

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.42:551.509.314

Струц
Владимир Константинович

Стохастические взаимосвязи количественных характеристик погоды

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 02
Системный анализ, управление и обработка информации.

Научный руководитель:
Муха Владимир Степанович
доктор технических наук, профессор

Минск 2018

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время имеется тенденция по предъявлению всё более и более высоких требований к точности прогнозирования погодных условий, а также к определению поведения их изменений, и поэтому задача по выявлению, учёту и правильной обработке дополнительных факторов влияющих на создание более точных метеопрогнозов, является актуальной и крайне востребованной в различных направлениях экономической, производственной и других видах деятельности человека.

Составление прогноза погоды это сложная задача, в ходе решения которой, зачастую, приходится сталкиваться с вопросом выбора между ценой, временем и точностью получаемого результата. Целью данной работы является создание стохастической модели погоды (далее СМП), которая будет учитывать больше параметров чем существующие аналоги, но при этом время формирования прогнозов будет меньшим или сопоставимым со временем затрачиваемым имеющимися программными комплексами.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель и задачи исследования. Предметом исследования работы являются стохастические взаимосвязи количественных характеристик погоды.

Целью работы является проверка взаимосвязи различных характеристик погоды, их дополнение и создание программного комплекса, который будет учитывать больше параметров чем существующие аналоги, но при этом время формирования прогнозов будет меньшим или сопоставимым со временем затрачиваемым имеющимися программными комплексами.

В задачи работы входят выполнение численного анализа характеристик погоды. Выявление зависимости между уже использующимися и новой ранее не учувствовавшей в составлении прогнозов характеристикой, а именно фазой луны.

Новизна полученных результатов. В работе получены следующие новые научные результаты:

- 1) предложен новый параметр (фаза луны) для составления прогноза;
- 2) получена зависимость между различными характеристиками для составления более точного прогноза погоды;
- 3) получен коэффициент корреляции для различных характеристик погоды;
- 4) для решения задачи адаптирован нелинейный метод наименьших квадратов.

Положения, выносимые на защиту.

- 1) Значимость фактора фаза луны при составлении прогнозов погоды.
- 2) Программный комплекс, позволяющий определять зависимость между различными параметрами погоды.
- 3) Полученные в ходе исследований коэффициенты корреляции.
- 4) Оценка выявленной зависимости между параметрами погоды.

Апробация результатов диссертации. Результаты исследования были представлены на следующей конференции:

1) «54-ая научная конференции аспирантов, магистрантов и студентов» учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», БГУИР, Минск, Беларусь, 23-27 апреля 2018 года.

Опубликованность результатов исследования. Результаты исследования были опубликованы в виде материалов указанной выше конференции.

Структура и объем диссертации. Работа 55 с., 15 рисунков (7 с.), 8 таблиц (4 с.), 1 приложения (с.), 8 источников.

Работа состоит из трех глав. В первой главе работы приведен краткий обзор характеристик используемых в прогнозах погоды. Приведено их описание, классификация и единицы

Вторая глава работы посвящена понятиям стохастичности и стохастических взаимосвязей. Даны определения необходимых и наиболее общих терминов. Также рассмотрены методы используемые для оценки параметров и выявлению зависимостей, а также приведены примеры их использования.

В третьей главе работы приведены непосредственные результаты исследований в виде графиков и таблиц, а также сделаны выводы по полученным и установленным зависимостям. Для решения предложено использовать нелинейный метод наименьших квадратов.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** рассмотрена общая характеристика данных, приведены параметры, применяемые в прогнозах метеорологических величин, атмосферных явлений, и соответствующие им количественные характеристики такие как:

Облачность. Дано понятие. Приведены и описаны типы облачности и виды облаков. Приведена карта прогноза облачности.

Направление и скорость ветра. Объяснено как дают прогноз направления ветра и приведены используемые диапазоны скорости ветра. Приведён типичный график прогноза направления и скорости ветра.

Дана общая характеристика параметра температура, указаны единицы измерения и показано визуальное изображение графика прогноза температуры воздуха.

Описаны особенности прогнозирования относительной влажности. Приведены виды единиц измерения и типичный вид распределение среднемесячной относительной влажности в процентах.

Дана общая характеристика параметров фаза лены и атмосферное давление на уровне моря.

Вторая глава посвящена подробному рассмотрению методов анализа стохастических взаимосвязей. таких как метод наименьших квадратов задача которого состоит в выборе вектора w , минимизирующего ошибку $S = |Aw - y|^2$. Эта ошибка есть расстояние от вектора y до вектора Aw . Вектор Aw лежит в пространстве столбцов матрицы A , так как Aw есть линейная комбинация столбцов этой матрицы с коэффициентами w_1, \dots, w_N . Отыскание решения w по методу наименьших квадратов эквивалентно задаче отыскания такой точки $p = Aw$, которая лежит ближе всего к y и находится при этом в пространстве столбцов матрицы A . Таким образом, вектор p должен быть проекцией y на пространство столбцов и вектор невязки $Aw - y$ должен быть ортогонален этому пространству. Ортогональность состоит в том, что каждый вектор в пространстве столбцов есть линейная комбинация столбцов с некоторыми коэффициентами v_1, \dots, v_N , то есть это вектор Av . Для всех v в пространстве Av , эти векторы должны быть перпендикулярны невязке $Aw - y$:

$$(Av)^T (Aw - y) = v^T (A^T Aw - A^T y) = 0. \quad (2.1)$$

Так как это равенство должно быть справедливо для произвольного вектора v , то

$$A^T Aw - A^T y = 0. \quad (2.2)$$

решение по методу наименьших квадратов несовместной системы $Aw = y$, состоящей из M уравнений с N неизвестными, есть уравнение

$$A^T Aw = A^T y, \quad (2.3)$$

которое называется нормальным уравнением. Если столбцы матрицы A линейно независимы, то матрица $A^T A$ обратима и единственное решение

$$\mathbf{w} = (\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{y}. \quad (2.4)$$

Проекция вектора \mathbf{y} на пространство столбцов матрицы имеет вид

$$\mathbf{p} = \mathbf{A}\mathbf{w} = \mathbf{A}(\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{y} = \mathbf{P}\mathbf{y}. \quad (2.5)$$

Матрица $\mathbf{P} = \mathbf{A}(\mathbf{A}^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}^T$ называется матрицей проектирования вектора \mathbf{y} на пространство столбцов матрицы \mathbf{A} . Эта матрица имеет два основных свойства: она идемпотентна, $\mathbf{P}^2 = \mathbf{P}$, и симметрична, $\mathbf{P}^T = \mathbf{P}$. Обратное также верно: матрица, обладающая этими двумя свойствами есть матрица проектирования на свое пространство столбцов.

И метод максимального правдоподобия, однако отмеченные в его описании проблемы ставят под вопрос целесообразность его практического использования.

Предметом **третьей главы** является непосредственное исследование зависимостей различных характеристик погоды от фазы луны и представление результатов этих исследований в виде графиков и таблиц как например:

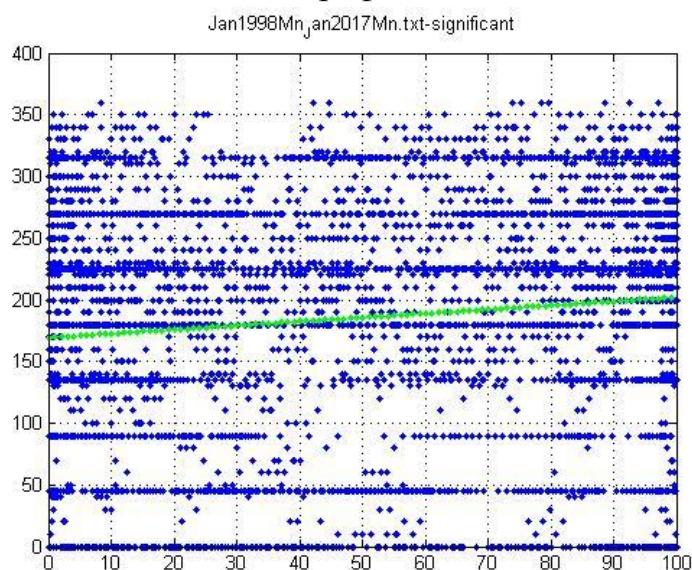


Рисунок А.1 – Зависимость направления ветра от фазы луны за месяц январь (есть зависимость)

Также на основании полученных данных делается вывод о наличии либо отсутствии корреляционной зависимости между рассматриваемыми параметрами и указываются возможные сферы применения полученных результатов исследований

В заключении перечислены новые научные результаты, полученные в работе.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1—А.] Струц В. К. Стохастические взаимосвязи количественных характеристик погоды / В. К. Струц // Материалы 54-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов — Минск, 2018. — С. 47.