

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК РАССЕЙНИЯ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА

© 2017 С. М. Толстых, А. Г. Юрочкин, В. В. Авдеев

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы
при Президенте Российской Федерации (г. Воронеж, Россия)
Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)
Российский новый университет (г. Москва, Россия)*

В данной работе рассмотрена задача прогнозирования характеристик рассеяния на основе временного ряда. Проведено сравнение расчетных данных на основе метода интегральных уравнений и прогнозируемых результатов.

Ключевые слова: прогнозирование характеристик рассеяния, временной ряд, интегральное уравнение.

В данной работе проведено прогнозирование характеристик рассеяния электродинамического объекта. Был использован следующий подход. Требуется построить некоторую функцию f .

Функция f позволяет отразить характер взаимосвязи среди последующих и предыдущих значений величин $Y(\tau_i)$. Подобные модели называются авторегрессионными моделями. Во многих процессах рассеяния радиоволн функция f характеризуется линейным видом.

$$Y(\tau_i) = \beta_1 Y(\tau_{i-1}) + \beta_2 Y(\tau_{i-2}) + \dots + kY(\tau_{i-k}) + \varepsilon Y(\tau_i) \quad (1)$$

Эта модель получила название линейной авторегрессионной модели k -го порядка.

Характеристики упорядоченности наблюдений для пространственной выборки во временном ряде оказываются существенными для таких случаев, когда существуют механизмы влияния результатов на предыдущих этапах на результаты последующих этапов. Подобное влияние мы можем увидеть, когда в модели временного ряда существуют лаговые переменные $Y_{i-1}, Y_{i-2}, \dots, Y_{i-p}$ в уравнении (1).

Результаты предыдущих наблюдений также влияют на дальнейшие в тех случаях, когда нет лаговых переменных, но существ-

ует зависимость возмущений ε_i для такой модели наблюдений во временном ряде

$$y_i = q(\tau_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

При этом корреляционный момент $\mu_{i,j} = M(\varepsilon_i, \varepsilon_j)$ не является равным нулю, при $i \neq j$. При этом получается, что и коэффициент корреляции $\rho_{\varepsilon_i, \varepsilon_j}$ среди величин $\varepsilon_i, \varepsilon_j$ будет отличен от нуля, когда при $i \neq j$. Регрессионные модели, описывающие временной ряд, для которых не будет выполнено условие $\rho_{\varepsilon_i, \varepsilon_j} = 0$ для $i \neq j$, называются моделями, имеющими коррелированные возмущения. Существует два типа корреляции: положительная и отрицательная, которые зависят от того, какой знак коэффициента корреляции среди соседних $\varepsilon_i, \varepsilon_{i+1}$. Положительную корреляцию мы можем наблюдать, когда чередуются временные интервалы, в которых анализируемые значения во временном ряде y_i будут больше или меньше значений $q(\tau_i)$ описанной компоненты регрессионной модели.

Для отрицательной корреляции характерно воздействие наблюдений друг на друга подобно тому, как движется маятник – вследствие завышенных значений по предыдущим наблюдениям будет занижение дальнейших значений. При этом наблюдения y_i будут достаточно часто перескакивать через график описанной компоненты $q(\tau_i)$.

На рисунке 1 приведена схема рассеяния электромагнитных волн на исследуемом объекте. В первый момент времени значения размеров объекта были следующие: $a=1\lambda, b=1.1\lambda, c=1\lambda$.

Толстых Светлана Михайловна – ВИВТ-АНОО ВО, студент, pertsevole@yandex.ru.
Юрочкин Анатолий Геннадьевич – РАНХиГС при Президенте Российской Федерации, д. т. н., профессор, pk@vtn.ranepa.ru.
Авдеев Владимир Владимирович – РосНОУ, студент, rozhkalina@yandex.ru.

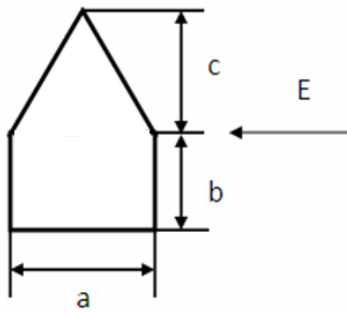


Рисунок 1. Схема рассеяния электромагнитных волн на исследуемом объекте.

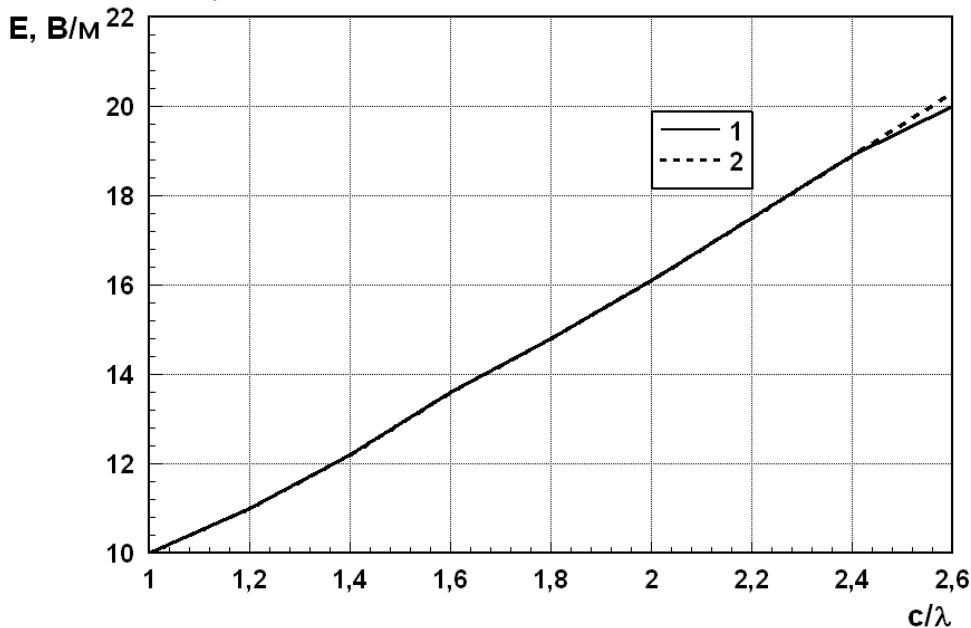


Рисунок 2. Результаты расчетов и прогнозирования характеристик рассеяния.

Вывод.

Таким образом, в работе продемонстрирована возможность прогнозирования характеристик рассеяния электродинамического объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алешкина Е. В. Моделирование рассеяния радиоволн на структурах с поглощающим слоем / Е. В. Алешкина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 15.
2. Алимбеков А. Р. Интеграция ГИС и САПР в беспроводных системах связи / А. Р. Алимбеков, Е. А. Авдеенко, В. В. Шевелев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 12.
3. Вековищева К. В. Распознавание изображений сигналов, имеющих сложную форму / К. В. Вековищева, В. В. Костюченко // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 17.

В каждую последующую секунду происходит увеличение размена c на $b = 0.2\lambda$. Известны значения рассеянного поля в первые 8 секунд, необходимо спрогнозировать рассеянное поле в 9 секунду.

На рисунке 2 приведены результаты расчетов и прогнозирования характеристик рассеяния. Кривая 1 – расчет, кривая 2 – прогноз. Расчет проводился на основе метода интегральных уравнений.

4. Головинов С. О. Цифровая обработка сигналов / С. О. Головинов, С. Г. Миронченко, Е. В. Щепилов, А. П. Преображенский // Вестник Воронежского института высоких технологий. – 2009. – № 4. – С. 064-065.

5. Гусев А. В. Алгоритм спектрально-временного анализа сигналов телекоммуникационных систем в устройствах вычислительной техники / А. В. Гусев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 1 (16). – С. 11.

6. Костюченко В. В. Моделирование рассеяния импульсов радиоволн на полой структуре / В. В. Костюченко, Н. А. Анкина // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2 (17). С. 4.

7. Костюченко В. В. Моделирование рассеяния электромагнитных импульсов на поверхности составного импедансного цилиндра / В. В. Костюченко, В. Н. Кострова // Моделирование, оптимизация и инфор-

мационные технологии. – 2017. – № 2 (17). – С. 2.

8. Львович Я. Е. Разработка системы автоматизированного проектирования беспроводных систем связи / Я. Е. Львович, И. Я. Львович, А. П. Преображенский, С. О. Головинов // Телекоммуникации. – 2010. – № 11. – С. 2-6.

9. Преображенский А. П. Аппроксимация характеристик рассеяния электромагнитных волн элементов, входящих в состав объектов сложной формы / А. П. Преображенский, Ю. П. Хухрянский // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2005. – Т. 1. – № 8. – С. 15-16.

10. Преображенский А. П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / А. П. Преображенский // Телекоммуникации. – 2004. – № 5. – С. 32-35.

11. Преображенский А. П. Прогнозирование радиолокационных характеристик объектов с радиопоглощающими покрытиями в диапазоне длин волн / А. П. Преображенский // Телекоммуникации. – 2003. – № 4. – С. 21-24.

12. Преображенский А. П., САПР современных радиоэлектронных устройств и систем / А. П. Преображенский, Р. П. Юров // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – Т. 2. – № 3. – С. 35-37.

13. Преображенский А. П. Методика прогнозирования радиолокационных характеристик объектов в диапазоне длин волн с использованием результатов измерения характеристик рассеяния на дискретных частотах / А. П. Преображенский, О. Н. Чопоров // Системы управления и информационные технологии. – 2004. – Т. 14. – № 2. – С. 98-101.

14. Stefanovic J. The technique of calculation the parameters of the electromagnetic the fields scattered by the body with complex form in the near zone / J. Stefanovic, E. Ruzitsky // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2017. – № 2 (17). – С. 7.

15. Чопоров О. Н. Анализ затухания радиоволн беспроводной связи внутри зданий на основе сравнения теоретических и экспериментальных данных / О. Н. Чопоров, А. П. Преображенский, А. А. Хромых // Информация и безопасность. – 2013. – Т. 16. – № 4. – С. 584-587.

THE PREDICTION OF THE SCATTERING PARAMETERS ON THE BASIS OF THE TIME SERIES

© 2017 S. M. Tolstyh, A. G. Yurochkin, V. V. Avdeev

*Russian Academy of national economy and public administration the President
of the Russian Federation (Voronezh, Russia)
Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)
Russian new university (Moscow, Russia)*

In this paper we consider the problem of forecasting characteristics of scattering on the basis of time series. The comparison of calculated data based on the method of integral equations and the predicted results is shown.

Key words: prediction of the scattering parameters, time series, integral equation.