ISSN 2311-8733 (Online)
ISSN 2073-1477 (Print)

Устойчивое развитие регионов

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО АПК

Любовь Васильевна АГАРКОВА[a,•], Татьяна Генриховна ГУРНОВИЧ[b], Оксана Сергеевна БЕРУЛАВА[c]

[a] доктор экономических наук, профессор кафедры финансов, кредита и страхового дела, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Российская Федерация
alv23@mail.ru

[b] доктор экономических наук, профессор кафедры финансового менеджмента и банковского дела, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Российская Федерация
gurnovich@inbox.ru

[c] ассистент кафедры информационных систем и технологий, Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Российская Федерация
oberulava@yandex.ru

• Ответственный автор

История статьи:
Принята 15.09.2015
Одобрена 13.10.2015

УДК 336.717
JEL: C53, Q01

Ключевые слова:
прогнозирование, планирование, управление, моделирование, устойчивое развитие

Аннотация

Предмет. Функционирование регионального агропромышленного комплекса в условиях экономической нестабильности выдвигает задачу обоснования комплексного адаптивного подхода к организации производственно-сбытовых процессов на основе использования инструментария планирования и прогнозирования. В ходе планово-прогнозных мероприятий прорабатываются различные варианты хозяйствования, соответствующие прогнозным сценариям развития. Поэтому актуальными научными задачами являются системное исследование проблем функционирования отрасли и построение сценарных планов-прогнозов ее устойчивого развития.

Цели. Обоснование прогнозных параметров деятельности предприятий регионального агропромышленного комплекса и выбор эффективных методов прогнозирования результатов сельскохозяйственного производства.

Методология. Методологической основой исследования послужили принципы системного и сценарного подходов к управлению результативностью аграрного производства, а также методы математико-статистического прогнозирования и экономико-математического моделирования.

Результаты. Обоснована необходимость применения экономико-математических методов, обеспечивающих достоверность моделирования поведения исследуемого объекта и прогнозирование параметров системы на основе изучения динамики производственно-экономических процессов и оценки тенденций их развития. Выполнен прогноз урожайности с применением пространственной и временной математических моделей, совместное использование которых позволяет оценить ее баланс на перспективу, получить экстраполированные значения и провести оптимизацию.

Выводы. Теоретическая значимость результатов исследования заключается в том, что предложенные подходы позволяют повысить точность прогнозов, снизить неопределенность и рискованность, а также определить на этой основе приоритетные направления стратегического развития отраслей агропромышленного комплекса. Практическое значение определяется тем, что выработанные рекомендации могут быть использованы при планировании, прогнозировании, организации и осуществлении аграрного производства, а также выработке поведения хозяйствующих субъектов, адекватного экономической ситуации.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2015

В условиях неустойчивости региональной экономической среды и рисков, характерных для агробизнеса, хозяйствующим субъектам необходимо осуществлять оперативную диагностику и мониторинг параметров деятельности, своевременную корректировку текущих планов, а также прогнозировать сценарии стратегического развития. Процесс управления параметрами производства на предприятии включает постановку цели и нахождение оптимальных способов ее достижения. При этом, несмотря на отрицательное влияние неопределенности и случайных факторов, прогнозирование, планирование и моделирование считаются эффективными методами управления, на основе которых выполняется построение модели хода производственного процесса с учетом соблюдения критерия максимизации прибыли.

В настоящее время аппарат экономического прогнозирования является в достаточной степени развитым. Разработка региональной агроэкономической политики должна базироваться на множестве альтернативных сценариев развития,

в том числе предупреждающих о возможных опасностях и угрозах. При этом различные приемы прогнозирования несут свою функциональную нагрузку. В некоторых случаях эффективным является использование балансовых моделей, отражающих соответствие спроса и предложения, в других – определенную роль играет применение аппарата корреляционно-регрессионного анализа. Кроме того, при разработке прогнозов применяют и методы экспертных оценок, экстраполяции, статического и динамического моделирования [1–6].

В растениеводстве широкое применение нашли математико-статистические модели в виде уравнений регрессии, связывающие конечный результат с факторами производства, к которым относятся параметры ресурсного потенциала наряду с агроклиматическими и почвенными условиями [7–12].

К производственным функциям таких моделей предъявляется ряд требований:

- модель должна учитывать основные факторы, оказывающие влияние на урожай;
- она должна охватывать широкий диапазон их значений;
- аппроксимирующая функция должна максимально соответствовать реальным биологическим закономерностям.

О результативности и устойчивости деятельности предприятий регионального агропромышленного комплекса свидетельствуют величина и динамика валовых сборов и урожайности сельскохозяйственных культур. Под валовым сбором понимается объем продукции конкретного вида, полученный с общей площади посева культуры в отдельном хозяйстве или регионе в целом. Урожайность – это относительный показатель, представляющий собой выход продукции с единицы посевной площади определенной культуры и выражаемый, как правило, в центнерах с одного гектара. Урожайность характеризует продуктивность культуры в конкретных условиях возделывания и отражает воздействие природно-экономических условий сельскохозяйственного производства, а также качество организационно-хозяйственной деятельности.

Широкое применение прогнозных экономико-математических моделей в прикладных исследованиях обусловлено тем, что они позволяют на основе глубокого понимания сущности производственно-экономических процессов и их аналитической оценки спрогнозировать поведение исследуемого объекта и предсказать состояние системы в будущем. Конструирование модели на базе предварительного изучения объекта и выделения его существенных характеристик, теоретическая и экспериментальная диагностика модели, сопоставление результатов с фактическими данными об объекте, корректировка и уточнение модельных параметров есть суть метода моделирования. Применительно к прогнозированию в экономике метод моделирования встречает определенные трудности, вызываемые сложной динамикой структурного построения экономической системы. Это побуждает пользователей к формированию адекватных процессу иерархической системы методов и моделей. Создаваемая совокупность призвана способствовать получению непротиворечивого прогноза поведения исследуемого экономического объекта, основывающегося на изучении сложившихся тенденций.

На основе регрессионных уравнений математико-статистических моделей связывают конечный результат с факторами производства в форме материально-технических и экономических ресурсов, агроклиматического и почвенного потенциала. Результирующие характеристики урожая сельскохозяйственных культур ставятся в зависимость от плодородия почвы, уровня внесения удобрений, степени орошения, приемов обработки почвы и методов ухода за посевами, климатических условий, характера распределения осадков по периодам вегетации [13].

Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур осложняется влиянием на агрономические процессы биологических, экономических и прочих факторов, законы развития которых не детерминированы. Исследуемый процесс связан с сопряженными явлениями, сложными зависимостями, информация о закономерностях развития которых отсутствует, равно как и о собственно характере взаимодействий. Кроме того, выбор и применение недостаточно эффективных методов прогнозирования агроклиматических условий произрастания сельскохозяйственных культур могут негативно сказаться на достоверности выполняемых прогнозов.

При обосновании метода следует принимать во внимание тот факт, что срок прогноза зависит от отрасли его приложения [14]. При

прогнозировании урожайности оптимальными считаются следующие виды прогнозов по временному признаку:

- краткосрочные – до трех лет;
- среднесрочные – от четырех до семи лет;
- долгосрочные – свыше семи лет.

Соответствующего решения требует и ряд других аспектов:

- *во-первых*, способ отражения в модели неопределенности исходной информации. Действительно ли погодные условия, а следовательно, и урожайность сельскохозяйственных культур суть случайные величины;
- *во-вторых*, необходимость принятия некоторых базисных решений еще до реализации случайных событий;
- *в-третьих*, различное влияние неизвестных условий производства на его отдельные показатели.

Таким образом, долгосрочное прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур является задачей неординарной и потому решаемой при помощи методов корреляционно-регрессионного анализа, стохастического и имитационного моделирования [15]. Практическая реализация недетерминированных моделей связана с обработкой значительных массивов данных, что можно реализовать путем использования ЭВМ и соответствующего программного обеспечения.

На примере Ставропольского края спрогнозируем урожайность на основе применения пространственной и временной математических моделей. Пространственная имитационная модель построена на основе множественного корреляционного анализа взаимозависимости урожайности основных растениеводческих культур за последние 50 лет. Использование данной модели позволяет оценить баланс урожайности в динамике и на перспективу [16, 17]. Временная модель анализирует динамические ряды значений урожайности агрокультур с последующим выявлением тенденций их изменения для экстраполяции и выбором наиболее подходящего типа уравнения, описывающего тренд. На основе статистических методов определяются коэффициенты уравнения тренда и оценивается качество аппроксимации. Это позволяет получить экстраполированные значения урожайности, при этом качество полученных значений должно контролироваться уравнением пространственной модели:

$$y_j = \sum_{i=1}^{k} a_i x_{ij} + b, \qquad (1)$$

где y – величина рассматриваемого признака, которая зависит от других признаков x_i;

a_i – искомые коэффициенты;

b – свободный член.

В качестве рассматриваемого признака была использована урожайность озимой пшеницы, занимающая в структуре посевных площадей Ставропольского края наибольший удельный вес. Независимыми признаками выбраны урожайность озимого ячменя x_1, ярового ячменя x_2, овса x_3, проса x_4, гречихи x_5, риса x_6, кукурузы x_7, подсолнечника x_8, сахарной свеклы x_9, картофеля x_{10}, овощей x_{11}. Тогда система будет являться переопределенной, поскольку количество элементов в массивах урожайности больше количества определяемых коэффициентов. Приведение уравнения (1) к нормальному виду с использованием аппарата линейной алгебры связано с введением транспонированной матрицы X^T, для нахождения b в матрицу X добавлен столбец единиц. Матричная запись системы линейных алгебраических уравнения (1) будет иметь вид

$$X^T X a = X^T y. \qquad (2)$$

Решение такой системы имеет вид

$$a = \left(X^T X\right)^{-1} X^T y. \qquad (3)$$

В результате определения коэффициентов a_i получено следующее уравнение множественной корреляции:

$$y_1 = 0{,}533x_1 + 0{,}146x_2 - 0{,}098x_3 + 0{,}590x_4 + 0{,}986x_5 + \\ + 0{,}205x_6 - 0{,}134x_7 - 0{,}045x_8 - 0{,}001x_9 - 0{,}008x_{10} - \\ - 0{,}017x_{11} + 1{,}188. \qquad (4)$$

Анализируя уравнение, можно сделать вывод, что совокупность случайных событий, которые на протяжении периода исследования оказывали существенное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур, различным образом воздействует на каждую культуру в отдельности. Так, случайные факторы, благодаря которым происходит рост урожайности x_1 и x_2, оказывают повышающее влияние и на урожайность озимой пшеницы. Однако если эти же факторы способствуют увеличению

урожайности x_3, то это непременно приводит к уменьшению урожайности озимой пшеницы. Поэтому можно утверждать, что урожайность озимой пшеницы находится в некоторой балансовой зависимости друг от друга. Конкретный вид этой зависимости представлен уравнением системы (4).

Линейные модели, как правило, не в должной мере отражают реальную ситуацию в сельском хозяйстве регионального агропромышленного комплекса [18, 19]. Поэтому нами применен математический аппарат, позволяющий ввести в линейную модель (4) коэффициенты при квадратах урожайности. Модель из линейной преобразована в квадратичную, но с точки зрения отыскания неизвестных коэффициентов она по-прежнему линейна. Суть изменений состоит в расширении матрицы X за счет добавления квадратов урожайности. Это увеличивает количество искомых коэффициентов a_i, но решение вновь полученной системы линейных алгебраических уравнений по-прежнему базируется на использовании (3). В результате получено криволинейное уравнение множественной корреляции, в котором фигурируют квадратичные показатели урожайности:

$$y_1 = 0{,}43x_1 + 0{,}38x_2 - 0{,}25x_3 + 0{,}43x_4 + 0{,}29x_5 - 0{,}14x_6 + 0{,}35x_7 - 0{,}29x_8 - 0{,}007x_9 + 0{,}03x_{10} - 0{,}01x_{11} + 0{,}02x_1^2 - 0{,}01x_2^2 - 0{,}01x_3^2 + 0{,}006x_4^2 - 0{,}02x_5^2 - 0{,}05x_6^2 + 0{,}008x_7^2 - 0{,}009x_8^2 + 0{,}02x_9^2 + 0{,}00001x_{10}^2 - 0{,}0002x_{11}^2 + 1{,}24. \quad (5)$$

Такой прием существенно повышает качество аппроксимации значений урожайности по квадратичной модели, о чем свидетельствует уменьшение суммы квадратов остатков с 7,4×104 в линейной модели до 3,7×103 в квадратичной.

Отклонения линейной модели от фактических значений по сравнению с нелинейной существенные, но минимизация суммы отклонений фактических значений от модельных не является критерием полной применимости той или иной модели регрессионного анализа. Важным моментом обработки эмпирических данных является проверка соответствия распределения остатков закону нормального распределения. Если эта гипотеза неприменима, то следует определить, какому закону распределения подчиняются опытные данные, и если это возможно, использовать другое модельное представление.

Существует как минимум пять методик проверки нормальности распределения:

- по среднему абсолютному отклонению;
- размаху варьирования;
- показателю асимметрии и эксцесса;
- χ^2-критерию;
- критерию Колмогорова – Смирнова [12, 20].

Для анализа экспериментальных данных нами выбраны три последних критерия, поскольку они наиболее точны в определении распределения экспериментальных данных. Для квадратичной модели гипотеза о нормальности распределения остатков была подтверждена на жестком 10%-ном уровне по критерию Колмогорова – Смирнова. Гистограммы анализируемых частот остатков представлены на рис. 1 и 2.

Может показаться, что увеличение уровня нелинейности с применением кубических и выше параметров при моделировании приведет к бесконечному росту количества моделей, адекватно описывающих фактические данные. Переход от квадратичной модели к кубической на этапе определения искомых коэффициентов связан с проблемой обращения матрицы $X^T X$, поскольку добавление данных с кубическими показателями урожайности значительно увеличивает количество обусловленности системы (2). В этом случае задача решения системы линейных алгебраических уравнений с вырожденной матрицей $X^T X$ становится некорректной. Обсуждение решения таких задач выходит за рамки данной статьи.

Временная модель. В изучении динамики урожайности и валовых сборов значимое место занимает вопрос о закономерностях ее движения на протяжении длительного периода времени. Познание этих закономерностей осложняется тем, что урожайность формируется под влиянием множества факторов разнонаправленного действия. По характеру непосредственного их воздействия на урожайность эти факторы могут быть разделены на две большие группы:

- к первой группе относятся агротехнические факторы, целиком зависящие от человека и действующие в направлении повышения урожайности;
- ко второй группе относятся метеорологические факторы, не зависящие от человека, действующие на урожайность отдельных лет хаотично.

Ежегодные колебания урожаев, вызываемые метеорологическими условиями, особенно в районах с недостаточным увлажнением,

значительные, следовательно, случайная составляющая оказывает существенное влияние на формирование общего уровня урожайности.

В длительной динамике урожайности проявляются закономерности ее движения, обусловленные ростом культуры земледелия. Это также дает представление о характере колеблемости урожайности, которая вызывается в основном метеорологическими условиями, но в определенной мере регулируется агротехническими мероприятиями.

Необходимо отметить, что в связи с существованием довольно широкого спектра циклических процессов в экономике формальные проявления стадий деловой активности не всегда могут быть адекватно идентифицированы с определенным циклом, так как циклические колебания [13, 20] могут дифференцироваться по временному признаку как долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные.

Анализ динамики урожайности может проводиться различными методами. Нами использован метод выравнивания рядов (метод построения тренда). Выравнивание осуществлено по прямой, параболе, с использованием линейных комбинаций ортогональных полиномов и тригонометрических функций. Аппроксимация выполнена методом наименьших квадратов, разработанным исходя из условия, что сумма квадратов отклонений фактических значений y от вычисленных значений y_t теоретического ряда является минимальной:

$$\sum (y - y_t)^2 = \min. \qquad (6)$$

Качество аппроксимации оценено с использованием коэффициента детерминации R^2:

$$R^2 = 1 - \frac{\sigma_{y_t}^2}{\sigma_y^2}, \qquad (7)$$

где $\sigma_{y_t}^2$ и σ_y^2 – общая и остаточная дисперсии соответственно.

Результаты вычисления R^2 для трендовых моделей с различной степенью аппроксимирующего полинома представлены в табл. 1. Использование при аппроксимации уровня урожайности полинома более высокой степени приводит к увеличению коэффициента детерминации для каждой культуры. Иными словами, чем выше степень аппроксимирующего полинома, тем ближе теоретическая кривая приближается к фактическим данным.

Привлечение в трендовые модели полиномов высоких степеней в целях долгосрочного прогнозирования связано с резкими отклонениями экстраполирующей кривой от среднего уровня. Аппроксимация и экстраполяция фактических значений урожайности озимой пшеницы представлены на рис. 3. Применение в регрессии полиномов высоких степеней (4-й, 5-й и т.д.) показало их непригодность для решения задач долгосрочного прогнозирования, тогда как экстраполирование урожайности полиномами 1, 2 и 3-й степеней было меньше подвержено изменениям, следовательно, наиболее применимо в задаче прогнозирования. Такая ситуация характерна практически для всех исследуемых видов культур.

Пространственно-временная модель. Ранее уже указывалось, что контроль качества применения конкретной трендовой модели может осуществляться подстановкой сглаженных значений урожайности в пространственную модель. На практике нами рассчитаны тренды для 12 культур в качестве входных данных уравнения (5), предварительно записанного как

$$\sum_{i=0}^{11} a_i x_{i,j} + \sum_{i=12}^{23} a_i x_{i-12,j}^2 + b_j - y_j = \varepsilon_j, \qquad (8)$$

где ε – разность между ежегодными значениями урожайности, рассчитанными по пространственной и временной моделям.

Наиболее удачной при прогнозировании будет та модель, в которой ε имеет минимальное значение на аппроксимируемом и экстраполируемом участках.

Результаты вычисления ε представлены на рис. 4–6, анализ которых показывает, что наименьшие расхождения между выходными данными моделей наблюдаются у линейных трендов. Причем чем выше степень полинома, тем меньше расхождений на среднем участке аппроксимации, но больше уровень погрешности при прогнозировании.

Таким образом, совместное использование пространственной и временной моделей для аппроксимации урожайности сельскохозяйственных культур предприятий регионального агропромышленного комплекса позволяет с приемлемым качеством решать задачи прогнозирования результатов деятельности предприятий отрасли растениеводства.

Таблица 1

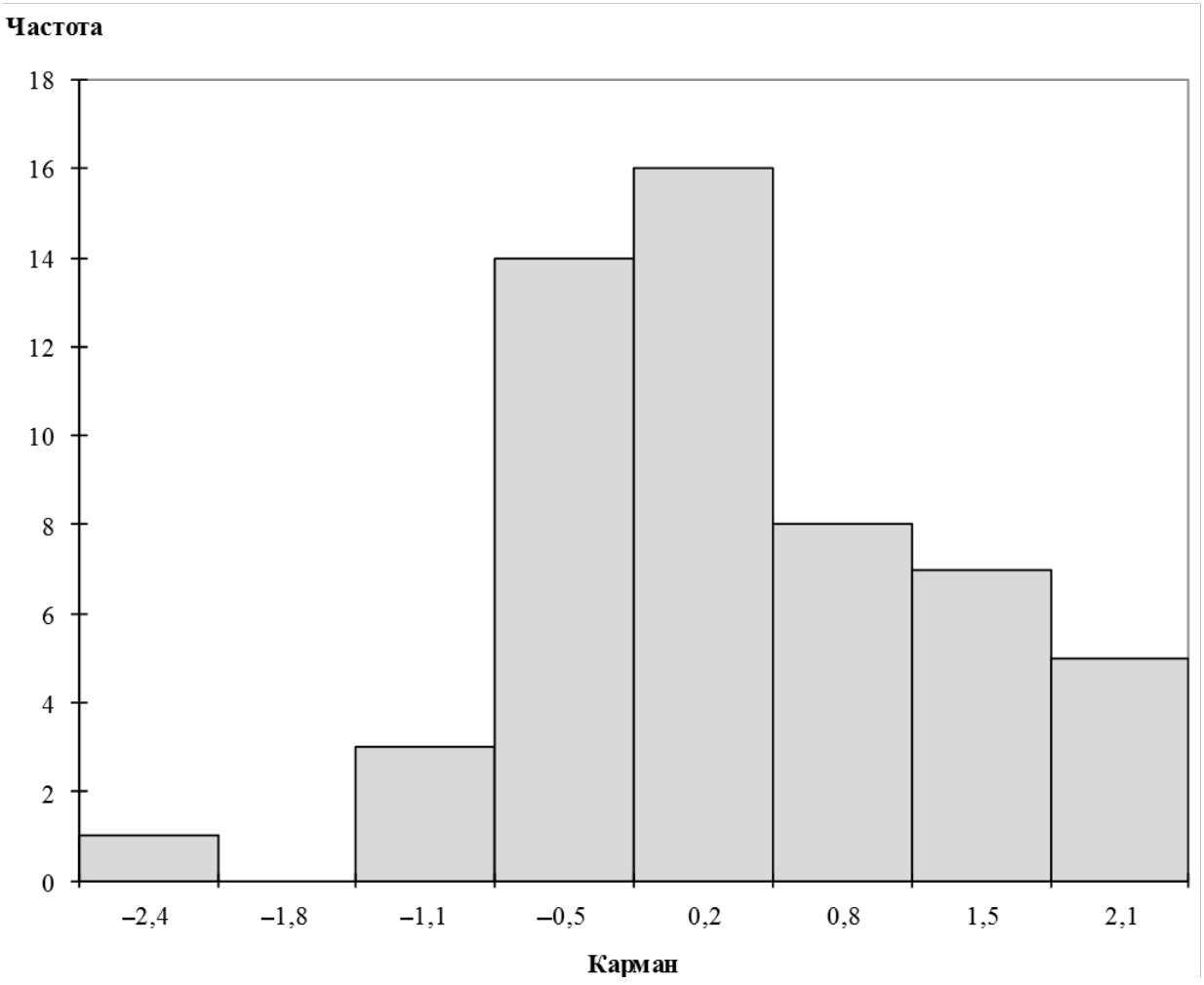
Коэффициент детерминации для полиномиальных моделей различной степени

Культура	Коэффициент детерминации R^2					
	1-я степень	2-я степень	3-я степень	4-я степень	5-я степень	6-я степень
x_0	0,577	0,58	0,604	0,611	0,621	0,639
x_1	0,538	0,585	0,637	0,637	0,64	0,658
x_2	0,394	0,398	0,41	0,417	0,424	0,503
x_3	0,356	0,358	0,467	0,478	0,5	0,571
x_4	0,125	0,176	0,193	0,291	0,309	0,403
x_5	0,568	0,576	0,635	0,636	0,736	0,761
x_6	0,585	0,639	0,643	0,643	0,644	0,663
x_7	0,508	0,516	0,587	0,594	0,632	0,689
x_8	0,181	0,339	0,388	0,455	0,522	0,615
x_9	0,634	0,667	0,675	0,691	0,728	0,747
x_{10}	0,032	0,554	0,569	0,617	0,621	0,646
x_{11}	0,005	0,604	0,627	0,631	0,667	0,705

Источник: авторская разработка

Рисунок 1

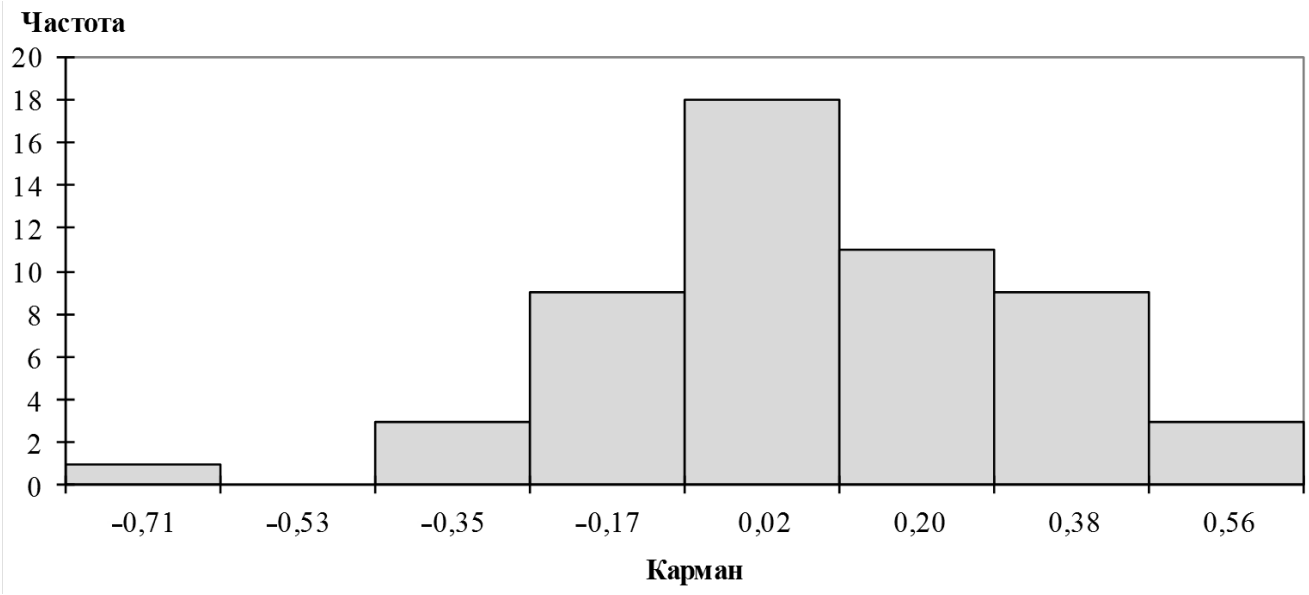
Гистограмма частот остатков (линейная)



Источник: авторская разработка

Рисунок 2

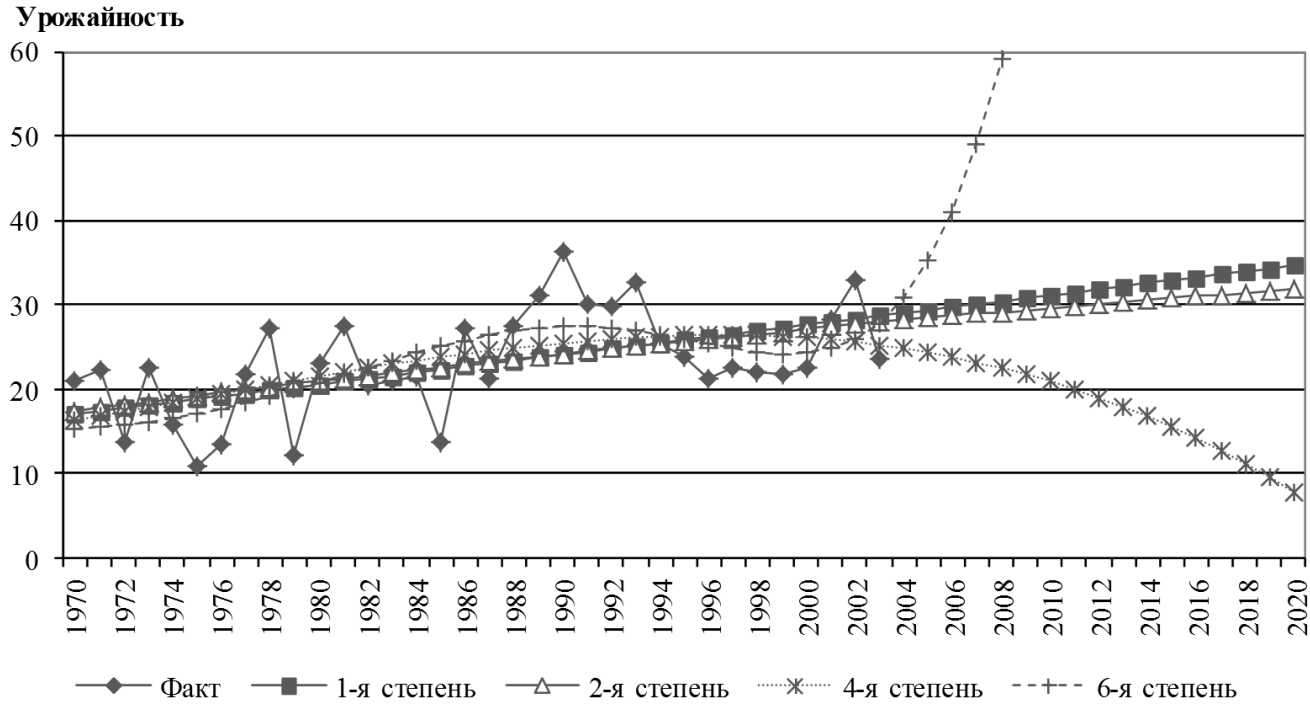
Квадратичная модель частот остатков



Источник: авторская разработка

Рисунок 3

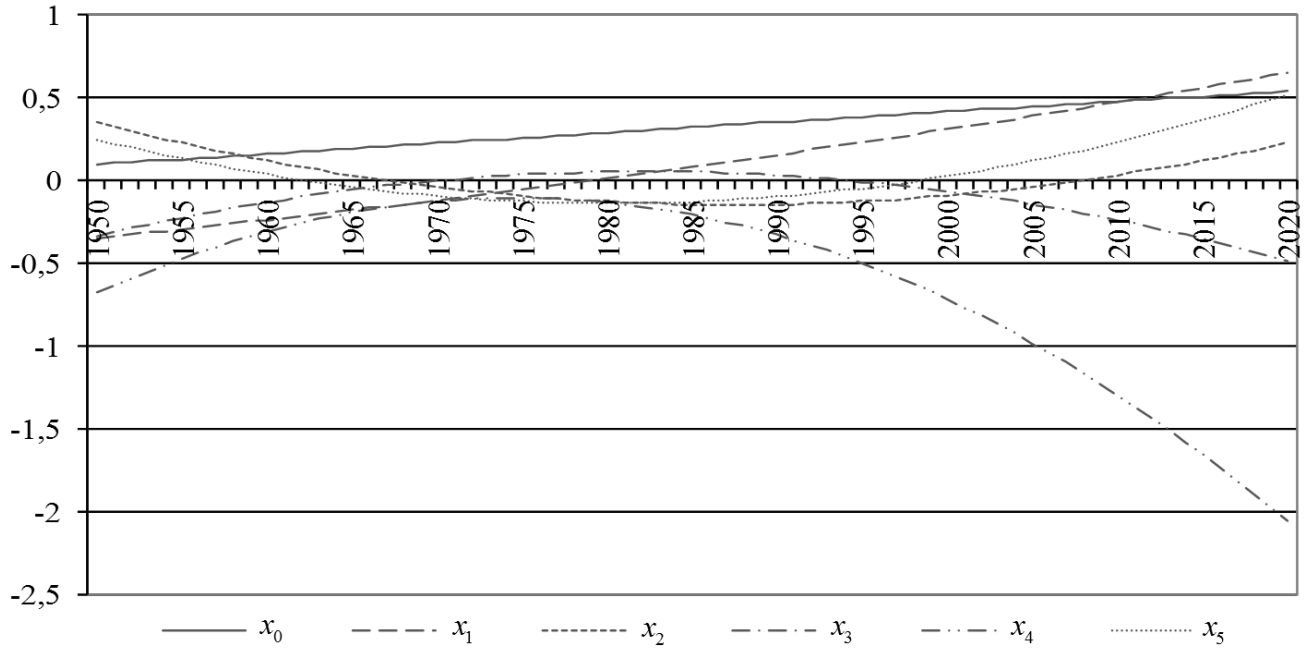
Аппроксимация и экстраполяция значений урожайности озимой пшеницы в 1970–2020 гг., ц/га



Источник: авторская разработка

Рисунок 4

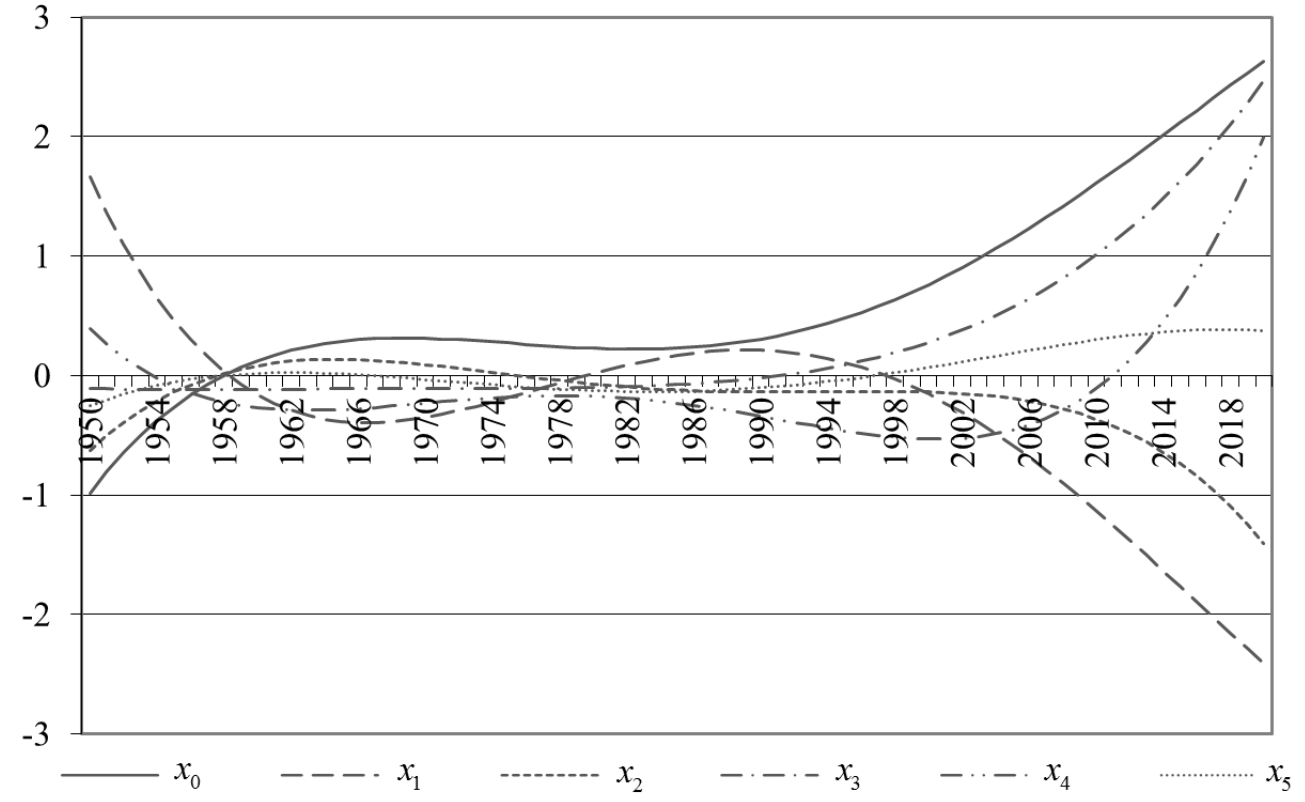
Расхождения пространственной и временной моделей для линейных трендов урожайности в 1950–2020 гг., ц/га



Источник: авторская разработка

Рисунок 5

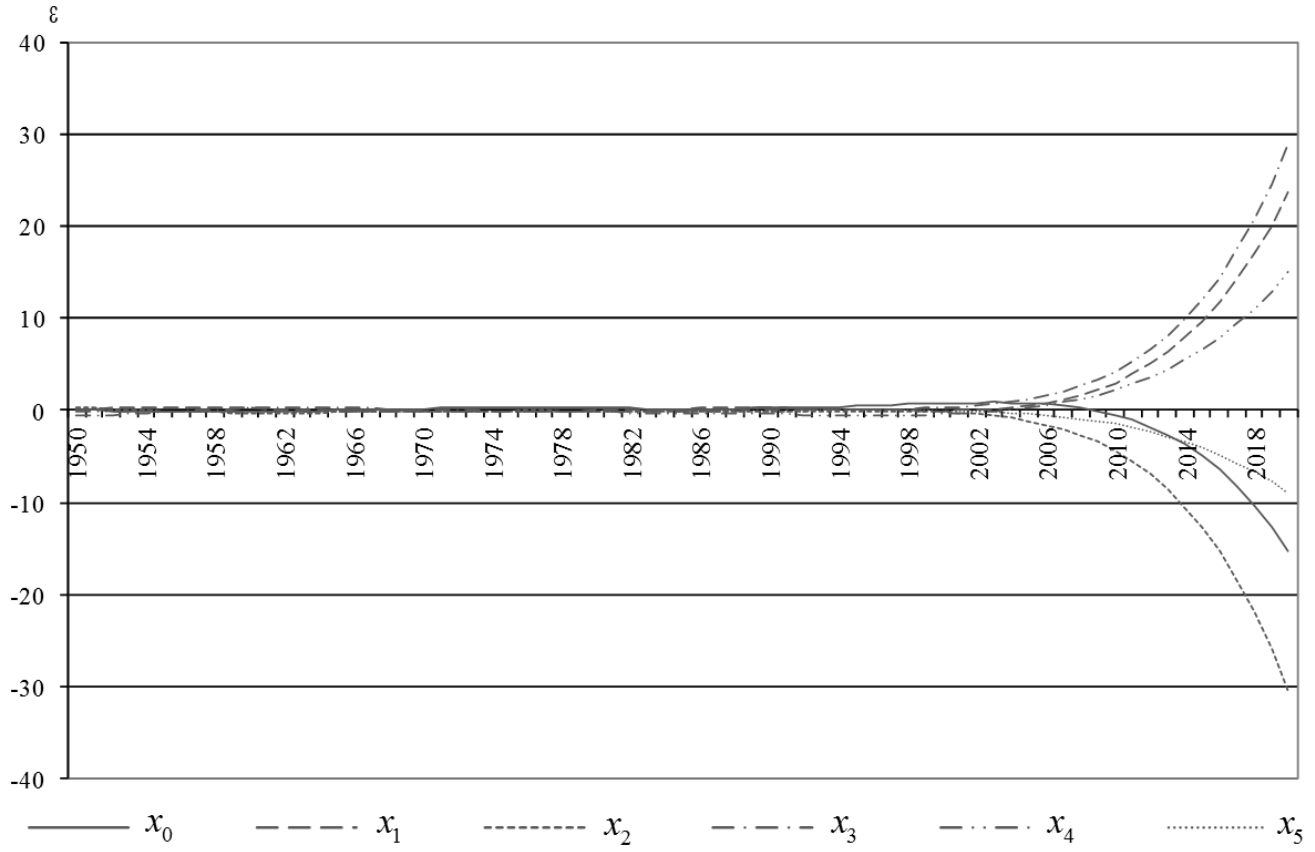
Расхождения пространственной и временной моделей для квадратичных трендов урожайности в 1950–2018 гг.



Источник: авторская разработка

Рисунок 6

Расхождения пространственной и временной моделей для кубических трендов урожайности в 1950–2018 гг.



Источник: авторская разработка

Список литературы

1. *Берулава О.С.* Разработка сценарных прогнозов экономического развития // Российское предпринимательство. 2006. № 11. С. 27–30.
2. *Минасов М.Ш.* Стратегия устойчивого развития агропромышленного комплекса // АПК: Экономика, управление. 2004. № 9. С. 3–11.
3. *Немчинов В.С.* Избранные произведения: В 6 т. Т. 3. Экономико-математические методы и модели. М.: Наука, 1967. 480 с.
4. *Торопцев Е.Л.* Моделирование процессов экономической динамики макросистем. СПб.: СПбГУЭФ, 2001. 235 с.
5. *Leontief W.* Modern Techniques for Economic Planning and Projection. Scuola in Azione. 1963.
6. *Leontief W.* Proposal for Better Economic Forecasting. Harvard Business Review, 1964.
7. *Афанасьев В.Н.* Статистическое обеспечение проблемы устойчивости сельскохозяйственного производства. М.: Финансы и статистика, 1996. 320 с.
8. *Болч Б., Хуань К. Дж.* Многомерные статистические методы для экономики. М.: Наука, 1979. 348 с.
9. *Долгодворов В.Е.* Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1986. 245 с.
10. *Крамер Г.* Математические методы статистики. М.: Наука, 1977. 340 с.
11. *Снедекор Дж.* Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве. М.: Статистика, 1961. 456 с.

12. *Курносов А.П., Агибалов А.В., Улезько А.В. и др.* Стратегия и тактика управления рисками в агарном производстве: монография. Воронеж: ВГАУ, 2000. 197 с.

13. *Дрейпер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ: В 2-х кн. М.: Финансы и статистика, 1986. Кн. 1. 364 с.; 1987. Кн. 2. 350 с.

14. *Мараховский А.С.* Математический аппарат информационной системы прогнозирования последствий реструктуризации экономики региона // Экономическое прогнозирование: модели и методы: материалы VIII Международной научно-практической конференции. Воронеж: ВГУ, 2012. С. 114–118.

15. *Бершицкий Ю.И., Кацко И.А., Бондаренко П.С.* Формирование системы баз данных для компьютерного проектирования технико-технологического обеспечения производства продукции растениеводства // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2012. № 38. С. 11–17.

16. *Герасимов А.Н., Громов Е.И.* Моделирование и прогнозирование управленческих процессов в аграрноориентированном макрорегионе // Сборник конференций НИЦ Социосфера. Прага: Vedecko vydavatelske centrum Sociosfera-CZ s.r.o., 2013. № 4. С. 34–38.

17. *Герасимов А.Н., Громов Е.И., Скрипниченко Ю.С.* Прогноз основных показателей развития растениеводства в Ставропольском крае // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 4. С. 79–86.

18. *Герасимов А.Н., Громов Е.И., Скрипниченко Ю.С.* Инструментарий сценарного прогнозирования в системе принятия управленческих решений в аграрной экономике Ставропольского края // Экономика сельского хозяйства России. 2015. № 6. С. 85–93.

19. *Герасимов А.Н., Громов Е.И., Скрипниченко Ю.С.* Анализ состояния и тенденций развития сельскохозяйственного производства в регионе с использованием многомерных статистических методов // Экономика и предпринимательство. 2015. № 3. С. 361–367.

20. *Кацко И.А., Свиридова С.И.* Эконометрический подход к прогнозированию временных рядов на примере урожайности зерновых культур // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2007. № 9. С. 11–15.

ISSN 2311-8733 (Online)
ISSN 2073-1477 (Print)

Sustainable Development of Regions

CONSTRUCTING THE PREDICTIVE PARAMETERS OF ACTIVITY OF THE REGIONAL AIC ENTERPRISES

Lyubov' V. AGARKOVA[a,•], Tat'yana G. GURNOVICH[b], Oksana S. BERULAVA[c]

[a] Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation
alv23@mail.ru

[b] Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation
gurnovich@inbox.ru

[c] Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russian Federation
oberulava@yandex.ru

• Corresponding author

Article history:
Received 15 September 2015
Accepted 13 October 2015

JEL classification: C53, Q01

Keywords: forecasting, planning, management, modeling, sustainable development

Abstract

Importance The article studies the functioning of the regional agro-industrial complex and the building of scenario forecasting plans of its sustainable development.

Objectives The paper aims to justify the forecast parameters of activity of the enterprises of regional agro-industrial complex and choose the effective methods of forecasting the results of agricultural production.

Methods As a methodological basis of the research, we used system and scenario approaches to the agricultural production efficiency management and the methods of mathematical-statistical forecasting and economic-mathematical modeling.

Results We justified the application of economic-mathematical methods to ensure the reliability of the researched object behavior modeling and prediction of the system's parameters based on the study of dynamics of industrial economic processes and assessment of the trends in their development. We predict the yield using spatial and temporal mathematical models, which allow to estimate the yield balance long term, get the extrapolated value, and to optimize.

Conclusions and Relevance The proposed approaches can improve the forecast accuracy, reduce uncertainty and risk, as well as determine the priority areas of strategic development of the agro-industrial complex' sectors. The practical significance is that our recommendations may be used for planning, forecasting, organization and implementation of agricultural production, as well as elaborate the behavior of economic subjects adequate to the economic situation.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2015

References

1. Berulava O.S. Razrabotka stsenarnykh prognozov ekonomicheskogo razvitiya [Building of scenario forecasts for economic development]. *Rossiiskoe predprinimatel'stvo = Russian Journal of Entrepreneurship*, 2006, no. 11, pp. 27–30.
2. Minasov M.Sh. Strategiya ustoichivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa [Sustainable development strategy of agro-industrial complex]. *APK: Ekonomika, upravlenie = AIC: Economy, Management*, 2004, no. 9, pp. 3–11.
3. Nemchinov V.S. *Izbrannye proizvedeniya v shesti tomakh. T. 3. Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli* [Selected works in six volumes. Vol. 3: Economic-mathematical methods and models]. Moscow, Nauka Publ., 1967, 480 p.
4. Toroptsev E.L. *Modelirovanie protsessov ekonomicheskoi dinamiki makrosistem* [Modeling of processes of the economic dynamics of macro-systems]. St. Petersburg, SPbSUE Publ., 2001, 235 p.
5. Leontief W. Modern Techniques for Economic Planning and Projection. In Essays in Economics: theories and theorizing. New-York, Oxford University Press, 1963–64.
6. Leontief W. Proposal for Better Economic Forecasting. *Harvard Business Review*, 1964, vol. 42, no. 6.
7. Afanas'ev V.N. *Statisticheskoe obespechenie problemy ustoichivosti sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva* [Statistical support for the problem of sustainability of agricultural production]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1996, 320 p.

8. Bolch B.W., Huang C.J. *Mnogomernye statisticheskie metody dlya ekonomiki* [Multidimensional Statistical Methods for Economics]. Moscow, Nauka Publ., 1979, 348 p.

9. Dolgodvorov V.E. *Programmirovanie urozhaev sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* [Programming of harvest prospects]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1986, 245 p.

10. Cramer H. *Matematicheskie metody statistiki* [Mathematical Methods of Statistics]. Moscow, Nauka Publ., 1977, 340 p.

11. Snedecor G.W. *Statisticheskie metody v primenenii k issledovaniyam v sel'skom khozyaistve* [Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology]. Moscow, Statistika Publ., 1961, 456 p.

12. Kurnosov A.P., Agibalov A.V., Ulez'ko A.V. et al. *Strategiya i taktika upravleniya riskami v agrarnom proizvodstve: monografiya* [Strategy and tactics of risk management in agrarian production: a monograph]. Voronezh, VSAU Publ., 2000, 197 p.

13. Draper N.R., Smith H. *Prikladnoi regressionnyi analiz. V 2-kh kn* [Applied Regression Analysis]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1986, vol. 1, 364 p., 1987, vol. 2, 350 p.

14. Marakhovskii A.S. [The mathematical apparatus information system to predict the consequences of the restructuring of the economy of the region]. *Ekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody: materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Proc. 8th Int. Sci. Conf. Economic Forecasting: Models and Methods]. Voronezh, VSU Publ., 2012, pp. 114–118.

15. Bershitskii Yu.I., Katsko I.A., Bondarenko P.S. Formirovanie sistemy baz dannykh dlya komp'yuternogo proektirovaniya tekhniko-tekhnologicheskogo obespecheniya proizvodstva produktsii rastenievodstva [Formation of a database system for computer-aided design of technical-technological maintenance of crop production]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of Kuban State Agrarian University*, 2012, no. 38, pp. 11–17.

16. Gerasimov A.N., Gromov E.I. *Modelirovanie i prognozirovanie upravlencheskikh protsessov v agrarnoorientirovannom makroregione. V kn.: Sbornik konferentsii NITs Sotsiosfera* [Modeling and prediction of managerial processes in an agriculture-orientated macro-region. In: Conference information package of RDC Sotsiosfera]. Praga, Vedecko vydavatelske centrum Sociosfera-CZ s.r.o., 2013, no. 4, pp. 34–38.

17. Gerasimov A.N., Gromov E.I., Skripnichenko Yu.S. Prognoz osnovnykh pokazatelei razvitiya rastenievodstva v Stavropol'skom krae [Forecast of key indicators of crop development in the Stavropol Krai]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*, 2015, no. 4, pp. 79–86.

18. Gerasimov A.N., Gromov E.I., Skripnichenko Yu.S. Instrumentarii stsenarnogo prognozirovaniya v sisteme prinyatiya upravlencheskikh reshenii v agrarnoi ekonomike Stavropol'skogo kraya [Scenario tools to forecast in the management decision-making system in the agrarian economy of the Stavropol Krai]. *Ekonomika sel'skogo khozyaistva Rossii = Economics of Agriculture of Russia*, 2015, no. 6, pp. 85–93.

19. Gerasimov A.N., Gromov E.I., Skripnichenko Yu.S. Analiz sostoyaniya i tendentsii razvitiya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva v regione s ispol'zovaniem mnogomernykh statisticheskikh metodov [Analysis of the status and trends of the development of agricultural production in the region using multivariate statistical methods]. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Economics and Entrepreneurship*, 2015, no. 3, pp. 361–367.

20. Katsko I.A., Sviridova S.I. Ekonometricheskii podkhod k prognozirovaniyu vremennykh ryadov na primere urozhainosti zernovykh kul'tur [An econometric approach to time series forecasting for cereal crops]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of Kuban State Agrarian University*, 2007, no. 9, pp. 11–15.