

лиз таких данных является сложным, после каждого шага моделирования производится расчет основных демографических показателей (численность населения, общие коэффициенты смертности и рождаемости, суммарный коэффициент рождаемости и других). В целом в рамках модели можно рассчитывать и анализировать практически любые демографические показатели, для которых достаточно данных о половозрастной структуре населения и количестве новорожденных и умерших.

Для проверки адекватности модели она была проверена на данных из статистического ежегодника Алтайский край 2008-2013 [3]. Входными параметрами для вычислительных экспериментов послужили половозрастная структура и вероятности рождения ребенка и смерти, рассчитанные на основе данных 2008 года. Моделирование проводилось по совокупности 23 тыс. человек. Всего было сделано 10 серий имитации. Результаты имитации показали работоспособность созданной модели.

Библиографический список

1. Имитационное моделирование в демографии / под. ред. А.Г. Волкова. – М.: Статистика, 1980.
2. Баркалов Н.Б. Микроимитационная модель рождаемости поколения: Городская и сельская семья / под. ред. Медкова В.М. – М., 1987.
3. Статистический ежегодник. Алтайский край. 2008-2013: стат. сборник / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю. – Барнаул, 2014.

УДК 519.8

Применение критерия Грэнджера для анализа статистических показателей

А.С. Маничева, А.В. Савиных
АлтГУ, г. Барнаул

При статистическом анализе временных рядов часто возникает задача определения наличия и направления связи между рядами, т.е. какие данные на что влияют и от чего, в свою очередь, зависят. Один из способов решения данной задачи – использование теста Грэнджера на причинность.

Тест Грэнджера можно использовать для определения наличия взаимозависимости между статистическими временными рядами, особенно при рассмотрении многомерного массива данных, когда требуется установить факт наличия причинно-следственной связи между несколькими временными рядами. В этом случае тест Грэнджера дает возможность определить, какие из рассматриваемых временных рядов оказывают наибольшее влияние, а какие ни на что не влияют.

Рассмотрим суть теста Грэнджера [1]. Пусть имеются два временных ряда $x(t)$ и $y(t)$. Последовательно проверяются две нулевые гипотезы: « y не является причиной x по Грэнджеру» и « x не является причиной y по Грэнджеру». Для проверки этих гипотез строятся две регрессионные модели:

$$(1) x(t) = \sum_{i=1}^p a_{11(i)}x(t-i) + \sum_{i=1}^p a_{12(i)}y(t-i) + \varepsilon_1(t),$$

$$(2) y(t) = \sum_{i=1}^p a_{21(i)}x(t-i) + \sum_{i=1}^p a_{22(i)}y(t-i) + \varepsilon_2(t),$$

где p – количество предыдущих значений, принимаемых во внимание (временной лаг, показывающие, влияние какой давности проверяется); матрица $A(i)$ с коэффициентами $a_{jk(i)}$ содержит веса узлов; $\varepsilon_1(t)$ и $\varepsilon_2(t)$ – ошибки модели.

Для каждой регрессионной модели нулевая гипотеза заключается в том, что коэффициенты при лагах второй переменной одновременно равны нулю:

$$H_0^{(1)} : a_{12(i)} = 0, i = 1, \dots, p,$$

$$H_0^{(2)} : a_{21(i)} = 0, i = 1, \dots, p.$$

Если гипотеза H_0 принимается, причинно-следственной связи между рассматриваемой парой временных рядов нет.

Рассмотрим пример использования теста Грэнджера для выявления причинно-следственной связи между двумя временными рядами: количеством куриц ($x(t)$) и яиц ($y(t)$) на территории Российской Федерации. Количество временных периодов было взято равным 13 (с 2000 по 2012 гг.), значение временного лага $p = 2$. Тест Грэнджера дал следующий результат: гипотеза $H_0^{(1)}$ принимается, гипотеза $H_0^{(2)}$ отвергается. Т.е. принимается зависимость вида «количество яиц не влияет на количество куриц» и отвергается «количество куриц не влияет на

количество яиц». Результат применения теста Грэнджера: количество куриц является причиной для количества яиц.

Следует отметить, что одним из условий применения теста Грэнджера является стационарность исследуемых временных рядов, что также проверяется различными тестами.

Библиографический список

1. Granger C.W.J. Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral / Methods, *Econometrica*. – 1969. – Vol.37. – P. 424–432.

УДК 519.2

Алгоритм вероятностной модели для расчета остаточного ресурса электродвигателя

Е. О. Мартко

АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Математический аппарат методов, необходимых для создания вероятностной математической модели технического состояния электродвигателя (ЭД), проанализированы и приведены в работах [1-3]. Помимо этого, рассмотрены методы оценки параметров функций распределения случайных величин: температуры, влажности, теплопроводности, режимов работы ЭД, долговечности, тока ЭД. При моделировании временных рядов использован метод анализа сингулярного спектра.

Поскольку описанные характеристики изменяются во времени и носят случайный характер, представляя собой временные ряды случайных чисел, основной задачей являлся выбор метода их прогнозирования с минимальной потерей достоверности полученных данных.

Аппроксимативные методы в свою очередь позволили найти подходящие аналитические выражения с неизвестными параметрами, которые полностью удовлетворяют поставленным задачам и описывают найденные экспериментальные результаты. Для таких характеристик как температура окружающей среды и влажность воздуха – в различных районах Алтайского получены статистические модели распределения.

На сопротивление изоляции ЭД оказывают влияние нагрузка и режим его работы. В связи с тем, что они зависят от времени, т.е. имеют явный характер временного ряда, наилучшим методом для прогнозирования является метод анализа сингулярного спектра [3].