

РОЗДІЛ IV. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА НАВЧАННЯ

УДК 519.6

В.Н. БЕЛОВОДСКИЙ (канд. технич. наук., доц.), **А.С. СИВЯКОВ**

Донецкий национальный технический университет

E-mail: arteom.sivyakov@gmail.com

ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И ВНЕДРЕНИЕ ЕГО В ЭЛЕКТРОННУЮ СЕТЬ УНИВЕРСИТЕТА

В статье освещена идея построения прогностического комплекса, позволяющего проводить анализ временных характеристик основных метеопараметров. Изложена концепция его реализации и внедрения в электронную сеть университета.

Ключевые слова: прогностический комплекс, временной ряд, метеопараметры, прогноз погоды, нелинейная динамика, размерность модели, Matlab, РСА, нейронные сети.

Постановка проблемы. Адекватный (правдивый) прогноз погоды – это одна из важных современных проблем, имеющих практическое применение. Очень часто погодные условия становятся для людей бедственными. Однако мировая статистика показывает, что если доверять гидрометеорологической информации и адекватно на неё реагировать, то можно предотвратить от 30 до 40% потерь и полностью избежать человеческих жертв.

За последние десятилетия развитие идей и методов прогнозирования заметно продвинулось вперед, и этому способствовало как развитие математических подходов и усовершенствование методов исследования атмосферы, так и использование современной компьютерной техники.

Обзор предметной области исследования. Построение прогностической модели основано на обработке временных рядов, полученных с метеостанции Vantage Pro 2, установленной на факультете КНТ ДонНТУ. Данная метеостанция позволяет снимать следующие данные:

- температура;
- влажность;
- давление;
- скорость ветра.

Все данные сохраняются на сервере кафедры КСМ и «АКИАМ». Интервал замеров составляет 10 минут. Таким образом, в процессе его эксплуатации постоянно формируется и постепенно накапливается совокупность временных рядов. Наличие этой информации делает вполне реальной задачу разработки прогностического комплекса.

В последние десятилетия в рамках нелинейной динамики получен ряд фундаментальных теоретических результатов и разработаны методики, обосновывающие принципиальную возможность прогнозирования физических процессов на базе их временных рядов. Теоретическим фундаментом этих разработок и методов является теорема Такенса [1]. Одной из его основополагающих идей является то, что при построении эмпирических моделей по временному ряду в качестве недостающих переменных можно использовать или последовательные значения доступной наблюдаемой величины, или ее последовательные производные. Было доказано, что при реконструкции по скалярной временной реализации динамической системы и метод временных задержек, и метод последовательных производных гарантируют, что в новых переменных будет получено эквивалентное описание исходной динамической системы при достаточно большой размерности восстановленных векторов D . А именно, должно выполняться условие $D > 2d$, где d – размерность множества M в фазовом пространстве исходной системы, на котором

происходит моделируемое движение. Эти утверждения и составляют содержание знаменитых теорем Такенса.

Анализ последних исследований. На данный момент на кафедре КСМ уже разработан прогностический комплекс [2]. Он позволяет на основе рядов, снимаемых с метеостанции ставить краткосрочные прогнозы температуры, влажности, давления и скорости ветра. Алгоритм работы комплекса разбивается на ряд следующих этапов:

- этап №1. Ряды снятые с метеостанции обрабатываются и систематизируются. После чего проводится их анализ с помощью визуального, спектрального и статистического методов, с целью выявления выраженных закономерностей, которые могли бы упростить выбор модельных уравнений;

- этап №2. Установление размерности модели, обеспечивающей однозначность прогноза. Проводится с использованием метода ложных соседей;

- этап №3. Восстановление модельных уравнений осуществляется с использованием искусственных нейронных сетей, которые являются эффективным инструментом решения разнообразных задач и широко используются в последнее время для анализа временных рядов. Из большого числа существующих конфигураций нейронных сетей, с учетом их ориентации на классы решаемых задач и результатов предварительных экспериментов, в работе для реконструкции модельных уравнений были выбраны три типа сетей: однослойная линейная, двухслойная нелинейная и обобщенная регрессионная. Для расчета значений прогноза применяются различные прогностические схемы, основанные на итерировании базовых, и ансамблевые варианты.

Схематически этот алгоритм можно представить следующей схемой:

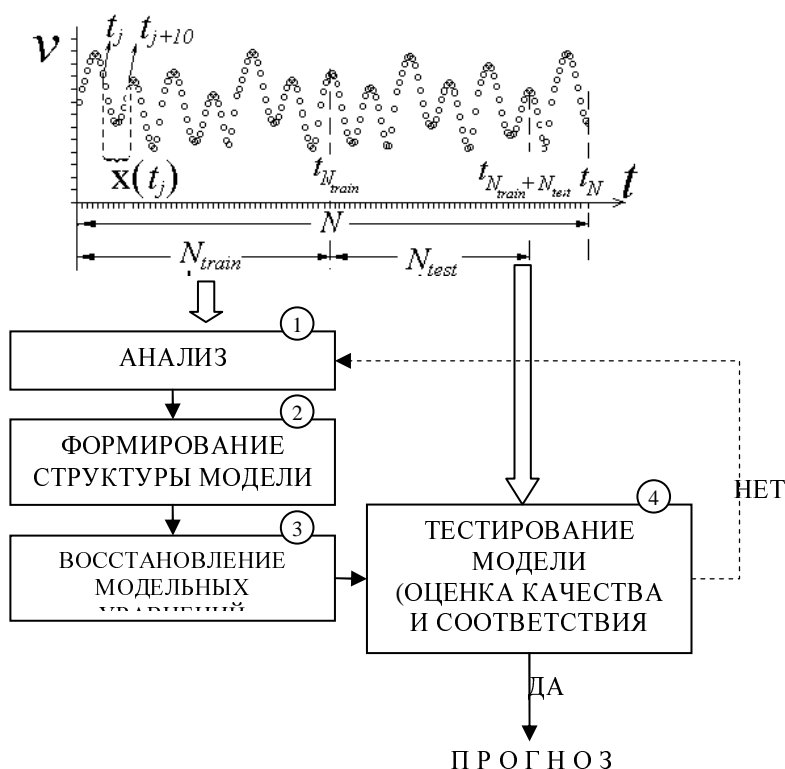


Рисунок 1 – Схема построения модели по временному ряду

Постановка задач исследований. В процессе анализа разработанного прогностического комплекса и анализа литературных и интернет источников были сформулированы следующие задачи, которые требуют практического решения:

- работа прогностического комплекса и метеостанции должна быть синхронизированной и непрерывной;

- доступ к программной реализации комплекса должна быть скрыта от пользователя;

- метод ложных соседей необходимо заменить, наиболее популярным и современным методом работы с временными рядами и большими объемами данных;
- расширить инструментарий и обеспечить высокую интерактивность прогностического комплекса;
- доступ и анализ временных рядов должен производиться через электронную сеть университета, что обеспечит использование прогностического комплекса не только преподавателями, но и студентами.

Изложение материала и результаты. В качестве программных средств разработки используется среда Matlab, являющаяся высокоуровневым языком технических расчетов, интерактивной средой разработки алгоритмов и современным инструментом анализа данных. Эффективность Matlab обусловлена прежде всего ее ориентацией на матричные вычисления с программной эмуляцией параллельных вычислений и упрощенными средствами задания циклов. Удачно реализованы средства работы с многомерными массивами, большими и разреженными матрицами и многими типами данных.

Решение первой задачи осуществляется путем размещения на сервере кафедры КСМ базы данных, в которую постоянно бы происходило сохранение данных с метеостанции. Далее просто необходимо осуществить синхронизацию и взаимодействие комплекса с базой данных. Эти задачи решаются с использованием инструмента Database математического пакета Matlab.

Вторая задача сводится к процессу компиляции проекта и собора необходимых .dll файлов в единую систему, которая в будущем получит название прогностический комплекс.

Идея использования вместо метода ложных соседей, метода главных компонент возникла в связи с тем, что метод главных компонент (РСА) является одним из основных способов уменьшить размерность данных, потеряв наименьшее количество информации. РСА применяется во многих областях, таких как распознавание образов, компьютерное зрение, сжатие данных и т. п. Вычисление главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений ковариационной матрицы исходных данных.

Четвертая задача решается путем внедрения в комплекс метода Эглайса, идея которого заключается в построении многомерного регрессионного уравнения [3]. Интерактивность увеличивается за счет усложнения диалога программы с пользователем.

Решение последней задачи сводится к следующей схеме.

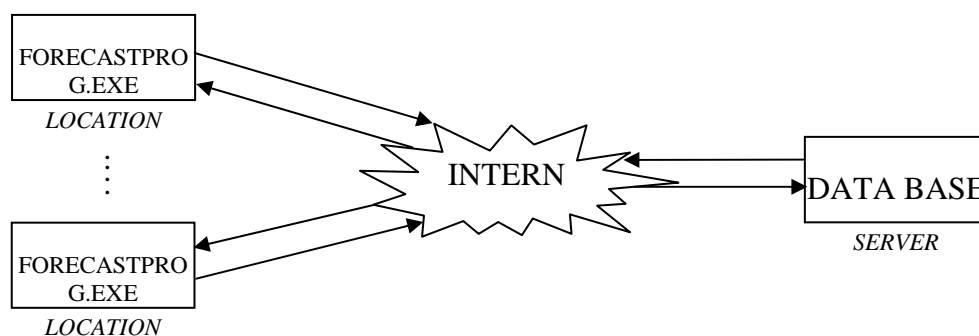


Рисунок 2 – Схема работы прогностического комплекса

Выводы. В качестве основной задачи построения прогностического комплекса была принята задача усовершенствования и синхронизации прогностического комплекса с метеостанцией, а так же интеграция его в электронную сеть университета. В результате работы был проведен анализ литературы по методам прогнозирования и оптимизации (сжатия) временных рядов. Был налажен сбор метеопараметров с локальной метеостанции, установленной в ДонНТУ, показана возможность прогнозирования метеопараметров, с помощью методов реконструкции модельных уравнений, основанных на анализе временных

рядов, сформулирована концепция работы прогностического комплекса в электронной сети университета.

Литература

1. Takens F. Detecting strange attractors in turbulence // Lec. Notes in Math., 1981. V. 898. P. 366-381.
2. Гриценко А.В. Реконструкция уравнений и прогнозирование метеопараметров по их временным рядам. – Донецк, ДонНТУ, 2010. – 149 с.
3. Эглайс В.О. Аппроксимация табличных данных многомерным уравнением регрессии. – Вопросы динамики и прочности: Рига, 1981, Вып. 39. – с. 120-125

Надійшла до редколегії 24.04. 2010

Беловодський В.Н., Сивяков А.С. Побудова прогностичного комплексу і впровадження його в електронну мережу університету

У статті освітлена ідея побудови прогностичного комплексу, що дозволяє проводити аналіз тимчасових характеристик основних метеопараметрів. Висловлена концепція його реалізації і впровадження в електронну мережу університету.

Ключові слова: прогностичний комплекс, часовий ряд, метеопараметри, прогноз погоди, нелінійна динаміка, розмірність моделі, Matlab, PCA, нейронні мережі.

Belovodskij V.N., Sivyakov A.S. Construction of Predictive Complex and Looking at the Introduction of its in University Network

The report highlights the idea of building a forward-looking complex, allowing an analysis of the temporal characteristics of the basic meteorological parameters. A concept of its development and introduction of the electronic network of the University.

Key words : predictive complex, sentinel row, meteoparameters, weather forecast, nonlinear dynamics, model dimension, Matlab, PCA, neuron networks.