

## ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ЭКСРЕМУМОВ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ПЕРИОДОВ ВЕГЕТАЦИИ И УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПО МНОГОУРОВНЕВЫМ МАТРИЦАМ ПЕРЕХОДНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

*А.В. Копытовских*

*Полесский государственный университет, azbignev@mail.ru*

При анализе выбросов стохастических процессов случайные функции часто бывает выгодно представлять в упрощенном виде, а именно: в виде функций импульсного типа (рект-сигнала), при которых функция скачкообразно принимает определенные условные значения. Этот подход широко используется для повышения точности обработки временных рядов с ограниченным объемом выборки. Таким образом, преобразовав временные ряды в импульсную функцию можно привести процесс колебаний факторов случайного процесса к трем состояниям, а именно: с нормальным, повышенным и пониженным статусом. Такая разбивка представляет собой деление всей исследуемой совокупности на кластеры (группы). Для каждого кластера можно определить вероятности перехода к любому другому кластеру. Последовательность таких переходов представляет собой марковскую цепь, для которой можно составить *матрицу переходных вероятностей*. В простейшем случае, если вероятность перехода не зависит от положения случайной величины на временном отрезке, цепь называется однородной. Недостатком указанной матрицы в применении к прогнозу влагообеспеченности и урожайности сельскохозяйственных культур является ее стационарность, т.е. постоянство вероятностей перехода системы из кластера в кластер. В связи с этим надежность прогнозных оценок по указанной матрице составляет, как правило, не более 55-60 %. Для устранения данного недостатка принята попытка повышения надежности прогнозов при использовании многоуровневых матриц, представляемых несколькими уровнями, учитывающими поведение системы в будущем в зависимости от стабиль-

ности предшествующих состояний. Использование такого приема позволяет обеспечить надежность прогнозных оценок на уровне 60-65%.

В качестве второго элемента системы прогнозирования может использоваться эффект прореживания выборочных данных на основе распределения Эрланга, заключающегося в оценке плотности распределения между экстремумами стохастического процесса при исключении данных по определенному принципу, а именно: через одно, два и более значений.

Для оценки влагообеспеченности вегетационных периодов предложено использовать гидротермические коэффициенты Г.Т. Селянинова (ГТК), широко применяемых в качестве индекса увлажнения территорий [1, с.27].

Вариант эмпирической многоуровневой матрицы составлен для трех состояний гидротермических коэффициентов, рассчитанных для метеостанции г. Сенно Витебской области за период последних шестидесяти лет, и показан в табл.

Таблица. Многоуровневая матрица переходных вероятностей для гидротермических коэффициентов Г.Т. Селянинова по данным метеостанции г. Сенно

Прогнозируемая влагообеспеченность	Предшествующее состояние влагообеспеченности	Вероятность перехода при количестве лет предшествующего состояния								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нормальная	Нормальная	0.68	0.71	0.71	0.75	0.67	0.50	0.67	0.50	0.00
	Пониженная	0.80	0.99	-	-	-	-	-	-	-
	Повышенная	0.56	0.50	0.99	-	-	-	-	-	-
Пониженная	Нормальная	0.19	0.25	0.24	0.17	0.22	0.33	0.33	0.50	1.00
	Пониженная	0.10	0.01	-	-	-	-	-	-	-
	Повышенная	0.22	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
Повышенная	Нормальная	0.13	0.04	0.05	0.08	0.11	0.17	0.00	0.00	0.00
	Пониженная	0.10	0.00	-	-	-	-	-	-	-
	Повышенная	0.22	0.50	0.01	-	-	-	-	-	-

Анализ таблицы показывает, что для вероятностей перехода системы из одного кластера в другой также проявляются пуассоновские эффекты, т.е. при необходимости матрица может быть параметризована с помощью распределения Пуассона и приведена к теоретическому виду.

Окончательно алгоритм получения прогнозной оценки сводится к следующему. Как отмечено выше, применение матрицы переходных вероятностей, прежде всего, эффективно при прогнозной оценке лет с нормальной влагообеспеченностью. Выделить эти годы из общего массива предлагается с помощью специального фильтра. В качестве такого фильтра используется уровень вероятностного перехода, при котором прогнозная оценка выполняется в оптимальном режиме, обеспечивающем максимально достоверный результат для лет различной влагообеспеченности. Искомый уровень для приведенного в настоящей работе примера был получен методом итераций, при этом оптимальное значение вероятности перехода составило около 70%. Как отмечено выше, применение матриц переходных вероятностей позволяет наиболее полно выделить годы с нормальной влагообеспеченностью, вероятности перехода для которых принимают наиболее высокие значения. При этом остается нерешенным вопрос о прогнозной оценке экстремумов случайного процесса с учетом их знака, поскольку, как показал проведенный нами анализ, выполнить их достоверную оценку при невысоких значениях переходных вероятностей не представляется возможным. В данном случае также необходим дополнительный "ориентир на знак". В качестве такого ориентира предлагается использовать специальный эффект, называемый *эффектом Эрланга*.

Данная процедура позволяет проводить более обоснованную сортировку статистического материала по кластерам. При этом, как показали статистические расчеты, надежность прогнозной оценки повышается до уровня 70-75%. В процессе дальнейшей работы предполагается выполнить его проверку на возможность прогнозов циклов в экономике.

#### Литература

1. Селянинов, Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР / Г.Т. Селянинов // Вопросы агроклиматического районирования СССР. — М.: Изд. Минсельхоз. СССР, 1958. — С. 7-13.