



Научная статья
УДК 332.05: 631.1
doi: 10.55186/25876740_2022_65_6_603

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕГИОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Н.С. Тимофеева¹, Е.Ц. Чимитдоржиева², Э.Г. Имескенова¹,
О.В. Маханова¹, Е.Ю. Итыгилова¹, Е.Н. Ванчикова¹

¹Бурятская государственная сельскохозяйственная академия
имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

²Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова,
Улан-Удэ, Россия

Аннотация. С помощью математического моделирования выявлены основные тенденции в растениеводстве и животноводстве Республики Бурятия. Период исследования составил 108 лет и затронул периоды с различными формами организации производства в сельском хозяйстве региона. В качестве исходных данных были использованы: валовой сбор зерна и зернобобовых, валовой сбор картофеля, валовой сбор сена многолетних трав, валовой сбор сена однолетних трав, численность поголовья птицы, свиней, КРС, овец и коз. В качестве основного метода исследования применен анализ временных рядов, включающий расчет показателей описательной статистики, исследование на наличие коинтеграционных соотношений между исходными данными и темпами роста показателей развития сельского хозяйства, построение моделей векторной авторегрессии. Применение эконометрических методов позволило выявить основные тенденции в растениеводстве и животноводстве региона в период с 1990 г. по 2021 г., а также позволило построить модели взаимосвязи поголовья скота и местной кормовой базы. В результате применения статистических тестов показано отсутствие долгосрочного статистического равновесия (коинтеграции) между показателями растениеводства и животноводства, что может указывать на разбалансированность в сельском хозяйстве региона. Результаты моделирования указывают на слабую связь между поголовьем скота и местной кормовой базой, что приводит к покупке комбикормов за пределами региона и удорожанию конечного продукта для потребителя. Отмечено существование коинтеграции между темпами роста КРС и темпами роста овец и коз. Основная причина долгосрочного статистического соотношения кроется в общей кормовой базе данных видов скота.

Ключевые слова: растениеводство, животноводство, временные ряды, векторная авторегрессия, коинтеграция, отраслевая структура сельского хозяйства региона

Original article

STUDY OF THE MAIN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE OF THE REGION USING THE METHODS OF MATHEMATICAL MODELING

N.S. Timofeeva¹, E.Ts. Chimitdorzhieva², E.G. Imeskenova¹,
O.V. Makhanova¹, E.Yu. Itygiлова¹, E.N. Vanchikova¹

¹Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Philippov, Ulan-Ude, Russia

²Dorzhii Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude, Russia

Abstract. The main trends in the Republic of Buryatia crop production and animal husbandry have been identified with the help of mathematical modeling. The study period was 108 years and covered periods with various production organization forms in regional agriculture. The gross harvest of grain and legumes, the gross harvest of potatoes, the gross hay harvest of perennial grasses, the gross hay harvest of annual grasses, and the number of poultry, pigs, cattle, sheep, and goats were used as initial data. As the main research method, time series analysis was used, including the calculation of descriptive statistics indicators, the study of the cointegration relationship presence between the initial data and the growth rates of agricultural development indicators, and the vector autoregression models construction. The use of econometric methods allowed us to identify the main trends in the region crop production and animal husbandry from 1990 to 2021, and also allowed us to build models of the relationship between livestock population and the local feed base. As a result of the application of the statistical tests, the absence of a long-term statistical equilibrium (cointegration) between the indicators of crop production and animal husbandry is shown, which may indicate an imbalance in the region's agriculture. The simulation results indicate a weak relationship between the livestock population and the local feed base, which leads to the purchase of compound feeds outside the region and the rise in the final product price for the consumer. The existence of cointegration between the growth rates of cattle and the growth rates of sheep and goats is noted. The main reason for the long-term statistical ratio lies in the common feed base of these livestock species.

Keywords: crop production, animal husbandry, time series, vector autoregression, cointegration, region agriculture branch structure

Введение. Современное развитие сельского хозяйства неоднократно вызывало много обсуждений и исследований в аграрной области. При этом реалии жизни в условиях санкций диктуют условия новых тенденций развития сельского хозяйства как для региона, так и страны в целом. С одной стороны, новая геополитическая ситуация создает небольшую панику среди сельхозтоваропроизводителей, с другой стороны, открывает новые возможности развития сельского хозяйства. Сегодня стоит вопрос о продовольственной безопасности страны и в отдельности каждого региона как никогда остро, возникает вопрос по определению нового драйвера импортозамещения.

Развитие сельского хозяйства в регионе становится первостепенной задачей с целью самообеспечения продукцией как отрасли растениеводства, так и отрасли животноводства. При этом можно с уверенностью сказать, что потенциал развития отрасли растениеводства и отрасли животноводства не полностью раскрыт, существует огромный потенциал для развития конкурентоспособного сельского хозяйства. Глава Минсельхоза Дмитрий Патрушев подчеркнул: «Будем вести работу по всей производственной цепочке. Это позволит вывести наш аграрный сектор на совершенно новую ступень технологического развития: укрепить продовольственную безопасность, повысить

эффективность и производительность труда, создать новые высококвалифицированные рабочие места, подтянуть аграрную науку и совершенствовать профильное образование».

В связи с этим было проведено данное исследование, целью которого является выявление основных тенденций в отраслях сельского хозяйства Республики Бурятия и взаимосвязей в развитии его отдельных отраслей.

Объектом исследования выступает сельское хозяйство Республики Бурятия и его основные отрасли.

Методы или методология проведения исследования. Основные результаты исследования



были получены с использованием анализа временных рядов за период с 1913 по 1921 г. по республике Бурятия. Для исходных временных рядов рассчитаны показатели описательной статистики. Проведено тестирование на стационарность исходных временных рядов и рядов динамики, составленных из темпов роста исходных данных за период с 1990–2021 гг. Для стационарных временных рядов построены модели векторной регрессии. Применение моделей VAR дало возможность одновременно исследовать несколько временных рядов, в которых каждая модель регрессирует на лаги всех переменных модели, в итоге построены зависимости поголовья скота от местной кормовой базы с учетом лаговых переменных. Для нестационарных временных рядов типа *DS* применены тесты Ингла-Грейнджера и Йохансена на существование коинтеграционного соотношения.

Проведение исследования. Исследование тенденций развития сельского хозяйства является необходимой составляющей для выявления проблемы сбалансированного развития отраслей растениеводства и животноводства в сельском хозяйстве региона на основе результатов анализа состояния аграрной отрасли региона и его отраслевой структуры. Сельское хозяйство — это комплекс взаимозависимых отраслей растениеводства и животноводства. Отрасль растениеводства обеспечивает кормовую базу для животноводства, в то же время животноводство, отличающееся по производственному циклу от растениеводства, является источником финансирования текущих затрат в растениеводстве. Природно-климатические, почвенные, географические, социо-культурные условия отдельных территорий создают предпосылки для развития тех или иных отраслей сельского хозяйства, определяют его отраслевую структуру. Однако взаимная зависимость растениеводства и животноводства обуславливает необходимость такого развития отраслей сельского хозяйства, которое обеспечивает оптимальную отраслевую структуру и поступательное развитие отрасли в целом.

Изменения в отраслевой структуре являются результатом сокращения объемов производства зерновых и зернобобовых, кормовых культур и увеличения объемов производства скота и птицы. При этом последнее сопровождается сокращением поголовья сельскохозяйственных животных и уменьшением объемов производства молока. Недостаточное внимание к решению проблем развития отрасли растениеводства негативно влияет не только на развитие этой отрасли, но и сдерживает развитие животноводства. В связи с этим возникает необходимость формирования сбалансированной отраслевой структуры и системного подхода к развитию отраслей сельского хозяйства с учетом их взаимного влияния.

За последние 50 лет во всех регионах России наблюдается снижение доли сельского хозяйства в ВРП. При этом если рассматривать отдельно регион, то наблюдается снижение валового сбора отдельных видов продукции отрасли растениеводства и снижение поголовья скота по отдельным категориям. Так, в Республике Бурятия в 1916 году поголовье крупного рогатого скота составляло 411,0 тыс. голов, в 1923 году происходит снижение поголовья на 99 тыс. голов. Такая тенденция развития отрасли животноводства наблюдается на протяжении всего периода исследования, динамика развития показывает, что для увеличения поголовья скота до уровня успешного года необходимо не менее 20–25 лет. Динамика темпов роста продукции отрасли животноводства в Республике Бурятия отражена на рисунке 1.

В ходе исследования были рассмотрены данные по Республике Бурятия за период с 1916 г. по 2021 г. В регионе темпы роста продукции отрасли животноводства за рассматриваемый период имеют как тенденцию к снижению, так и к увеличению. По поголовью КРС в целом имеется тенденция к снижению, хотя в 1941 и 1971 гг. оно было на 32,7 и 19,1% выше по отношению к уровню предыдущих годов. Начиная с 2000 годов значения показателя почти такие же, как в базисном году. Резкое снижение на 28,5% наблюдается в 1995 году по сравнению с базисным годом. Максимальное поголовье КРС наблюдалось в 1990 году и составило 559,1 тыс. голов и в 1916 году — 411 тыс. голов, начиная с 1995 года и по настоящее время поголовье КРС составляло чуть более 300 тыс. голов.

Рост поголовья свиней, начиная с 1916 года, набирает высокие темпы, которые продолжались до 1990 года. Резкий скачок наблюдается в 1941, 1961, 2013 годах по отношению к предыдущему году, темпы роста увеличились на 175,5%, 219,2% и 83,2% соответственно. Поголовье свиней начало расти в 2013 г. за счет начала производственной деятельности ЗАО «Свинокомплекс «Восточно-Сибирский», являющегося дочерним предприятием Сибирской Аграрной группы. С 2014 года прослеживаются незначительные изменения показателя — чуть более 200 тыс. голов.

Темпы роста поголовья овец и коз, а также поголовья птицы показывают стабильно умеренное развитие. Также можно отметить, что наиболее высокий скачок темпов роста можно наблюдать в 1941, 1961 и 1991 гг. По поголовью овец и коз максимальный показатель был в 1973 году и составил 1902 тыс. голов, а по поголовью птицы в 1990 году — 3240,7 тыс. голов. Также наблюдаются незначительные изменения показателей, начиная с 2010 года по настоящее время, поголовье овец и коз находится в пределах чуть больше 200 тыс. голов, поголовье птиц не превышает 490 тыс. голов.

Динамика темпов роста производства продукции животноводства Республики Бурятия говорит о том, что ее объемы производства претерпевают ежегодные изменения, что вызвано многими факторами. Значительный спад в регионе поголовья животных, особенно свиней, происходит с 1916 по 1923 гг., что связано с периодом Первой мировой войны, военной интервенции, гражданской войны и засухи в целом в России. Так, поголовье животных в этот период сократилось: КРС — на 25%, свиней — на 59,2%, овец и коз — на 52,4%, птиц — на 47,2%. Ближе к 1940-ым годам происходит коллективизация и создание ферм в колхозах и совхозах, что привело к заметному росту поголовья животных, в том числе поголовье КРС увеличилось на 32,7%, свиней — на 175,5%, овец и коз — на 194,2%, птицы — на 115,9%. Значительный рост поголовья позволил в годы Великой отечественной войны обеспечить армию и тыл продовольствием. В послевоенные годы пятилетний план восстановления и развития сельского хозяйства предопределил развитие отрасли животноводства быстрыми темпами. Начиная с 1945 года по 1961 год развитие отрасли происходит ускоренными темпами за счет финансовой поддержки и развития материально-технической базы аграриев. Однако в период 60–70 гг. XX века ограничения развития личных крестьянских подсобных хозяйств привели опять к спаду поголовья животных, в особенности поголовья КРС и свиней. И вновь в 70-е годы за счет технического переоснащения сельхозтоваропроизводителей происходит новый толчок в развитии сельского хозяйства, в том числе отрасли животноводства, и продолжается до 80-ых годов.

В 1991 году постепенно в регионе и в стране в целом прекращается обновление материально-технической базы аграрной отрасли, «...государство практически перестало вкладывать средства в сельское хозяйство. В 1990 г. государственные ассигнования составили 71% всех инвестиций в производственные объекты сельского хозяйства России, а в 1999 г. доля бюджетных средств в капиталовложениях составила всего 6,6%. С 1994 по 2000 гг. доля средств на развитие агропромышленного производства в федеральном бюджете сокращена с 12% до 4%, из бюджетов субъектов федерации — с 16% до 4%...» [7]. Это привело к износу основных фондов сельскохозяйственных предприятий, нарушению цикла воспроизводства материально-технической базы аграрной отрасли, что повлекло за собой резкое сокращение поголовья животных и появление зависимости страны от продовольственного импорта. В 2010 году в Республике Бурятия наблюдается обвальный спад поголовья животных. В последующие годы развитие отрасли животноводства происходит более медленными темпами, что вызвано, прежде всего, развитием местной кормовой базой, уменьшением объемов государственной поддержки и общим ухудшением экономической ситуации в стране, а также закредитованностью сельских товаропроизводителей.

Отрасль растениеводства в Республике Бурятия, несомненно, взаимосвязана с отраслью животноводства. Местная кормовая база — это залог успешного роста поголовья скота. Судить о тенденциях развития отрасли животноводства невозможно без исследования динамики темпов роста продукции растениеводства (рис. 2).

Растениеводство региона представлено зерновыми, кормовыми и овощными культурами, картофелем, районированными к условиям республики. Наибольшую долю в структуре продукции отрасли растениеводства занимают зерновые и зернобобовые, темпы роста которых в преобладающем большинстве имеют положительную динамику. Наибольший валовой сбор зерновых и зернобобовых в республике приходится на 90-ые годы и составил 4544,6 тыс. тонн. Резкие скачки темпов роста наблюдаются в 1940 г. (увеличение на 302,3%) и в 1960 г. (рост на 167%). Значительное снижение валового сбора зерновых и зернобобовых отмечено в 1950 году на 61,9% и в 2015 году на 73,6%.

Темпы роста валовых сборов картофеля, многолетних и однолетних трав стабильно умеренные. Также можно отметить, что наиболее высокий скачок темпов роста можно наблюдать в 1940, 1960 и 1990 гг. По валовому сбору картофеля максимальный показатель был в 1995 году и составил 2047 тыс. тонн и по многолетним и однолетним травам в 1990 году — 977,6 и 950,2 тыс. тонн соответственно. Также наблюдаются незначительные изменения показателей, начиная с 2010 года по настоящее время, валовой сбор картофеля находится в пределах 1500 тыс. тонн в год и валовой сбор многолетних и однолетних трав колеблется от 200 до 500 тыс. тонн.

Анализ показал, что темпы роста объемов производства продукции растениеводства в 1913–2021 гг. сопровождается увеличением темпов роста объемов производства скота и птицы на убой в этот же период. Сопоставление темпов развития отраслей растениеводства и животноводства говорит о схожей динамике развития аграрных отраслей. При снижении темпов роста отрасли животноводства происходит типичное развитие и отрасли растениеводства в рассматриваемый период. Развитию отрасли животноводства способствует наличие обширных луговых



и пастбищных угодий. Все это в совокупности предопределяет, что структурная зависимость между развитием отраслей растениеводства и животноводства и динамика развития отраслей взаимосвязаны. Неоспорим тот факт, что сокращение объемов производства продукции растениеводства,

используемой на корм сельскохозяйственным животным, является причиной неконкурентоспособного развития, как отрасли растениеводства, так и отрасли животноводства.

В Республике Бурятия ведущей аграрной отраслью является животноводство, представленное

молочным и мясным скотоводством, овцеводством, табунным коневодством, свиноводством и птицеводством [6]. В структуре сельскохозяйственного производства за последние 7 лет преобладает продукция животноводства (рис. 3). При этом с 1916 года по 2014 год периодически происходил рост доли продукции растениеводства и соответственно снижение доли продукции животноводства, что обусловлено реализацией комплекса мероприятий по поддержке отрасли растениеводства.

Так, в 1916 году доля отрасли растениеводства составляла 72,0%, что повторилось и в 1960 году. Постепенно происходит изменение структуры производства продукции сельского хозяйства в республике, связанное в большей степени с снижением значимости отрасли растениеводства в регионе. Выделение отрасли животноводства в качестве основной отрасли сельского хозяйства Бурятии происходит на фоне того, что мероприятия по развитию зернового и кормового производства носят характер текущей поддержки и не ориентированы на их развитие в долгосрочной перспективе. В связи с этим, отставание в развитии растениеводства выступает сдерживающим фактором развития животноводства. Более того, как показывают результаты анализа, нерешенные проблемы в растениеводстве создают предпосылки для возникновения кризисной ситуации в животноводстве [6].

Анализ статистических данных по развитию отраслей растениеводства и животноводства в Республике Бурятия позволяет сделать вывод о наличии проблемы несбалансированной структуры сельского хозяйства. Формирование отраслевой структуры, обеспечивающей развитие сельского хозяйства в целом, должно стать управляемым процессом, результатом комплексной оценки и воздействия на потенциал развития отдельных отраслей сельского хозяйства, выявления взаимосвязей и взаимозависимостей между ними. Данное исследование целесообразно осуществить с использованием методов математического моделирования.

Использование метода математического моделирования, а именно эконометрических методов, позволило выявить закономерности в долгосрочном развитии сельского хозяйства региона, оценить волатильность процессов развития растениеводства и животноводства [8]. В таблице 1 приведена описательная статистика для исходных временных рядов.

В исследуемый период времени высокая волатильность наблюдается во временных рядах поголовья птицы, поголовья овец и коз и валового сбора сена многолетних трав. Это связано с разрывом межхозяйственных связей и трансформационными процессами в экономике. Так, в овцеводстве произошла смена специализации с тонкорунного овцеводства на полугрубшерстное и грубошерстное овцеводство. На сокращение объемов производства многолетних трав на сено повлияли отсутствие и низкое качество семенного материала, низкая обеспеченность сельскохозяйственной техникой и не соблюдение агротехнологий в производстве продукции.

В таблице 2 представлена описательная статистика временных рядов для темпов роста.

Среднегодовые темпы роста временных рядов за рассматриваемый период ниже 100%, что указывает на сокращение объемов производства в натуральном выражении. Наибольшее замедление темпов роста наблюдается по показателю «Сено многолетних трав». Наибольшая волатильность отмечается в показателе «Сено однолетних трав». Минимальная волатильность наблюдается

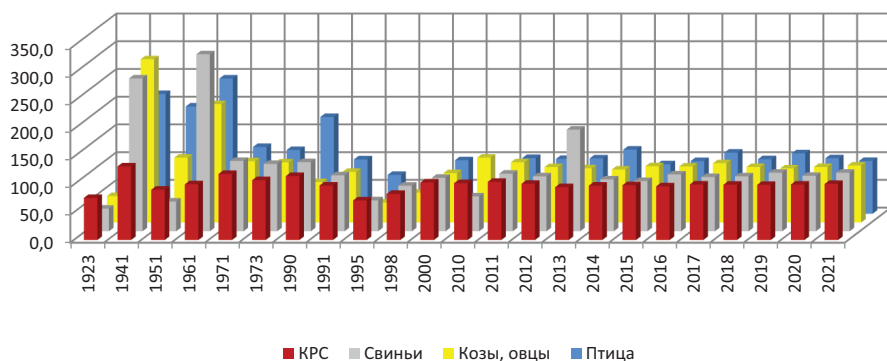


Рисунок 1. Динамика темпов роста продукции отрасли животноводства в Республике Бурятия, %
Figure 1. Dynamics of growth rates of livestock production in the Republic of Buryatia, %

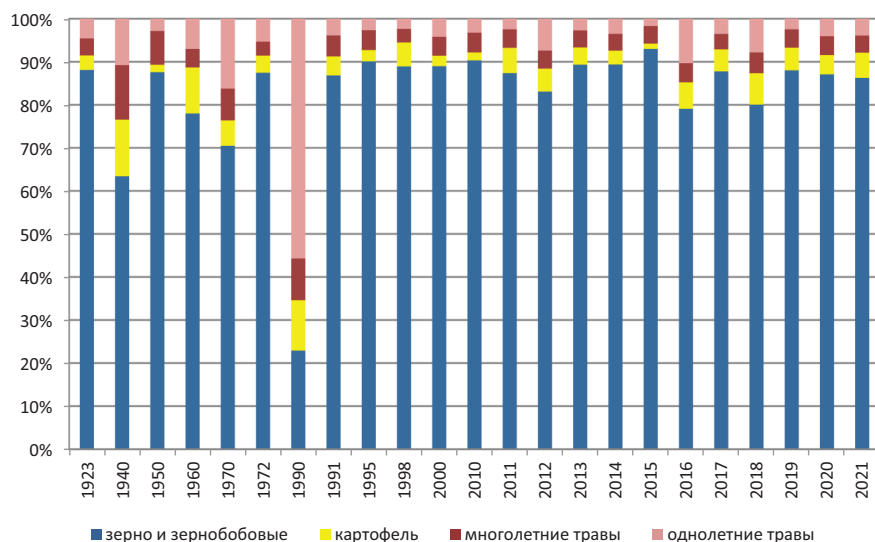


Рисунок 2. Динамика темпов роста продукции отрасли растениеводства в Республике Бурятия, %
Figure 2. Dynamics of growth rates of crop production in the Republic of Buryatia, %

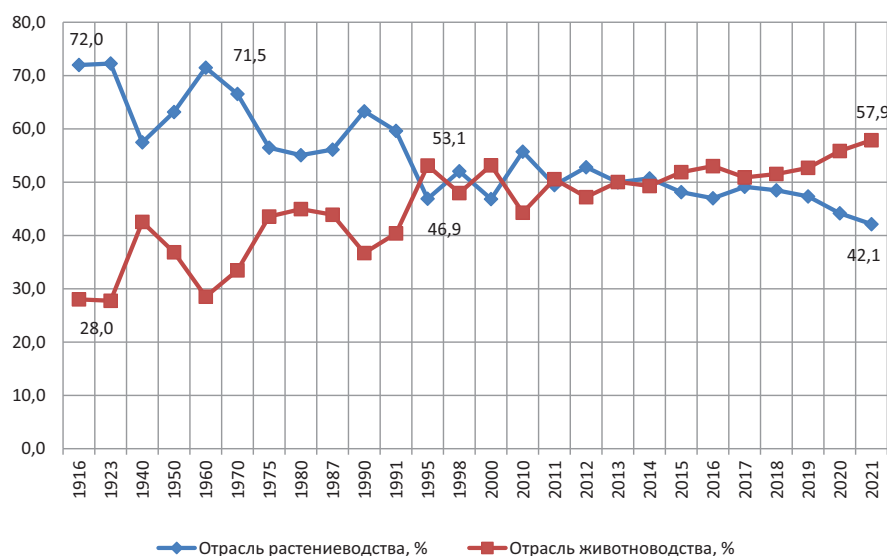


Рисунок 3. Изменение структуры производства продукции сельского хозяйства в Республике Бурятия
Figure 3. Changes in the structure of agricultural production in the Republic of Buryatia





Таблица 1. Описательная статистика для исходных временных рядов (с 1990 г. по 2021 г.)
Table 1. Descriptive statistics for original time series (from 1990 to 2021)

Показатель	зерно и зернобобовые	картофель	сено многолетних трав	сено однолетних трав	птица	свиньи	овцы козы	KPC
Среднее	1584,3	1487,4	298,7	304,5	974,1	122,4	381,9	365,4
Медиана	1091,7	1456,6	259,8	217,8	489,1	118,6	265,3	342,7
Минимум	214,6	964,9	34,5	56,5	370,9	69,1	207,3	312,4
Максимум	4544,6	2297,2	977,6	950,2	3240,7	264,3	1384	559,1
Стандартное отклонение	1148,3	336,3	239,7	217,8	933,1	49,8	311,1	64
Вариация	0,725	0,226	0,802	0,715	0,958	0,407	0,815	0,175
Асимметрия	1,18	0,814	1,305	0,952	1,549	1,475	2,264	2,017
Экссесс	0,518	0,069	1,036	0,479	0,746	2,008	3,803	3,005
Пропущенные наблюдения	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 2. Описательная статистика для темпов роста (с 1991-2021 гг.)
Table 2. Descriptive statistics for growth rates (from 1991 to 2021)

Показатель	зерно и зернобобовые	картофель	сено многолетних трав	сено однолетних трав	птица	свиньи	овцы козы	KPC
Среднее	95,88	98,44	91,91	98,46	93,94	97,75	94,98	98,32
Медиана	98,14	99,08	89,32	95,80	95,84	97,77	99,42	98,90
Минимум	26,35	63,81	36,85	24,06	57,39	80,54	72,94	90,55
Максимум	183,75	129,96	263,74	466,63	117,88	183,15	108,37	105,32
Стандартное отклонение	31,21	12,55	45,92	80,23	12,37	17,89	9,946	3,921
Вариация	0,308	0,127	0,460	0,700	0,130	0,181	0,104	0,039
Асимметрия	0,248	-0,093	1,844	2,954	-0,660	3,434	-1,003	-0,221
Экссесс	0,634	1,214	3,916	10,178	1,211	14,124	-0,172	-0,651
Пропущенные наблюдения	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 3. Тест ADF на стационарность исходных временных рядов
Table 3. ADF test for stationarity of original time series

Временной ряд	тест без константы		тест с константой		тест с константой и трендом		Лag
	статистика	p-значение	статистика	p-значение	статистика	p-значение	
<i>zerno zernobobov</i>	-2,875	0,005509	-2,892	0,057	-2,036	0,560	4
<i>kartofel</i>	-0,588	0,463	-8,295	0,000	-8,193	0,000	4
<i>mноголетn trav</i>	-4,109	0,000	-3,508	0,014	-3,355	0,058	9
<i>однолетn trav</i>	-2,196	0,029	-3,135	0,034	-3,049	0,136	9
<i>ptitsa</i>	-4,824	0,000	-3,681	0,010	-1,523	0,799	4
<i>svini</i>	-2,433	0,017	-3,431	0,017	-2,185	0,481	9
<i>ovtsi kozi</i>	-2,914	0,003	-3,022	0,033	-7,926	0,000	9
<i>KRS</i>	-3,317	0,002	-6,103	0,000	-5,313	0,000	9

Таблица 4. Тест ADF на стационарность темпов роста поголовья KPC и поголовья овец, коз
Table 4. ADF test for stationarity of growth rates of cattle and sheep, goats

Временной ряд	тест без константы		тест с константой		тест с константой и трендом		Лag
	статистика	p-значение	статистика	p-значение	статистика	p-значение	
<i>ovtsi kozi</i>	-0,034	0,664	-1,313	0,611	-2,551	0,303	4
<i>KRS</i>	0,487	0,821	-2,785	0,072	-3,466	0,061	4

Таблица 5. Тест Ингла-Грейнджера на коинтеграцию
Table 5. Ingle-Granger test for cointegration

Временные ряды	Лag	Тест с константой	
		Статистика	p-значение
<i>TR ovtsi kozi</i> <i>TR KRS</i>	2	-4,67048	0,004041

в поголовье KPC, что связано в меньшей зависимостью поголовья скота от природно-климатических условий, чем при производстве продукции растениеводства.

В исследовании использовались следующие обозначения:

zerno zernobobov (*zerno zernobobov_1*) — валовой сбор зерна и зернобобовых в текущем и предыдущем периоде, тыс. ц;

kartofel (*kartofel_1*) — валовой сбор картофеля в текущем и предыдущем периоде, тыс. ц;

mноголетn trav (*mноголетn trav_1*) — сено многолетних трав в текущем и предыдущем периоде, тыс. ц;

однолетn trav (*однолетn trav_1*) — сено однолетних трав в текущем и предыдущем периоде, тыс. ц;

ptitsa (*ptitsa_1*) — поголовье птицы в текущем и предыдущем периоде, тыс. голов.

svin (*svin_1*) — поголовье свиней в текущем и предыдущем периоде, тыс. голов.

ovtsi kozi (*ovtsi kozi_1*) — поголовье овец и коз в текущем и предыдущем периоде, тыс. голов.

KRS — поголовье KPC в текущем и предыдущем периоде, тыс. голов;

TR ovtsi kozi — темпы роста поголовья овец и коз, в %.

TR KRS — темпы роста поголовья KPC, в %.

Для построения эконометрических моделей, отражающих связь между поголовьем скота и местной кормовой базой, с использованием метода наименьших квадратов необходимо проверить на стационарность ряды динамики (табл. 3).

По данным таблицы 3 временные ряды динамики являются стационарными, то же самое можно сказать о темпах роста временных рядов. Исключение составляют темпы роста поголовья KPC, темпы роста поголовья овец и коз (табл. 4).

Согласно таблице 4 временные ряды нестационарны, причем наблюдается *DS* — нестационарность, что указывает на возможное существование коинтеграции между этими временными рядами. Проверка коинтеграции между рядами динамики осуществлялась двумя тестами: тестом Ингла-Грейнджера, тестом Йохансена (табл. 5).

Согласно тесту Ингла-Грейнджера отмечается коинтеграция между двумя временными рядами на втором лаге. Результаты теста Йохансена представлены в таблице 6.

На уровне значимости 5% отмечается коинтеграция между временными рядами. Коинтеграция между темпами роста KPC и темпами роста овец и коз подтверждается двумя тестами. KPC и овцы являются травоядными, следовательно, на их поголовье существенно влияет один и тот же фактор — кормовая база в виде сенокосов и пастбищ. Изменение в урожайности сенокосов одинаково влияет на поголовье KPC и овец, коз в регионе.

Так как большинство исходных временных рядов стационарны, то возможно построение моделей векторной авторегрессии. Построение моделей VAR по поголовью KPC с учетом влияния кормовой базы представлено в таблице 7.

Модель значима по критерию Фишера $F(3,18)=20,30692$, *p*-значение (F)=5,25E-06. Коэффициент детерминации составляет 0,81. Данная модель указывает на то, что поголовье KPC в текущем году существенно зависит от поголовья скота в предыдущем году, валового сбора картофеля и сена многолетних трав в предыдущем году. Остатки модели нормальны и гомоскедастичны.

Большая часть поголовья KPC (71%) находится в хозяйствах населения региона. Причем, эта доля существенно не менялась в течение периода исследования. В хозяйствах населения выращивается 80% от валового сбора картофеля в регионе, следовательно, кормление KPC населением осуществляется с введением в рацион большого



количества картофеля и небольшим количеством комбикорма. В структуре производства сена многолетние травы занимают незначительную часть, что связано с проблемами обеспечения семенами многолетних трав. Крупные семеноводческие хозяйства региона были представлены двумя хозяйствами по состоянию на 1990 г.: ОПХ «Иволгинское» и ОПХ «Байкальское». В настоящее время работает только одно ФГУП «Байкальское» (ранее — ОПХ «Байкальское») в Кабанском районе, но его мощностей не хватает для обеспечения нужд растениеводства. Нарушилась производственная цепочка по обеспечению семеноводческим материалом товаропроизводителей региона, что привело к снижению объемов производства сена многолетних трав.

Построение модели однолетних трав в зависимости от поголовья овец и коз представлено в таблице 8.

Модель значима по критерию Фишера $F(3,18)=42,6876$, p -значение (F)= 2,18E-08. Коэффициент детерминации составляет 0,79. Остатки модели нормальны и гомоскедастичны. Согласно модели на сено однолетних трав существенно влияет поголовье овец и коз в предыдущем году. Данная зависимость демонстрирует связь, при которой рост поголовья овец и коз стимулирует производителей наращивать объемы производства однолетних

трав. При этом влияние посевов многолетних трав слажено, в отличие от однолетних трав.

Построение модели влияния местной кормовой базы на поголовье птицы дало следующий результат (табл. 9).

Модель значима по критерию Фишера $F(2,28)=197,682$, p -значение (F)= 3,06E-17. Коэффициент детерминации составляет 0,96. Поголовье птицы сосредоточено в крупных сельскохозяйственных организациях региона. Следовательно, в основе всех рационов лежат концентрированные корма. Комбикорм для птицы, в основном, импортируется в регион. Следовательно, зависимость поголовья птицы от местной кормовой базы отсутствует. Поголовье птицы в большей степени зависит от поголовья предыдущего года.

Построение модели влияния местной кормовой базы и поголовья свиней представлено в таблице 10.

Модель значима по критерию Фишера $F(2,19)=19,138$, p -значение (F)= 0,00002. Коэффициент детерминации составляет 0,63. Остатки нормальные и гомоскедастичны. Поголовье свиней преимущественно находится в крупных сельскохозяйственных организациях и хозяйствах населения. Производство продукции связано с использованием концентрированных кормов, промышленными технологиями, с высоким

уровнем механизации (автоматизации) работ. Концентрированные корма крупными партиями завозятся из других регионов, следовательно, зависимость от местного зерна низкая. Поголовье свиней в большей степени зависит от поголовья и объема производства картофеля в предыдущем периоде. По мере выращивания поголовья свиней фермерские хозяйства и хозяйства населения начинают уменьшать посевные площади картофеля в связи с трудоемкостью процесса производства свинины и картофеля.

Выводы и результаты исследования. Исследование временного периода развития сельского хозяйства в регионе почти за 100 лет показывает высокую степень зависимости сельского хозяйства от институциональных факторов. Показатели развития сельского хозяйства региона в области растениеводства за период с 1913 по 2021 гг. синхронизированы с показателями развития животноводства. Увеличение объемов производства продукции растениеводства в 1913-2021 гг. сопровождается увеличением объемов производства скота и птицы на убой в этот же период. Волатильность показателей развития сельского хозяйства совпадает с историческими периодами развития страны, изменением институциональных условий развития сельского хозяйства.

Вместе с тем, проведенный анализ статистических данных по развитию отраслей растениеводства и животноводства показал наличие несбалансированной структуры сельского хозяйства. Снижение темпов роста валовых сборов картофеля, многолетних и однолетних трав после 90-х годов приводит к снижению влияния производства продукции растениеводства на увеличение производства продукции животноводства, что выражается в замедлении темпов роста продукции животноводства с начала 2000-х годов. Данная ситуация во многом усугубляется отсутствием долгосрочной политики по развитию зернового и кормового производства. Наибольшее замедление темпов роста наблюдается по показателю «Сено многолетних трав», тогда как по показателю «Сено однолетних трав» наблюдается наоборот высокая волатильность. Данные процессы связаны с высокой концентрацией поголовья скота в хозяйствах населения и небольших сельскохозяйственных предприятиях, которые не в состоянии обеспечить себя квалифицированными кадрами, необходимыми для выращивания многолетних трав. Волатильность же однолетних трав связана с изменением природно-климатических условий и сильно зависит от размеров поголовья скота. Данные процессы также значительно влияют на изменение технологий выращивания скота, обусловленных изменением кормовой базы.

Список источников

1. Болтаевский А.А., Прядко И.П. Драйвер роста: сельское хозяйство и перспективы развития современной экономики // Теоретическая и прикладная экономика. 2018. № 3. С. 88-95.
2. Бурятская АССР в цифрах: юбилейный статистический сборник. Улан-Удэ: Бурятское книжное издательство, 1973. 200 с.
3. Исмиханов З.Н. Идентифицируемые регрессионные модели взаимосвязи показателей развития сельского хозяйства в регионах // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т. 18. № 7(478). С. 1357-1373.
4. Кравченко Д.Б. Разработка пространственно-отраслевой модели эффективного развития АПК муниципальных образований Краснодарского края // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2019. Т. 8. № 2(27). С. 194-198.
5. Кузнецов С.В., Якишин Ю.В. Факторы роста экономики регионов России: структуралистский подход //

Таблица 6. Тест Йохансена на коинтеграцию между темпами роста КРС и темпами роста овец и коз
Table 6. In Johansen test for cointegration between growth rates of cattle and growth rates of sheep and goats

Тип теста	Ранг	Статистический критерий λ_{trace}		Статистический критерий λ_{max}		Лег
		Статистика критерия	p -значение	Статистика критерия	p -значение	
Неограниченная константа	$r=0$	17,607	0,022	15,658	0,0278	2
	$r>1$	1,9498	0,1626	1,9498	0,1626	

Таблица 7. Модель VAR влияния кормовой базы на поголовье КРС (по данным с 2000 г. по 2021 г.)
Table 7. VAR model of the impact of the feed base on the number of cattle (based on data from 2000 to 2021)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение
Постоянная	149,442	36,3624	4,110	0,0007
KRS_1	0,365689	0,12006	3,046	0,0070
kartofel_1	0,0601172	0,01280	4,695	0,0002
mnogoletntravi_1	-0,08375	0,01752	-4,780	0,0001

Таблица 8. Модель VAR влияния на сено однолетних трав поголовья овец и коз (по данным с 2000 г. по 2021 г.)
Table 8. VAR model of the impact on hay of annual grasses of sheep and goats (according to data from 2000 to 2021)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение
Постоянная	-847,970	323,042	-2,625	0,0172
ovtsi_kozi_1	4,1385	1,2196	3,393	0,0032
mnogoletntrav_1	0,00953	0,2656	0,0359	0,9718
odholetntrav_1	0,3603	,18550	1,942	0,0679

Таблица 9. Модель VAR местной кормовой базы на поголовье птицы (по данным с 2000 г. по 2021 г.)
Table 9. VAR model of the local forage base per poultry population (data from 2000 to 2021)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение
Постоянная	-102,659	87,224	-1,177	0,2491
ptitsa_1	0,92404	0,0503	18,37	3,71E-017
time	5,1993	2,9773	0,091	0,0917

Таблица 10. Модель VAR влияние местной кормовой базы на поголовье свиней (по данным с 2000 г. по 2021 г.)
Table 10. VAR model of the impact of the local feed supply on the number of pigs (data from 2000 to 2021)

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	p-значение
Постоянная	87,0708	20,5080	4,246	0,0004
svini_1	0,57764	0,12820	4,506	0,0002
kartofel_1	-0,03380	0,00927	-3,645	0,0017





Экономическое возрождение России. 2022. № 1(71). С. 93-105.

6. Маханова О.В. Развитие инновационной деятельности в сельском хозяйстве региона: диссертация ... кандидата Экономических наук: 08.00.05. Улан-Удэ, 2016. 175 с.

7. Морозов Н.М., Рассказов А.Н. Анализ развития животноводства в России // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2016. № 2 (22). С. 126-133.

8. Наумов И.В., Седельников В.М. Сценарное моделирование и прогнозирование пространственной трансформации рынка общественного питания в России // Управление. 2021. № 4. С.75-91.

9. Ноева Е.Е. Исследование отраслевых диспропорций в экономике Республики Саха (Якутия) // Финансовая экономика. 2020. № 10. С. 260-263.

10. Носонов А.М. Экономические циклы в современном сельском хозяйстве Европейской России // Стратегия и тактика развития производственно-хозяйственных систем : сборник научных трудов. Гомель : Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого, 2019. С. 29-33.

11. Носонов А.М. Современные методы моделирования развития сельского хозяйства // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2018. № 3. С. 62-74.

12. Радийчук А.А. Природно-ресурсные факторы формирования территориально-производственной структуры субъекта Дальневосточного федерального округа России // Успехи современного естествознания. 2020. № 3. С. 99-103.

13. Сельское хозяйство СССР: Статистический сборник/ Госкомстат СССР. М.: Финансы и статистика, 1988. 535 с.

14. Тайжанова М.М., Дмитриенко С.Л. Оптимизация сельскохозяйственного землепользования в Северо-Казхстанской области // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2019. № 2(34). С. 76-81.

15. Намысов С.В., Барышева С.А., Коваев В.В. [и др.] Территориально-отраслевые комплексы региона: структура и особенности развития // Экономика и предпринимательство. 2020. № 2(115). С. 479-482.

16. Федеральная служба государственной статистики: [электронный ресурс]. URL: <http://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 21.07.2022).

17. Эльдиева Т.М. Формирование многоукладного сельского хозяйства (региональный аспект). Москва : КноРус, 2020. 212 с.

18. Яковенко Н.А., Иваненко И.С., Воронов А.С. Структурная модернизация как фактор роста конкурентоспособности агропродовольственного комплекса России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 1. С. 17-20.

References

1. Boltaevskii, A.A. & Pryadko I.P. (2018). *Driver rosta: sel'skoe khozjaistvo i perspektivy razvitiya sovremennoi ehkonomiki* [Growth driver: agriculture and prospects for the modern economy development]. *Teoreticheskaya i prikladnaya ehkonomika*, no. 3, pp. 88-95.

2. *Buryatskaya ASSR v tsifrakh (yubileinyi statisticheskii sbornik)* [Buryat ASSR in numbers (Anniversary Data Book)]. Ulan-Ude: *Buryatskoe knizhnoe izdatel'stv*, 1973.

3. Ismikhonov Z.N. (2020). *Identifitsiruemye regressi-onnye modeli vzaimosvyazi pokazatelei razvitiya sel'skogo khozjaistva v regionakh* [Identifiable regression models of the agricultural development indicators' relationship in the regions]. *Regional Economics: Theory and Practice*, vol. 18, no. 7(478), pp. 1357-1373.

4. Kravchenko D.B. (2019). *Razrabotka prostranstvenno-otraslevoi modeli ehkfektivnogo razvitiya APK munitsipal'nykh obrazovaniy Krasnodarskogo kraja* [The development of a spatial-sectoral models of effective agricultural development of municipal formations of Krasnodar region]. *Azimuth of scientific research: economics and administration*, vol. 8, no. 2(27), pp. 194-198.

5. Kuznetsov S.V. & Yakishin, Yu.V. (2022). *Faktory rosta ehkonomiki regionov Rossii: strukturalistskii podkhod* [Factors of economic growth in Russian regions: a structuralist approach], *Ehkonomicheskoe vozrozhdenie Rossii*, no. 1(71), pp. 93-105.

6. Makhanova O.V. (2016). *Development of innovative activity in the region's agriculture* (PhD Thesis). Ulan-Ude: East Siberia State University of Technology and Management.

7. Morozov N.M. & Rasskazov, A.N. (2016). *Analiz razvitiya zhivotnovodstva v Rossii* [Analysis of the animal husbandry development in Russia], *Vestnik Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva*, no. 2 (22), pp. 126-133.

8. Naumov I.V. & Sedel'nikov V.M. (2021). *Stsenarnoe modelirovanie i prognozirovaniye prostranstvennoi transformatsii rynka obshchestvennogo pitaniya v Rossii* [Scenario modelling and forecasting of spatial transformation in the Russian catering market], *Upravlenets*, no. 4, pp. 75-91.

9. Noeva E.E. (2020). *Issledovanie otraslevykh disproporsii v ehkonomike Respubliki Sakha (Yakutiya)* [Study of industrial disproportions in the economy of the Repub-

lic of Sakha (Yakutia)], *Finansovaya ehkonomika*, no. 10, pp. 260-263.

10. Nosenov A.M. (2019). *Ehkonomicheskie tsikli v sovremennom sel'skom khozjaistve Evropeiskoi Rossii* [Economic cycles in modern agriculture in European Russia]. *Proceedings of the Strategiya i taktika razvitiya proizvodstvenno-khozjaistvennykh sistem* [Strategy and tactics for the production and economic systems development], 2019.11.29, *Gomel State Technical University named after P.O. Sukhoy*, pp. 29-33.

11. Nosenov A.M. (2018). *Sovremennye metody modelirovaniya razvitiya sel'skogo khozjaistva* [Modern methods for spatial modeling of the development of agriculture], *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*, no. 3, pp. 62-74.

12. Radichuk A.A. (2020). *Prirodno-resursnye faktory formirovaniya territorial'no-proizvodstvennoi struktury sub'ekta Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga Rossii* [Natural resource factors of formation of territorial and industrial structure of the subject of the Far Eastern Federal District of Russia], *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, no. 3, pp. 99-103.

13. Goskomstat SSSR (1988). *Sel'skoe khozjaistvo SSSR (statisticheskii sbornik)* [Agriculture of the USSR (Data Book)]. Moscow: *Finansy i statistika*.

14. Taizhanova, M.M. & Dmitrienko, S.L. (2019). *Optimizatsiya sel'skokhozjaistvennogo zemlepol'zovaniya v Severo-Kazakhstanskoi oblasti* [Optimization of agricultural land use in North Kazakhstan region], *Vestnik MGPU. Seriya: Estestvennye nauki*, no. 2(34), pp. 76-81.

15. Namysov S.V., Barysheva S.A., Kovaev V.V. & others (2020). *Territorial'no-otraslevye komplekсы региона: struktura i osobennosti razvitiya* [Theoretical and methodological aspects of risk assessment of small enterprises], *Ehkonomika i predprinimatel'stvo*, no. 2(115), pp. 479-482.

16. *Ehlfedial'noi sait Federal'noi sluzhby gosudarstvennoi statistiki* [Federal State Statistics Service's official website]. Available at: <http://eng.rosstat.gov.ru> (accessed 21.07.2022).

17. El'dieva T.M. (2020). *Formirovanie mnogoukladnogo sel'skogo khozjaistva (regional'nyi aspekt)* [Formation of multi-structural agriculture (regional aspect)], Moscow: KnoРус.

18. Яковенко Н.А., Иваненко И.С. & Воронов А.С. (2019). *Struktural'naya modernizatsiya kak faktor rosta konkurentosobnosti agropridovod'stvennogo kompleksa Rossii* [Structural modernization as a growth factor of Russia agro-food complex competitiveness], *International Agricultural Journal*, no. 1, pp. 17-20.

Информация об авторах:

Тимофеева Наталья Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента,

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.П. Филиппова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3736-3078>, rns-85@mail.ru

Чимитдоржиева Екатерина Цыренжабовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры прикладной экономики,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3269-6172>, katrin_c@mail.ru

Имескенова Эржэна Гавриловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры ландшафтного дизайна и экологии,

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.П. Филиппова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4677-6739>, imesc@mail.ru

Маханова Ольга Вячеславовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента,

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.П. Филиппова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5383-109X>, olgastepanova@yandex.ru

Итыгилова Елена Юрьевна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита,

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.П. Филиппова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9751-546X>, e_itygilova@inbox.ru

Ванчикова Елена Николаевна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры менеджмента,

Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.П. Филиппова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6206-0178>, evanch@mail.ru

Information about the authors:

Natalya S. Timofeeva, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of management,

Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Philippov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3736-3078>, rns-85@mail.ru

Ekaterina Ts. Chimitdorzhieva, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of applied economics,

Dorzhi Banzarov Buryat State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3269-6172>, katrin_c@mail.ru

Erzhena G. Imeskenova, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of department of landscape design and ecology,

Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Philippov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4677-6739>, imesc@mail.ru

Olga V. Makhanova, candidate of economic sciences, associate professor of the department of management,

Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Philippov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5383-109X>, olgastepanova@yandex.ru

Elena Yu. Itygilova, doctor of economic sciences, associate professor, professor of department of accounting and auditing,

Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Philippov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9751-546X>, e_itygilova@inbox.ru

Elena N. Vanchikova, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of management,

Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Philippov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6206-0178>, evanch@mail.ru