

Моделирование временных рядов метеорологических величин с использованием элементов технического анализа

А. В. Соловьев, e-mail: av-solovev@mail.ru

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и
Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

***Аннотация.** В работе была получена прогностическая модель метеорологической величины на основе инструментов технического анализа при использовании ограниченного объема метеоданных. Проведена оценка успешности подобного подхода при решении практических задач на примере временного ряда температуры точки росы.*

***Ключевые слова:** инструменты технического анализа, индикатор MACD, индикатор MACD-гистограмм, паттерны технического анализа, графические фигур задаваемой длины.*

Введение

Прогностическая информация об атмосферных параметрах используется в различных сферах деятельности человека. К примеру, эти данные учитываются при планировании сельскохозяйственных мероприятий, организации безопасности авиации и транспортного сообщения, обеспечении эффективной работы энергетических объектов и т.д. Достоверность прогнозов погоды, разрабатываемых в соответствии со спецификой деятельности потребителя, зависит о полноты и качества используемой исходной анализируемой метеоинформации. Однако данным условиям может удовлетворять только Европейская территория Российской Федерации. Большая часть России (Арктическая зона, Северный и Южный Урал, Сибирь, Дальний Восток) обладает значительно более разреженной сетью метеорологических станций, по сравнению с ее центральным регионом.

Недостаток исходных данных об атмосферных параметрах требуемого объема в связи со слабой освещенностью территории в метеорологическом отношении приводит к снижению качества полученных прогнозов погоды с помощью традиционных способов таких как синоптических и гидродинамических.

Исходя из вышесказанного, научные исследования, посвященные поиску более совершенных прогностических способов, использующих ограниченное количество метеоинформации, являются актуальными.

Целью данной работы является разработка прогностической модели метеорологических величин на основе инструментов технического анализа при использовании ограниченного объема метеоданных и оценка ее успешности.

1. Разработка прогностической модели метеорологической величины на основе инструментов технического анализа

Для решения поставленных задач в рамках проводимого исследования были использованы индикатор MACD и его доработанная версия MACD-гистограмм, а также графические фигуры (паттерны) [1, 2, 3]. Предложенные инструменты технического анализа хорошо зарекомендовали себя в области финансовой аналитики, эконометрике и т.д. Данные финансовые инструменты могут быть использованы для различных временных рядов и не требуют большого количества исходной информации, что характерно для решаемых в процессе проводимого исследования метеорологических задач.

В качестве данных для формирования выборочной совокупности использовались архивные наблюдения за погодой на метеорологической станции аэропорта Кольцово (г. Екатеринбург) с 2015 по 2020 гг.

Применение индикаторов MACD и MACD-гистограмм, а также графических фигур при прогнозировании тенденции метеорологической величины подробно описан в статье [4].

Появление MACD наступает в момент пересечения линий FL и SL, что в свою очередь сигнализирует о дальнейшей смене тенденции временного ряда. Пример выявления данного индикатора представлен на рис. 1.

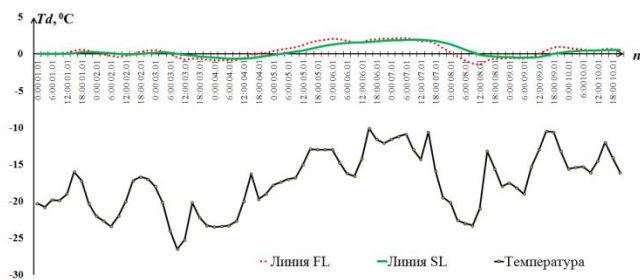


Рис. 1. График значений температуры точки росы за основные сроки наблюдений аэропорта «Кольцово» и индикатора MACD (январь 2018 года – май 2019 года)

Равенство MACD-гистограмм нулю свидетельствует о смене тенденции исследуемой метеовеличины.

Существенным недостатком данных индикаторов является невозможность прогнозирования слабовыраженных изменений во временном ряде рассматриваемого атмосферного параметра.

Графические фигуры технического анализа делятся на два типа: сохранения и смены тенденции [3]. Примеры паттерна представлен на рис. 2.



Рис. 2. Графическая фигура технического анализа «Двойной максимум»

При достижении линией временного ряда исследуемой метеорологической величины уровня поддержки и появлении характерной фигуры прогнозируется тип тенденции.

К недостатку паттернов можно отнести нерегулярность их появления на графике.

На основе существующих принципов технического анализа была построена прогностическая модель метеорологической величины с использованием графических фигур задаваемой длины. Формирование паттернов нового типа выполнялось с помощью элементов. Под таким элементом графической фигуры понималось значение тенденции между соседними параметрами временного ряда, представленного в виде следующего выражения:

$$\Delta V_i = V_i - V_{i-1}, \quad (1)$$

где значения метеовеличины i -го и $(i - 1)$ -го порядка соответственно.

В соответствии с принадлежностью к определенной градации каждому элементу паттерна было определено номерное значение. Принцип замены данных элементов на номерные значения представлен в табл. 1.

Таблица 1

Перевод элементов паттернов в номерные значения

| № | Обозначение в цифрах | Градации элементов | Тенденция |
|---|----------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | «-5» | $(-\infty; -4,5)$ | значительное падение |
| 2 | «-3» | $[-4,5; -1,5]$ | падение |
| 3 | «0» | $(-1,5; +1,5)$ | сохранение |
| 4 | «+3» | $[+1,5; +4,5]$ | рост |
| 5 | «+5» | $(+4,5; +\infty)$ | существенный рост |

С использованием полученных величин были построены графические фигуры из 3, 4 и 5-ти элементов. Примеры образованных паттернов изображены на рис. 3



а – из 3 элементов, б – из 4 элементов, в – из 5 элементов

Рис. 3. Графические фигуры задаваемой длины

Основой полученного способа являются в выявлении характерных особенностей поведения временного ряда при формировании графических фигур задаваемой длины.

Полученные паттерны с фиксированным количеством точек были использованы в программе прогностической модели метеорологической величин на основе инструментов графических фигур, задаваемой длины ПМТг. Оболочка ПМТг представлена на рис. 4.

| Графическая фигура | ПМТг для 4 точек | | | | | | |
|--|------------------|-------------------|-----|-----|-----|---------------------|-----------|
| | Комбинация | Номерные значения | | | | Ожидаемое изменение | |
| | -202 | -5 | -3 | 0 | +3 | +5 | повышение |
| | | 0% | 11% | 20% | 55% | 14% | 89% |
| Прогностическое заключение | | | | | | | |
| Ожидается повышение температуры на $[+1,5; +4,5]$ °C | | | | | | | |

Рис. 4. Оболочка программы ПМТг для 4-х точек

Для получения результата необходимо в интерфейс программы ПМТГ подать значения тенденции между соседними параметрами временного ряда, представленные в цифровом обозначении (табл. 1).

2. Оценивание успешности прогностической модели

Оценка успешности применения предложенных инструментов технического анализа для прогнозирования поведения временного ряда была выполнена на основе данных наблюдений за температурой точки росы у поверхности земли за основные сроки. При решении этой задачи были построены соответствующие таблицы сопряженности для индикатора MACD, MACD-гистограмм, классических экономических паттернов и полученных графических фигур, задаваемой длины.

На основе выполненных расчетов установлено, что тенденция прогнозировалась правильно:

при использовании индикатора MACD – в 77% случаев;

при использовании MACD-гистограмм – в 80% случаев;

при применении графических фигур технического анализа – в 81% случаев.

Для повышения качества прогнозирования в процессе исследования были получены модели ПМТГ-1, ПМТГ-2, ПМТГ-3 и ПМТГ-4. Оправдываемость прогнозов температуры точки росы (доля попаданий в прогностическую градацию фактического значения рассматриваемой метеовеличины) и характеристики данных моделей представлены в табл. 2.

Таблица 2

Характеристики моделей типа ПМТГ

| № | Модель | Длина ряда | Число элементов | Количество видов паттернов | Оправдываемость прогнозов |
|------------------------|--------|------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|
| Температура точки росы | | | | | |
| 1 | ПМТГ-1 | 14609 | 3 | 125 | 82% |
| 2 | ПМТГ-2 | 14608 | 4 | 625 | 90% |
| 3 | ПМТГ-3 | 14607 | 5 | 3125 | 87% |
| 4 | ПМТГ-4 | 14606 | 6 | 15625 | 70% |

Наиболее лучшие показатели успешности были получены при использовании модели ПМТГ-2. Использование данной модели позволило повысить оправдываемость прогнозов температуры точки росы по сравнению с классическими способами технического анализа на 9-13%.

Заключение

Таким образом, в ходе проведенных исследований была получена прогностическая модель метеорологической величины на основе инструментов технического анализа при использовании ограниченного объема метеоданных. Применение данной модели позволило решить ряд проблем, возникающих при использовании классических инструментов технического анализа, таких как отсутствие систематического прогнозирования и выявления слабовыраженных возмущений.

С помощью модели типа ПМТГ-2 удалось достичь наиболее высоких показателей эффективности по сравнению с другими рассмотренными в исследовании способами прогнозирования. Данная модель позволяет разрабатывать прогноз температуры точки росы с оправдываемостью 90% и более.

Список литературы

1. Аппель, Д. Технический анализ. Эффективные инструменты для активного инвестора [Текст] / Пер. с англ. – СПб.: Питер, 2007. – 304 с.
2. Линькова, М.В. Технический анализ: понятие, сущность и аксиомы [Текст] // Территория науки, 2016. – № 3. – С. 179–182.
3. Schwager, J. Technical analysis [Текст]. – New York: John Wiley & Sons, 1996. – 768 p.
4. Соловьев, А.В. Использование элементов технического анализа для определения тенденции изменения метеорологических величин [Текст] / А.В. Соловьев, И.И. Ульшин // Информатика: проблемы, методология, технологии: сборник материалов XX международной научно-методической конференции / Воронеж: Издательство «Научно-исследовательские публикации», 2020. – т. 2. – С. 118 – 123.
5. Айвоян, С.А. Эконометрика-2: продвинутый курс с приложениями в финансах: учебник [Текст] / С.А. Айвоян, Д. Фантаццини. – М.: Магистр: Инфра-М, 2014. – 944 с.
6. Методические указания по проведению производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов (РД 52.27.284-91) / Под ред. В.И. Кузьменко. – СПб: Гидрометеиздат, 1991. – 151 с.