

по отношению к доллару США и адаптивные инфляционные ожидания. Это еще раз доказывает то, что белорусский рубль все еще сильно привязан к этой валюте и население не торопится делать свои сбережения в белорусских рублях.

Литература:

1. Maddala, G. S. Unit roots, cointegration, and structural change/ G. S. Maddala, I.-M. Kim. – Cambridge, 1998.
2. Green, W. H. Econometric Analysis/ W. H. Green. - New York: Prentice Hall, 2003.- 1022 p.
3. Тихонов, Н. П. Эконометрика /Н.П. Тихонов, Е. Ю. Дорохина. -М.:Из-во "Экзамен", 2003-512 с.
- 4.Кравцов, М. К. Эконометрический анализ временных рядов основных макроэкономических показателей/ М. К. Кравцов, А. В. Пашкевич, Н. М Бурдыко // Белорусская экономика: анализ, прогноз, регулирование. - 2005. - №3. - С. 3-23
5. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. – М.: Мир, 1974.Вып. 1.2.- 407 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛОВ УРОЖАЙНОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Копытовских А.В., к.т.н., доцент, Коржич В.П., соискатель, БГАТУ, г.Минск

Развитие сельскохозяйственного производства сопровождается постоянным повышением значения информации как средства принятия оптимальных решений. Использование долгосрочных прогнозов урожайности культур в сельском хозяйстве может приносить определенные выгоды, а именно: более обоснованно планировать объемы производства растениеводческой сельскохозяйственной продукции, объемы ее экспорта и импорта, величину спроса, предложения и цен на сельхозпродукцию, требуемых запасов посевного материала на период недобора урожая, доз вносимых минеральных и органических удобрений и др. К настоящему времени с учетом прогноза агрометеорологических факторов разработаны рекомендации при посеве, уходе, уборке, внесении удобрений, выборе сортов, структуры посевных площадей, систем почвообработки и др. В практических условиях применяют различные статистические, гидродинамические и другие модели прогнозов. Наиболее часто используют

статистические методы, основанные на спектральном анализе временных рядов наблюдений, анализе Пуассоновских эффектов, тренд-анализе, построении матриц переходных вероятностей, авторегрессионных моделях, теории гармонических весов, моделировании периодической нестационарности и др.

По данным отдела статистики Пинского района авторами данной работы построен временной ряд и линия тренда средней урожайности всех зерновых и зернобобовых культур (на семена) за период с 1958 по 2002 г.г. для Пинского района, представленный на рис. 1.

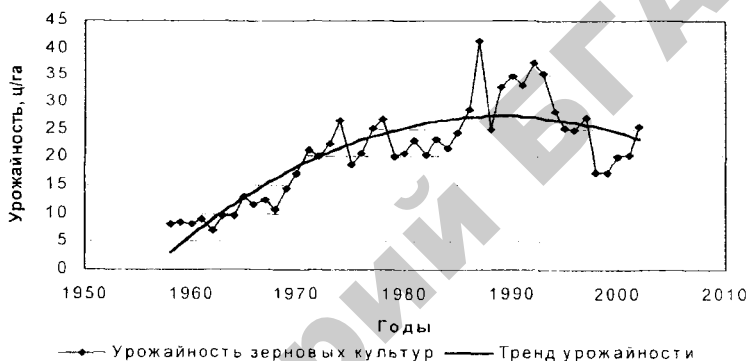


Рис. 1. Временной ряд и тренд урожайности зерновых и зернобобовых культур в Пинском районе за период 1958-2002 г.г.

Для выявления циклов производства представим временной ряд в виде индексов урожайности, т.е. выполним нормирование случайной функции урожайности и тем самым исключим влияние производственного фактора, обусловленного уровнем технологии производства. Методика проведения процедуры нормирования и проведения тренд-анализа подробно изложена в работе [1].

На рис.2 приведен хронологический ряд индексов урожайности, позволяющий выделить два основных цикла урожайности: одиннадцатилетний и двадцатидвухлетний, равные или кратные циклу солнечной активности, составляющему в среднем 11 лет. Указанные циклы не являются строго гармоническими, т.е. могут отклоняться в ту или иную сторону, как правило, не более

чем на 2 года. При этом на многолетнем интервале продолжительность циклов укладывается в средний интервал. Двадцатидвухлетний цикл урожайности очевидно связан с открытым в шестидесятые годы XX века двадцатидвухлетним парным циклом солнечной активности Гневнышева-Оля. В этом цикле второй в паре одиннадцатилетний цикл по сравнению с предыдущим в 1,4 раза выше по энергетической активности и имеет противоположную предыдущему циклу полярность электромагнитного поля. Таким образом, изменение полярности солнечных пятен способствует изменению знака экстремума урожайности зерновых культур, т.е. приводит к чередующимся спадам и подъемам их продуктивности [2]. Для сравнения на рис. 3 приведен тренд солнечной активности за исследуемый период.

Визуальное сопоставление рис. 2 и рис. 3 позволяет сделать вывод о значимом влиянии солнца на урожайность зерновых культур. Из рис. 2 видно, что в одиннадцатилетнем цикле подъемы продуктивности зерновых культур имеют место на нисходящей и восходящей ветвях двадцатидвухлетнего цикла продуктивности, или в периоды депрессий солнечной активности в одиннадцатилетнем цикле.

Подобные выводы сделаны Б.Г. Шерстюковым при анализе ритмов атмосферной циркуляции, а именно: выделены ритмы продолжительностью 21 - 24 года (аналог двадцатидвухлетнего цикла) и 10 - 13 лет (аналог одиннадцатилетнего цикла). При этом в своей работе автор, к сожалению, не проводит связи исследованных ритмов с активностью солнца. Б.Г. Шерстюков также подчеркивает, что внутри всех интервалов укладывается два более коротких неравных периода [3].

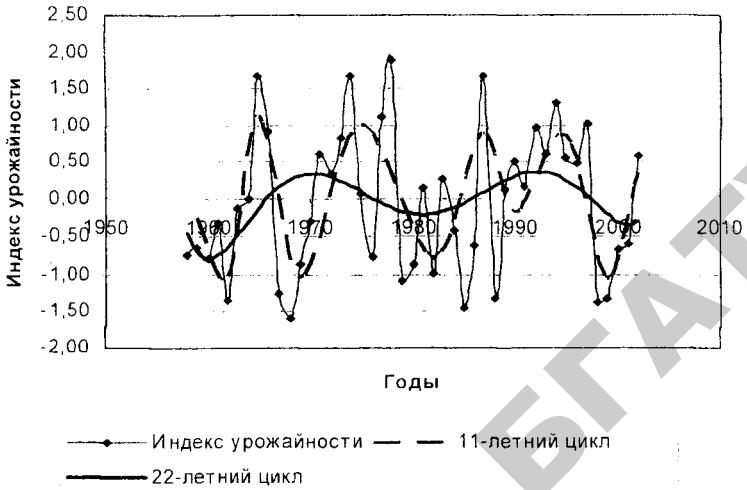


Рис. 2. Временной ряд индексов и тренды урожайности в одиннадцатилетнем и двадцатидвухлетнем циклах.

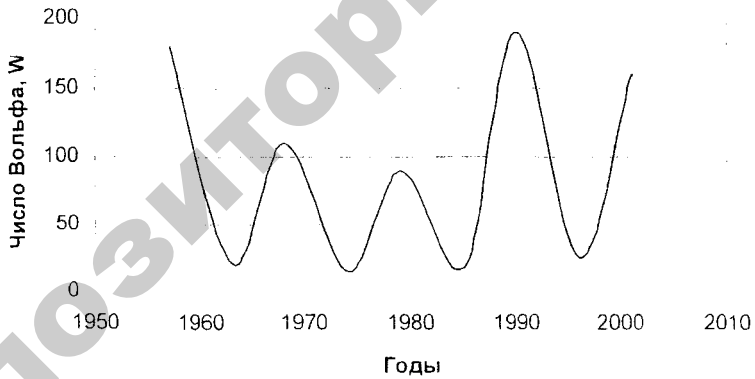


Рис.3. Динамика солнечной активности за период 1958-2003г.г.

Это означает, что внутри одиннадцатилетнего цикла следует искать по крайней мере еще один экстремум урожайности. Проведенные авторами данной работы статистические исследования показывают, что использование тренд-анализа для установления

более коротких периодов является недостаточно эффективным, поскольку с уменьшением интервалов времени усиливается стохастичность процесса. В этом случае определенные выгоды может принести спектральный анализ, позволяющий выполнить более полное и объективное описание статистических свойств временных рядов [1]. Случайный процесс при этом рассматривается обобщенно, как суперпозиция гармонических колебаний и может быть представлен, например, в виде стохастического интеграла Фурье-Стилтьеса в отличие от обычных интегралов Фурье, применяемых для чисто гармонических колебаний. Аналитические выражения для спектральной плотности $S(\omega)$ и автокорреляции $r(\tau)$ при этом имеют следующий вид:

$$S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} r(\tau) \exp(-i\omega\tau) d\tau \quad (1)$$

$$r(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) \exp(i\omega\tau) d\omega \quad (2)$$

где ω - круговая частота, равная $2\pi\gamma$,
 γ - линейная частота, равная $1/T$.

$$i = \sqrt{-1}$$

Автокорреляция ряда в приведенной модели характеризует статистическую связь между исследуемой характеристикой процесса в данный момент (год, период) и последующие моменты времени. Спектральная плотность, характеризующая распределение дисперсии по частотам, показывает, какие временные интервалы вносят больший или меньший вклад в общую дисперсию процесса колебаний исследуемой случайной величины.

На рис. 4 показаны результаты исследований, выполненные с использованием программного пакета «Статистика».

Анализ графика показывает, что наиболее значимыми являются периоды колебаний урожайности приблизительно в 3, 4, 6 и 7 лет. Это означает, что внутри цикла продолжительностью в 11 лет можно выделить по крайней мере еще один экстремум урожайности, который делит цикл на две части: 6 и 4 года или 7 и 3 года). Как видно из рис.2, амплитудные характеристики ко-

лебаний урожайности для данного экстремума существенно меньше, чем например в одиннадцатилетнем цикле, т.е. данный цикл со средней продолжительностью в 5,5 лет является менее значимым.

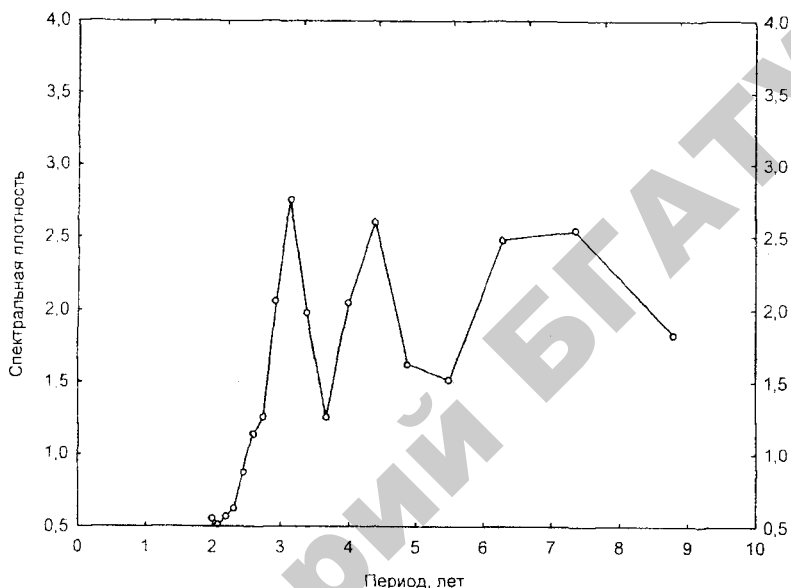


Рис.4. Функция спектральной плотности урожайности зерновых культур в Пинском районе Брестской области.

Полученную спектральную оценку предполагается использовать в дальнейших исследованиях при разработке прогнозных моделей урожайности сельскохозяйственных культур на территории Республики Беларусь. При этом может быть использована, например, модель периодической нестационарности [2].

Выводы:

1. На основании проведенных исследований выделены основные циклы урожайности сельскохозяйственных культур, связанные с солнечной активностью и составляющие в среднем 22, 11 и 5,5 лет. При этом цикл в 5,5 лет является менее значимым, так как его амплитудные характеристики значительно меньше, чем в циклах, составляющих 11 и 22 года.

2. Экстремально высокая активность солнца в условиях Полесья отрицательно сказывается на урожаях зерновых и зернобобовых культур.

3. В последние годы (2000 – 2003 г.г.) отмечен спад урожайности как в 22-летнем, так и в 11-летнем циклах (двойная депрессия продуктивности) на фоне пика солнечной активности в циклах этой же периодичности.

4. Спад урожайности зерновых и зернобобовых культур в 2000 – 2003 годах можно объяснить не только технико-экономическими причинами, но в большой мере влиянием гелиокосмических факторов. Аналогичная ситуация, сопровождающаяся спадом продуктивности, наблюдалась в 80-е годы. Тренд-анализ урожайности зерновых и зернобобовых культур позволяет прогнозировать на 2004-2009 г.г. подъем урожайности, которая с учетом снижения уровня технологии в отрасли растениеводства составит не менее 30 ц/га (по аналогии с 90-ми годами).

6. В период следующего максимума солнечной активности (2011-2014 г.г.) вероятно снижение урожайности. В этот период возможны один-два года с сильными засухливыми явлениями.

Литература:

1. Раунер, Ю.Л. Климат и урожайность зерновых культур / Ю.Л.Раунер. - М.: Наука, 1981. – 163 с.

2. Шерстюков, Б. Г. Анализ ритмов в атмосфере и новые возможности сверхдолгосрочного прогнозирования гидрометеорологических характеристик / Научные и прикладные аспекты оценки изменений климата и использования климатических ресурсов: тезисы докладов международной научной конференции 31 октября – 3 ноября 2000 г.. Минск / Под ред. Логина В.Ф., П.А. Ковриго. - Мн.: БГУ, 2000. - 78-80 с.

3. Копытовских, А.В. Зависимость экономических циклов урожайности зерновых и зернобобовых культур в Пинском районе от солнечной активности / Проблемы формирования рыночной экономики в Республике Беларусь: материалы научно-практической конференции (15-16 января 2004 г., Пинск) / А.В.Копытовский, В.С.Филипенко. - Мн.: БГУ, 2004. – 37-40 с.