

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРНЫХ ПРИЗНАКОВ НА ПОСТРОЕНИЕ КРАТКОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ

Т.А. Фролова, Д.С. Туляков

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор Е.Н. Туголуков

Ключевые слова и фразы: искусственные нейронные сети; прогнозирование спроса; факторы; химико-фармацевтическая продукция.

Аннотация: Проведен анализ влияния факторных признаков при решении задачи краткосрочного прогноза на примере фармацевтического препарата противовирусной группы.

Осуществление прогноза спроса на продукцию многоассортиментных малотоннажных производств является актуальной задачей на сегодняшний момент времени. В соответствии с классификатором продукты химической промышленности представлены следующими классами: продукты неорганической химии; полимеры; лакокрасочные материалы и продукты; синтетические красители и органические полупродукты; химические реактивы и особо чистые химические вещества; медикаменты и химико-фармацевтическая продукция [1].

Прогнозирование спроса на фармацевтическую продукцию является одним из важнейших направлений в деятельности фармацевтических компаний. В условиях рыночной экономики анализ спроса на продукцию имеет первостепенное значение [2].

Развитие прогностики как науки в последние десятилетия привело к созданию множества методов, процедур, приемов прогнозирования. Насчитывается свыше ста методов прогнозирования, в связи с чем перед специалистами возникает задача выбора методов, которые давали бы адекватные прогнозы для изучаемых процессов и систем.

В наши дни возрастает необходимость в системах, которые способны не только выполнять однажды запрограммированную последовательность действий над заранее определенными данными, но и способны сами анализировать вновь поступающую информацию, находить в ней закономер-

Фролова Татьяна Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизированное проектирование технологического оборудования», e-mail: frolova@gaps.tstu.ru; Туляков Дмитрий Сергеевич – магистрант кафедры «Автоматизированное проектирование технологического оборудования», ТамбГТУ, г. Тамбов.

ности, производить прогнозирование. В этой области приложений самым лучшим образом зарекомендовали себя так называемые искусственные нейронные сети. Это эффективный математический аппарат для обработки «исторических» данных о процессе.

Авторами предлагается решить задачу построения краткосрочного прогноза противовирусного препарата «Антигриппин» без учета факторных признаков, используя в качестве исходных данных один временной ряд, и с учетом значимых признаков.

Постановка задачи прогнозирования продаж без факторных признаков формулируется следующим образом: для известных объемов спроса на продукцию ассортимента: $i, i = 1, \dots, I$

$$\begin{array}{cccccc} Q_{(t-n)}^1 & Q_{1+(t-n)}^1 & Q_{2+(t-n)}^1 & \dots & Q_{m+(t-n)}^1; \\ Q_{(t-n)}^2 & Q_{1+(t-n)}^2 & Q_{2+(t-n)}^2 & \dots & Q_{m+(t-n)}^2; \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{(t-n)}^i & Q_{1+(t-n)}^i & Q_{2+(t-n)}^i & \dots & Q_{m+(t-n)}^i; \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ Q_{(t-n)}^I & Q_{1+(t-n)}^I & Q_{2+(t-n)}^I & \dots & Q_{m+(t-n)}^I; \end{array}$$

определяется спрос на продукцию в момент времени $(t+z)$

$$Q_{(t+z)}^1, Q_{(t+z)}^2, Q_{(t+z)}^3, \dots, Q_{(t+z)}^i, \dots, Q_{(t+z)}^I.$$

Алгоритм решения задачи прогнозирования включает следующие этапы [3].

1. Подготовка исходных данных. Подготавливаются данные по продажам за предыдущий период и факторы, влияющие на эти продажи (в данном случае имеются данные за 84 недели).

2. Создание обучающей, контрольной и тестовой выборок. Создание выборок необходимо для обучения и проверки сети.

3. Формирование архитектуры нейросети (выбор количества слоев и количества нейронов в каждом слое). Выбор типа сети зависит от вида решаемой задачи и от опыта разработчика, который сможет выбрать наилучший тип сети для конкретной задачи. Если выбор типа сети неясен, то можно выбрать сразу несколько типов, а потом отобрать наилучшую.

4. Выбор алгоритма обучения (обратное распространение, Левенберга–Маркара, быстрое распространение, Delta-bar-Delta [4]). Исследования показали, что для данной задачи предпочтительно выбрать алгоритм обратного распространения.

5. Применение нейросети. Запуск сети для ее обучения.

6. Расчет ошибки. Подгонка весов нейронов для соответствия обучающей и контрольной выборок.

7. Выбор наилучшей сети. Из нескольких сетей выбирается сеть с наименьшей ошибкой. Кросс-проверка – независимая проверка качества прогноза является одной из важных задач в прогнозировании. Предлагается перед проведением анализа исходный временной ряд укоротить на 4 недели. «Хвост» ряда сохраняется для дальнейшего анализа, а после этого строится прогноз «укороченного» ряда и результат сравнивается с отложенными данными. При условии, что под конец наблюдаемого периода

на ряд не производилось интервенций, можно ожидать, что мера ошибки, полученной при сопоставлении, будет оценкой ошибки на будущий период. Иными словами, если наш прогноз на 5–10 % отличается от наблюдаемых данных, мы можем ожидать, что эта ошибка сохранится и на будущий ненаблюдаемый период.

После обучения 30 сетей, было выбрано 4, которые использовались для кросс-проверки (рис. 1). «Сеть № 4» (см. рис. 1, *г*) имеет наименьшую ошибку, по которой в дальнейшем и строится прогноз на 12 недель (рис. 2).

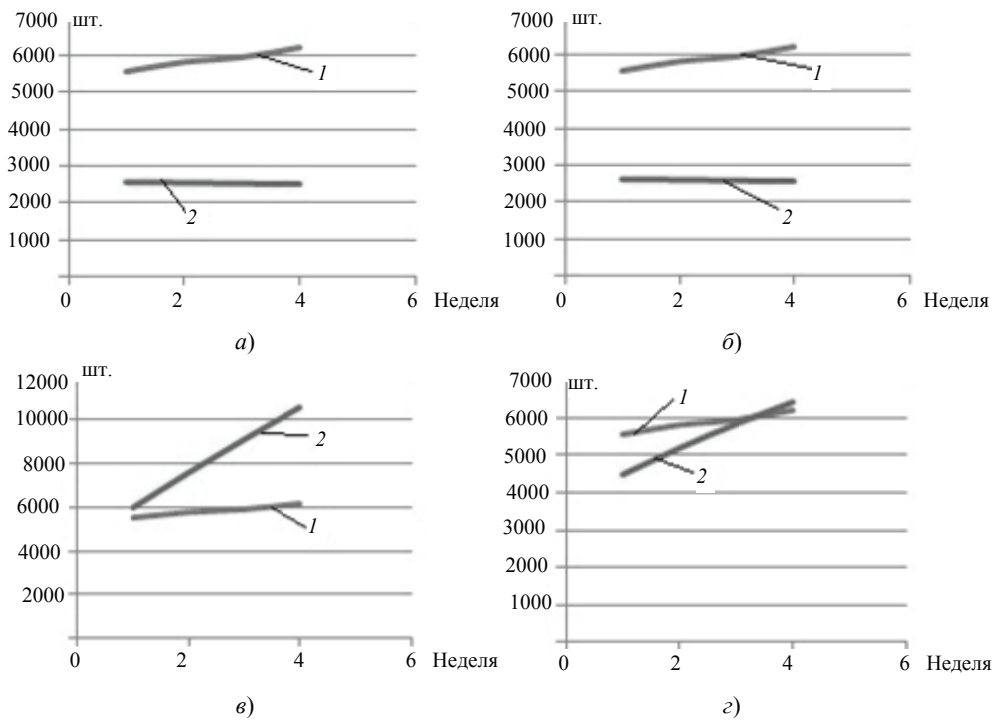


Рис. 1. Кросс-проверка сетей:
а – № 1; *б* – № 2; *в* – № 3; *г* – № 4 : 1 – история; 2 – сеть



Рис. 2. Прогноз продаж, без учета детерминантов

При прогнозировании с учетом факторных признаков, нужно знать детерминанты, которые влияют на спрос. Все факторы спроса на фармацевтические препараты можно разделить на внутренние, относящиеся к деятельности объекта анализа, и внешние, связанные, в основном, с особенностями функционирования внешней среды. Для каждого препарата выбираются свои, наиболее значимые детерминанты.

Рассмотрим влияние некоторых важных внутренних факторов, которые в совокупности характеризуют стратегию сбыта фармацевтической компании.

1. *Качество продукции.* Высокие лечебные показатели, современные технологии, отсутствие побочных эффектов в лекарственных средствах способствуют спросу на них.

2. *Дозировка и форма выпуска препарата.*

3. *Величина расходов на научные исследования и разработки.* Чем выше расходы на научные исследования и разработку фирмы-поставщика, тем в конечном итоге быстрее распространяется новая продукция.

4. *Транснациональный уровень отрасли.* Чем он выше, тем шире внешняя интеграция отрасли, на большее количество зарубежных рынков выходит новый препарат, ускоряется его распространение и увеличивается спрос на него.

5. *Цена.* Скидки к цене и иные ценовые льготы способствуют продвижению нового товара на рынки. Кроме того, цена в этом случае может использоваться в качестве барьера для проникновения на рынок новых фирм.

6. *Коммуникационные факторы.* Фирмы активно участвуют в научно-технических семинарах, специализированных симпозиумах, демонстрируют свои разработки и достижения. Таким образом, еще до выведения новой продукции на рынок фирмы знакомят с ней потребителя, формируя у него спрос.

7. *Реклама.* Продуманная рекламная кампания способствует формированию и повышению спроса.

Рассмотрим внешние детерминанты спроса, значительная часть которых характеризует среду функционирования предприятия, производящего и реализующего фармацевтическую продукцию.

1. *Общеэкономическое состояние государства.* Если оно стабильно, уровень инфляции невысок, то не нарушается процесс обновления технической базы, постоянно проводятся исследования и появляются новые лекарственные средства, на которые существует спрос, стимулирующий исследования.

2. *Особенности политической обстановки* имеют огромное значение для предприятий, производящих наукоемкую продукцию.

3. *Правовое обеспечение хозяйственной деятельности.* Если наука и научное обслуживание, производство и вложение средств в техническое перевооружение субъектов рыночной экономики пользуется налоговыми льготами, это является мощным фактором, стимулирующим разработку и внедрение нововведений в отрасли.

4. *Неблагоприятная экологическая обстановка* в регионе является стимулом спроса на новые фармацевтические препараты укрепляющего и

профилактического назначения. Причем урбанизация, вызывающая ухудшение экологии, с течением времени будет все больше стимулировать спрос на средства иммунной защиты населения от ее вредного воздействия.

5. Технический прогресс, и в связи с его ускорением, быстрое моральное старение большого числа препаратов.

6. Доходы потребителей являются фактором, прямо влияющим на характер спроса: чем они выше, тем больше спрос.

7. Количество людей, нуждающихся в данном виде препарата.

8. Количество людей по возрасту и полу.

Исходными данными для решения задачи прогнозирования спроса на продукцию является информация, характеризующая экономическую ситуацию на рынке. Источники этой информации могут находиться как внутри, так и вне предприятия.

Постановка задачи прогнозирования с учетом детерминантов формулируется следующим образом: для известных объемов спроса на продукцию ассортимента: $i, i = 1, \dots, I$:

$$\begin{aligned}
 & Q_{(t-n)}^1, Q_{1+(t-n)}^1, Q_{2+(t-n)}^1, \dots, Q_{m+(t-n)}^1 \\
 & Q_{(t-n)}^2, Q_{1+(t-n)}^2, Q_{2+(t-n)}^2, \dots, Q_{m+(t-n)}^2 \\
 & \dots\dots\dots \\
 & Q_{(t-n)}^i, Q_{1+(t-n)}^i, Q_{2+(t-n)}^i, \dots, Q_{m+(t-n)}^i \\
 & \dots\dots\dots \\
 & Q_{(t-n)}^I, Q_{1+(t-n)}^I, Q_{2+(t-n)}^I, \dots, Q_{m+(t-n)}^I
 \end{aligned}$$

и факторных признаков:

$$\begin{aligned}
 & X1_{(t-n)}^i, X1_{1+(t-n)}^i, X1_{2+(t-n)}^i, \dots, X1_{m+(t-n)}^i \\
 & X2_{(t-n)}^i, X2_{1+(t-n)}^i, X2_{2+(t-n)}^i, \dots, X2_{m+(t-n)}^i \\
 & X3_{(t-n)}^i, X3_{1+(t-n)}^i, X3_{2+(t-n)}^i, \dots, X3_{m+(t-n)}^i \\
 & \dots\dots\dots \\
 & XK_{(t-n)}^I, XK_{1+(t-n)}^I, XK_{2+(t-n)}^I, \dots, XK_{m+(t-n)}^I \\
 & \dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

определить спрос на продукцию в момент времени $(t+z)$

$$Q_{(t+z)}^1, Q_{(t+z)}^2, Q_{(t+z)}^3, \dots, Q_{(t+z)}^i, \dots, Q_{(t+z)}^I \cdot$$

Применение методов прогнозирования рассмотрим на примере продаж противовирусного препарата «Антигриппин», для которого в качестве значимых факторов выявлены: цена, цена у конкурентов, прожиточный минимум, курс доллара, количество заболевших людей.

Алгоритм решения данной задачи аналогичен предыдущему алгоритму прогнозирования без учета факторов.

После обучения 30 сетей, было выбрано 4, которые использовались для кросс-проверки (рис. 3).

Как видно из графиков «Сеть № 1» (см. рис. 3, а) имеет меньшую ошибку, следовательно, она будет использоваться для построения краткосрочного прогноза на 12 недель (рис. 4).

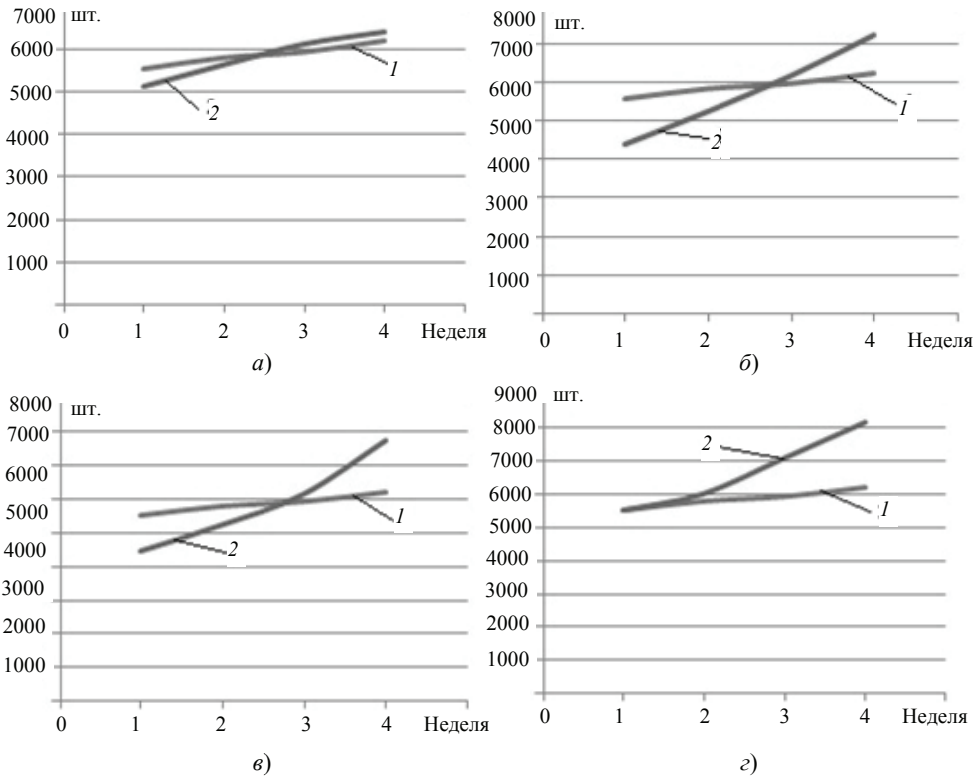


Рис. 3. Кросс-проверка сетей:
а – № 1; б – № 2; в – № 3; з – № 4: 1 – история; 2 – сеть

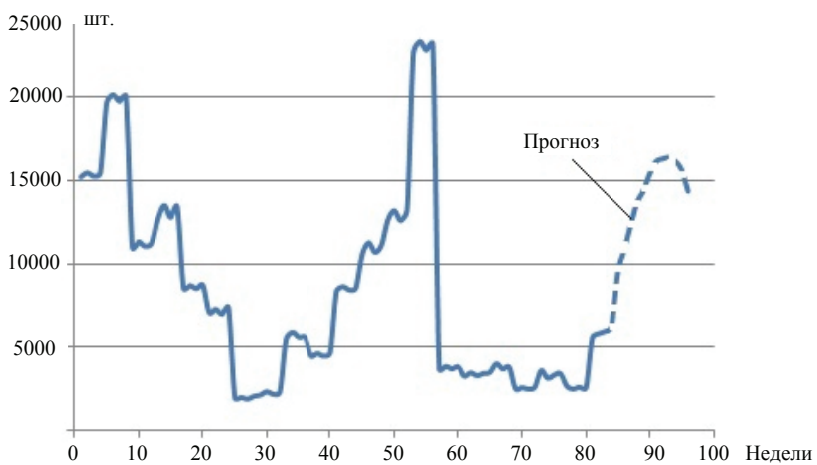


Рис. 4. Прогноз продаж с учетом детерминантов

Таким образом, факторный прогноз наиболее точен, но выбор значимых факторов и их численных значений трудоемкий процесс даже для квалифицированного специалиста в данной области. Если не представляется возможным собрать информацию с учетом факторов, то можно использовать алгоритм прогнозирования продаж без факторных признаков.

Список литературы

1. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М. : Горячая линия-Телеком, 2002. – 382 с.
2. Фролова, Т.А. Прогнозирование спроса на химическую продукцию с применением аппарата временных рядов / Т.А. Фролова, Д.С. Туляков // *Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского.* – 2009. – № 5(19). – С. 92–97.
3. Фролова, Т.А. Краткосрочное прогнозирование спроса на фармацевтическую продукцию. / Т.А. Фролова, Д.С. Туляков // *Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского.* – 2011. – № 2(33). – С. 78–82.
4. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс : пер. с англ. / С. Хайкин. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 1104 с.

Research into the Influence of Determinants on the Construction of Short-Time Forecasts

T.A. Frolova, D.S. Tulyakov

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: artificial neural networks; chemical-pharmaceutical products; determinants; prediction of demand.

Abstract: The paper analyzes the influence of determinants in solving the problem of short-term forecast on the example of pharmaceutical antiviral group.

© Т.А. Фролова, Д.С. Туляков, 2011