

УДК 332.144:330.131.7:351:863

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ С УЧЕТОМ ЦИКЛИЧНОСТИ ЕГО РАЗВИТИЯ¹

И.А. Иванова

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

E-mail: ivia16@mail.ru

В статье проведено исследование устойчивости агропродовольственной системы, базирующееся на изучении пространственно-временных закономерностей цикличности развития сельского хозяйства как основного компонента системы продовольственной безопасности. Для обоснования цикличности процессов в сельском хозяйстве построена с помощью спектрального анализа математическая модель прогнозирования на базе анализа временных рядов урожайности зерновых Европейской части Российской Империи, СССР и РФ в современных границах с 1883 по 2010 г.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, прогнозирование, цикличность, устойчивость, сельское хозяйство, производство.

FORECASTING OF AGRICULTURAL ECONOMIC RISK BASED ON ITS DEVELOPMENT CYCLE

I.A. Ivanova

Ogarev Mordovia State University

E-mail: ivia16@mail.ru

This article considers the research of agricultural system stability based on the observation of spatiotemporal common factors of agriculture development cyclicity as a main component of the food supply security system. With the help of the spectral analysis the mathematical model of forecasting was developed to demonstrate the cycling of events in the agricultural sector. This model is based on the dynamic series of grain yield level in the European part of Russian Empire, USSR and Russian Federation in its modern boundaries for the period from 1883 till 2010.

Key words: food supply security, forecasting, periodicity, stability, agriculture, manufacture.

Введение

Обеспечение национальной продовольственной безопасности связано с исследованием и преодолением влияния негативных факторов, которые обуславливают ее угрозы и риски.

Наиболее значимые риски относятся к следующим категориям:

– макроэкономические риски, обусловленные снижением инвестиционной привлекательности отечественного реального сектора экономики и конкурентоспособности отечественной продукции, а также зависимостью важнейших сфер экономики от внешнеэкономической конъюнктуры;

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-06-00200 А «Математическое и геоинформационное моделирование инновационного развития сельского хозяйства».

– технологические риски, вызванные отставанием от развитых стран в уровне технологического развития отечественной производственной базы, различиями в требованиях к безопасности пищевых продуктов и организации системы контроля их соблюдения;

– агроэкологические риски, обусловленные неблагоприятными климатическими изменениями, а также последствиями природных и техногенных чрезвычайных ситуаций;

– внешнеторговые риски, вызванные колебаниями рыночной конъюнктуры и применением мер государственной поддержки в зарубежных странах [14].

Многогранность проблем национальной продовольственной безопасности предопределяет необходимость системного анализа и разработки методологического инструментария ее обеспечения в условиях неопределенности и риска. Понимание цикличности развития экономики в целом и отдельных ее секторов обуславливает эффективность разработки механизма регулирования и прогнозирования социально-экономических процессов, позволяющего если не избежать экономических кризисов в целом, то минимизировать издержки, вызываемые ими, и стимулировать новые экономические подъемы.

Разработка теории цикличности и практическое применение ее результатов позволяют спрогнозировать развитие социально-экономических процессов в будущем, скорректировать национальную экономическую политику и повысить ее эффективность. В зависимости от временной протяженности выделяют несколько видов циклических колебаний: сезонные; годовые; краткосрочные, циклы Китчина (3–4 года) [12]; среднесрочные или циклы Жуглара (8–12 лет) [11]; долгосрочные, включая циклы Кузнеца (15–25 лет) [13], волны Кондратьева (40–60 лет) [5], «вековые циклы» Броделя [2]; Форрестера (200 лет) [10], Тоффлера (1000–2000 лет) (развитие цивилизаций) [9].

Особое место в разработке теории цикличности принадлежит русскому ученому Н.Д. Кондратьеву (теория больших циклов, новая парадигма предвидения и методология перспективного планирования) [6]. Согласно его концепции «больших циклов конъюнктуры» развитию экономики наряду со средними и короткими циклами свойственны продолжительные длинноволновые колебания, охватывающие период от 40 до 60 лет. К такому выводу Н.Д. Кондратьев пришел на основе анализа статистических данных (динамики цен, заработной платы, внешнеторгового оборота, добычи угля, золота, производства чугуна, стали и т.д.) экономического развития Англии, США, Франции за 100–150 лет.

Процессы в сельском хозяйстве в отличие от других отраслей народного хозяйства имеют ряд существенных особенностей, которые необходимо учесть при их моделировании и прогнозировании. К их числу относятся:

– существенное влияние на сельское хозяйство природных условий территории и природных циклов;

– наличие сезонных колебаний в течение года в самой отрасли;

– относительно высокая инерционность и стабильность;

– большая продолжительность аграрных кризисов и большая длительность возврата в исходное состояние;

– значительная зависимость от организационно-производственных изменений (смена систем земледелия, уровень механизации, химизации и мелиорации, диффузия инноваций).

Большие циклы оказывают существенное влияние на сельское хозяйство. Циклы Кондратьева включают две фазы – (А) роста и (В) стагнации. Основой больших циклов, по Кондратьеву, является изнашивание, смена и расширение основных производственных фондов, обновление которых требует определенного времени, финансовых и материальных ресурсов. Современные исследователи связывают цикличность также с внедрением более совершенных технологий и новых способов организации производства, крупными изобретениями и геополитическими сдвигами [7]. При исследовании цикличности сельского хозяйства в силу его особенностей более целесообразно, на наш взгляд, использование теории длинных волн Н.Д. Кондратьева.

Необходимость, актуальность и практическая значимость предлагаемого исследования определяются стратегическим значением совершенствования процессов продовольственного обеспечения в современных условиях.

Методика статистического исследования

Цель исследования – статистическое моделирование сельскохозяйственных экономических систем Европейской России для выявления пространственно-временных закономерностей их циклического развития (с использованием теории «длинных волн» Н.Д. Кондратьева) и научное обоснование оптимальных вариантов аграрной политики. Объектом исследования является сельское хозяйство Европейской части Российской Империи, СССР и России в современных границах. Хронологические рамки исследования – с конца 80-х гг. XIX в., когда появились первые достоверные статистические сведения по сельскому хозяйству, по 2011 г.

Исторический и экономический анализ эволюции и функционирования сельского хозяйства проведен на основе собранной статистической информации о пространственно-временных сельскохозяйственных показателях и созданных электронных баз данных более чем за 100-летний период. В рамках реализации проекта, поддержанного РФФИ № 11-06-00177 «Математическое и компьютерное моделирование экономических циклов в сельском хозяйстве», построен временной ряд урожайности зерновых в РФ с 1883 по 2010 г.

На любое изучаемое явление, в том числе и на урожайность зерновых, оказывает влияние большое количество факторов (макроэкономические, природные, техногенные, технологические, агроэкологические, социальные, торговые, экономические, политические), действующих с разной силой и в разных направлениях, которые по характеру непосредственного воздействия можно разделить на:

- факторы, формирующие основную тенденцию динамики временного ряда;
- факторы, вызывающие циклические и сезонные колебания;
- случайные факторы.

Фактический уровень временного ряда может содержать все четыре компоненты и формироваться под воздействием тенденции, сезонных (циклических) колебаний и случайной компоненты.

Традиционные подходы к анализу структуры временных рядов, описывающих динамику процессов сельского хозяйства, содержащих сезонные или циклические колебания, используют ряд методов.

1. Метод вычисления сезонной компоненты и построение аддитивной (если амплитуда колебаний приблизительно постоянна) или мультипликативной (если амплитуда колебаний возрастает или уменьшается) модели временного ряда:

- расчет значений параметров трендовой (T), циклической или сезонной (S) и случайной (E) составляющих для каждого уровня ряда;
- выравнивание исходного ряда (методом наименьших квадратов, сплайн-функциями, методом скользящей средней, медианного, экспоненциального сглаживания, аналитического выравнивания и др.);
- расчет значений компоненты S (абсолютного отклонения для аддитивной модели, индекса сезонности – для мультипликативной модели);
- устранение сезонной компоненты из исходных уровней ряда и получение выровненных данных ($T + E$) в аддитивной или ($T \cdot E$) в мультипликативной модели;
- аналитическое выравнивание уровней ($T + E$) или ($T \cdot E$) и расчет значения T с использованием полученного уравнения тренда;
- расчет полученных по модели значений ($T + S$) или ($T \cdot S$);
- расчет абсолютных и/или относительных ошибок (если полученные значения ошибок не содержат автокорреляции, ими можно заменить исходные уровни ряда для регрессионного анализа) [4].

2. Построение модели регрессии с включением фиктивных переменных и фактора времени t . Каждая фиктивная переменная отражает циклическую компоненту временного ряда для какого-либо одного периода (равна единице для данного периода и нулю для всех остальных). Недостаток модели с фиктивными переменными – наличие большого количества переменных.

3. Построение модели регрессии с использованием гармонического анализа (тригонометрических рядов Фурье) [3].

Актуальность, с одной стороны, и с другой, недостаточная разработанность спектра системных проблем поиска и визуализации циклов сельского хозяйства, количественного расчета их параметров, необходимость совершенствования методологии требуют наряду с использованием традиционных подходов к изучению проблемы цикличности развития сельского хозяйства обратиться к новым подходам. В частности, построение систем универсальных аналитических непрерывных моделей с концепцией «кусочного» моделирования и экономического анализа с техникой реализации кусочно-полиномиальными сплайн-функциями, вейвлет-анализ. Вейвлет-анализ позволяет выделить высокочастотные компоненты короткой длительности с протяженными низкочастотными компонентами с локализацией их на временной оси для анализа эволюционирующей сезонности [1].

Тенденция динамики урожайности зерновых связана с биологической продуктивностью почв, развитием агротехники, селекции и семеноводства,

прикладного почвоведения, с укреплением экономики сельских хозяйств, повышением эффективности организации и управления производством. Цикличность урожайности вызвана чередованием благоприятных и неблагоприятных погодных условий, циклами солнечной активности и, следовательно, неравномерным (периодичным) развитием болезней растений и размножением насекомых-паразитов и т.д.

В статистическом моделировании и прогнозировании динамики временных рядов большое место занимает вопрос о закономерностях их динамики на протяжении длительного периода.

Функциональную форму кривой роста (модели тренда), образующей длительную тенденцию развития процесса, можно определить с помощью графического метода, метода конечных разностей, метода наименьших квадратов и т.д. Наилучшей кривой роста (моделью тренда) для прогнозирования урожайности зерновых является полиномиальная кривая второго порядка (R^2 – статистика равна 0,817), уравнение которой

$$y = 6,7899 - 0,0594t + 0,0013t^2.$$

Графики динамики урожайности зерновых в России с 1883 по 2010 г. и трендовой полиномиальной кривой представлены на рис. 1.

Цикличность во временных рядах можно представить как комбинацию трех видов циклов с разными весами:

- пилообразной цикличностью;
- больших (долгопериодических) циклов колебаний;
- случайных циклов.

Долгопериодические циклические колебания характеризуются наличием многих последовательных отклонений одного знака, затем сменяющихся несколькими отклонениями противоположного знака подряд. Если равенство отдельных циклов существенно нарушается, то говорят о квазициклической колеблемости.

Для прогнозирования цикличности необходимо выявить постоянную длину цикла. Одним из методов определения длины цикла является последовательное вычисление коэффициентов автокорреляции отклонений от тренда разных порядков. Длина цикла, таким образом, определяется поряд-

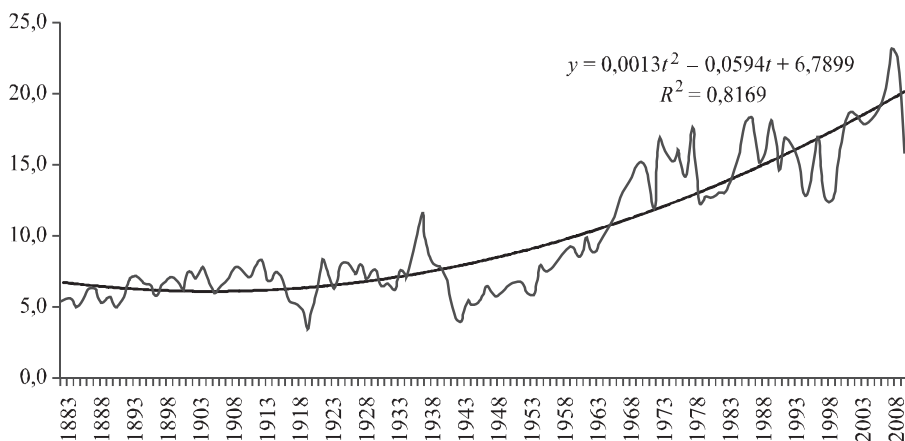


Рис. 1. Динамика урожайности зерновых в России с 1883 по 2010 г.

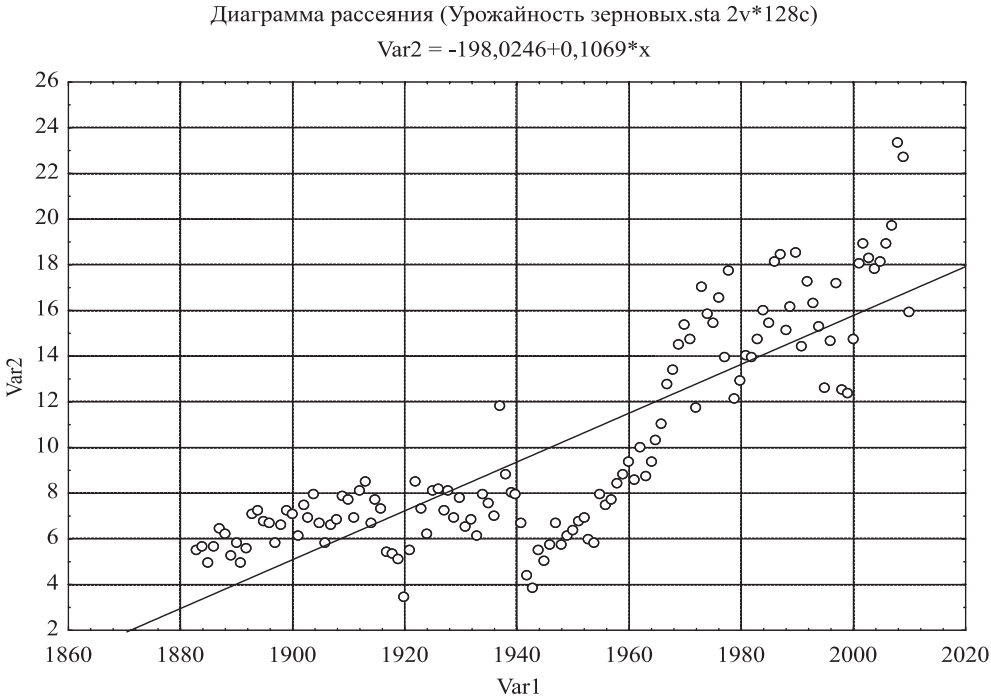


Рис. 2. Диаграмма рассеяния и линия тренда для временного ряда урожайности зерновых в России с 1883 по 2010 г.

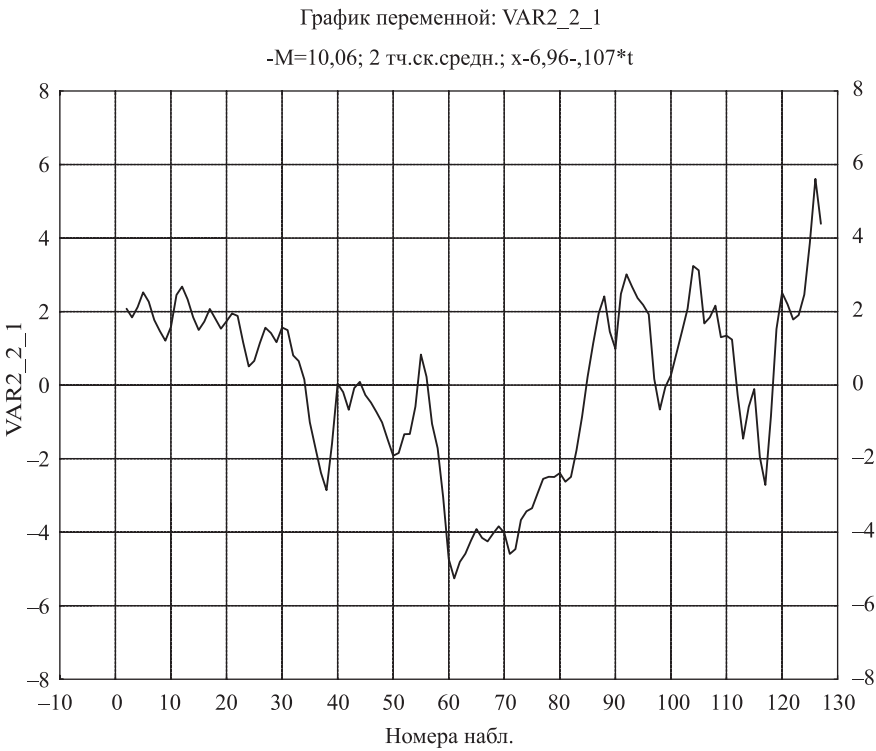


Рис. 3. Диаграмма преобразованного временного ряда урожайности зерновых в России с 1883 по 2010 г.

ком наибольшего по абсолютной величине коэффициента автокорреляции. Методом выявления цикличности процесса является также спектральный анализ, цель которого – распознать циклические колебания различной длины в динамике, в частности сельскохозяйственных процессов. Применяя этот анализ, можно попытаться выяснить, действительно ли сельскохозяйственные процессы, и в частности урожайность зерновых, имеют циклическую природу.

Проведем спектральный анализ динамики урожайности зерновых в Европейской части России с 1883 по 2010 г. с помощью ППП Statistica [8].

Для того чтобы к временному ряду можно было применять методы спектрального анализа, его необходимо привести к стационарному виду. В построенном временном ряду прослеживается с годами тенденция роста, которую можно выразить линейной моделью тренда (рис. 2).

Но прежде чем выявим тенденцию временного ряда, преобразуем его, исключая среднее значение и ярко выраженную линейную тенденцию (рис. 3).

Теперь к преобразованным данным применим одномерный анализ Фурье (табл. 1).

Таблица 1

Результаты одномерного анализа Фурье, полученные с помощью ППП Statistica

Перемен.: VAR2_2_2: -M=10,06; x-6,90-,107*t
Число наблюдений: 128 Первое: 1 Последнее: 128
N набл. после доб. конст: 128
Преобразования: Сред=-,0000 вычтено; Уд. тренд
Пять наиб. пиков периодогр. (значение:частота):
(1)383,3;0,0078 (2)77,51;0,0234 (3)58,73;0,0156 (4)33,72;0,0547 (5)30,85;0,06

Анализ данных табл. 1 позволяет выявить пять наибольших пиков периодограммы (по частоте), из которых выделяются три пика на частотах 0,0234; 0,0547 и 0,06.

Рассмотрим значения периодограммы (рис. 4).

На графике периодограммы видны несколько четких пиков. Максимальный пик – на частоте примерно 0,01. Все значения периодограммы (и другие результаты) представлены в табл. 2.

Частота – это число циклов в единицу времени (где каждое наблюдение составляет одну единицу времени). Таким образом, частота 0,023438 соответствует значению 42 периода (число единиц времени, требующихся на полный цикл). Поскольку данные представляют собой годовые наблюдения, можно заключить, что есть признаки существования примерно 64-летнего и 42-летнего циклов и слабые колебания 11–12 летних циклов. Прогнозирование урожайности зерновых в России до 2042 г. с учетом полиномиальной возрастающей тенденции и циклической модели Фурье представлено на рис. 5.

Таким образом, проведен анализ долговременной динамики урожайности зерновых, включая измерение основной тенденции, циклической компоненты, уточнена и дополнена методика выбора типа тренда, оценки на-

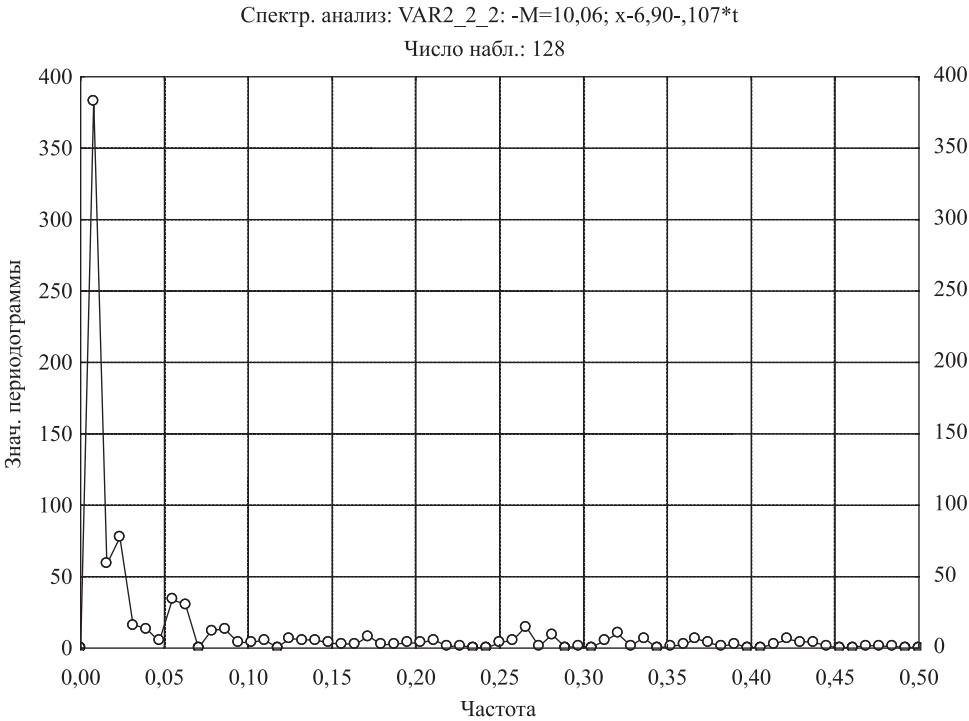


Рис. 4. Периодограмма для временного ряда урожайности зерновых в России с 1883 по 2010 г.

Таблица 2

Результаты спектрального анализа

Спектр. анализ: VAR2_2_2: -M=10,06; x-6,90-,107*t (Таблица данных 7) Число набл.: 128							
	Частота	Период	Косинус	Синус	Периодо- грамма	Плотн.	Хемминг
0	0,000000		-0,000000	0,000000	0,0000	189,0008	0,035714
1	0,007813	128,0000	2,442012	-0,160147	383,3006	201,7325	0,241071
2	0,015625	64,0000	-0,941162	0,178630	58,7325	137,8946	0,446429
3	0,023438	42,6667	0,701295	0,848075	77,5070	66,9036	0,241071
4	0,031250	32,0000	0,081009	-0,500334	16,4414	31,6072	0,035714
5	0,039063	25,6000	0,457807	-0,071347	13,7394	15,2357	
6	0,046875	21,3333	0,274872	0,006068	4,8379	15,2891	
7	0,054688	18,2857	0,190417	-0,700402	33,7166	24,1557	
8	0,062500	16,0000	-0,500813	-0,480872	30,8513	22,5791	
9	0,070313	14,2222	0,032982	-0,054643	0,2607	12,2237	
10	0,078125	12,8000	-0,075454	0,433453	12,3888	10,0791	
11	0,085938	11,6364	-0,287719	-0,356198	13,4182	10,1270	
12	0,093750	10,6667	0,255249	-0,005208	4,1715	6,6602	
13	0,101563	9,8462	-0,242734	-0,014689	3,7847	4,6042	
14	0,109375	9,1429	0,117978	0,277927	5,8344	4,0630	

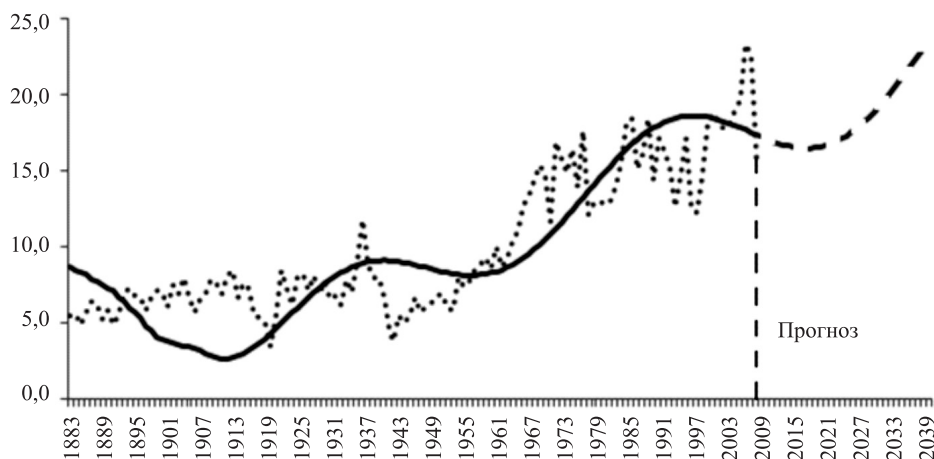


Рис. 5. Прогнозирование урожайности зерновых в России до 2042 г. с учетом полиномиальной возрастающей тенденции и циклической модели Фурье

дежности статистических характеристик динамики и анализа цикличности в развитии агропродовольственной системы. При этом дана оценка различных методов выявления тренда как необходимого этапа для получения «чистой» сезонной волны, апробирован метод гармонического анализа для выявления дополнительных циклов, определения факторов периодичности и построена модель прогнозирования урожайности зерновых в России до 2042 г. с учетом полиномиальной возрастающей тенденции и циклической модели Фурье.

Статистическое моделирование сельскохозяйственных экономических систем Европейской России для выявления пространственно-временных закономерностей их циклического развития (с использованием теории «длинных волн» Н.Д. Кондратьева) позволяет дать научное обоснование оптимальных вариантов аграрной политики.

Литература

1. Афанасьев В.Н. Развитие системы методов статистического исследования временных рядов // Вестник НГУЭУ. 2012. № 1. С. 10–24.
2. Бродель Ф. Материальная цивилизация, экономика и капитализм, XV–XVIII вв. Т. 3. Время мира. М., 1992. С. 66.
3. Глинский В.В., Ионин В.Г. Статистический анализ: учеб. пособие. М.: ИНФРА-М, 3-е изд., 2002. С. 165–169.
4. Дуброва Т.А. Прогнозирование социально-экономических процессов: учеб. пособие / 2-е изд., испр. и доп. М.: Маркет ДС, 2010. С. 75–93.
5. Кондратьев Н.Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика, 2002. 767 с.
6. Кондратьев Н.Д., Яковец Ю.В., Абалкин Л.И. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения / Избр. труды. М.: Экономика, 2002. С. 708–713.
7. Носонов А.М., Ямашкин А.А. Циклическое развитие региональных систем сельского хозяйства // ЭТАП: Экономическая теория, анализ, практика. 2011. № 3. С. 38–50.
8. Сажин Ю.В., Шаранов И.М., Бажанова С.В. Обработка статистической информации на ПЭВМ. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. С. 107–125.

9. *Толфлер Э.* Третья волна. М.: АСТ, 2010. 784 с.
10. *Forrester Jay W.* Industrial Dynamics. MIT Press. 1961.
11. *Juglar Clement.* Des Crises commerciales et leur retour periodique en France, en Angleterre, et aux Etats-Unis. Paris: Guillaumin, 1862.
12. *Kitchin Joseph.* Cycles and Trends in Economic Factors // Economics and Statistics. Vol. 5, N 1, Jan., 1923. P. 10–16.
13. *Kuznets S.* Secular Movements in Production and Prices. Their Nature and their Bearing upon Cyclical Fluctuations. Boston: Houghton Mifflin, 1930.
14. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mcx.ru/documents/document/show/14857.19.htm>

Bibliography

1. *Afanasyev V.N.* The development of the system of methods of statistical investigation of time series // Vestnik NGUJeU. 2012. № 1. P. 10–24.
2. *Braudel F.* Material civilization, economy and capitalism, XV–XVIII centuries. V. 3. World time. M., 1992. P. 66.
3. *Glinskij V.V., Ionin V.G.* Statisticheskij analiz. M.: INFRA-M, 3rd edition, 2002. P. 165–169.
4. *Dubrova T.A.* Prediction of social and economic processes. M.: Market DS, 2010. P. 75–93.
5. *Kondratiev N.D.* Big cycles environment and the theory of foresight. M.: Economics, 2002. 767 p.
6. *Kondratiev N.D., Yakovets Yu.V., Abalkin L.I.* Big cycles environment and the theory of foresight / Selected works. M.: Economics, 2002. P. 708–713.
7. *Nosonov A.M., Yamashkin A.A.* Cyclic development of regional systems of agriculture // ETAP: Economic theory, analysis, practice. 2011. № 3. P. 38–50.
8. *Sazhin J.V., Sharanov I.M., Bazhanova S.V.* Processing of statistical information on the PC. Saransk: Ogarev Mordovia State University, 2009. P. 107–125.
9. *Toffler A.* The Third Wave. M.: AST, 2010. 784 p.
10. *Forrester Jay W.* Industrial Dynamics. MIT Press. 1961.
11. *Juglar Clement.* Des Crises commerciales et leur retour periodique en France, en Angleterre, et aux Etats-Unis. Paris: Guillaumin, 1862.
12. *Kitchin Joseph.* Cycles and Trends in Economic Factors // Economics and Statistics. Vol. 5, N 1, Jan., 1923. P. 10–16.
13. *Kuznets S.* Secular Movements in Production and Prices. Their Nature and their Bearing upon Cyclical Fluctuations. Boston: Houghton Mifflin, 1930.
14. Doctrine of the food supply security of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: <http://www.mcx.ru/documents/document/show/14857.19.htm>