

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА МЕЗОУРОВНЕ

Г.С. Клычова, А.П. Цыпин, А.Р. Валиев

Реферат. Значительные преобразования в экономике России в 1990–2000 гг. негативным образом повлияли на развитии сельского хозяйства. Численность работников отрасли сократилась, а производство некоторых видов продукции снизилось до катастрофического уровня. В этой связи считаем своевременным и необходимым проведение статистического исследования состояния отрасли на мезоуровне и факторов, оказывающих на него влияние. Цель исследования – изучение развития сельского хозяйства на мезоуровне в историческом аспекте на основе статистических методов для оценки текущего и прогнозирования будущего состояний. Объект исследования – Оренбургская область и ее муниципальные образования, что обусловлено рядом причин: область занимает устойчивые лидирующие позиции в сельском хозяйстве ПФО; вклад отрасли в ВРП составляет около 8 %; муниципальные образования области находятся в не равных условиях, которые влияют на развитие сельского хозяйства региона. Развитие растениеводства Оренбургской области в 1991–2019 гг. характеризовалось ростом производства подсолнечника и боковым трендом валового сбора зерна, при этом в значительной степени снизилось производство силоса, однолетних и многолетних трав. Отсутствие кормовой базы на фоне низкой скороспелости привели к значительному сокращению поголовья крупного рогатого скота – это негативным образом сказалось на производстве молока в регионе. Производство мяса удалось удерживать от падения только благодаря росту поголовья птицы. Построение регрессионных моделей на основе панельных данных, охватывающих 35 муниципальных образований (период 2000–2019 гг. и 5 переменных), показало, что на объем сельскохозяйственной продукции оказывают влияние три фактора – наличие посевных площадей, инвестиции в основной капитал и поголовье крупного рогатого скота. Построенная статистически значимая регрессионная модель с фиксированными эффектами указывает на стабильную структуру товаропроизводителей и наличие скрытых факторов. Это определяет направление дальнейшего исследования, которое заключается в выявлении латентных переменных, оказывающих существенное влияние на развитие отрасли региона.

Ключевые слова: сельское хозяйство, растениеводство, животноводство, развитие, динамика, статистика, эконометрическая модель, панельные данные.

Введение. Переход Российской Федерации от плановой к рыночной экономике породил массу новых процессов и явлений, при этом старые механизмы были ликвидированы, так как не отвечали новым условиям. По нашему мнению, сильнее всего от трансформационного перехода пострадало сельское хозяйство. Так, в течение 1990-х гг. были заложены основы для формирования фермерского движения, колхозы (совхозы) утратили государственную поддержку и перешли на самофинансирование. Рынки сбыта сельскохозяйственной продукции также были реформированы, функционировавшую до 1991 г. систему госзакупок заменили рыночные механизмы. Для работников и руководителей сельхозпредприятий этот период был ознаменован дезориентацией и необходимостью адаптироваться к новым условиям [1, 2, 3]. В этой связи целесообразна разработка методологических подходов к сопоставлению текущих (отчетных) индикаторов состояния сельского хозяйства, с уровнями, фиксируемыми на начало 1990-х гг. Изучение траектории изменения позволит построить прогнозы на среднесрочный период, основываясь на ретроспективной динамике.

Обращение к научным публикациям по рассматриваемой теме приводит нас к ряду авторов, занимавшихся проблемой сельского хозяйства Оренбургской области, среди кото-

рых можно назвать Добродомову Л. А., Кошулько А. П., Лаптеву Е. В., Ларину Т. Н.

Рассматривая проблему инвестиций в сельское хозяйство области, Добродомов Л.А. [4] приходит к выводу, что на 2010-х гг. наблюдается низкий уровень инвестиционной активности в отрасли. Это служит сдерживающим фактором и, как будет показано далее в нашем исследовании, такое положение сохраняется вплоть до 2019 г.

По мнению Кошулько А. П. [5] растениеводство, во-первых, служит одной из ведущих отраслей региональной экономики; во-вторых, – резко континентальный климат формирует в Оренбургской области зону неустойчивого (рискованного) земледелия. Последнее утверждение автора косвенно подтверждают и наши расчеты. Что касается первого, то оно спорно, так как на протяжении последних 5 лет доля валовой добавленной стоимости сельского хозяйства в ВРП составляет около 8 %, чего явно недостаточно для занятия лидирующих позиций.

Изучая молочное скотоводство авторы, на основе прогноза производства молока на период 2010–2012 гг., приходят к выводам, что сложившаяся обстановка приведет в дальнейшем к ослаблению потенциала оренбургских товаропроизводителей [6]. Эти результаты согласуются с нашими расчетами в ходе проводимого исследования, то есть на протяже-

нии периода 1991–2019 гг. зафиксирован спад надоев молока в области.

В работе коллектива авторов под руководством Лариной Т. Н. [7], рассмотрен вопрос об уровне потенциала Оренбургской области в отношении экспорта зерна. Проведенное исследование показывает, что в 2018–2019 гг. уровень самообеспечения области зерном ниже 100 %, что свидетельствует о нехватке этого вида продовольствия в регионе. Ученые приходят к выводу о высокой зависимости экспорта зерна от урожаев в конкретные периоды, что в свою очередь, зависит от погодных условий.

Таким образом, проведенные ранее исследования отечественных ученых в направлении изучения развития сельского хозяйства Оренбургской области, определяют дальнейшие траектории анализа.

Цель исследования – изучение развития сельского хозяйства на мезоуровне в историческом аспекте на основе статистических методов для оценки текущего состояния и прогноза.

Условия, материалы и методы. Объектом исследования служит Оренбургская область в целом и ее муниципальные образования в частности. Выбор этого региона обусловлен рядом причин: во-первых, область – одна из ведущих в производстве сельскохозяйственной продукции. (по итогам 2019 г. занимает 4 место среди субъектов ПФО по уровню произведенной продукции сельского хозяйства); во-вторых, за период 2015–2019 гг. доля валовой добавленной стоимости сельского хозяйства в ВРП региона, в среднем, составляет 8 %, то есть рассматриваемая отрасль занимает заметное место в структуре экономики области; в-третьих, территориально область имеет вытянутую форму (с запада на восток – 755 км., с севера на юг – 425 км.), в результате муниципальные образования ведут сельское хозяйство в разных климатических и инфраструктурных условиях, что отражается на результатах их деятельности.

Предметом исследования послужили – динамика ключевых индикаторов развития сельского хозяйства, а также причинно-следственные связи между факторами и результатами сельскохозяйственного производства.

Весь процесс изучения развития отрасли можно разделить на два этапа, каждый из которых характеризуется своим набором методов:

первый – статистический анализ динамики основных индикаторов деятельности сельского хозяйства на региональном уровне. На этом этапе использовали такие методы научного познания как анализ, синтез, исторический, сравнения и дескриптивных статистик;

второй – выявление и количественное измерение причинно-следственных связей на региональном уровне. Решение этой задачи будет осуществлено на основе эконометрических методов.

Теоретико-методологические подходы к построению эконометрических моделей в том числе производственной функции были заимствованы из работы Балаш В. А. [8], Вербик М. [9], Гладкова Л. А. [10], Лакман И. А. [11], Огородников П. И. [12], Постников Е. А. [13], Ратникова Т. [14], Спешилова Н. В. [15], Улитина Е. В. [16], Чеглакова А. Е. [17], Чулкова Е.А. [18], Hsiao С. [19].

В своей работе Спешилова Н. В. и Кожуховская Ю.А. [15], проводя моделирование влияния факторов на продукцию сельского хозяйства Оренбургской области, в качестве независимых переменных выделяли: производство молока, сбор овощей, производство скота и птицы на убой, сбор зерна, производство шерсти. Аналогичный набор показателей встречается в работе Чулковой Е.А. [18]. Однако приведенные факторы – это следствия, а не причины, то есть необходимо использовать более глубокую детализацию, и выбирать переменные, обуславливающие результаты функционирования сельского хозяйства, например, поголовье крупного рогатого скота или площадь сельскохозяйственных угодий. Помимо этого, в указанных работах отсутствуют указания на t-статистику Стьюдента, в результате чего встает вопрос о статистической значимости коэффициентов при независимых переменных.

Более корректный подход к построению модели зависимости продемонстрирован в работе Чеглаковой А.Е. [17]. Автор в качестве факторов, оказывающих влияние на ВДС сельского хозяйства Оренбургской области, использовал такие переменные, как численность занятых и среднегодовую стоимость основных фондов. Однако в качестве формы модели использовано множественное линейное уравнение регрессии, что противоречит теоретическим основам построения производственных функций, согласно которым более приемлема множественная степенная функция.

По результатам эконометрического моделирования уровней временного тренда надоев молока на основе АРИМА-моделей (Огородникова П. И. и соавт.) был дан прогноз их снижения в интервале 2019–2022 гг. [12]. Моделирование динамики этого показателя на более простых моделях, выполненное нами, привело к аналогичному результату.

По нашему мнению, эконометрическое моделирование процессов, протекающих в сельском хозяйстве на региональном уровне необходимо осуществлять на основе панельных данных (пространственно-временная выборка). Теоретические основы построения таких моделей подробно изложены в работах Балаш В. А. [8], Вербик М. [9], Ратниковой Т. [14], Hsiao С. [19]. Рассмотренные ими методики и алгоритмы будут использованы в ходе нашего исследования.

Постников Е.А. [13], оценивая влияние социально-экономических факторов на ВРП регионов России, установил, что все модели-

руемые показатели региональной модели имеют фиксированный индивидуальный эффект. Гладкова Л. А. и Сухинин А. В. [10], используя для моделирования меньший набор факторов (балансовая стоимость оборудования, промышленное производство и количество занятых рабочих мест), также пришли к модели с фиксированными эффектами. Лакман И. А. [11] по результатам оценки влияния факторов на объем производства обрабатывающей промышленности сделал заключение о существовании модели с фиксированными эффектами. Таким образом, в большинстве исследований, основанных на сведениях о регионах, наилучшей результат обеспечивала FE-модель.

Для получения доказательных выводов использовали сведения, предоставляемые Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области (Оренстат), опубликованные в издании «Статистический ежегодник по Оренбургской области», «Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в Оренбургской области», «Муниципальные образования Оренбургской области» на протяжении 1991–2020 гг.

Для проведения исследований использовали систему показателей, основанная на официальных статистических данных Росстата (рис. 1). Набор показателей для первого блока обусловлен необходимостью отразить динамику развития двух подотраслей – растениеводства и животноводства. Выбор переменных, вошедших во второй блок, объясним двумя причинами: во-первых, это показатели, необходимые для оценки причинно-следственных связей, когда исходной концептуальной формой зависимости служит производственная функция, в соответствии с теоретическими основами построения таких моделей и были отобраны факторы и результат производства; во-вторых, муниципальная статистика, предоставляемая системой Росстата, имеет заметно меньшее количество показателей, нежели региональная или статистика всей страны, по этой причине

были взяты все переменные, характеризующие факторы производства.

На первом этапе исследования рассматривали ключевые показатели развития сельского хозяйства Оренбургской области за период 1991–2019 гг., что позволило выявить траектории движения и сопоставить текущие значения с уровнями, наблюдаемыми в начале 1990-х гг.

На втором этапе исследования для оценки причинно-следственных связей использовали панельные данные (пространственно-временная выборка), охватывающие 35 муниципальных образований Оренбургской области, 5 признаков (в том числе результативную переменную) и временной отрезок с 2000 по 2019 гг. включительно. Это позволило оценить параметры регрессионных уравнений на основе пространственно-временной выборки, выявить факторы, оказывающие влияние на результат деятельности сельского хозяйства Оренбургской области, установить влияние структурных изменений.

На практике при работе с подобными наборами данных тестированию подвергают три регрессионные модели: обычную (сквозную) регрессию, регрессию с фиксированными и случайными эффектами. Весь процесс выбора наилучшей формы эконометрической модели заключен в следующем.

1. Строим обычную (сквозную) регрессионную модель на основе всех данных. Она не учитывает временные особенности и структурные изменения:

$$y'_{it} = a + b_1x_{1it} + b_2x_{2it} + \dots + b_kx_{kit} + e_{it}, \quad (1)$$

где y'_{it} – теоретические (модельные) данные;
 y – зависимая переменная;
 x_{it} – независимые переменные;
 a – свободный член уравнения регрессии;
 b_j – коэффициенты характеризующие силу связи между вариацией факторных признаков x_j и вариацией результативной переменной y ;
 e_{it} – случайная величина (возмущение, остатки, отклонения).

1 этап. Статистическая оценка развития сельского хозяйства региона: ретроспективный анализ

- Продукция сельского хозяйства в фактических ценах, млн. руб.
- Урожай зерна, тыс. ц
- Урожай подсолнечника, тыс. ц
- Скот и птица на убой (в убойном весе), тыс. т
- Валовый надой молока, тыс. т

2 этап. Эконометрическое моделирование влияния ключевых факторов производства на результаты деятельности сельского хозяйства региона

- Продукция сельского хозяйства, (Y), млн. руб.
- Посевные площади сельскохозяйственных культур (X1), тыс. га
- поголовье крупного рогатого скота (X2), тыс. гол
- Внесение минеральных удобрений на один гектар посева сельскохозяйственных культур (X3), (в пересчете на 100 % питательных веществ), кг
- Инвестиции в основной капитал сельхозтоваропроизводителей (X4), % от общего объема инвестиций региона

Рис. 1 – Система показателей для проведения статистического исследования развития сельского хозяйства на мезоуровне (авторская разработка).

2. Строим модель с фиксированными (детерминированными) эффектами (FE-модель), которая предполагает неизменность каждого объекта, входящего в совокупность во времени.

$$y_{it} = a_i + b_j X_{it} + e_{it}, \quad (2)$$

где x_{it} – матрица значений регрессоров для i -го объекта.

В случае FE-модели, параметр a_i будет принимать различные значения для каждого объекта совокупности. Стоит указать, что по мнению Ратниковой Т., смысл параметра a_i состоит в том, «чтобы отразить влияние пропущенных или ненаблюдаемых переменных, характеризующих индивидуальные особенности исследуемых объектов, не меняющиеся со временем».

3. Выбор между двумя моделями (сквозной или FE-моделью) осуществляем на основе F-статистики Фишера (тест Вальда).

4. Строим модель со случайными эффектами (RE-модель).

$$y_{it} = a + b_j X_{it} + u_i + e_{it} \quad (3)$$

где u_i – ошибка i -го объекта, неизменная во времени.

5. Строим тест Бройша-Пагана, в котором противопоставляем сквозную регрессионную модель и модель со случайными индивидуальными эффектами.

6. Последнее соотношение результатов моделирования – это противопоставление FE-модели и RE-модели. Для этих целей используем тест Хаусмана.

По результатам тестирования трех гипотез выбираем статистически значимую модель и делаем соответствующие экономические выводы.

Результаты и обсуждение. По данным ежегодника «Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020» (глава 14. Сельское, лесное хозяйство, рыболовство и рыбоводство) в 2019 г. на долю Оренбургской области приходится 9 % от всей продукции сельского хозяйства, произведенной в Приволжском федеральном округе.

Оценивая состояние сельского хозяйства Оренбургской области (табл. 1), нетрудно заметить, что за представленный период объем его продукции увеличился в 43,3 раза. Доля валовой добавленной стоимости сельского хозяйства в ВРП региона составляет около 8 % (2015 г. – 9,0 %, 2016 г. – 9,8 %, 2017 г. – 9,2 %, 2018 г. – 6,8 %, 2019 г. – 6,6 %).

Показатель	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.
Продукция сельского хозяйства в фактических ценах, млн. руб.	2922	22765	31431	50866	106100	126549
Доля продукции растениеводства, %	43,4	66,9	47,5	32,4	46,3	58,8
Доля продукции животноводства, %	56,6	33,1	52,5	67,6	53,7	41,2

*составлено авторами на основе публичных данных Оренстата.

Величины долей продукции растениеводства и животноводства указывают на отсутствие доминант. Так, в отдельные периоды (2000 г.) наибольшая доля фиксируется в растениеводстве, в другие – в животноводстве (2010 г.). По итогам 2020 г. их соотношение примерно равное. Это объясняется двумя факторами: во-первых, в регионе благодаря наличию обширных посевных площадей и кормового обеспечения исторически сложилось смешанное производство; во-вторых, в неурожайные периоды (область находится в зоне рискованного земледелия) происходит значительное снижение объемов растениеводческой продукции.

Стоит отметить, что реструктуризация сельского хозяйства региона отразилась на количестве работников, занятых в производстве. Так, если в 1990 г. их было 208 тыс. чел., то в 2019 г. – только 129 тыс. чел., или на 38,2 % меньше. Это полностью согласуется с общероссийской тенденцией и связано с освоением новых технологий возделывания сельскохозяйственных культур и содержании животных.

Валовой сбор зерна не имеет четко выраженной тенденции (уровни варьируют около среднего значения в 27 млн ц), периоды подъема сменяются спадами, что связано с засушливыми годами. Очевидно, что проведение эконометрического моделирования динамики рассматриваемого показателя не имеет никакого смысла (в силу получения статистически не значимых и не надежных оценок параметров регрессионного уравнения). Опираясь на ретроспективное поведение показателя, можем предположить дальнейшую флуктуацию уровней временного ряда относительно среднего значения.

Производство подсолнечника, напротив, имеет устойчивую тенденцию к росту. За рассматриваемый период его валовой сбор увеличился в 12 раз. Это обусловлено значительной стоимостью продукции, следствием которой служит расширение производства культуры.

Так как динамика валового сбора подсолнечника показывает устойчивый рост, опираясь на теоретико-методологические положения, изложенные в работе Афанасьева В. Н. [20], обратимся к возможностям пакета программ STATISTICA, построим трендовую модель и оценим прогноз на три шага вперед.

$$y' = -1188,36 + 312,08t, \quad R^2 = 0,75, \quad F_{\text{факт}} = 83,03.$$

Полученное значение коэффициента детерминации указывает на удовлетворительное качество подгонки модели: 75 % колебаний уровней зависимой переменной обусловлены

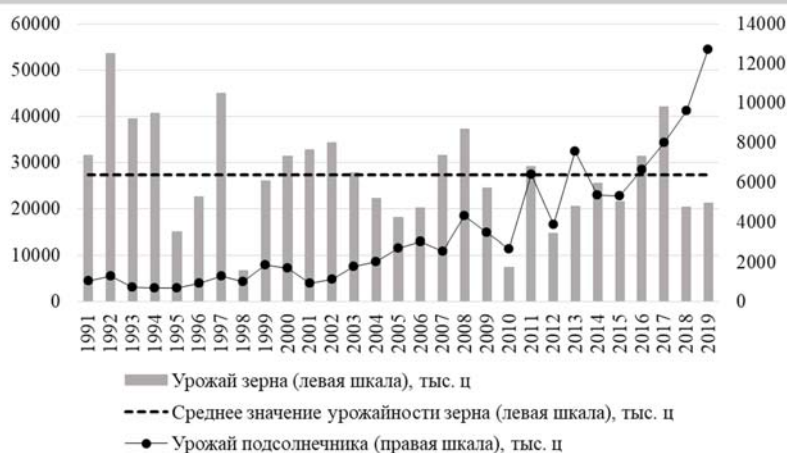


Рис. 2 – Временные подвижки уровней временных рядов урожая зерна и подсолнечника (составлено авторами на основе публичных данных Оренстата), тыс. ц.

фактором времени. Фактическое значение F -статистики Фишера выше табличного, равного 4,21, что свидетельствует о статистической значимости уравнения регрессии.

Величина коэффициента при переменной времени указывает на то, что в среднем прирост урожая подсолнечника составляет 312,08 тыс. ц в год. Соответственно, прогнозные значения на период 2020–2022 гг. указывают на дальнейший рост величины этого показателя: $6967,2 < 8174,2 < 9381,2$; $7217,5 < 8486,3 < 9755,1$; $7466,9 < 8798,4 < 10129,8$ тыс. ц.

Также примечательна смена производителей продукции в растениеводстве. В начале реформ до 90 % сбора зерна и подсолнечника поступало от крупных сельскохозяйственных предприятий (колхозы, совхозы), тогда как в 2019 г. на их долю приходилось 58 % и 49 % соответственно, их конкурентами стали крестьянские (фермерские) хозяйства, доля которых достигла 41 % и 50 %. Таким образом, фермеры играют заметную роль в сельском хозяйстве региона.

Кормопроизводство – одно из важнейших направлений растениеводства, в Оренбургской области характеризуется негативной тенденцией. Так, производство кукурузы на силос за

1991–2019 гг. снизилось на 94 %, многолетних трав – на 67 %, однолетних трав – на 72 %. Это оказало сдерживающее влияние на развитие животноводства, особенно на выращивание крупного рогатого скота.

Анализируя динамику ключевых индикаторов животноводства (рис. 3) можно выделить три этапа (рис. 3): 1990–1996 гг. – интенсивное падение объемов производства; 1997–2010 гг. – «боковой тренд» по надоям молока и рост производства мяса; 2011–2020 гг. – зарождение понижающего линейного тренда. Сложившаяся траектория показателей объясняется ликвидацией многих сельскохозяйственных товаропроизводителей, а также отсутствием четкой стратегии развития отрасли в стране и регионе.

При этом поголовье крупного рогатого скота в 2019 г. сократилось, по сравнению с 1991 г., на 69 %, в том числе коров – на 60 %. Поддерживать производство мяса на достаточном для обеспечения продовольственной безопасности уровне удастся путем увеличения поголовья птицы, в частности кур. Их выращивание более эффективно, по сравнению с КРС, благодаря высокой концентрации производства и скороспелости. Таким образом,

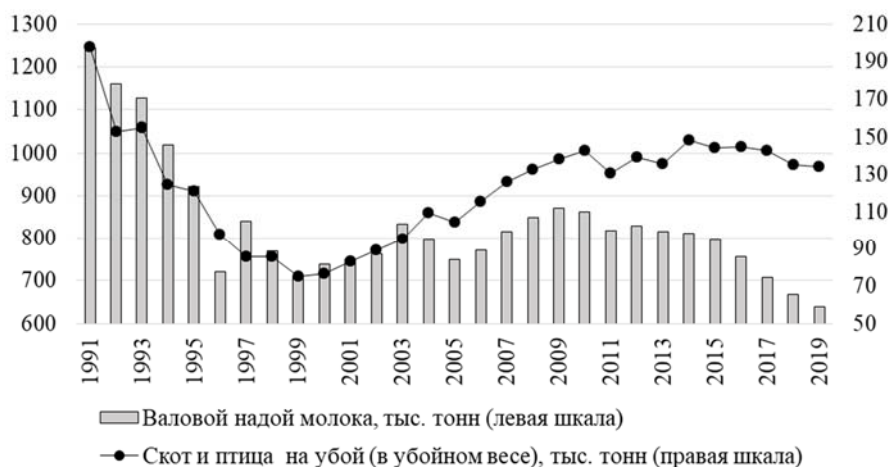


Рис. 3 – Временные подвижки уровней временных рядов выпуска молока и мяса в Оренбургской области, тыс. т (составлено авторами на основе публичных данных Оренстата).

Y	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
X1	13.42061	1.503955	8.92	0.000	10.46751	16.37371
X2	-145.8246	7.976381	-18.28	0.000	-161.4867	-130.1625
X3	-8.181097	9.180173	-0.89	0.373	-26.20691	9.844717
X4	-2.763659	1.281489	-2.16	0.031	-5.279938	-.2473796
_cons	3349.543	228.299	14.67	0.000	2901.264	3797.822
sigma_u	1416.7977					
sigma_e	861.38627					
rho	.73011829	(fraction of variance due to u_i)				

Рис. 4 – Характеристики и статистики FE-модели: полная модель (рассчитано авторами в пакете STATA [21] на основе сведений Оренстата)

наблюдается компенсационный рост одного направления на фоне сокращения другого.

Очевидно, что развитие уровней валового надоя молока характеризуется гиперболической функцией, оценка ее параметров приводит нас к следующей модели:

$$y' = 750,96 + 600,09 \cdot 1/t, R^2 = 0,67, F_{\text{факт}} = 59,15.$$

Модель статистически значима по F-статистике ($F_{\text{факт}} > F_{\text{таб}}$), характеризуется высоким качеством ($R^2 = 0,67$) и указывает на тот факт, что уровень надоев в ближайшее время на упадет ниже отметки 750,96 тыс. т.

Прогнозные значения надоев молока на период 2020–2022 гг. имеет тенденцию к незначительному снижению: $736,0 < 770,9 < 805,9$, $735,3 < 770,3 < 805,3$, $734,7 < 769,7 < 804,8$ тыс. т.

Динамика производства мяса характеризуется частой сменой направления, учитывая тенденцию периода 2011–2019 гг. проведем моделирование поведение этого показателя на основе параболы второго порядка.

$$y' = 57,26 + 10,12t - 0,30t^2, R^2 = 0,96, F_{\text{факт}} = 216,23.$$

Полученное уравнение статистически значимо ($F_{\text{факт}} > F_{\text{таб}}$) и характеризуется высокой подгонкой теоретических уровней к фактическим ($R^2 = 0,96$).

Согласно параметру, при переменной t_2 , уровень производства мяса снижался со средним ускорением 0,06 ($2 \cdot 0,3$) тыс. т в год за каждый год. Соответственно, в период 2020–2022 гг., стоит ожидать дальнейшее падение значений в диапазоне: $126,2 < 134,0 < 141,8$, $121,2 < 130,6 < 139,9$, $115,5 < 126,5 < 137,6$ тыс. т.

В производстве молока в разрезе категорий хозяйств сложилась следующая ситуация: в 2020 г., по сравнению с 1991 г., доля сельхозпредприятий снизилась на 50 процентных пунктов (п.п.), тогда как доля личных подсобных хозяйств выросла на 36 п.п. В свою очередь, доля крупных товаропроизводителей мяса снизилась на 39 п.п., а ЛПХ – увеличилась на 28 п.п. В результате структурных сдвигов основными товаропроизводителями в животноводстве региона служат личные подсобные хозяйства. Сложившаяся ситуация – результат отказа государства от поддержки сельского хозяйства в 1990-х гг. и, как следствие, банкротства основного количества колхозов и совхозов. Зафиксированные изменения тают в себе угрозы, а именно высокую вероятность резкого снижения объемов производства по ряду причин, таких как: рост цен на корма, неурожай, болезни сельскохозяйственных животных (падеж скота), снижение платежеспособности населения и так далее.

В целом, результаты статистического анализа развития сельхозотрасли региона за период 1991–2019 гг. позволяют утверждать о сохранении уровня валового сбора зерна на уровне 27 тыс. т, росте производства подсолнечника, значительном снижении поголовья КРС и надоев молока, которые компенсируются ввозом молочной продукции из Башкортостана и Татарстана.

Второй этап исследования – эконометрическое моделирование развития сельского хозяйства Оренбургской области. Соблюдая последовательность построения регрессионной мо-

Y	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
X1	13.61634	1.4876	9.15	0.000	10.69536	16.53732
X2	-146.007	7.972513	-18.31	0.000	-161.6615	-130.3525
X4	-2.730689	1.280755	-2.13	0.033	-5.245521	-.2158566
_cons	3303.474	222.3347	14.86	0.000	2866.908	3740.04
sigma_u	1413.1689					
sigma_e	861.25236					
rho	.72916785	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(34, 662) = 21.72

Prob > F = 0.0000

Рис. 5 – Характеристики и статистики FE-модели: усеченная модель (рассчитано авторами в пакете STATA [21] на основе сведений Оренстата).

Y	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
X1	16.53781	1.424968	11.61	0.000	13.74492	19.33069
X2	-110.5535	7.49856	-14.74	0.000	-125.2504	-95.85654
X4	-1.584374	1.342596	-1.18	0.238	-4.215815	1.047067
_cons	2290.822	222.2867	10.31	0.000	1855.148	2726.496
sigma_u	610.75452					
sigma_e	861.25236					
rho	.33461507	(fraction of variance due to u_i)				

Рис. 6 – Характеристики и статистики RE-модели: усеченная модель (рассчитано авторами в пакете STATA [21] на основе сведений Оренстата)

дели на основе панельных данных, приведенную в методическом разделе, перейдем к расчету модели с фиксированным эффектами (рис. 4), опустив этап построения общей регрессии, так как эта модель будет рассчитана автоматически для проведения F-критерия Фишера (тест Вальда). Результаты анализа модели с фиксированными эффектами указывают, что переменная X3 статистически не значима, поэтому не может быть использована в дальнейшем.

У модели, построенной с использованием трех оставшихся факторов (X1, X2, X4), согласно приведенным фактическим значениям *t*-статистики Стьюдента, все три параметра статистически значимы (рис. 5). Следовательно, можно приступить к анализу результатов теста Вальда (F-статистика приведена внизу таблицы). Фактическое значение показателя F-статистики Фишера равно 21,72, при эмпирическом уровне статистической значимости более 0,00, что указывает на выбор FE-модели и отказ от общей (сквозной) регрессии.

В RE-модели, построенной с использованием ранее установленных параметров, статистически не значимым оказался параметр при переменной X4 (рис. 6).

Проводим тест Бройша-Пагана, который призван оценить предпочтения в выборе сквозной регрессии или RE-модели (рис. 7). Величина фактического значения хи-квадрат, равная 708,09, при уровне статистической значимости более 0,00, указывает на выбор RE-модели и отказ от общей (сквозной) регрессии.

Последний тест для окончательного выбора наилучшей модели развития сельского хозяйства в районах Оренбургской области, основанной на панельных данных, – тест Хаусмана (рис. 8). Фактическое значение хи-

квадрата равно 44,09, при уровне статистической значимости более 0,00, что указывает на выбор FE-модели и отказ от RE-модели.

Полченный результат полностью согласуется с теоретико-методологическими положениями, изложенными в работе Балыша В.А. [8], что обусловлено постоянством состава районов Оренбургской области, участвовавшими в пространственно-временной выборке.

Полученная FE-модель позволяет сделать несколько выводов относительно развития сельского хозяйства на мезоуровне за период 2000–2019 гг.

Во-первых, значительное снижение поголовья КРС за период 1991–2019 гг. негативно влияет на формировании финансового результата сельского хозяйства Оренбургской области, о чем свидетельствует статистически значимое отрицательное значение при переменной X2.

Во-вторых, отрицательный знак при переменной X4 указывает на низкий уровень инвестиционного потока в основной капитал сельхозтоваропроизводителей. Так, согласно данным Оренстата, на конец 2019 г. доля инвестиций в сельское хозяйство составила 3,8 %, тогда как, например, в добычу полезных ископаемых – 52,0 %.

В-третьих, выбор в качестве основной модели регрессии со случайными эффектами, описывающей влияние факторов на производство продукции сельского хозяйства области, указывает на наличие доминирования одних районов над другими, то есть на протяжении 2000–2019 гг. структура производства находится в относительной стабильности, таким образом, одни и те же объекты вносят примерно один и тот же вклад в результат сельскохозяйственной отрасли.

В-четвертых, так как параметр a_i в FE-модели оказался статистически значимым ($t_{\text{факт}} > t_{\text{таб}}$), можно предположить, что существуют пропущенные, ненаблюдаемые, латентные переменные, характеризующие индивидуальные особенности муниципалитетов образований Оренбургской области, которые не изменяются во времени. Предположительно, к таким факторам можно отнести: удаленность субъектов региона от г. Оренбурга, что вносит дополнительные расходы на транспортировку от поставщиков к покупателям; природно-климатические особенности восточной, центральной и западной части области, что наклад-

	Var	sd = sqrt(Var)
y	1750257	1322.973
e	741755.6	861.2524
u	373021.1	610.7545

Test: Var(u) = 0
 chibar2(01) = 708.09
 Prob > chibar2 = 0.0000

Рис. 7 – Результаты теста Бройша-Пагана для RE-модели и сквозной регрессии (рассчитано авторами в пакете STATA [21] на основе сведений Оренстата)

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-v_B)) S.E.
	(b) FE	(B) RE		
X1	13.61634	16.53781	-2.921467	.4271061
X2	-146.007	-110.5535	-35.45356	2.707872
X4	-2.730689	-1.584374	-1.146315	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(3) = (b-B)'[(V_b-v_B)^(-1)](b-B)
= 44.09
Prob>chi2 = 0.0000
(V_b-v_B is not positive definite)

Рис. 8 – Результаты теста Хаусмана для RE-модели и FE-модели (рассчитано авторами в пакете STATA [21] на основе сведений Оренстата)

дывает отпечаток на способах ведения сельского хозяйства, видах возделываемых растений и выращиваемых животных.

Выводы. Таким образом, на протяжении 30 лет развития сельского хозяйства рассматриваемого региона не было сформировано устойчивого тренда на увеличение доли растениеводства или животноводства, что позволяет охарактеризовать производство как смешанное.

Статистический анализ динамических изменений в растениеводстве выявил относительную стабильность производства зерна (колебания около среднего значения равного 27 тыс. ц.) и рост производства подсолнечника (возрастающий тренд), но при этом производство кормов (силоса и трав) за последние 30 лет значительно снизилось, что служит сдерживающим фактором в развитии животноводства. Построенные прогнозы на период 2020–2022 гг. позволяют утверждать, что сложившаяся траектория будет продолжена в будущем.

Рассмотрение временных подвижек в животноводстве приводит к пониманию причин значительного снижения надоев молока, что обусловлено резким сокращением поголовья коров; в производстве мяса снижение поголовья КРС компенсировано наращиванием объемов продукции птицеводства. Прогнозирование уровней показателей на три года вперед

свидетельствует о дальнейшем снижении значений.

Эконометрическое моделирование развития сельского хозяйства региона, основанное на панельных данных, указывает на положительное влияние наличия посевных площадей сельскохозяйственных культур и отрицательное влияние снижения поголовья КРС. Остановка выбора на FE-модели свидетельствует об устойчивости во времени структуры товаропроизводителей, то есть за анализируемый период не было сформировано новых мощных кластеров, основную роль играют районы имевшие значительный потенциал к развитию в советский период.

Так как результаты эконометрического моделирования указывают на наличие скрытых (латентных) факторов, оказывающих влияние на развитие сельского хозяйства региона, то в качестве дальнейшего направления исследования можно указать выявление этих признаков, которыми скорее всего будут удаленность от областного центра и (или) природно-климатические условия, так как область достаточно вытянута (около 1000 км в поперечнике), поэтому условия ведения сельского хозяйства сильно отличаются.

Литература.

1. Оценка продовольственной безопасности России / И. Н. Сафиуллин, Б. Г. Зиганшин, Э. Ф. Амирова и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2021. Т. 16. № 2(62). С. 124–132. doi: 10.12737/2073-0462-2021-124-132.
2. Организационно-экономические аспекты повышения эффективности аграрного бизнеса / Д. И. Файзрахманов, Ф. Н. Мухаметгалиев, А. Р. Валиев и др. Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2021. 376 с.
3. Information and analytical system of strategic management of activities of enterprises / A. Zakirova, G. Klychova, Z. Zakirov, et al. // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2021. Vol. 1258 AISC. P. 687–707. doi: 10.1007/978-3-030-57450-5_59.
4. Добродомова Л. А. Инвестиционная привлекательность сельского хозяйства Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2004. № 4(4). С. 178–180.
5. Кошулько А. П. Растениеводство Оренбургской области как базовая сфера экономики региона // Вестник Академии знаний. 2020. № 1(36). С. 109–111. doi: 10.24411/2304-6139-2020-00019.
6. Лаптева Е. В., Хабарова С. В. Современное состояние молочного скотоводства Оренбургской области: тенденции и перспективы развития // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3(31). С. 239–243.
7. Ларина Т. Н., Добродомова Л. А., Гутаева Л. А. Экономический анализ экспортного потенциала зернового производства Оренбургской области // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 5. С. 43–52. doi: 10.25198/2077-7175-2021-5-43. // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2008. № 4. С. 62–63.

8. Балаш В. А., Балаш О.С. Модели линейной регрессии для панельных данных. Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2002. 67 с.
9. Вербик М. Модели, основанные на панельных данных // Прикладная эконометрика. 2006. № 1(1). С. 94–135.
10. Гладкова Л. А., Сухинин А. В. Моделирование макроэкономических показателей региона на основе анализа панельных данных // Вестник Донецкого национального университета. Серия В. Экономика и право. 2017. № 4. С. 33–39.
11. Лакман И. А., Тимирьянова В. М. Пространственная модель воспроизводства на панельных данных // Экономика и математические методы. 2021. Т. 57. № 2. С. 34–44. doi: 10.31857/S042473880011338-0.
12. Огородников П. И., Спешилова Н.В., Храмова В.В. Эконометрическое моделирование производства зерна в Оренбургской области и обоснование инноваций для развития зерновой отрасли // Научное обозрение: теория и практика. 2020. Т. 10. № 3(71). С. 360–372. doi: 10.35679/2226-0226-2020-10-3-360-372.
13. Постников Е. А. Эконометрическое моделирование развития регионов России на основе панельных данных // Управление в современных системах. 2016. № 2(9). С. 3–12.
14. Ратникова Т. Введение в эконометрический анализ панельных данных // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2006. Т. 10. № 3. С. 492–520.
15. Спешилова Н. В., Кожуховская Ю.А. Обоснование перспективных направлений развития сельского хозяйства в регионах России с использованием математико-статистических методов // Экономика и предпринимательство. 2020. № 5(118). С. 1298–1303. doi: 10.34925/EIP.2020.118.5.272.
16. Улитина Е. В., Леднева О. В., Жирнова О. Л. Статистика. М.: Московский финансово-промышленный университет «Синергия», 2013. 320 с.
17. Чеглакова А. Е. Эконометрическое моделирование влияния социально-экономических факторов на развитие сельского хозяйства // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014. № 12. С. 203–205.
18. Чулкова Е.А. Эконометрические модели в исследовании аграрного производства региона // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 1. № 29-1. С. 118-121.
19. Hsiao C. Analysis of Panel Data. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 384 p.
20. Афанасьев В. Н., Цыпин А. П. Эконометрика в пакете STATISTICA: учебное пособие по выполнению лабораторных работ. Оренбург: ИП Кострицын, 2010. 196 с.
21. Ратникова, Т. А. Анализ панельных данных и данных о длительности состояний / Т. А. Ратникова, К. К. Фурманов. – Москва : Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. 373 с.

Сведения об авторах

Клычова Гузалия Салиховна – доктор экономических наук, заведующий кафедрой бухгалтерского учета и аудита; e-mail: kgaukgs@mail.ru
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия
 Цыпин Александр Павлович – кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес-статистики; e-mail: zipin@yandex.ru
 Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Москва, Россия
 Валиев Айрат Расимович – доктор технических наук, профессор кафедры эксплуатации и ремонт машин; e-mail: ayuratvaliev@mail.ru
 Казанский государственный аграрный университет, Казань, Россия

**STATISTICAL STUDY OF SPATIAL AND TEMPORAL DEVELOPMENT
 OF AGRICULTURE AT THE MESO-LEVEL
 G.S. Klychova, A.P. Tsypin, A.R. Valiev**

Abstract. Significant transformations in the Russian economy in 1990-2000 negatively affected the development of agriculture. The number of workers in the industry has declined, and the production of some types of products has dropped to catastrophic levels. In this regard, we consider it timely and necessary to conduct a statistical study of the state of the industry at the meso-level and the factors that influence it. The aim of the research is to study the development of agriculture at the meso-level in the historical aspect based on statistical methods for assessing the current and forecasting future states. The object of research is Orenburg region and its municipalities, which is due to a number of reasons: the region occupies a stable leading position in the agriculture of Volga Federal District; the industry's contribution to GRP is about 8%; municipalities of the region are in unequal conditions that affect the development of agriculture in the region. The development of crop production in Orenburg region in 1991-2019 characterized by an increase in sunflower production and a lateral trend in gross grain harvest, while the production of silage, annual and perennial grasses significantly decreased. The lack of a forage base against the background of low early maturity led to a significant reduction in the number of cattle - this negatively affected milk production in the region. Meat production managed to keep from falling only due to the growth of poultry population. The construction of regression models based on panel data covering 35 municipalities (period 2000-2019 and 5 variables) showed that three factors influence the volume of agricultural production - the availability of acreage, investment in fixed assets and the number of cattle. The constructed statistically significant regression model with fixed effects indicates a stable structure of producers and the presence of hidden factors. This determines the direction of further research, which consists in identifying latent variables that have a significant impact on the development of the region's industry.

Key words: agriculture, crop production, animal husbandry, development, dynamics, statistics, econometric model, panel data.

References

1. Safiullin IN, Ziganshin BG, Amirova EF. [Assessment of food security in Russia]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agramogo universiteta. 2021; 16. 2 (62). 124-132 p. doi: 10.12737/2073-0462-2021-124-132.
2. Fayzrakhmanov DI, Mukhametgaliev FN, Valiev AR. [Organizational and economic aspects of increasing the efficiency of agricultural business]. Kazan: Kazanskii (Privolzhskii) federal'nyi universitet. 2021; 376 p.

3. Zakirova A, Klychova G, Zakirov Z. Information and analytical system of strategic management of activities of enterprises. *Advances in intelligent systems and computing*. 2021; Vol. 1258 AISC. 687-707 p. doi: 10.1007/978-3-030-57450-5_59.
4. Dobrodomova LA. [Investment attractiveness of agriculture of Orenburg region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2004; 4 (4). 178-180.
5. Koshul'ko AP. [Plant growing of Orenburg region as a basic sphere of the region's economy]. *Vestnik Akademii znanii*. 2020; 1 (36). 109-111 p. doi: 10.24411/2304-6139-2020-00019.
6. Lapteva EV, Khabarova SV. [The current state of dairy cattle breeding in Orenburg region: trends and development prospects]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011; 3 (31). 239-243 p.
7. Larina TN, Dobrodomova LA, Tutaeva LA. [Economic analysis of the export potential of grain production in Orenburg region]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii*. 2021; 5. 43-52 p. doi: 10.25198/2077-7175-2021-5-43. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii*. 2008; 4. 62-63 p.
8. Balash VA, Balash OS. [Linear regression models for panel data]. *Moskovskii gosudarstvennyi universitet ekonomiki, statistiki i informatiki*. 2002; 67 p.
9. Verbič M. [Models based on panel data]. *Prikladnaya ekonometrika*. 2006; 1 (1). 94-135 p.
10. Gladkova LA, Sukhinin AV. [Modeling of macroeconomic indicators of the region based on the analysis of panel data]. *Vestnik Donetskogo natsional'nogo universiteta. Seriya 5. Ekonomika i pravo*. 2017; 4. 33-39 p.
11. Lakman IA, Timir'yanova VM. [Spatial model of reproduction on panel data]. *Ekonomika i matematicheskie metody*. 2021; 57. 2. 34-44 p. doi: 10.31857/S042473880011338-0.
12. Ogorodnikov PI, Speshilova NV, Khramova VV. [Econometric modeling of grain production in Orenburg region and substantiation of innovations for grain industry development]. *Nauchnoe obozrenie: teoriya i praktika*. 2020; 10. 3 (71). 360-372 p. doi: 10.35679/2226-0226-2020-10-3-360-372.
13. Postnikov EA. [Econometric modeling of the development of Russian regions based on panel data]. *Upravlenie v sovremennykh sistemakh*. 2016; 2 (9). 3-12 p.
14. Ratnikova T. [Introduction to econometric analysis of panel data]. *Ekonomicheskii zhurnal Vyshei shkoly ekonomiki*. 2006; 10. 3. 492-520 p.
15. Speshilova NV, Kozhukhovskaya YuA. [Substantiation of promising directions for the development of agriculture in the regions of Russia using mathematical and statistical methods]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2020; 5 (118). 1298-1303 p. doi: 10.34925/EIP.2020.118.5.272.
16. Ulitina EV, Ledneva OV, Zhirnova OL. *Statistika. [Statistics]*. Moscow: Moskovskii finansovo-promyshlennyi universitet "Sinergiya". 2013; 320 p.
17. Cheglakova AE. [Econometric modeling of the influence of social and economic factors on the development of agriculture]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya: problemy i rezul'taty*. 2014; 12. 203-205 p.
18. Chulkova EA. [Econometric models in the study of agricultural production in the region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2011; 1. 29 (1). 118-121 p.
19. Hsiao C. *Analysis of panel data*. Cambridge: Cambridge University Press. 2002; 384 p.
20. Afanas'ev VN, Tsylin AP. *Ekonometrika v pakete STATISTICA: uchebnoe posobie po vypolneniyu laboratornykh rabot. [Econometrics in the STATISTICA package: a tutorial on laboratory work]*. Orenburg: IP Kostitsyn. 2010; 196 p.
21. Ratnikova TA, Furmanov KK. *Analiz panel'nykh dannykh i dannykh o dlitel'nosti sostoyanii. [Analysis of panel data and duration data of states]*. Moscow: Natsional'nyi issledovatel'skii universitet "Vysshaya shkola ekonomiki". 2014; 373 p.

Authors:

Klychova Guzaliya Salikhovna - Doctor of Economics, Head of Accounting and Auditing Department; e-mail: kgaukgs@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Tsylin Alexander Pavlovich – Ph.D. of Economic sciences, associate professor of Business Statistics Department; e-mail: zipin@yandex.ru

Moscow Financial and Industrial University "Synergy", Moscow, Russia

Valiev Ayrat Rasimovich - Doctor of Technical sciences, professor of Operation and Repair of Machines Department; e-mail: ayratvaliev@mail.ru

Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia