

УДК 530.182

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ НА БАЗЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ*Носов С.С., Беловодский В.Н.**Донецкий национальный технический университет,
кафедра компьютерных систем мониторинга
serega_2107_@mail.ru*

Носов С.С., Беловодский В.Н. Прогнозирование метеопараметров на базе временных рядов. В статье проводится обзор методов и излагаются результаты построения конечной математической модели для прогнозирования метеопараметров на базе временных рядов. Приводятся результаты сравнительных численных экспериментов моделей, разработанных с использованием метода Эглайса построения аппроксимирующих зависимостей и искусственных нейронных сетей.

Введение

Одной из важных проблем человечества является надежный прогноз погоды. Обычно он проводится с целью учета возможных негативных воздействий на человеческую деятельность и осуществляется с определенной долей достоверности.

С научной точки зрения, предсказание погоды – одна из сложнейших задач физики атмосферы. Однако постоянное совершенствование компьютерного оборудования позволяет в большей степени реализовывать математические подходы и повышать надежность прогнозирования метеоявлений [1].

Обычно прогнозирование основано на идее экстраполяции. Её рассматривают как получение представлений о будущем на основе информации, относящейся к прошлому и настоящему.

В статье проводится анализ методов прогнозирования по временным рядам, а также алгоритмическое представление предложенной математической модели для краткосрочного их прогнозирования.

Постановка задачи

Точность прогноза, в немалой степени, определяется надежностью исходных данных, поэтому начальной является задача предварительного их анализа, с целью исключения случайных помех или, наоборот, заполнения отсутствующих данных [2].

Построение предлагаемой математической модели основано на обработке временных метеорядов, полученных с метеостанции Vantage Pro 2, установленной на кафедре КСМ факультета КНТ ДонНТУ. Данная метеостанция позволяет снимать данные по следующим показателям: температура, влажность, давление, скорость ветра. Все наблюдаемые данные сохраняются на сервере кафедры и аппаратно-программном комплексе экологического мониторинга атмосферного воздуха «АКИАМ». Интервал замеров метеопараметров составляет десять минут. Таким образом, в процессе эксплуатации базы данных постоянно формируется и постепенно накапливается совокупность временных рядов. Наличие этой информации делает вполне реальной задачу разработки прогностической модели временных рядов, с использованием современных математических методов и средств разработки их программной реализации [1]. Исходя из этого, в работе ставится задача разработки краткосрочной прогностической модели метеопараметров с использованием современных методов аппроксимации функций.

Решение поставленной задачи

При прогнозировании метеопараметров по временным рядам внимание уделяется изучению существующих методов прогнозирования и выбору нескольких из их числа, с целью реализации и сравнительного анализа полученных результатов. На основании результатов делается вывод о

целесообразности и пригодности использования метода, результаты прогноза которого наиболее адекватны и достоверны.

Для решения задачи прогнозирования динамики метеопказателей были выбраны два метода:

1. Линейные искусственные нейронные сети;
2. Метод Эглайса.

Алгоритм работы предложенной математической модели следующий:

1. Загрузка данных из БД и их усреднение;
2. Предварительная обработка:
 - Выявление и заполнение пустот. Интерполяция нулевых значений;
 - Выявление и корректировка аномалий;
3. Определение размерности модели;
4. Развертка одномерного временного ряда в многомерный;
5. Составление прогноза на базе метода Эглайса;
6. Составление прогноза на базе линейной искусственной нейронной сети.

Полученные результаты

На базе алгоритма разработанной математической модели, разработаны программы, использовавшиеся для проведения вычислительных экспериментов по получению прогноза температуры с заблаговременностью 1 и 3 часа. Показано пошаговое составление прогноза на 01:00:00 01.12.2010 года.

1) По нажатию на кнопку «Загрузить данные» производится подключение к локальной БД, загрузка усредненных за час данных. По завершении данной процедуры, выводится сообщение в виде диалогового окна помощи. Также выводится графическое представление загруженных данных (рис. 1).

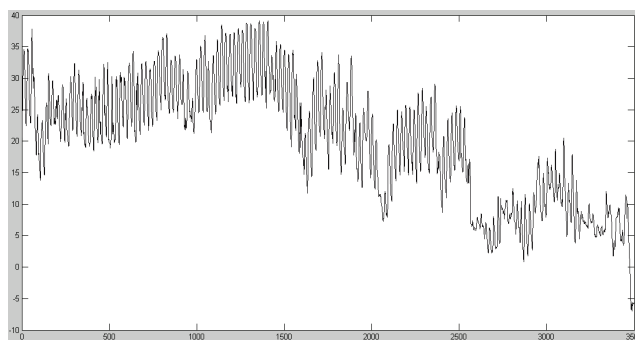


Рисунок 1. Графическое представление загруженных данных

2) В начале полученный на основе загруженных данных временной ряд просматривается на наличие пустот и нулевых значений, выполняется их устранение (рис. 2). Далее, выполняется процедура выявления и корректировки аномалий [3].

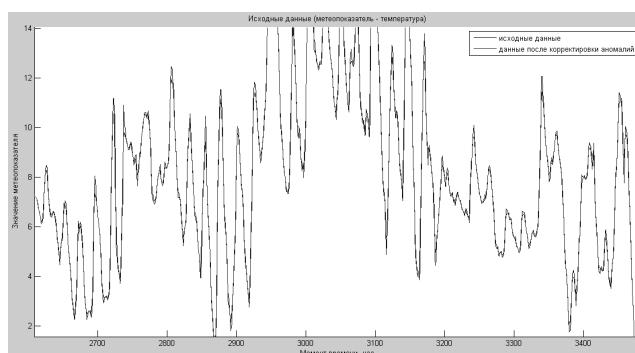


Рисунок 2. Данные, подверженные предварительной обработке

3) Производится определение размерности прогностической модели (рис. 3). Для этого используется метод ложных соседей.

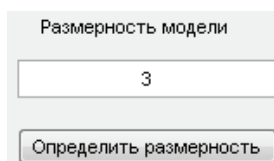


Рисунок 3. Результат определения размерности модели

4) Полученное значение размерности модели – входной параметр для этапа развертывания одномерного временного ряда в многомерный.

5) Полученный многомерный временной ряд, в виде матрицы, поступает на вход метода Эглайса. Для расчета прогноза берутся последние 24 строки матрицы.

Выводятся диаграммы элиминации (рис. 4).

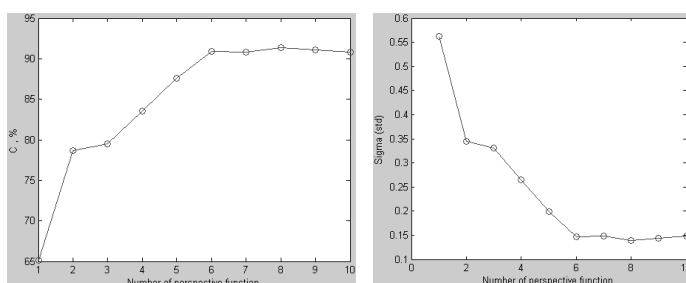


Рисунок 4. Диаграммы элиминации

Далее выводится оператор эволюции (рис. 5), отображаемый на соответствующем графике как y_{exp} , причем y – визуальное отображение температуры за последние, до точки выполнения прогноза, сутки.

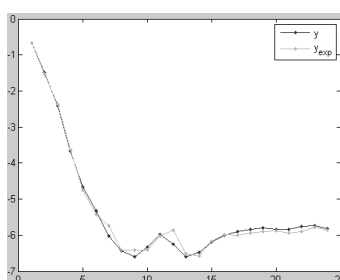


Рисунок 5. Визуальное представление оператора эволюции и температуры

Получается аппроксимирующий полином (оператор эволюции y_{exp}), который принимается в качестве оператора эволюции и служил для расчета прогнозного значения (рис. 6).

6) Составление прогноза на базе линейной ИНС выполняется посредством обучения ИНС. В результате, получается функция активации, согласно которой рассчитывается прогноз (рис. 7).

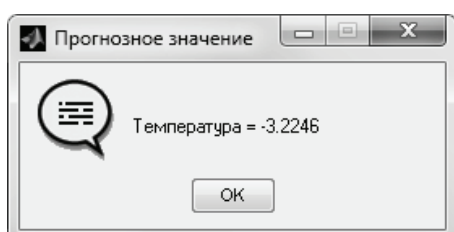


Рисунок 6. Рассчитанное прогнозное значение температуры

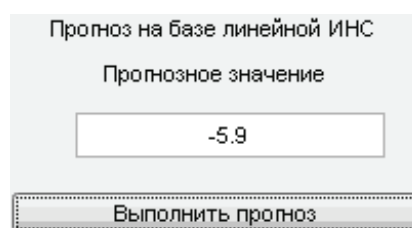


Рисунок 7. Прогнозное значение температуры на базе линейной ИНС

Таким образом, на базе разработанных программ, показан расчета прогнозных значений температуры на 1 час вперед. Результаты их отличаются между собой по модулю примерно на 2,5 °С. Однако, проведя графический анализ прогноза, можно сделать вывод о том, что достоверность прогноза, рассчитанного на базе линейной ИНС, выше таковой, рассчитанной с помощью метода Эглайса. Данный вывод сделан, исходя из графического представления температуры за сутки до точки выполнения прогноза (кривая «у»), а также предположения о слишком большой разнице в температуре между точкой прогноза и прогнозным значением.

Аналогичным образом, проведена серия экспериментов, включающая прогноз температуры с заблаговременностью 1 и 3 часа для различных сезонных промежутков.

В результате проведенных экспериментов установлено, что в 7 из 10 случаев достоверность прогноза температуры на базе линейной ИНС выше таковой, полученной на базе метода Эглайса, прогноз на базе которого предполагает большую достоверность лишь в 3 из 10 случаев. Исходя из таблицы 1, достоверность прогноза зависит не от сезонных промежутков, а от динамики значений температуры.

Таким образом, для получения краткосрочного прогноза температуры предпочтительнее использовать линейную искусственную нейронную сеть (ИНС).

Таблица 1. Численные эксперименты

Дата, время	Дальность прогноза	Линейная ИНС	Метод Эглайса	Реальное значение	Лучший прогноз
01.06.2010 – 00:00:00	1 час	20.0706	18.7365	20.2	Линейная ИНС
	3 часа	14.2998	18.7127	19.8	Метод Эглайса
01.09.2010 – 07:00:00	1 час	22.4439	11.1565	24.0	Линейная ИНС
	3 часа	27.0416	13.5968	28.0	Линейная ИНС
01.12.2010 – 01:00:00	1 час	-0.7360	7,4038	-1.1	Линейная ИНС
	3 часа	0.7452	6.7997	-3.2	Линейная ИНС
20.03.2010 – 18:00:00	1 час	-0.8338	0.2452	6.9	Метод Эглайса
	3 часа	6.0736	1.5743	5.1	Линейная ИНС
05.01.2011 – 12:00:00	1 час	-5.7862	-5.5776	-7.2	Линейная ИНС
	3 часа	-2.0477	-4.2905	-7.2	Метод Эглайса

Заключение

В работе изложены принципы построения модели краткосрочного прогноза метеопказателей на базе временных рядов, сформулирован алгоритм, их реализующий. Разработаны программы, использующие для построения аппроксимирующих зависимостей метод Эглайса и искусственные нейронные сети, проведены сравнительные вычислительные эксперименты.

Литература

- [1] Носов С.С. Разработка конечной математической модели динамики временных рядов и прогнозирование их поведения на ее основе. Реферат по теме выпускной работы. Электронный ресурс: <http://masters.donntu.edu.ua/2011/fknt/nosov/diss/index.htm>
- [2] Носов С.С., Беловодский В.Н. Предварительная обработка временных метеорядов: методы, эксперименты, результаты. Источник: Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг – 2011 / Материалы II всеукраинской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – Донецк, ДонНТУ – 2011, с.119-123.
- [3] Татаренко С.И. Методы и модели анализа временных рядов: Метод. указания лабораторным работам. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2008 – 19с.