

УДК 658.152

## **Применение современных информационных технологий для решения задач финансового анализа.**

О.А. Афанасьева, Г.Ю. Варцибасов

*Представлены укрупненный состав и структура автоматизированной аналитической системы анализа финансового состояния организации, построенная на базе современных технологий обработки информации, таких как нейронные сети и генетические алгоритмы. Система позволяет моделировать будущее состояние изучаемого объекта и выработать рекомендации по оптимальной финансовой стратегии его поведения.*

Применение автоматизированных аналитических систем при решении задач финансового анализа и планирования - это реальный способ повышения эффективности работы любой организации. Ведь с одной стороны для принятия решения требуется обработка значительного объема деловой информации, с другой - сам процесс принятия решения находится в жестких временных рамках. Отметим также высокую степень ответственности руководства организации за последствия принимаемых решений. Так что вопрос не в том, нужны ли новые информационные технологии в управлении организацией, а в том, как их применить в каждом конкретном случае.

Начнем с рассмотрения общих задач, возникающих перед аналитическими службами.

Общий подход в финансовом анализе и планировании заключается, во-первых, в экспертной оценке заданного сектора рынка, во-вторых, в оценке финансового состояния конкретной экономической структуры и её позиционировании на этом рынке, и, в – третьих, в выработке и реализации плана действий по оптимальному управлению финансовыми ресурсами анализируемой структуры с заданным соотношением ожидаемой доходности планируемых операций к их рискованности.

Важным шагом на пути решения поставленных задач будет подготовка для анализа исторических данных, описывающих поведение изучаемого объекта, правильное определение периода времени, за который будут анализироваться данные, а также предпринятые в прошлом действия и их результаты. Эти данные могут включать, например, временные ряды цен на различные финансовые инструменты данного объекта, результаты его финансово-хозяйственной деятельности, статистику продаж той или иной продукции. При этом необходимо определить, какие данные оказывают существенное влияние на ситуацию, какие - незначительное, а какие могут помешать анализу.

Следует учесть, что для качественного финансового анализа необходимо решить, как поступать с нестандартными данными, то есть с событиями, явно выпадающими из общей

статистической картины, например сделки, проведенные с некорректными результатами, ошибки ввода данных, так как все они могут вводить в заблуждение аналитика. Существуют разные подходы к решению этой проблемы - от усреднения нестандартных данных до выбрасывания их из базы. Так или иначе, аналитику придется либо проделывать эту работу вручную, либо обзаводиться различными информационными фильтрами, выполняющими такие операции.

Но обработка и анализ всего этого объема данных может занять достаточно много времени, а его на принятие решения отводится, как было отмечено выше, достаточно мало.

Так что современному аналитику просто необходимо иметь в своем распоряжении автоматизированную аналитическую систему, которая позволяла бы на основе тщательного анализа исторических данных рекомендовать эффективную стратегию управления финансовыми ресурсами конкретной организации на некоторую перспективу.

При разработке такой системы необходимо учитывать российскую специфику, ведь отличительная черта большинства отечественных предприятий – это небольшой срок существования, а, следовательно, и небольшой объем накопленных данных. Информации, содержащейся в этих данных, часто оказывается недостаточно для выработки на ее основе эффективной стратегии. Таким образом, главная проблема применения автоматизированных аналитических систем в России, а, следовательно, и главное требование к проектируемой системе - это способность находить зависимости среди немногочисленных данных, характеризующих прошлую и текущую экономическую ситуацию.

Еще одной отличительной чертой российской экономики, как на макро-уровне, так и на уровне отдельных организаций, является ее нестабильность. В то время как на Западе фирмы в основном работают в рамках уже устоявшейся законодательной базы, в сложившихся структурах товарных, финансовых и информационных потоков, российские предприятия вынуждены подстраиваться под постоянно меняющиеся условия. Следовательно, аналитик должен тщательно контролировать и анализировать результаты, получаемые системой. Это нужно, чтобы обеспечить учет всех влияющих на решение факторов. Таким образом, проектируемая система должна быть «прозрачна» и аргументировать получаемые результаты.

Также следует учитывать, что люди, ответственные за принятие решений в бизнесе и финансах, обычно не являются специалистами по статистике и информационным системам и поэтому не могут непосредственно использовать системы, требующие сложной настройки или специальной подготовки данных. Следовательно, такая система должна поставляться как составная часть общей аналитической финансовой системы, что становится самой распространенной практикой в развитых странах, где все настройки и препроцессорная обработка осуществляются автоматически. Поэтому важным свойством данной аналитической системы должна быть простота в использовании и высокая степень автоматизма.

Планируется, что аналитическая финансовая система должна состоять из четырех основных блоков.

Назначение первого блока - сбор и подготовка исходных данных.

Второй блок аналитического комплекса - блок анализа и прогнозирования. Решать поставленные задачи можно с использованием современных средств финансового менеджмента.

Назначение третьего блока - настройка и поддержание работоспособности системы. Этот блок, несмотря на его вспомогательный характер, чрезвычайно важен, поскольку любая аналитическая система требует постоянной настройки, контроля и оценки качества прогнозов.

В функции четвертого блока входит выработка оптимальных стратегий поведения в области финансов и формирование итогового отчета. Основа этого блока - разнообразные алгоритмы оптимизации.

Так как рынок в России еще молод, следует ориентироваться на развитые мировые рынки и использовать средства и методы анализа и прогнозирования, распространенные на данных рынках. Опыт, накопленный западными аналитиками в этом вопросе достаточно обширен. Сегодня каждый западный банк, каждая финансовая компания и большинство крупных промышленных предприятий имеют в своем распоряжении программно-аппаратные комплексы для финансового анализа - прогнозирования рыночной конъюнктуры, оценки кредитных и инвестиционных рисков, предсказания курсов акций и валют. Некоторые из этих комплексов базируются на использовании традиционных методов корреляционного анализа, некоторые - на аппарате экспертных систем, многие - на нейросетевых решениях.

Рассмотрим подробнее особенности популярных на Западе программ прогнозирования и распознавания образов, базирующихся на математическом аппарате теории нейронных сетей. Благодаря своей уникальной способности обучаться на примерах и "узнавать" в потоке зашумленной и противоречивой информации приметы ранее встреченных образов и ситуаций, нейронные сети используются везде, где приходится заниматься прогнозированием и анализом сложных ситуаций: в финансах, медицине, политике, военной отрасли.

Нейронные сети - это обобщенное название нескольких групп алгоритмов, умеющих обучаться на примерах, извлекая скрытые закономерности из потока данных. При этом данные могут быть неполны, противоречивы и искажены. Если между входными и выходными данными существует какая-то связь, пусть даже не обнаруживаемая традиционными корреляционными методами, нейронная сеть способна настроиться на нее с заданной степенью точности. Кроме того, современные нейронные сети обладают рядом дополнительных возможностей - с их помощью можно оценивать сравнительную важность различных видов входной информации, уменьшать ее объем без потери существенных данных, распознавать симптомы приближения критических ситуаций и т.д.

Теория нейронных сетей, родившаяся в конце 40-х годов на гребне волны интереса к моделированию структур человеческого мозга, первоначально не оправдала возложенных на нее надежд, как из-за слабости технической базы, так и по причине незрелости самой теории. О серьезном применении нейронных сетей в промышленности тогда не было и речи.

Применение нейронных сетей как профессионального инструмента для финансовых операций стало возможно в конце 80-х годов. Серия работ Д. Хопфилда [1] и ряда других ученых создала теоретический фундамент для появления нового поколения нейронных сетей. А появление микропроцессоров и сверхбольших интегральных схем технически позволило реализовать теорию на практике.

В начале 90-х, когда на рынке появилось новое поколение нейросетевых пакетов - мощных и относительно простых в использовании, и западный мир пережил настоящую революцию в использовании нейросетевых продуктов.

Нейронные сети стали использоваться для распознавания речи и изображений, для задач классификации в биологии, диагностики в медицине и во многих других областях. А поскольку задачи распознавания и классификации во многом близки задачам ситуационного моделирования, довольно скоро появились нейросистемы, адаптированные для прогнозирования и краткосрочных предсказаний, в том числе в области экономики. Можно привести много примеров успешного применения нейросетей для решения различных аналитических финансовых задач: прогнозирование остатков средств на корсчетах, оценка кредитных и инвестиционных рисков, анализ финансового состояния банка.

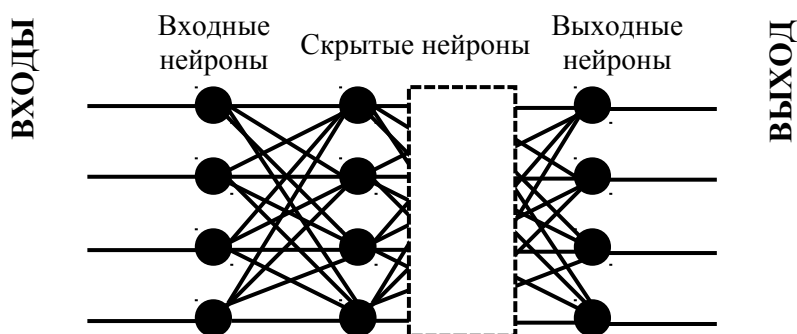
С математической точки зрения нейронная сеть представляет собой многослойную сетевую структуру, состоящую из однотипных и сравнительно простых элементов - нейронов. Это новый класс компьютерных систем, состоящих из сотен или тысяч нейронов, связанных друг с другом аналогично нейронам мозга.

Нейронная сеть не программируется по правилам подобно экспертным системам, а подобно людям учится на примерах и повторениях. Она тренируется при наличии фактов, которые добавляются, пока не будут получаться корректные результаты.

Нейрон – это рабочий элемент. Нейронная сеть – это совокупность нейронов, организованных слоями. Нейроны одного слоя связаны с нейронами следующих слоев. Нейроны в одном слое получают информацию от нейронов из предыдущего слоя и посылают результат нейронам следующего слоя.

Все нейроны нейронной сети можно условно разделить на 3 группы: входные, промежуточные (скрытые) и выходные.

Нейронную сеть схематично можно изобразить следующим образом:



Связи, представленные линиями между слоями, и являются тем, что подвергается корректировке во время обучения. Нейронная сеть усиливает одни связи и ослабляет другие таким образом, чтобы при появлении этого же факта в следующий раз сеть выдавала более корректный ответ.

Скрытые нейроны используются для установления связей между нейронами на входе и выходе.

Возможны некоторые вариации, но обычно нейроны и данные взаимодействуют следующим образом: исходные данные поступают на входной слой нейронов, который посылает информацию скрытому слою нейронов. Каждый нейрон в скрытом слое связан со всеми нейронами во входном слое. Каждый нейрон выходного слоя связан со всеми нейронами скрытого слоя. Каждый выходной нейрон суммирует сигналы, которые приходят к нему от скрытого слоя. Т.е. нейроны входного слоя воспринимают информацию о параметрах ситуации, а выходной слой сигнализирует о возможной реакции на эту ситуацию.

Перед началом работы нейронная сеть проходит специальный этап настройки - обучения.

Применение нейронной сети начинается с подготовки входных данных. Чтобы нейронная сеть могла эффективно предсказывать, её необходимо снабдить статистическими материалами, описывающими прошлое поведение изучаемого объекта.

Во-первых, необходимо назвать параметры, от которых может зависеть интересующий нас результат. При этом одно из преимуществ нейронной сети перед другими аналитическими инструментами заключается в том, что ей не требуется точного знания о сравнительной важности входных данных, - она определится на дальнейших этапах. При большом числе входных параметров сеть (в отличие от, например, корреляционной программы) не утратит работоспособность.

Во-вторых, надо правильно определить величину временного интервала для анализируемых данных. При этом нейросети не нужны данные за многие годы - для того, чтобы определить

необходимые зависимости, обычно достаточно подборки за несколько месяцев. Но надо заметить, что правильный выбор временного интервала данных может существенно отразиться на правильности результатов прогнозирования.

Теперь можно начать обучение нейронной сети. Сети предъявляется большое количество заранее подготовленных примеров, для каждого из которых известен требуемый ответ сети. Нейронная сеть пытается настроить свою внутреннюю структуру для максимально точного определения требуемой реакции на те или иные входные данные.

После первого этапа обучения уменьшается размерность входного вектора. Если сеть реагирует на очередной пример неадекватно, т.е. состояние выходного слоя отличается от заданного, внутреннюю структуру сети необходимо подвергнуть некоторой модификации для минимизации ошибки (в большинстве случаев корректируются веса соединений, количество слоев и вид нейронной сети). При анализе полученной, пусть и неправильной модели, можно определить, какие параметры существенно влияют на результат, какие - незначительно, а какие только вредят прогнозированию. Теперь объем входных данных может быть уменьшен в несколько раз.

Сеть снова запускается на обучение, которое протекает значительно быстрее.

После получения приемлемого качества прогноза можно начинать работать с данной моделью. Теперь можно будет давать прогноз по сегодняшним данным практически мгновенно. Единственная проблема - обеспечить автоматизированный ввод входных данных.

Правда следует отметить, что не всегда возможно получить приемлемое качество прогноза. Это может быть связано с неправильным выбором входных данных, которые не всегда полно или адекватно отражают взаимосвязь изменений ситуации на рынке, неправильным выбором временного интервала, вида нейронной сети и еще с рядом других не менее важных параметров.

Но допустим, мы смогли достаточно точно определить будущее состояние заданного сектора рынка, теперь необходимо выработать рекомендации по оптимальному управлению финансовыми ресурсами конкретной организации с некоторым соотношением ожидаемой доходности планируемых операций к их рискованности.

С задачами нахождения оптимальных решений мы сталкиваемся постоянно. В финансовом анализе и планировании это - формирование портфелей (оптимальное соотношение доходности и риска), составление бизнес-планов (оптимальная прибыль), реинжиниринг (оптимизация финансовых, товарных и т.п. потоков). В первом приближении задачи оптимизации можно решать существующими инструментальными средствами, например встроенными в табличный процессор MS Excel. Но при нарастании объемов информационных потоков скорость работы алгоритмов оптимизации становится критичной и ее необходимо повысить.

Среди методов нахождения оптимальных решений можно выделить следующие: прямой перебор, градиентный спуск и случайный поиск.

В первом случае поиск оптимального решения сводится к перебору всех возможных значений для всех переменных и к сравнению полученного результата с известным критерием. Метод наиболее точный, но и наиболее медленный. Метод градиентного спуска - разновидность направленного поиска в сторону уменьшения ошибки. Метод случайного поиска - наиболее быстрый, но наименее точный.

Следовательно, необходимо объединить достоинства всех методов, то есть вести направленный поиск с элементами случайных блужданий. Это становится возможным при использовании генетических алгоритмов. Этот метод назван так потому, что в какой-то степени имитирует процесс естественного отбора в природе, где каждая популяция подвержена элементам отбора (условие выживания особей, наиболее приспособившихся к воздействию некоторых факторов), скрещивания (выживают особи, наследующие лучшие качества родителей) и мутации (некоторые особи приобретают новые качества, способствующие выживанию). То есть производится отбор из большого числа элементов по некоторому критерию.

Применительно к решению задачи оптимизации генетический алгоритм представляет собой разновидность метода градиентного спуска, при котором исследование возможных значений производится одновременно из множества исходных точек. Пусть нам надо найти решение задачи, оптимальное с точки зрения некоторого критерия. Пусть каждое решение полностью описывается некоторым набором чисел или величин нечисловой природы. Скажем, если нам надо выбрать совокупность фиксированного числа параметров рынка, наиболее сильно влияющих на его динамику, это будет набор имен этих параметров. Об этом наборе можно говорить как о совокупности хромосом, определяющих качества индивида - данного решения поставленной задачи. Значения параметров, определяющих решение, будут тогда называться генами. Поиск оптимального решения при этом похож на эволюцию популяции индивидов, представленных их наборами хромосом. В этой эволюции действуют три механизма: отбора, скрещивания и мутации. Отбор – отбор сильнейших наборов хромосом, которым соответствуют оптимальные решения, то есть для каждой точки вычисляется отклонение текущего значения ошибки от заданного, и следующий шаг оптимизации будет произведен из тех точек, которые показали лучший результат в смысле минимизации ошибки. Остальные отбрасываются. Скрещивание – это производство новых индивидов при помощи смешивания хромосомных наборов отобранных индивидов. Мутации - случайные изменения генов у некоторых индивидов популяции, то есть при каждом шаге оптимизации в некотором количестве точек изменения значений соответствующих переменных будут проводиться по случайному закону. Поскольку каждое следующее поколение

наследует лучшие признаки предыдущего, в результате смены поколений, в конце концов, вырабатывается такое решение поставленной задачи, которое уже не может быть далее улучшено.

Необходимо отметить, что генетический алгоритм оптимизации является множественно-вероятностным, то есть, позволяет находить множество значений, примерно соответствующих искомому условию. Это обстоятельство существенно для решения задач с неявно выраженными максимумами или минимумами.

Таким образом, современные инструментальные средства для разработки автоматизированных систем, основанные на использовании нейронных сетей и генетических алгоритмов, позволяют строить аналитические комплексы для обработки финансовой информации и прогнозирования поведения экономических объектов, которые способны адекватно оценивать текущую ситуацию и вырабатывать рекомендации по оптимальной финансовой стратегии поведения, что способствует повышению доходности и улучшению финансового состояния исследуемого объекта.

Следует заметить, что эффект от применения этих средств различен у разных разработчиков и существенно зависит от затраченных усилий.

### **Список литературы:**

1. Hopfield J.J. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. - Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1982, vol. 79, p. 2554-2558.
2. Горбань А.Н. Обучение нейронных сетей. - М.: СП "ParaGraph", 1990. – 160с.
3. Brain Maker Professional. Система моделирования нейронных сетей. Руководство пользователя. – М.: Тора-Инфоцентр, 1998. – 120с.
4. Киселев М., Соломатин Е. Средства добычи знаний в бизнесе и финансах. // Открытые системы. – 1997, № 4 (24). - с.3-9.
5. Болдырев М. Генезис в финансах. Выбор оптимальных путей. - М.:Тора-Центр, 1999.
6. Масалович А. Нейронная сеть - оружие финансиста. - М.: Тора-Центр, 1998.
7. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. – М.: МИФИ, 1998.

---

*Афанасьева Ольга Анатольевна, доцент кафедры экономической информатики Московского авиационного института (государственного технического университета), к.э.н.;  
Телефон: 158-4369, e-mail:k504@mai.ru*

*Варцибасов Григорий Юрьевич, аспирант кафедры экономической информатики Московского авиационного института (государственного технического университета);  
E-mail:vartsibasov@rs.ru*