(ω- частота электромагнитной волны, $\omega_p = e\sqrt{n/(m\varepsilon_0)}$ - плазменная частота, ν - частота столкновений, определяющая уровень затухания энергии, n - концентрация ионов, $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ *Кл*) приводят к тому, что электромагнитные волны не могут распространяться в области частот $0 < \omega < \sqrt{\omega_P^2 - \nu^2}$ (полоса задерживания), т.к. в этой области частот $\varepsilon^{/} < 0$, постоянная распространения $k_z = k_z^{/} + ik_z^{//}$ имеет большую мнимую компоненту, волна интенсивно затухает ($\sim exp(iщx - k^{//}z)$). Инжекция в запредельную область активной среды с энергетической накачкой можно учесть параметром $\varepsilon^{//} > 0$, коэффициент усиления среды $g = 2\pi\varepsilon^{//}/\lambda_0$. В области частот $0 < \omega < \sqrt{\omega_P^2 - \nu^2}$ $\varepsilon^{/} < 0$ (запредельная область) волна:

1) при $\varepsilon^{//} < 0$ наблюдается интенсивное затухание, волна «просачивается» в запредельную зону, быстро затухая вглубь зоны при удалении от границы раздела с прозрачной для электромагнитных волн средой;

2) при инжекции активной среды в запредельную область $\varepsilon^{//} > 0$ и наблюдается усиление электромагнитных волн $exp(iщx + k^{//}z)$.

В области полосы пропускания ($\omega > \sqrt{\omega_P^2 - \nu^2}$) при малом коэффициенте усиления среды $g \sim 10^{-3}$ наблюдается малый коэффициент усиления $k^{//}/k_0 \sim 10^{-3}$, который растет с увеличением коэффициента усиления среды. В тоже время в запредельной области наблюдается интенсивное усиление, величина которого растет при удалении от частоты отсечки вглубь запредельной области ($k^{//}/k_0 \sim 1 \div 3$ при $g \sim 10^{-3}$).

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Добрынина Н.Ф.
Пензенский государственный университет
Пенза, Россия

Статистические методы прогнозирования являются одними из основных инструментов в деятельности плановых, аналитических, правительственных учреждений. В современных условиях в области образования существенно меняются информационные запросы управляющих структур образования по объему, составу, достоверности и оперативности качества обучения. В связи с этим, для руководителей различных уровней возрастает роль прогнозов в принятии управленческих решений.

В данной работе делается статистический анализ и статистическое прогнозирование качества обучения и педагогической структуры кафедры математики с целью повышения качества математического образования в университете. Исследования проводятся с помощью временных рядов. Их построение и обработка, анализ и прогнозирование в применении к экономике встречаются у ряда авторов [1,2,3].

Процесс анализа и прогнозирования временных рядов с помощью статистических систем включает следующие этапы:

- ввод данных в систему;
- визуализация данных с помощью различных типов графиков;
- преобразование данных, адекватное выбранным статистическим методам;
- реализацию алгоритмов статистических методов;
- вывод результатов анализа в виде графиков и таблиц с числовой и текстовой информацией;
- интерпретацию полученных результатов.

Основу исследования составляют временные ряды. Изучается вопрос изменения показателей качества обучения во времени по отдельным математическим предметам и изменение состава кафедры по мере роста показателей квалификации преподавателей.

Вопрос изменения показателей качества обучения во времени, изучение динамики развития процесса обучения и прогнозирование качества обучения может быть изучен с помощью специальных статистических методов, анализирующих ряды динамики.

Рядом динамики (временным рядом) называется последовательность значений статистического показателя, упорядоченная в хронологическом порядке. Отдельные наблюдения временного ряда называются уровнями ряда. В наших исследованиях применяются интервальные ряды с годовой динамикой развития. Уровни рядов динамики могут представлять абсолютные, относительные и средние значения. В данной работе используются средние оценки по предмету в группе.

Если информация короткая, то для использования некоторых методов анализа и прогнозирования динамики качества обучения, может не хватить длины ряда. Поэтому мы взяли достаточно длинный ряд – 10 лет. Специальность «Прикладная математика» существует на кафедре Высшей и прикладной математики ПГУ более 15 лет.

Для количественной оценки важнейших показателей изменения уровней рядов динамики применяются следующие аналитические показатели: абсолютные приросты, темпы роста и темпы прироста. Каждый из показателей может быть видов: цепной, базисный и средний. В основе расчета этих показателей динамики лежит сравнение уровней временного ряда. Если сравнение ведется с одним и тем же уровнем, принятым за базу сравнения, то эти показатели называются базисными. В качестве базы сравнения выбран уровень 1998 года, с которого начинается новый этап развития кафедры.

Абсолютный прирост равен разности двух сравниваемых уровней. Он характеризует изменение показателя за определенный промежуток времени:

$$\Delta y_i = y_i - y_{i-1}. \tag{1}$$

Для записи формулы базисного абсолютного прироста в общем виде уровень y_i сравнивают с показателем, принятым за базу:

$$\Delta y_t^b = y_t - y_b. \tag{2}$$

Обобщающая характеристика скорости изменения исследуемого показателя во времени – это средний абсолютный прирост. Для его вычисления пользуются формулой:

$$\Delta\overline{y} = \frac{\sum_{t=2}^{n}\Delta y_t}{n-1}, \tag{3}$$

где Δy_t - цепной абсолютный прирост,

n - длина временного ряда.

Еще одна характеристика динамики процесса – темп роста T. Она характеризует отношение двух сравниваемых значений ряда и выражается в процентах:

$$T_t = \frac{y_t}{y_{t-k}} \cdot 100\%. \tag{4}$$

Если измеряется цепной темп роста, то справедлива формула:

$$T_t = \frac{y_t}{y_{t-1}} \cdot 100\%. \tag{5}$$

Если измеряется базисный темп роста, то его вычисляют по формуле

$$T_t = \frac{y_t}{y_b} \cdot 100\%. \tag{6}$$

Средний темп роста – обобщающая характеристика динамики процесса, отражающая интенсивность изменения уровней ряда. Он показывает сколько в среднем процентов последующий уровень составляет от предыдущего на всем периоде наблюдений. Этот показатель рассчитывается по формуле средней геометрической из цепных темпов роста:

$$\overline{T} = \sqrt[n-1]{T_1 \cdot T_2 \cdot \ldots \cdot T_n}. \tag{7}$$

Вырази цепные темпы роста $T_1, T_2, \ldots, T_n$ через соответствующие уровни роста, получим

$$\overline{T} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \cdot 100\%. \quad (8)$$

Темп прироста K характеризует абсолютный прирост в относительных величинах. Определенный в процентах темп прироста показывает на сколько процентов изменился сравниваемый уровень по отношению к уровню, принятому за базу сравнения. Таким образом,

$$K_t = \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} \cdot 100\%. \quad (9)$$

Преобразовав выражение (9), можно показать зависимость цепного темпа прироста от соответствующего темпо роста:

$$\overline{K} = \overline{T} - 100\%. \quad (10)$$

Для объективности анализа рассматривают абсолютное значение одного процента прироста, определяемое как отношение абсолютного прироста к соответствующему темпу прироста:

$$|\%| = \frac{y_t - y_{t-1}}{\frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}} \cdot 100} = 0,01 y_{t-1}. \quad (11)$$

Наибольший интерес для статистического анализа представляет средний абсолютный прирост, средний темп роста, средний темп прироста качества обучения, поскольку эти показатели являются обобщающими характеристиками динамики процесса повышения качества обучения. С их помощью были построены графики динамики ряда в виде прямой, которую можно продолжить на несколько шагов и получить прогноз развития процесса обучения. Для этого достаточно использовать формулу

$$\overline{y}_{n+L} = y_n + L\Delta\overline{y},$$

где L - период упреждения, y_n - фактическое значение в конечном уровне ряда, $\overline{y}_{n+L}$ - прогнозное значение $(n+L)$-го уровня ряда, $\Delta\overline{y}$ - значение среднего абсолютного прироста рассчитанного временного ряда $y_1, y_2, \dots y_n$.

Очевидно, что такой подход к получению прогнозного значения корректен, если характер развития близок к линейному. К недостатку среднего прироста и среднего темпа роста следует отнести то, что они учитывают лишь начальный и конечный уровни временного ряда, исключая влияние промежуточных уровней. Тем не менее, этот метод дает в нашем случае хорошие результаты и может быть использован как приближенный, простейший способ прогнозирования, предшествующий более глубокому качественному анализу. Исследования на основе предыдущих восьми лет дали результаты, которые мы имеем на девятом и десятом годах исследований. Таким образом, можно доверять тем результатам, которые прогнозируются на следующие годы. Были изучены темпы роста по различным математическим дисциплинам и темпы роста квалификации преподавателей на кафедре высшей и прикладной математики Пензенского государственного университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрии. -М.: ЮНИТИ,1998.
2. Дуброва Е.А. Статистические методы прогнозирования. – М.: ЮНИТИ, 2003.
3. Кендалл М., Стюоарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. Пер. с англ. – М.: Наука, 1976.