

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛА ПОГИБШИХ ПРИ ПОЖАРАХ С ПОМОЩЬЮ РЯДОВ ФУРЬЕ

М.С. Крюкова;

А.А. Кирпичникова.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Рассмотрен автоматизированный процесс прогнозирования числа погибших при пожарах. Приводится описание программно-технического решения построения динамической модели числа погибших при пожарах с помощью рядов Фурье.

Ключевые слова: математическая модель, прогнозирование, динамическая модель, ряд Фурье

AUTOMATING THE PROCESS OF FORECASTING THE NUMBER OF PEOPLE KILLED IN FIRES BY USING FOURIER SERIES

M.S. Kryukova; A.A. Kirpichnikova.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

In article the automated process of forecasting of a death toll at the fires is considered. The description of a software and hardware solution of creation of dynamic model of a death toll at the fires by means of Fourier's ranks is provided.

Keywords: mathematical model, prediction, dynamic model, Fourier series

Проблемы прогнозирования, предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера приобретают в настоящее время все большую остроту [1]. Особенно это проявляется при анализе статистической информации, описывающей состояние статистики пожаров и их последствий.

Одной из важнейших задач прогнозирования является выявление возможных альтернатив развития в перспективе для обоснованного выбора и принятия оптимального решения с позиции его последствий в прогнозируемом периоде [2]. Решение поставленной задачи может быть получено на основе системного подхода к изучаемой проблеме с использованием математического моделирования [3].

Главной особенностью рассматриваемой проблемы гибели людей при пожарах заключается в том, что связанные с ней процессы подвержены воздействию случайных факторов различной природы: экономической, политической, социальной и т.д., следовательно, информация о погибших при пожарах может носить совершенно стохастический характер.

Наиболее удачной математической моделью, используемой при исследовании динамики погибших при пожарах, является периодический динамический ряд Фурье. С помощью выбора подходящего числа гармоник такой ряд может оказаться наиболее адекватной моделью стохастического прогнозирования для рассматриваемого процесса.

Авторами разработана программа прогнозирования числа погибших при пожарах с помощью рядов Фурье. Эффективность применения гармонического подхода к динамической модели погибших при пожарах рассмотрены ранее [4].

Программа прогнозирования числа погибших при пожарах имеет доступный интерфейс, при тестировании показала хороший результат и может быть использована лицами без математического образования, что крайне важно для ее применения в населенных пунктах, где нет специализированных подразделений МЧС России.

В качестве элементов графического интерфейса в программе представлено графическое отображение исходных данных и линия прогноза.

Программная реализация информационной системы расчета количества погибших при пожарах с помощью рядов Фурье осуществляется запуском программы (рис. 1).

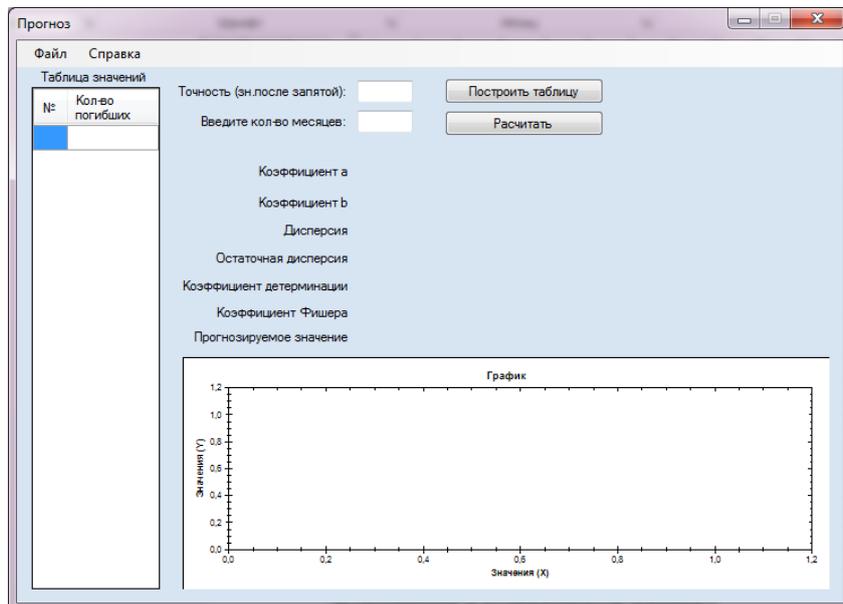


Рис. 1. Интерфейс программы

В поле «Количество месяцев» вводится число, соответствующее числу строк в таблице. Построение таблицы происходит по нажатию кнопки «Построить таблицу». Пользователю необходимо произвести ввод статистических данных – количество погибших при пожарах или загрузить их из файла (рис. 2).

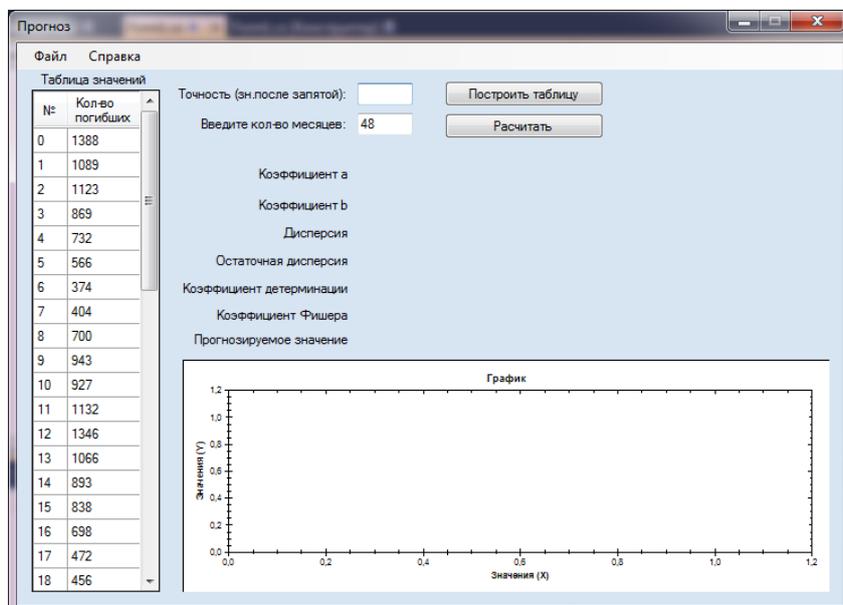


Рис. 2. Ввод исходных данных программы

Точность вычислений задается числом, определяющее количество знаков после запятой. Для получения результатов вычислений необходимо заполнить поля формы и нажать клавишу «Расчитать». Завершения работы программы осуществляет элемент управления – «Закреть» (рис. 3).

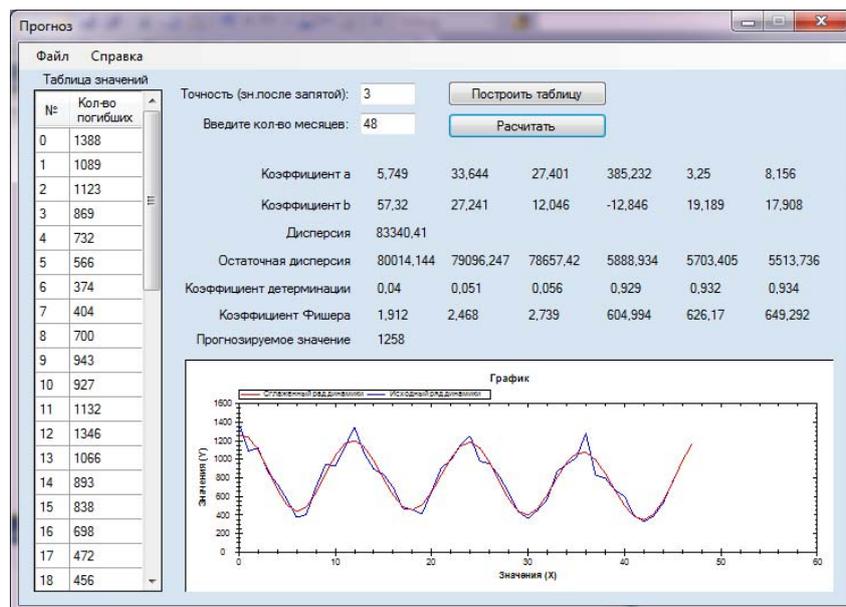


Рис. 3. Результат расчета программы

На рис. 3 отображен ввод исходных данных за период 2013–2016 гг. Страница результатов содержит параметры гармонического представления, а также показатели, необходимые для оценки модели, такие как значение F -критерия Фишера, остаточная дисперсия и коэффициент детерминации [5].

Уравнение с четырьмя гармониками достаточно хорошо описывает исходный динамический ряд, но в качестве модели прогноза рассмотрен ряд Фурье с шестью гармониками, который объясняет 93 % вариации уровней:

$$y_t = 794,79 + 5,75 \cos t + 57,32 \sin t + 33,64 \cos 2t + 27,24 \sin 2t + \\ + 27,40 \cos 3t + 12,05 \sin 3t + 385,23 \cos 4t - 12,85 \sin 4t + \\ + 3,25 \cos 5t + 19,19 \sin 5t + 8,16 \cos 6t + 17,91 \sin 6t$$

Для гармонического представления тренда значение F -статистики составило 649,29. Значение F -критерия Фишера при 1 % уровне значимости – 7,22, что с высокой степенью уверенности свидетельствует о статистической значимости коэффициента детерминации и подтверждает адекватность построенной динамической модели числа погибших при пожарах.

Полученные результаты моделирования для данного примера подтверждает применимость предложенного подхода построения трендовой модели и обеспечивает высокое качество аппроксимации данных и прогнозирования поведения социальной системы.

Прогноз на январь 2017 г. составил 1 258 человек. Сравнение прогнозируемого значения на 2017 г. с реальным значением показывает, что относительная погрешность составляет 4,8 %, что свидетельствует о достаточной эффективности описанного в статье метода.

Система мониторинга, необходимая для учета, анализа, оценки и прогноза изменения состояния природной среды на различных уровнях, позволяет принимать меры по достижению и сохранению стабильно равновесного состояния жизненной среды. Разработанная авторами программа позволит специалистам центра мониторинга и прогнозирования составить необходимые практические рекомендации по снижению числа гибели людей при пожарах на территории Российской Федерации.

Литература

1. Программный комплекс по моделированию действий пожарных подразделений при тушении пожара на железнодорожном транспорте / П.В. Астахов [и др.] // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. 2012. № 2. Т. 7. С. 134–140.
2. Крюкова М.С., Тарасова О.Ю., Фоминых А.А. Исследование динамики погибших при пожарах с помощью рядов Фурье // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2015. № 4 (16). С. 41–46.
3. Калинина Е.С. Возможности метода группового учета аргументов в задачах прогнозирования безопасности химических производств // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 4 (20). С. 33–38.
4. Фоминых А.А., Крюкова М.С. Эффективность гармонического подхода к динамической модели погибших при пожарах: сб. материалов LXIX Всерос. науч.-техн. конф. Ярославский гос. техн. ун-т. 2016. С. 960–964.
5. Есина М.Г. Моделирование пожарной статистики в SPSS // Успехи современной науки и образования. 2017. Т. 1. № 1. С. 130–133.