

ПОСТРОЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ УРОЖАЙНОСТИ НА ОСНОВЕ АВТОКОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ

Рогачев А.Ф.¹, Шубнов М.Г.¹

¹ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный аграрный университет», Волгоград, Россия (400002, Волгоград, пр-т Университетский, 26), e-mail: rafr@mail.ru

В статье рассмотрены особенности нейросетевого моделирования динамики многолетних временных рядов (ВР) урожайности зерновых культур в условиях региона Нижнего Поволжья с целью повышения обоснованности выбора параметров моделей в виде искусственных нейронных сетей. Проанализированы особенности статистических характеристик, в частности, автокорреляционной функции, распределения многолетних уровней урожайностей зерновых культур, которые необходимо учитывать при построении нейросетевых моделей. На основе предпрогнозного статистического анализа установлены пики, соответствующие временным лагам автокорреляционной функции, определенным для различных групп зерновых культур. Полученные значения рекомендовано учитывать при задании величины временных окон при формировании нейросетевых моделей урожайности, что легло в основу предлагаемой информационной технологии, реализованной в среде SNN v4.0.

Ключевые слова: временные ряды урожайности, искусственные нейронные сети, нейросетевые модели урожайности, сельскохозяйственное производство.

BUILDING A NEURAL NETWORK MODELS FOR THE TIME SERIES PREDICTION YIELD ON THE BASIS OF THE AUTOCORRELATION FUNCTION

Ragachev A.F.¹, Shubnov M.G.¹

¹VPO "Volgograd State Agricultural University", Volgograd, Russia (400002, Volgograd, University Ave, 26), e-mail: rafr@mail.ru

The article describes the features of neural network modeling of the dynamics of long-term time series (BP) grain yields in the region of the Lower Volga region in order to increase the validity of the choice of model parameters such as artificial neural networks. The features of the statistical characteristics, in particular the autocorrelation function, the distribution of long-term level of productivity of crops that need to be taken into account when constructing the neural network models. Based on statistical analysis established predprognoznogo peaks corresponding to the time lag of the autocorrelation function defined for different groups of crops. The resulting value is recommended to take into account when setting the amount of time windows during the formation of neural network models yield, which formed the basis for the proposed information technology implemented in the medium SNN v4.0.

Keywords: time series of yield, artificial neural networks, neural network model yields and agricultural production.

Нейросетевые методы моделирования сложных экономических систем в последние десятилетия находят все большее применение, благодаря своей универсальности и компьютерной реализованности в различных специализированных пакетах, среди которых можно выделить STATISTICA Neural Networks (SNN). Существенным преимуществом последнего является интеграция с системой статистического анализа STATISTICA различных версий, что позволяет разрабатывать комбинированные технологии, включающие предпрогнозный статистический анализ и моделирование данных, используя широкий набор различных инструментальных средств [3, 4].

Прогнозирование урожайности зерновых культур в условиях Нижнего Поволжья, характеризующееся высоким значением коэффициента вариации (свыше 30%) для основных зерновых культур, ограничивает применение факторных моделей и требует использования

методов нелинейной динамики для повышения построения адекватности получаемых моделей. Отмеченная особенность временных рядов урожайности обуславливает методическую погрешность при оценке рисков, связанных с планированием и прогнозированием сельскохозяйственного производства на основе различных методов нелинейной динамики [1 - 3].

Методы нейросетевого моделирования основаны на построении искусственной нейронной сети, моделирующей процессы межгодовых колебаний урожайности, и позволяют описывать динамику моделируемых нелинейные системы.

Основная задача проведенного исследования – повышение достоверности нейросетевого моделирования и, соответственно, прогнозирования уровней ВР урожайности путем предпрогнозного учета внутренних закономерностей динамики изменения урожайности в предшествующие годы на основе использования автокорреляционного анализа многолетних ВР.

Для проведения исследований анализировались ВР различных зерновых культур и зерновых в целом, отобранные по данными Федеральной службы государственной статистики по Волгоградской области (Волгоградстат) за период 1950-2012 гг., фрагмент которых для зерновых в целом представлен в табл.1.

Предварительно проводилась статистическая проверка нулевой гипотезы о соответствии эмпирического закона распределения урожайности нормальному по статистическим критериям (Хи-квадрат Пирсона, Колмогорова-Смирнова).

Для выборочной совокупности урожайности зерновых культур в целом расчетное значение критерия Пирсона составило 51,6, что значительно превышает критическое значение 9,48, определенное по таблице при ($\alpha = 0,05$; $\nu = 4$).

Таблица 1 – Моделируемая выборочная совокупность урожайностей зерновых в целом по Волгоградской области (1950-2012) годы

Годы	Урожай- ность, ц/га	Годы	Урожай- ность, ц/га	Годы	Урожай- ность, ц/га	Годы	Урожай- ность, ц/га
1950	4,6	1970	17,5	1990	20,6	2010	12,0
1951	4,8	1971	10,8	1991	14,4	2011	17,2
1952	7,5	1972	4,5	1992	15,4	2012	16,4
1953	4,8	1973	17,2	1993	20,1		
1954	3,6	1974	16,0	1994	12,0		
1955	8,4	1975	3,8	1995	5,9		
1956	4,8	1976	19,2	1996	8,8		

1957	3,9	1977	10,2	1997	14,8		
1958	13,7	1978	19,7	1998	4,7		
1959	5,5	1979	6,8	1999	7,0		
1960	10,4	1980	11,9	2000	12,2		
1961	10,0	1981	8,2	2001	17,0		
1962	14,3	1982	10,2	2002	16,1		
1963	6,1	1983	13,1	2003	15,2		
1964	14,0	1984	4,1	2004	19,5		
1965	9,2	1985	14,1	2005	18,5		
1966	12,5	1986	10,6	2006	17,1		
1967	11,2	1987	13,2	2007	13,5		
1968	12,9	1988	18,5	2008	24,6		
1969	6,4	1989	18,4	2009	19,2		

Таким образом, эмпирический закон распределения величин урожайностей для зерновых в целом значительно отличается от нормального по критериям и Пирсона, и Колмогорова–Смирнова. При проведении исследований были выявлены особенности распределения многолетних уровней урожайности и для других групп зерновых культур.

Для обоснования структуры и параметров разрабатываемых математических моделей урожайности основных зерновых культур в засушливых условиях, которые необходимо учитывать при нейросетевом моделировании, и повышения надежности получаемых прогнозов был проведен автокорреляционный анализ исследуемых ВР. Результаты автокорреляционного анализа зерновых в целом представлены на рис. 2.

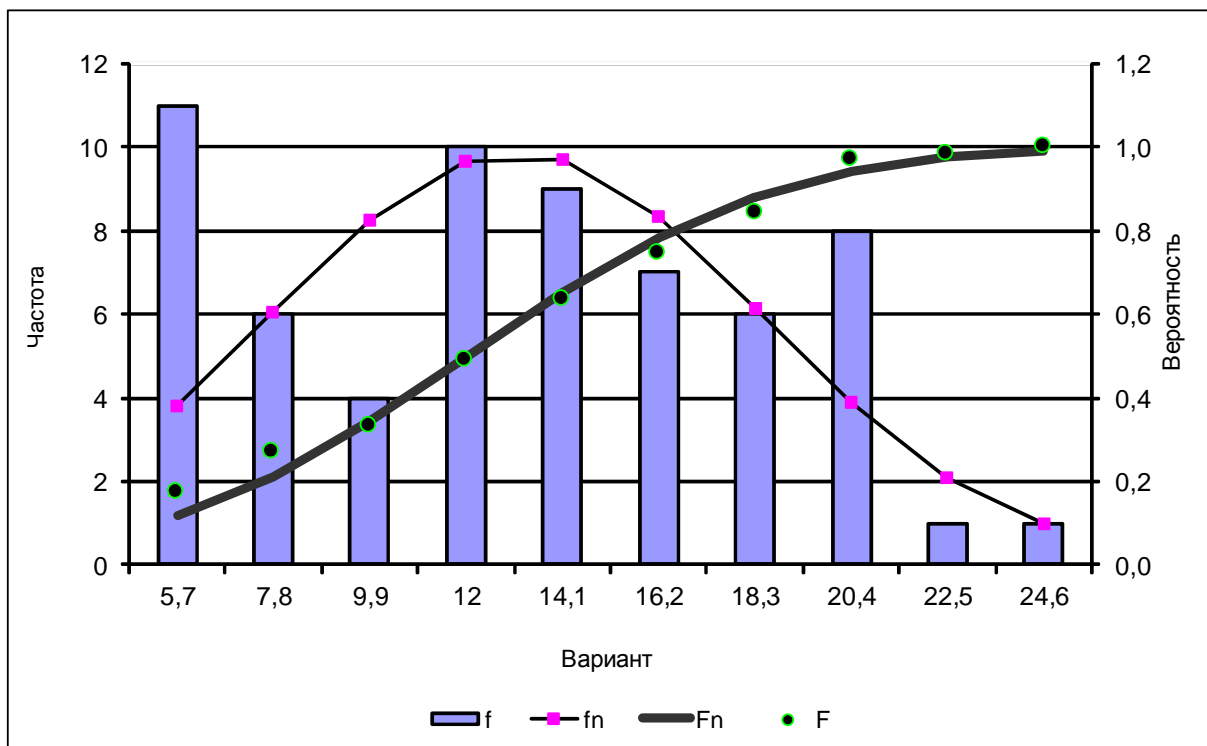


Рисунок 1 – Сопоставление эмпирического распределения зерновых культур в целом с нормальным законом

Анализ полученных автокорреляционных функций ВР урожайности, выполненный для различных групп зерновых культур, показывает их как наличие статистически значимых циклических составляющих, так и различие их характеристик. В соответствии с этим, последующее нейросетевое моделирование ВР урожайностей этих культур должны выполняться с учетом этих статистических характеристик.

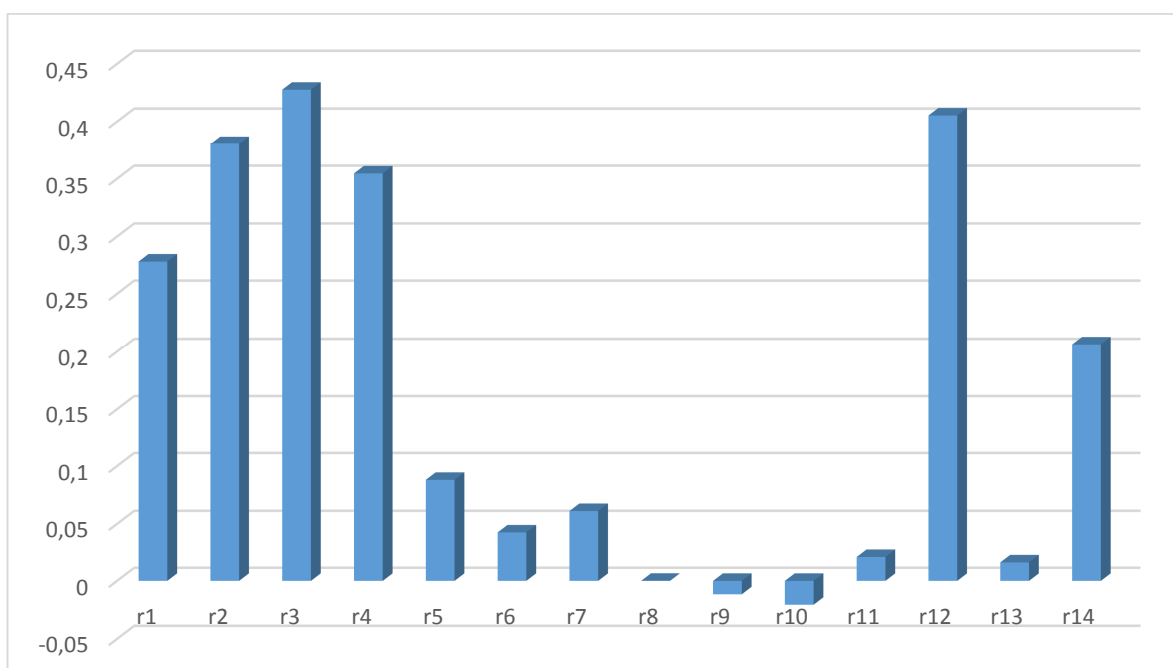


Рисунок 2 – Диаграмма автокорреляционной функции ВР урожайности зерновых культур

На графиках автокорреляционных функций были выявлены статистически значимые пики при одно-, двух-, трех-, четырех- и двенадцатилетнем лагах (рис. 2). Отметим, что наиболее выраженные «пики» наблюдаются при лагах в три и двенадцать лет. Возможной гипотезой для последнего может быть суперпозиция двух- и трехлетних циклов. Таким образом, цикличность ВР урожайности зерновых, подтвержденная в исследованиях за приведенные выше годы, как атрибут эндогенной динамики рассматриваемых экономических систем необходимо учитывать при нелинейном нейросетевом прогнозировании, а также планировании на его основе показателей аграрного производства.

Таким образом, для нейросетевого прогнозирования ВР урожайности можно рекомендовать применение предпрогнозных методов статистического анализа, алгоритмы которых достаточно разработаны. При этом основными задачами являются обоснование численных значений временных параметров нейросети при ее предварительном формировании до обучения.

Практическая реализация разработанных нейросетевых моделей осуществлялась средствами компьютерной математики в среде SNN v4.0. – Интерфейс нейросетевой системы для прогнозирования урожайности зерновых культур на базе SNN v.4 представлен на рисунке 3.

В процессе выбора параметров нейронной сети параметр «Временное окно» (Steps) диалогового окна Create Network принимаем равным номеру наиболее выраженного лага на корелограмме (рис.2), т.е. в данном случае равным 3. После этого строим трехслойный персептрон по известным [2, 5] методикам (рис.3).

Выделение обучающей и экзаменующей выборок исходного ВР и обучение создаваемой нейросетевой модели проводилось в частично автоматизированном режиме [3].

Для анализа прогностических характеристик обученной сети использовались различные проекции временного ряда в окне «Time Series Projection», характеризующие количественные и качественные возможности получения прогнозов с различными начальными значениями и горизонтами прогнозирования. Проведенные исследования позволяют рекомендовать полученное семейство нейросетевых моделей для краткосрочного прогнозирования с горизонтом 1-2 года, которое непосредственно можно выполнять в окне «Run Single Case».

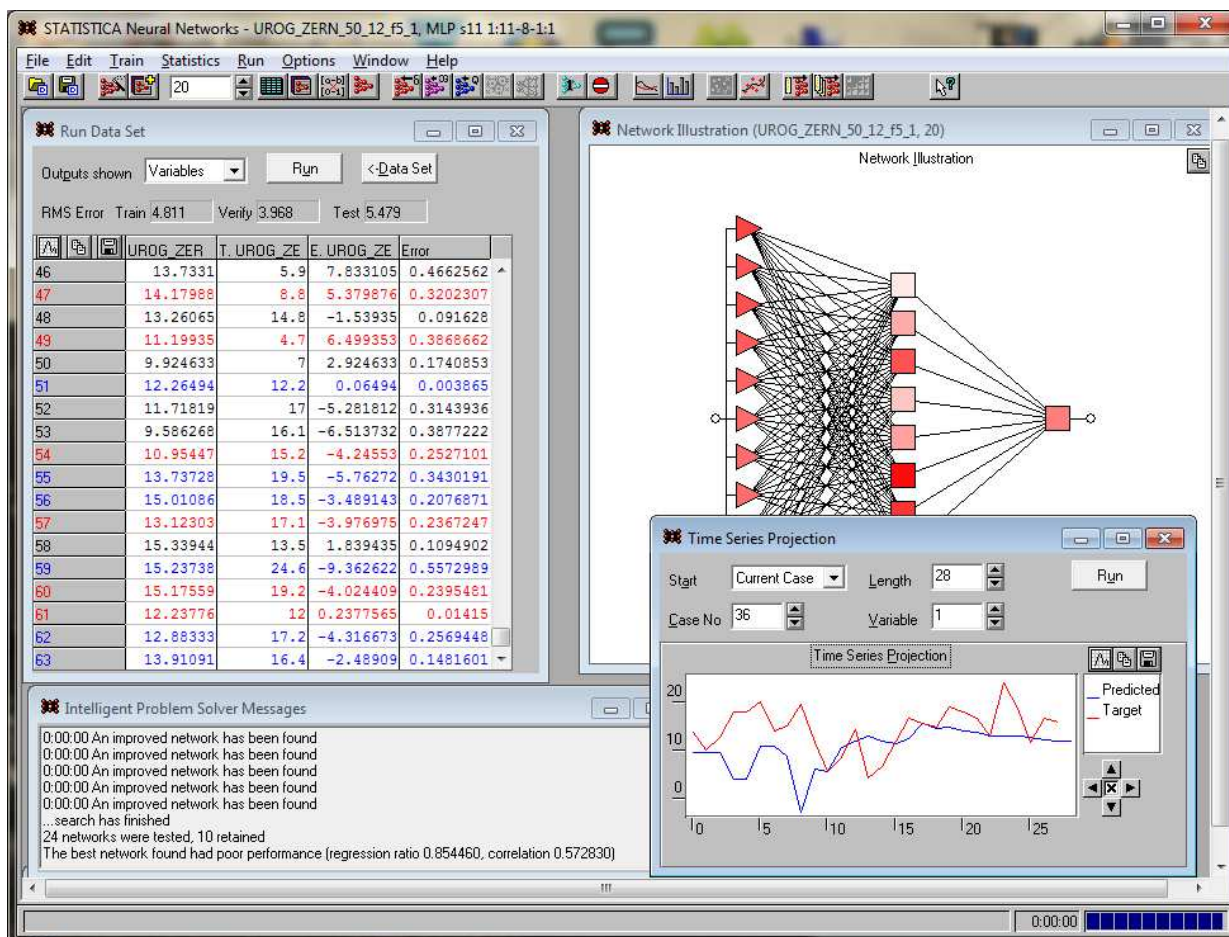


Рисунок 3 – Интерфейс нейросетевой системы для прогнозирования урожайности зерновых культур на базе SNN

Таким образом, предложенная информационная технология нейросетевого моделирования ВР урожайности зерновых культур, основанная на предпрогножном автокорреляционном анализе многолетних уровней урожайности, позволяет обоснованно выбирать характеристический параметр временного окна «Steps» при построении ИНС, что позволяет снижать погрешность кратко- и среднесрочного прогнозирования урожайности зерновых в засушливых условиях Нижнего Поволжья до 7...12%, что является приемлемым для прогнозирования таких рядов.

Список литературы

1. Патент RU № 2400966, 2010. Бюлл. – № 28.
2. Рогачев А.Ф., Кузьмин В.А. Моделирование эколого-экономических систем с использованием алгоритмов нечеткого вывода // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2013. - № 1. – С. 230-235.

3. Рогачев А.Ф., Шубнов М.Г. Оценка прогнозного уровня урожайности на основе нейросетевых моделей динамики // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2012, - № 4. – С. 226-231.
4. Тихонов Э.Е. Методы прогнозирования в условиях рынка: учебное пособие. – Невинномысск, 2006. – 221 с.
5. Шубнов М.Г., Рогачев А.Ф. Методика обучения искусственных нейронных сетей для задач прогнозирования урожайности / Профессиональное аграрное образование XXI века: новые стандарты, методики, технологии. Материалы научно-методической конференции, 20-23 марта 2012 года, г. Волгоград, Ч. 1. – ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. – С. 331-334.

Рецензенты:

Терелянский П.В., д.э.н., доцент, зав. Кафедрой ИСЭ, Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград.

Шапров М.Н., д.э.н., профессор, зав. кафедрой Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград.