протестирована на практике с получением достаточно хороших результатов. В работах С.М. Вдовина и соавторов [12], А.М. Носонова [13] решена проблема разработки параметров устойчивости региональной системы на основе экономико-математического моделирования.

Большое количество работ посвящено исследованию различных процессов и явлений в отраслях сельского хозяйства методами эконометрического анализа и моделирования. В частности, решение некоторых проблем анализа, прогнозирования, моделирования на основе эконометрических моделей и принятия эффективных управленческих решений представлено в работах М.М. Хачева, С.А. Теммоевой [14], Н.А. Дегтяревой, Н.А. Берга [15], С.А. Ананьева, О.М. Гусаровой [16], Д.Д. Гельфановой [17], К.Р. Адамадзе [18], А.Ф. Рогачева [19], К.А. Борисовской [20].

Изучив в ходе исследования опыт применения различных формализованных количественных методов, применяемых в процессе управления социально-экономическими системами, автор поставил целью построение системы идентифицируемых одновременных эконометрических уравнений, позволяющих выполнить анализ взаимосвязи различных показателей развития сельского хозяйства в регионах России.

Материалы и методы исследования

В работе на основе некоторых показателей за 2018 г. (*табл. 1*), характеризующих развитие сельского хозяйства в регионах различных федеральных округов, предложено решение задачи построения идентифицируемых одновременных регрессионных уравнений.

Одновременные регрессионные уравнения являются достаточно эффективным инструментом описания и анализа сложных социально-экономических систем, к которым можно отнести и отрасль сельского хозяйства страны. В процессе

исследования было изучено достаточное количество работ, посвященных исследованию поведения таких систем на основе широкого класса эконометрических моделей, но публикаций, в которых можно найти применение систем одновременных уравнений, немного.

Так как уравнения описывают структуру изучаемой системы или объекта, то комплекс этих уравнений называют структурной моделью:

$$\left\{ \begin{array}{l} Y_1 = b_{12} \cdot Y_2 + \dots + b_{1n} \cdot Y_n + a_{11} \cdot X_1 + a_{12} \cdot X_2 + \dots + a_{1m} \cdot X_m + \varepsilon_1 \\ Y_2 = b_{21} \cdot Y_1 + \dots + b_{2n} \cdot Y_n + a_{21} \cdot X_1 + a_{22} \cdot X_2 + \dots + a_{2m} \cdot X_m + \varepsilon_2 \\ \vdots \\ Y_n = b_{n1} \cdot Y_1 + \dots + b_{nn-1} \cdot Y_{n-1} + a_{n1} \cdot X_1 + a_{n2} \cdot X_2 + \dots + a_{nm} \cdot X_m + \varepsilon_n \end{array} \right., \quad (1)$$

где b_{ij} – коэффициенты при эндогенных (зависимых) переменных, $i=1, n, j=1, m$; a_{ij} – коэффициенты при экзогенных (предопределенных) переменных, $i=1, n, j=1, m$; $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ – эндогенные (зависимые) переменные; $X_1, X_2, \dots, X_m$ – экзогенные (предопределенные) переменные; $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$ – случайная компонента.

Для построения структурной модели (1) необходимо оценить структурные коэффициенты на основе коэффициентов приведенной формы модели:

[illegible]

где δ_{ij} – коэффициенты приведенной формы модели, $i=1, n, j=1, m$; $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ – эндогенные (зависимые) переменные; $X_1, X_2, \dots, X_m$ – экзогенные (предопределенные) переменные.

Алгоритм оценки параметров структурной модели (1) следующий:

- преобразование структурной формы модели в приведенную;
- оценка параметров приведенной формы модели методом наименьших квадратов;
- оценка структурных коэффициентов структурной формы модели на основе приведенных коэффициентов приведенной формы.

В работе предложено построение системы идентифицируемых взаимозависимых уравнений (структурная модель) взаимосвязи показателей развития сельского хозяйства в регионах с двумя эндогенными (зависимыми) и двумя экзогенными (предопределенные) переменными. Структурная эконометрическая модель с двумя эндогенными (зависимыми) и двумя экзогенными (предопределенными) переменными имеет следующий вид:

$$\begin{cases} Y_1 = b_{12} \cdot Y_2 + a_{11} \cdot X_1 + \varepsilon_1, \\ Y_2 = b_{21} \cdot Y_1 + a_{22} \cdot X_2 + \varepsilon_2 \end{cases} \quad (3)$$

где b_{12}, b_{21} – коэффициенты при эндогенных переменных; a_{11}, a_{22} – коэффициенты при экзогенных переменных; Y_1, Y_2 – эндогенные (зависимые) переменные; X_1, X_2 – экзогенные (предопределенные) переменные; $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – случайная компонента.

Для построения системы одновременных уравнений вида (3) применен косвенный метод, а именно метод наименьших квадратов. Он наиболее часто применяется для оценки коэффициентов идентифицируемой структурной модели.

Приведенная форма модели имеет следующий вид:

$$\begin{cases} Y_1 = \delta_{11} \cdot X_1 + \delta_{12} \cdot X_2 + \mu_1, \\ Y_2 = \delta_{21} \cdot X_1 + \delta_{22} \cdot X_2 + \mu_2 \end{cases} \quad (4)$$

где $\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{21}, \delta_{22}$ – параметры приведенной формы модели; Y_1, Y_2 – эндогенные (зависимые) переменные; X_1, X_2 – экзогенные (предопределенные) переменные; μ_1, μ_2 – случайная компонента.

Вопросы построения структурных моделей связаны с проблемой идентификации, когда необходимо найти единственное решение оценки структурных коэффициентов на основе приведенных параметров. Необходимо, чтобы было соблюдено важное условие, когда количество структурных коэффициентов не больше числа коэффициентов приведенной модели. В случае нарушения этого условия следует говорить о невозможности оценки структурных коэффициентов и построения структурной модели.

Проверка идентификации структурной модели подразумевает проверку каждого уравнения. Мы говорим об идентифицируемой структурной модели, когда каждое уравнение является идентифицируемым. На *рис. 1, 2* приведены алгоритмы проверки идентифицируемости уравнений структурной модели по необходимому и достаточному условиям.

Результаты

Анализируя необходимое и достаточное условия, мы провели проверку идентифицируемости структурных моделей (*табл. 2*). Рассмотренный в *табл. 2* алгоритм проверки уравнений структурной модели (3) на идентифицируемость отражает необходимое условие идентификации. Для окончательного подтверждения идентифицируемости необходимо проверить и достаточные условия (*табл. 3*).

Применив метод наименьших квадратов, мы оценили параметры приведенной формы модели $\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{21}, \delta_{22}$:

$$\begin{cases} Y_1 = 487,7 \cdot X_1 + 85,7 \cdot X_2 + \mu_1, \\ Y_2 = 4,7 \cdot X_1 + 4,3 \cdot X_2 + \mu_2 \end{cases} \quad (5)$$

где Y_1 – продукция сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий в фактически действовавших ценах (млн руб.); X_1 – потребление продуктов питания на душу населения в год (кг); X_2 – посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий (тыс. га); Y_2 – инвестиции в основной капитал, направленные на развитие сельского хозяйства (млн руб.); μ_1, μ_2 – случайные компоненты.

Далее необходимо перейти от приведенной к структурной форме модели. Для этого из второго уравнения модели (5) выразим переменную X_2 :

$$X_2 = \frac{Y_2 - 4,7 \cdot X_1}{4,3}$$

и подставим ее в первое уравнение модели (5). В результате некоторых расчетов получаем первое уравнение структурной модели (1):

$$Y_1 = 19,9 \cdot Y_2 + 394 \cdot X_1 + \varepsilon_1$$

Далее из первого уравнения выразим переменную X_2 :

$$X_2 = \frac{Y_1 - 85,7 \cdot X_1}{487,7}$$

и подставим ее во второе уравнение модели (3). В результате получим второе уравнение структурной модели (3):

$$Y_1 = 0,0096 \cdot Y_1 + 3,5 \cdot X_2 + \varepsilon_1.$$

Таким образом, нами получена структурная модель зависимости эндогенных показателей от экзогенных по регионам Северо-Кавказского федерального округа следующего вида:

$$\begin{cases} Y_1 = 19,9 \cdot Y_2 + 394 \cdot X_1 + \varepsilon_1, \\ Y_2 = 0,0096 \cdot Y_1 + 3,5 \cdot X_2 + \varepsilon_2 \end{cases} \quad (6)$$

где Y_1 – сельскохозяйственная продукция в хозяйствах всех категорий в фактически действовавших ценах (млн руб.); Y_2 – инвестиции в основной капитал, направленные на развитие сельского хозяйства (млн руб.); X_1 – потребление продуктов питания на душу населения в год (кг); X_2 – посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий (тыс. га); $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – случайная компонента.

Далее построены идентифицируемые модели зависимости эндогенных показателей от экзогенных по регионам Южного федерального округа.

Приведенная форма структурной модели имеет следующий вид:

$$\begin{cases} Z_1 = 206,7 \cdot P_1 + 60,7 \cdot P_2 + g_1, \\ Z_2 = 26,7 \cdot P_1 + 4,1 \cdot P_2 + g_2 \end{cases} \quad (7)$$

где Z_1 – сельскохозяйственная продукция в хозяйствах всех категорий в фактически действовавших ценах (млн руб.); P_1 – потребление продуктов питания на душу населения в год (кг); Z_2 – инвестиции в основной капитал, направленные на развитие сельского хозяйства (млн руб.); P_2 – посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий (тыс. га); g_1, g_2 – случайная компонента.

Структурная форма модели имеет следующий вид:

$$\begin{cases} Z_1 = 14,8 \cdot Z_2 - 188,6 \cdot P_1 + v_1, \\ Z_2 = 0,13 \cdot Z_1 - 3,7 \cdot P_2 + v_2 \end{cases} \quad (8)$$

где Z_1 – сельскохозяйственная продукция в хозяйствах всех категорий в фактически действовавших ценах (млн руб.); Z_2 – инвестиции в основной капитал, направленные на развитие сельского хозяйства (млн руб.); P_1 – потребление продуктов питания на душу населения в год (кг); P_2 – посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий; тыс. га; v_1, v_2 – случайная компонента.

Следующий этап – построение зависимости эндогенных показателей от экзогенных одновременно по регионам Северо-Кавказского и Южного федеральных округов и объединение двух совокупностей наблюдений.

Приведенная форма модели имеет следующий вид:

$$\begin{cases} W_1 = 84,4 \cdot Q_1 + 69 \cdot Q_2 + e_1, \\ W_2 = 1,2 \cdot Q_1 + 4,3 \cdot Q_2 + e_2 \end{cases} \quad (9)$$

где W_1 – сельскохозяйственная продукция в хозяйствах всех категорий в фактически действовавших ценах (млн руб.); Q_1 – потребление продуктов питания на душу населения в год (кг); W_2 – инвестиции в основной капитал, направленные на развитие сельского хозяйства (млн руб.); Q_2 – посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий (тыс. га); e_1, e_2 – случайная компонента.

Структурная форма модели имеет следующий вид:

$$\begin{cases} W_1 = 16,1 \cdot W_2 + 65,2 \cdot Q_1 + u_1, \\ W_2 = 0,014 \cdot W_1 + 5,3 \cdot Q_2 + u_2 \end{cases} \quad (10)$$

где W_1 – сельскохозяйственная продукция в хозяйствах всех категорий в фактически действовавших ценах (млн руб.); W_2 – инвестиции в основной капитал, направленные на развитие сельского хозяйства (млн руб.); Q_1 – потребление продуктов питания на душу населения в год (кг); Q_2 – посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий (тыс. га); u_1, u_2 – случайная компонента.

Выводы

В результате проведенного исследования по применению эконометрического моделирования в анализе количественных связей и зависимостей построены системы идентифицируемых взаимозависимых уравнений, позволяющих описывать и анализировать взаимосвязи количественных показателей развития сельского хозяйства в регионах двух федеральных округов – Северо-Кавказского и Южного. Данные федеральные округа по производимой продукции сельского хозяйства в России входили в число пяти лучших среди всех округов.

В 2018 г. в регионах данных округов объем инвестиций в основной капитал, направленных на развитие сельского хозяйства, составил 77 142,7 млн руб. (Южный федеральный округ – более 14%, Северо-Кавказский федеральный округ – более 5% от всех инвестиций в основной капитал, направленных на развитие сельского хозяйства в России). Исследование развития сельского хозяйства в таких регионах представляет большой интерес для выявления закономерностей, связей и зависимостей между основными социально-экономическими показателями отрасли.

Анализируя статистические свойства полученных систем идентифицируемых взаимозависимых уравнений, мы пришли к выводу, что наиболее значимой оказалась структурная модель взаимосвязи эндогенных и экзогенных переменных по объединенным наблюдениям в отношении Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. Это связано, возможно, с частичным подтверждением гипотезы о том, что с ростом числа наблюдений имеется вероятность улучшения статистических характеристик эконометрических моделей, в частности, структурной модели. Построенные модели позволяют описать структурные связи между различными показателями отрасли сельского хозяйства и оценить количественные характеристики их взаимовлияния. Это можно применить для прогнозирования траектории развития эндогенных (зависимых) показателей структурной модели в зависимости от изменения экзогенных (предопределенных).

Таблица 1

Основные показатели развития сельского хозяйства в субъектах Северо-Кавказского и Южного федеральных округов в 2018 г.

Table 1

Key indicators of agricultural development in the North Caucasian and Southern Federal Districts in 2018

Регионы	Продукция сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий, млн руб.	Инвестиции в основной капитал на развитие сельского хозяйства, млн руб.
Северо-Кавказский федеральный округ (общая величина)	461 495	19 416,7
Республика Дагестан	124 371	1 668,2
Республика Ингушетия	10 392	0
Кабардино-Балкарская Республика	49 385	1 905,8
Карачаево-Черкесская Республика	29 513	278,2
Республика Северная Осетия – Алания	24 198	0
Чеченская Республика	27 778	2 354,9
Ставропольский край	195 858	13 209,4
Южный федеральный округ (общая величина)	903 937	57 726
Республика Адыгея	21 899	302,6
Республика Калмыкия	26 559	242,1
Республика Крым	43 841	1 955,1
Краснодарский край	382 468	25 806,7
Астраханская область	43 707	1 386,6
Волгоградская область	128 275	15 799,8
Ростовская область	255 129	11 699,5
г. Севастополь	2 061	533,6

Продолжение

Регионы	Потребление продуктов питания на душу населения в год, кг	Посевные площади сельскохозяйственных культур (в хозяйствах всех категорий), тыс. га
Северо-Кавказский федеральный округ (общая величина)	681	4 430,6
Республика Дагестан	784	367,3
Республика Ингушетия	610	61,3
Кабардино-Балкарская Республика	731	283
Карачаево-Черкесская Республика	637	137,7
Республика Северная Осетия – Алания	570	174,8
Чеченская Республика	653	267,4
Ставропольский край	618	3 139,3
Южный федеральный округ (общая величина)	633	12 853,5
Республика Адыгея	574	233
Республика Калмыкия	607	285,5
Республика Крым	537	751,1
Краснодарский край	651	3 686,6
Астраханская область	707	83,1
Волгоградская область	663	3 171,1
Ростовская область	638	4 641,1
г. Севастополь	503	1,4

Источник: Сельское хозяйство в России. 2019: статистический сборник. М.: Росстат, 2019. 91 с.
URL: https://www.gks.ru/storage/mediabank/sh_2019.pdf

Source: *Sel'skoe khozyaistvo v Rossii. 2019: statisticheskii sbornik* [Agriculture in Russia. 2019: Statistical compendium]. Moscow, Rosstat Publ., 2019, 91 p.

Таблица 2**Проверка идентифицируемости структурной модели (3). Необходимое условие****Table 2****Structural model (3) identifiability checking: Necessary condition**

Уравнение	Входные данные проверки идентификации	Счетные правила идентифицируемости	Вывод
1	H – число эндогенных переменных в уравнении (Y_1 и Y_2); D – число экзогенных переменных модели, не входящих в данное уравнение (X_2).	$D+1=H$	Идентифицируемо
2	H – число эндогенных переменных в уравнении (Y_2 и Y_1); D – число экзогенных переменных модели, не входящих в данное уравнение (X_1).	$D+1=H$	Идентифицируемо

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3**Проверка идентифицируемости структурной модели (3). Достаточное условие****Table 3****Structural model (3) identifiability checking: Sufficient condition**

Уравнение	Переменная / коэффициент X_2	Входные данные проверки идентификации	Проверка условия	Вывод
2	a_{22}	$A = (a_{22})$ – матрица коэффициентов при переменной X_2 ; P – число эндогенных переменных модели без одного	$\det A = a_{22} \neq 0$, $r(A) = 1 = P$	Идентифицируемо

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1**Алгоритм проверки необходимого условия идентифицируемости структурной модели****Figure 1****A structural model identifiability checking algorithm (necessary condition)**

Исходное действие	Входные данные проверки идентификации	Счетные правила идентифицируемости	Вывод
Выбор номера уравнения	H – число эндогенных переменных в уравнении; D – число экзогенных переменных модели, не входящих в данное уравнение	$D+1=H$ $D+1>H$ $D+1<H$	Идентифицируемо Сверхидентифицируемо Неидентифицируемо

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2**Алгоритм проверки идентифицируемости структурной модели (достаточное условие)****Figure 2****A structural model identifiability checking algorithm (sufficient condition)**

Исходное действие	Переменная / коэффициенты X_i	Входные данные проверки идентификации	Проверка условия	Вывод
Выбор номера уравнения	$a_{ij}, i=1, n, j=1, m$	$A = (a_{ij})$ – матрица коэффициентов при переменной X_i ; P – число эндогенных переменных модели без одного	$\det A = a_{ij} \neq 0$ и $r(A) = P$	Идентифицируемо

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Герасимов А.Н., Громов Е.И., Скрипниченко Ю.С. Инструментарий сценарного прогнозирования в системе принятия управленческих решений в аграрной экономике Ставропольского края // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 6. С. 85–93.
2. Громов Е.И. Результаты сценарного прогнозирования устойчивого развития сельских территорий // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 5: Экономика. 2017. № 3. С. 116–124.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-stsenarnogo-prognozirovaniya-ustoychivogo-razvitiya-selskih-territoriy/viewer>
3. Рудой Е.В., Петухова М.С. Совершенствование метода сценарного прогнозирования научно-технологического развития отрасли растениеводства на основе анализа динамики факторов производства // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 7. С. 40–43.
4. Малашонок А.А. Оценка внешней среды продуктового подкомплекса как фактора устойчивого развития АПК региона // Региональная экономика: теория и практика. 2019. Т. 17. Вып. 7. С. 1377–1395.
URL: <https://doi.org/10.24891/re.17.7.1377>
5. Юкиш В.Ф., Прохорова Т.М., Романова А.А. Прогнозирование показателей сельского и лесного хозяйства Российской Федерации // Экономика и бизнес: теория и практика. 2018. № 2. С. 97–101.
URL: <http://economyandbusiness.ru/prognozirovanie-pokazatelej-selskogo-i-lesnogo-hozyajstva-rossijskoj-federatsii>

6. Анохина М.Е. Моделирование стратегии управления экономическим ростом сельского хозяйства (часть 1) // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2019. № 2. С. 23–34.
7. Полушкина Т.М., Пронина Ю.Ю., Дубина Г.И. Концептуальные основы развития системы государственного регулирования сельского хозяйства на региональном уровне // Региональная экономика: теория и практика. 2019. Т. 17. Вып. 1. С. 153–168. URL: <https://doi.org/10.24891/re.17.1.153>
8. Самыгин Д.Ю., Барышников Н.Г., Мизюркина Л.А. Модели сценарного прогнозирования развития сельского хозяйства региона // Экономика региона. 2019. Т. 15. Вып. 3. С. 865–879. URL: <https://doi.org/10.17059/2019-3-18>
9. Агаркова Л.В., Гурнович Т.Г., Борулава О.С. Построение прогнозных параметров деятельности предприятий регионального АПК // Региональная экономика: теория и практика. 2016. Т. 14. Вып. 3. С. 16–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-prognoznyh-parametrov-deyatelnosti-predpriyatiy-regionalnogo-apk/viewer>
10. Иванова В.Н., Серёгин С.Н., Гринько В.С. Антироссийские санкции и импортозамещение: новые возможности роста производства продукции АПК России // Пищевая промышленность. 2015. № 7. С. 8–14. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antirossiyskie-sanktsii-i-importozameschenie-novye-vozmozhnosti-rosta-proizvodstva-produktsii-apk-rossii/viewer>
11. Бородин К.Г. Модель прогноза развития товарных рынков в условиях меняющихся мер государственной политики // Экономика и математические методы. 2016. Т. 52. № 1. С. 95–111. URL: http://www.cemi.rssi.ru/emm/archive/Ekonom_Mat_metod_2016-1.pdf
12. Вдовин С.М., Гуськова Н.Д., Неретина Е.А., Иванова И.А. Прогнозирование устойчивости развития региона на основе экономико-математического моделирования // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2016. Т. 12. Вып. 9. С. 18–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-ustoychivosti-razvitiya-regiona-na-osnove-ekonomiko-matematicheskogo-modelirovaniya/viewer>
13. Носонов А.М. Современные методы моделирования развития сельского хозяйства // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 3. С. 62–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-modelirovaniya-razvitiya-selskogo-hozyaystva/viewer>
14. Хачев М.М., Теммеева С.А. Эконометрическая модель прогнозирования развития сельского хозяйства региона // Международный журнал прикладных

- и фундаментальных исследований. 2017. № 9. С. 163–167.
URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11848>
15. Дегтярева Н.А., Берг Н.А. Принятие эффективных управленческих решений на основе эконометрического прогнозирования // Вестник Челябинского государственного университета. Экономические науки. 2018. № 7. С. 176–183.
URL: <https://doi.org/10.24411/1994-2796-2018-10721>
16. Ананьев С.А., Гусарова О.М. Эконометрическое моделирование уровня развития региональной экономики // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 6. URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=17968>
17. Гельфанова Д.Д., Мандражи З.Р., Сухтаева А.М. Регрессионная модель и прогнозирование экономических процессов производства сельскохозяйственной продукции // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. 2017. № 4. С. 37–42.
URL: <http://uz.kipu-rc.ru/sn/58.pdf>
18. Адамадзиев К.Р., Ахмедов А.С. Прогнозирование экономических показателей регионов методами моделирования // Фундаментальные исследования. 2015. № 10. Ч. 2. С. 330–335.
URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39174>
19. Рогачев А.Ф. Системный анализ и прогнозирование временных рядов урожайности на основе автокорреляционных функций и нейросетевых технологий // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 3. С. 309–316.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-analiz-i-prognozirovanie-vremennyh-ryadov-urozhaynosti-na-osnove-avtokorrelyatsionnyh-funktsiy-i-neyrosetevyh-tehnologiy/viewer>
20. Борисовская К.А. Экономико-математическое моделирование и среднесрочное прогнозирование объема экспорта продовольствия Российской Федерации // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2017. № 3. С. 23–29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-matematicheskoe-modelirovanie-i-srednesrochnoe-prognozirovanie-obema-eksporta-prodovolstviya-rossiyskoy-federatsii/viewer>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-1477
eISSN 2311-8733

Economic-Mathematical Modeling

IDENTIFIABLE REGRESSION MODELS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN AGRICULTURAL DEVELOPMENT INDICATORS OF THE REGIONS

Zaur N. ISMIKHANOV

Dagestan State University (DSU),
Makhachkala, Republic of Dagestan, Russian Federation
Zaur_7979@mail.ru
ORCID: not available

Article history:

Article No. 248/2020
Received 29 April 2020
Received in revised form
26 May 2020
Accepted 9 June 2020
Available online
16 July 2020

JEL classification: C01,
C39, C87

Keywords: model
identification, structural
model, criterion,
quantitative assessment,
statistical significance

Abstract

Subject. This article evaluates the quantitative relationships between agricultural development indicators based on identifiable econometric models.

Objectives. The article aims to build identifiable structural econometric models of the relationships of key indicators of agricultural development in Russian regions in present-day conditions.

Methods. For the study, I used econometric modeling and mathematical statistics techniques, and computer application programs.

Results. The article substantiates the relevance of quantifying the relationship between key agricultural development indicators in Russian regions on the basis of identifiable econometric models, identifies major quantitative dependences, and presents statistically significant identifiable structural models of the relationship of agricultural development indicators.

Conclusions. In today's environment, the possibilities for objective quantification of the relationship between agricultural development indicators are associated with the use of formalized quantitative methods. The statistical properties of identifiable structural models get improved as the number of observations increases. The best statistical properties are those obtained for the regions of the Southern Federal District.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2020

Please cite this article as: Ismikhhanov Z.N. Identifiable Regression Models of the Relationship Between Agricultural Development Indicators of the Regions. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2020, vol. 18, iss. 7, pp. 1357–1373.
<https://doi.org/10.24891/re.18.7.1357>

References

1. Gerasimov A.N., Gromov E.I., Skripnichenko Yu.S. [Tools scenario forecasting in the management decision-making in the agricultural economy of the Stavropol Krai]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii*, 2015, no. 6, pp. 85–93. (In Russ.)
2. Gromov E.I. [Results of scenario forecasting of sustainable development of rural territories]. *Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 5: Ekonomika*, 2017, no. 3, pp. 116–124. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-stsenarnogo-prognozirovaniya-ustoychivogo-razvitiya-selskih-territoriy/viewer>

3. Rudoy E.V., Petukhova M.S. [Improving the method of scenario forecasting of scientific and technological development of the crop industry based on the analysis of the dynamics of factors of production]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* = *Economy of Agricultural and Processing Enterprises*, 2019, no. 7, pp. 40–43. (In Russ.)
4. Malashonok A.A. [Assessing the external environment of the food sub-complex as a factor contributing to the sustainable development of the region's agricultural sector]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* = *Regional Economics: Theory and Practice*, 2019, vol. 17, iss. 7, pp. 1377–1395. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/re.17.7.1377>
5. Yukish V.F., Prokhorov T.M., Romanova A.A. [Forecasting indicators of and forestry of the Russian Federation]. *Ekonomika i biznes: teoriya i praktika* = *Economy and Business: Theory and Practice*, 2018, no. 2, pp. 97–101.
URL: <http://economyandbusiness.ru/prognozirovanie-pokazatelej-selskogo-i-lesnogo-hozyajstva-rossijskoj-federatsii> (In Russ.)
6. Anokhina M.E. [Modeling strategy for management of economic growth of agriculture]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* = *Economy of Agricultural and Processing Enterprises*, 2019, no. 2, pp. 23–34. (In Russ.)
7. Polushkina T.M., Pronina Yu.Yu., Dubina G.I. [Developing the system of State regulation of agriculture at the regional level: A conceptual framework]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* = *Regional Economics: Theory and Practice*, 2019, vol. 17, iss. 1, pp. 153–168. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24891/re.17.1.153>
8. Samygin D.Yu., Baryshnikov N.G., Mizyurkina L.A. [Models of scenario forecasting of the region's agriculture]. *Ekonomika regiona* = *Economy of Region*, 2019, vol. 15, iss. 3, pp. 865–879. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.17059/2019-3-18>
9. Agarkova L.V., Gurnovich T.G., Berulava O.S. [Constructing the predictive parameters of activity of the regional AIC enterprises]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika* = *Regional Economics: Theory and Practice*, 2016, vol. 14, iss. 3, pp. 16–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/postroenie-prognoznyh-parametrov-deyatelnosti-predpriyatij-regionalnogo-apk/viewer> (In Russ.)
10. Ivanova V.N., Seregin S.N., Grin'ko V.S. [The anti-Russian sanctions and import substitution: new growth opportunities of AIC products production in Russia]. *Pishchevaya promyshlennost'* = *Food Industry*, 2015, no. 7, pp. 8–14.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/antirossiyskie-sanktsii-i-importozameschenie-novye-vozmozhnosti-rosta-proizvodstva-produktsii-apk-rossii/viewer> (In Russ.)

11. Borodin K.G. [Forecasting model of commodity markets development in the conditions of changing measures of a State policy]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2016, vol. 52, no. 1, pp. 95–111. URL: http://www.cemi.rssi.ru/emm/archive/Ekonom_Mat_metod_2016-1.pdf (In Russ.)
12. Vdovin S.M., Gus'kova N.D., Neretina E.A., Ivanova I.A. [Region's sustainable development prediction on the basis of economic-mathematical modeling]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2016, vol. 12, iss. 9, pp. 18–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-ustoychivosti-razvitiya-regiona-na-osnove-ekonomiko-matematicheskogo-modelirovaniya/viewer> (In Russ.)
13. Nosonov A.M. [Modern methods for spatial modeling of the development of agriculture]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki = Bulletin of Moscow Region State University. Series: Natural Sciences*, 2018, no. 3, pp. 62–74. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-modelirovaniya-razvitiya-selskogo-hozyaystva/viewer> (In Russ.)
14. Khachev M.M., Temmoeva S.A. [Econometric model of forecasting of development of agriculture in the region]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy = International Journal of Applied and Fundamental Research*, 2017, no. 9, pp. 163–167. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11848> (In Russ.)
15. Degtyareva N.A., Berg N.A. [The adoption of effective management decisions on the basis of econometric forecasting]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomicheskie nauki = Bulletin of Chelyabinsk State University. Economic Sciences*, 2018, no. 7, pp. 176–183. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24411/1994-2796-2018-10721>
16. Ananiev S.A., Gusarova O.M. [Econometric modeling of the level of development of regional economy]. *Mezhdunarodnyi studencheskii nauchnyi vestnik*, 2017, no. 6. (In Russ.) URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=17968>
17. Gel'fanova D.D., Mandrazhi Z.R., Sukhtaeva A.M. [Regression model and prediction of economic processes in the production of agricultural products]. *Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta = Scientific Notes of Crimean Engineering and Pedagogical University*, 2017, no. 4, pp. 37–42. URL: <http://uz.kipu-rc.ru/sn/58.pdf> (In Russ.)
18. Adamadziev K.R., Akhmedov A.S. [Prediction of region's economic indicators by modeling methods]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2015, no. 10, part 2, pp. 330–335. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=39174> (In Russ.)

19. Rogachev A.F. [System analysis and forecasting of time series of crop production based on autocorrelation functions and neural network technologies]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* = *Izvestia of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*, 2018, no. 3, pp. 309–316. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-analiz-i-prognozirovanie-vremennyh-ryadov-urozhaynosti-na-osnove-avtokorrelyatsionnyh-funktsiy-i-neyrosetevykh-tehnologiy/viewer> (In Russ.)
20. Borisovskaya K.A. [Economic-mathematical modeling and medium-term forecasting for food export volume of Russian Federation]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINKh)* = *Vestnik of Rostov State University of Economics (RINH)*, 2017, no. 3, pp. 23–29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomiko-matematicheskoe-modelirovanie-i-srednesrochnoe-prognozirovanie-obema-eksporta-prodovolstviya-rossiyskoy-federatsii/viewer> (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.