

кой интенсивностью, вдали от порога самовозбуждения [1]. Вихревой пучок обладает свойствами, которые делают весьма эффективным использование вихревых лазерных пучков в системах оптической связи, а также в разнообразных метрологических устройствах. В [2] представлен вариант решения волнового уравнения для электромагнитного поля в виде спиральной волны,

имеющей только радиальную компоненту вектора напряженности электрического поля и вектора поляризации. Нами установлено, что для существования спиральной волны необходимо, чтобы электрическое поле и поляризация среды имели и радиальную компоненту, и полярную компоненту. Решение волнового уравнения для электрического поля с учетом поляризации среды

$$\left(\nabla^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2}\right) \vec{E} = - \left[\nabla(\nabla \vec{P}) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{P}}{\partial t^2} \right].$$

ищем в виде спиральной волны

$$\vec{E} = (E_r \vec{n}_r + E_\varphi \vec{n}_\varphi) \exp i[\theta(r) + l\varphi + k_z z - \omega t],$$

где: \vec{n}_r и \vec{n}_φ единичные радиальный и полярный вектора. Для поперечных волн условия $P_\varphi = 0$, $P_r \neq 0$ или $P_r = 0$, $P_\varphi \neq 0$ дают решения $\theta = i(\ln r + \alpha)$, не являющиеся спиральными волнами. Т.о. для формирования спиральной волны необходимо, чтобы ($P_r \neq 0$, $P_\varphi \neq 0$,

$E_r \neq 0$, $E_\varphi \neq 0$). В настоящей работе получено частное решение волнового уравнения в виде двухкомпонентной электромагнитной спиральной волны в однородном диэлектрике при $E_\varphi = \pm i E_r$ в виде функций ($\chi^2 = \varepsilon k^2 - k_z^2$):

$$E_{0r} = [c_1 H_v^{(1)}(\chi r) + c_2 H_v^{(2)}(\chi r)] \exp i(l\varphi + k_z z),$$

Решения при больших значениях $\chi r \rightarrow \infty$ имеют вид спирали Архимеда:

$$E_{0r} = c_1 \sqrt{\frac{2}{\pi \chi r}} \exp i\left(\chi r + l\varphi + k_z z - \frac{v\pi}{2} - \frac{\pi}{4}\right),$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гринь Л.Е., Короленко П.В., Федотов Н.Н. О генерации лазерных пучков с винтовой структурой волнового фронта // Оптика и спектроскопия. 1992. Т. 73. № 5. С. 1007-1010.
2. Дзедолик И.В., Дзедолик А.И. Спиральные волны в оптическом волокне // Письма в ЖТФ. 2002. Т. 28. Вып. 11. С. 44-50.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИВНОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ЗАПРЕДЕЛЬНЫЕ ОБЛАСТИ

Глушченко А.Г., Захарченко Е.П.
Поволжский государственный университет
телекоммуникаций и информатики
Самара, Россия

Распространение электромагнитных волн в изотропной ионизированной среде хорошо описываются уравнениями Максвелла. Особенности частотной характеристики комплексной диэлектрической проницаемости среды $\varepsilon = \varepsilon' - i\varepsilon''$ определяемой соотношениями:

$$\varepsilon' = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + \nu^2}, \quad \varepsilon'' = \frac{\omega_p^2}{\omega^2 + \nu^2} \frac{\nu}{\omega},$$

(ω - частота электромагнитной волны, $\omega_p = e\sqrt{n/(m\epsilon_0)}$ - 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 $\epsilon' < 0$, постоянная распространения $k_z = k'_z + ik''_z$ имеет большую мнимую компоненту, волна интенсивно затухает ($\sim \exp(i\omega x - k''_z z)$). Инжекция в запредельную область активной среды с энергетической накачкой можно учесть параметром $\epsilon'' > 0$, коэффициент усиления среды $g = 2\pi\epsilon''/\lambda_0$. В области частот $0 < \omega < \sqrt{\omega_p^2 - \nu^2}$ $\epsilon' < 0$ (запредельная область) волна:

1) при $\epsilon'' < 0$ 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 $\epsilon'' > 0$ и наблюдается усиление электромагнитных волн $\exp(i\omega x + k''_z z)$.

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 меня-

ются 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.