

Эконометрический анализ и моделирование в сельском хозяйстве

М.М. Цвиль¹, В.Е. Шумилина²

¹Российская таможенная академия, Ростовский филиал

²Ростовский государственный строительный университет

Аннотация: Для анализа зависимости продукции растениеводства от объема инвестиций, используемых минеральных удобрений, количества тракторов и размера посевных площадей строится эконометрическая модель, выраженная системой одновременных уравнений.

Ключевые слова: продукция растениеводства, сельское хозяйство, линейная множественная регрессия, система одновременных уравнений, коэффициент детерминации, эндогенная переменная.

Сельское хозяйство является важнейшей отраслью экономики России, производящей продукты питания, сырье для пищевой и легкой промышленности и обеспечивающей продовольственную независимость государства [1].

С 90-х годов 20-го века в течение почти 10 лет наблюдался весьма существенный спад производства. В 2000 году из консолидированного бюджета страны на поддержку сельского хозяйства было выделено 55 млрд рублей (порядка 2 млрд долларов). В результате с 2000 г. по 2005 г. общий объем валовой продукции сельского хозяйства составил 26%. Страна вернулась к урожайности в 17 центнеров с гектара (по сравнению с 11-12 – в 90-е годы) и начала активно налаживать импорт сельхозпродукции.

Тем не менее, финансирование со стороны государства оказалось недостаточным и к 2006 году прекратили свою деятельность около 15000 сельскохозяйственных предприятий. Продолжали существовать только те сельхозпредприятия, которые вызвали интерес со стороны российских и иностранных инвесторов. Спрос на мясо, молоко, шерсть, фрукты, овощи и злаки оставался высоким, а существующие сельскохозяйственные

предприятия были неспособны обеспечить жителей страны необходимыми объемами продукции. В результате это привело к тому, что около 50% продуктов сельского хозяйства Россия была вынуждена импортировать.

Политика государства в отношении сельского хозяйства должна строиться на принципе обеспечения продовольственной независимости от других стран с соответствующими денежными вливаниями. В связи с этим 14 июля 2007 г. было принято Постановление Правительства № 446 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 - 2012 годы». Основными целями программы явились: устойчивое развитие сельских территорий, повышение занятости и уровня жизни сельского населения; повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на основе финансовой устойчивости и модернизации сельского хозяйства, а также на основе ускоренного развития приоритетных подотраслей сельского хозяйства; сохранение и воспроизводство используемых в сельскохозяйственном производстве земельных и других природных ресурсов. Реализация запланированных мероприятий положительным образом сказалась на развитии сельского хозяйства в нашей стране.

14 июля 2012 года утверждено Постановление Правительства РФ №717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы» с последующими изменениями от 15 апреля 2014 г. Основные цели программы: обеспечение продовольственной независимости России в параметрах, заданных Доктриной продовольственной безопасности РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 30.01.2010 г. №120; повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на

внутреннем и внешнем рынках; повышение финансовой устойчивости предприятий агропромышленного комплекса; устойчивое развитие сельских территорий; воспроизводство и повышение эффективности использования в сельском хозяйстве земельных и других ресурсов, а также экологизация производства.

Для успешной реализации этих программ предусмотрены каждый год по различным направлениям бюджетные ассигнования из средств Федерального бюджета.

В связи с обостренной международной обстановкой в настоящее время в ответ на санкции США и ЕС было принято Постановление Правительства от 7 августа 2014 г. № 778 «О мерах по реализации Указа Президента Российской Федерации от 6 августа 2014 г. № 560 «О применении отдельных специальных экономических мер в целях обеспечения безопасности Российской Федерации», которым был введен запрет на ввоз в Российскую Федерацию сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, страной происхождения которых являются Соединенные Штаты Америки, страны Европейского союза, Канада, Австралия и Королевство Норвегия.

В настоящее время рассмотрение вопросов продовольственной безопасности России является крайне необходимым. В связи с этим особенно остро встает вопрос о развитии и поддержке национальных сельхозпроизводителей.

Все это подчеркивает актуальность данного исследования.

Объем сельскохозяйственной продукции зависит от большого числа факторов. Одни факторы влияют в сторону ускорения роста объема продукции, а другие – в сторону замедления роста [2].

По 17 наблюдениям, проведенных в период с 1997 г. по 2013 г. (см. данные Росстата www.gks.ru) изучается зависимость объема продукции растениеводства РФ в млн.руб. (y) от объема инвестиций в основной капитал сельского хозяйства в млн.руб. (x_1), количества внесенных минеральных удобрений на 1 гектар в кг. (x_2), размера всех посевных площадей в тыс.га (x_3) и количества тракторов в тыс. шт., используемых в сельском хозяйстве (x_4). Эконометрический анализ этой зависимости, проведенный с помощью ППП MS Excel [3], привел к следующим результатам.

Получено уравнение линейной множественной регрессии вида:

$$y = -303,47 + 0,003x_1 - 39,83x_2 - 4,07x_3 + 0,049x_4 \quad (1)$$

Полученное уравнение модели значимо, об этом говорят близкое к 1 значение коэффициента детерминации ($R^2 = 0,956$), полученное значение F -критерия (65,38) значительно превышает табличное (3,2). Причем значимость F равна $4,8E-0,8$, т.е. для нашего примера полученная модель в целом может быть принята значимой. Можно утверждать, что факторные показатели модели позволяют на 95,6% объяснять вариацию результативного (y) [4,5].

Однако, при анализе матрицы парных коэффициентов корреляции наблюдается мультиколлинеарность – тесная взаимосвязь нескольких объясняющих факторов (переменных x_i) в уравнении регрессии (1). Практически изменение одной переменной не может происходить при абсолютной неизменности других. Следовательно, отдельно взятое уравнение множественной регрессии не может характеризовать истинные влияния отдельных признаков на вариацию результирующей переменной. Именно поэтому попытаемся описать структурные связи между переменными не одним, а несколькими уравнениями, содержащие как

повторяющиеся, так и собственные переменные. С этой целью используем системы одновременных уравнений.

При составлении систем одновременных уравнений переменные разделим на эндогенные, значения которых определяются внутри модели и обозначаются как y , и экзогенные, значения которых определяются вне модели и обозначаются как x . Пусть в нашем случае y_1 – объем продукции растениеводства РФ; y_2 – количество используемых тракторов; x_1 – объем инвестиций; x_2 – количество минеральных удобрений, вносимых на 1 га пашни; x_3 – общая площадь посевных угодий. На основании имеющихся данных построим следующую структурную форму модели:

$$\begin{cases} y_1 = a_{10} + a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + b_{11}y_2, \\ y_2 = a_{20} + a_{21}x_1 + a_{22}x_3 + b_{21}y_1. \end{cases} \quad (2)$$

На первоначальном этапе проводится идентификация уравнений системы. Если обозначим число эндогенных переменных в уравнении системы через H , а число экзогенных переменных, которые содержатся в системе, но не входят в данное уравнение, через D , то условие идентифицируемости модели имеет следующий вид.

Для первого уравнения: $D+1 = H$ (идентифицируемо);

для второго уравнения $D+1 = H$ (идентифицируемо).

Таким образом, делаем вывод о том, что представленная система структурных уравнений является идентифицируемой. Для определения ее параметров, согласно теоретическим положениям [6,7,8], используем косвенный метод наименьших квадратов (КМНК).

На первом этапе его применения с помощью ППП MS Excel построим систему приведенных уравнений:

$$y_1 = 476,93 + 0,004x_1 + 7,78x_2 - 0,004x_3,$$

$$(R^2 = 0,924, F=52,4, \text{ значимость } p = 1,6E-07).$$

Полученные значения коэффициентов регрессии можно охарактеризовать следующим образом: для фактора x_1 – увеличение инвестиций на 1 млн. руб. в сельское хозяйство в целом приводит в среднем к увеличению объема продукции растениеводства всего на 4 тыс.руб., что говорит о недостаточности инвестиций в эту отрасль сельского хозяйства. Для фактора x_2 – увеличение на 1 кг используемых минеральных удобрений на 1 га пашни приводит к увеличению объема продукции растениеводства на 7,78 млн.руб. Для фактора x_3 – увеличение посевных площадей на одну тыс. га приводит к снижению объема продукции растениеводства на 4 тыс. руб., что свидетельствует о неэффективном использовании посевных площадей.

Аналогично определяются неизвестные параметры для второго уравнения приведенной формы:

$$y_2 = -191,39 - 0,003x_1 - 11,67x_2 + 0,013x_3,$$

$$(R^2 = 0,986, F=322,32, \text{ значимость } p = 1,9E-12).$$

На основании полученных уравнений можно заключить, что наибольшую эффективность модели выражают показатели второго уравнения системы приведенной формы модели [9,10]:

$$\begin{cases} y_1 = 476,93 + 0,004x_1 + 7,78x_2 - 0,004x_3, \\ y_2 = -191,39 - 0,003x_1 - 11,67x_2 + 0,013x_3. \end{cases} \quad (3)$$

Далее переходим от приведенной к структурной форме модели вида (2). Для этой цели из второго уравнения системы (3) выражаем x_3 и

подставим в первое уравнение системы. Тогда первое уравнение структурной модели имеет вид:

$$y_1 = 418 + 0,0039x_1 + 4,189x_2 - 0,3y_2.$$

Для того, чтобы найти второе уравнение структурной модели, надо из первого уравнения приведенной формы (3) выразить x_2 и подставить во второе уравнение системы (3). Получим:

$$y_2 = 523,98 + 0,005x_1 + 0,007x_3 - 1,5y_1.$$

В итоге структурная модель имеет вид:

$$\begin{cases} y_1 = 418 + 0,0039x_1 + 4,189x_2 - 0,3y_2, \\ y_2 = 523,98 + 0,005x_1 + 0,007x_3 - 1,5y_1. \end{cases} \quad (4)$$

Полученная модель показывает, как на объем продукции растениеводства оказывают влияние такие факторы, как объем инвестиций, количество внесенных минеральных удобрений на 1 га и парк техники в виде тракторов. На парк техники на примере тракторов показано влияние объема инвестиций, размера имеющихся посевных площадей. Одни из этих факторов влияют в сторону увеличения роста объема продукции растениеводства, другие – в сторону снижения (см. уравнение первое в системе (4)). Аналогичная ситуация наблюдается и во втором уравнении системы (4). Приходим к выводу, что доля инвестиций, приходящаяся на растениеводство, является недостаточной для заметного увеличения объема продукции растениеводства. Кроме того, следует отметить неэффективность использования посевных площадей.

Литература



1. Социально-экономическая статистика: учебник для бакалавров / под ред. М.Р. Ефимовой. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2012. 591 с.
2. Кремер Н. Ш. Эконометрика: учебник для студентов вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко; под ред. Н.Ш. Кремера. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010. 328 с.
3. Орлова, И.В. Экономико—математические методы и модели: компьютерные моделирование: учебное пособие/ И.В. Орлова, В.А. Половников. М.: ВЗФЭИ, 2011, 289 с.
4. Цвиль М.М., Шумилина В.Е. Изучение зависимости рождаемости населения от обеспеченности врачебным персоналом и расходов на здравоохранение, физическую культуру и спорт с помощью эконометрических моделей // «Инженерный вестник Дона», 2014, №1 URL: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2241.
5. Ашхотов Э.Ю., Гладкова Е.В. Выбор базовых расчетных показателей при разработке бизнес-планов инвестиций в АПК // «Инженерный вестник Дона», 2012, №1. URL: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/670.
6. Эконометрика: учебник для магистров / И.И. Елисеева [и др.]; под ред. И.И. Елисеевой. М.: Издательство Юрайт, 2012. 453 с.
7. Афанасьев, В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование: учебник /В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. М.: Финансы и статистика; ИНФРА-М, 2012, 292 с.
8. Дайитбегов, Д.М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике: вузовский учебник/ Д.М. Дайитбегов. М., 2008, 180 с.



9. Greene W.N. Econometric Analysis \ W.H. Greene. 4th Edition. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 272 p.
10. Baltagi B.H. Econometric Analysis of Panel Data / B.H. Baltagi. – 3rd Edition. – Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2005, 356 p.

References

1. Sotsial'no-ekonomicheskaya statistika: uchebnik dlya bakalavrov. [Socio-economic statistics: a textbook for bachelors] pod red. M.R. Efimovoy. 2-e izd., pererab. I dop. M. Izdatel'stvo Yurayt; ID Yurayt, 2012. 591 p.
2. Kremer N. Sh. Ekonometrika: uchebnik dlya studentov vuzov. [Econometrics: a textbook for university students] N.Sh. Kremer, B.A. Putko; pod red. N.Sh. Kremera. 3-e izd., pererab. i dop. M.: YuNITI-DANA, 2010. 328 p.
3. Orlova, I.V. Ekonomiko—matematicheskie metody i modeli: komp'yuternye modelirovanie: uchebnoe posobie. [Economic-mathematical methods and models of computer simulation: a tutorial] I.V. Orlova, V.A. Polovnikov. M. VZFEI, 2011, 289 p.
4. Tsvil' M.M., Shumilina V.E. «Inzhenernyj vestnik Dona (Rus) », 2014, №1 URL: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2241.
5. Ashkhotov E.Yu., Gladkova E.V. «Inzhenernyj vestnik Dona (Rus) », 2012, №1 URL: www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/670.
6. Ekonometrika: uchebnik dlya magistrrov. [Econometrics: a textbook for the Masters] I.I. Eliseeva [i dr.]; pod red. I.I. Eliseevoy. M.: Izdatel'stvo Yurayt, 2012. 453 p.



7. Afanas'ev, V.N. Analiz vremennykh ryadov i prognozirovaniye; uchebnik [Time series analysis and forecasting: a textbook] V.N. Afanas'ev, M.M. Yuzbashev. M.: Finansy i statistika; INFRA-M, 2012, 292 p.

8. Dayitbegov, D.M. Komp'yuternye tekhnologii analiza dannykh v ekonometrike: vuzovskiy uchebnik. [Computer technology data analysis in econometrics: university textbook] D.M. Dayitbegov. M., 2008, 180 p.

9. Greene W.N. Econometric Analysis. W.H. Greene. 4th Edition. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 272 p.

10. Baltagi B.H. Econometric Analysis of Panel Data. B.H. Baltagi. 3rd Edition. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2005, 356 p.