

9. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

9.1. РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТЕВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Дроговоз П.А., д.э.н., профессор, заведующий кафедрой предпринимательства и внешнеэкономической деятельности;
Садовская Т.Г., д.т.н., профессор кафедры предпринимательства и внешнеэкономической деятельности;
Шиболденков В.А., лаборант-исследователь, кафедры предпринимательства и внешнеэкономической деятельности;
Попович А.Л., аспирант кафедры предпринимательства и внешнеэкономической деятельности

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Разрабатывается система оценки организационно-экономических факторов активности предприятия для всех сфер ее проявлений и последующего анализа расположения предприятий в пространстве показателей с помощью самоорганизующейся сети Кохонена. Проводится всестороннее рассмотрение деятельности группы из 135 производственных предприятий одной отрасли. В работе рассмотрены возможности самоорганизующейся карты Кохонена при решении задач бизнес-аналитики. Представлена сущность и структура нейросетевых подходов, возможности искусственных нейронов и принципы распознавания при помощи нейрокарт. Предъявлены результаты работы нейросети при кластеризации производственных предприятий по организационно-экономическим показателям, проверена адекватность модели и сделаны выводы по результатам экспериментов. Описан метод компонентных плоскостей и объяснено их содержание для конкретной задачи. Изучены возможности графического анализа данных.

ВВЕДЕНИЕ

Современные условия предъявляют значительные требования при поддержании экономической политики в успешном состоянии как на уровне отдельного предприятия, так и на макроступени всего государства в целом. Кроме требований полного производственно-технологического совершенствования, приобретает потенциальную важность прагматичность и рачительность принимаемых решений, степень продуктивности организационно-управленческих мероприятий, продуманность и планомерность маршрута гармоничного развития. Технологичность и рациональность всех бизнес-процессов переходят из области предпринимательских преимуществ в зону необходимых инструментов выживания на рынке.

Чтобы совершить изменения, вначале надо узнать доступные возможности. Для этого необходимо изучить существующие производственные и организационные процессы, рассмотреть их эффективность и пути улучшения. Необходимо выразить цели улучшения, хотя бы абстрактно, чтобы знать какие стороны своей деятельности необходимо разрабатывать; выявить по крайней мере идеи по совершенствованию и оценить их существенность и достижимость. Причем обязательным требованием является подробность проработки операции по улучшению: не только важно знать какие есть потенциальные возможности, но и должен быть разра-

ботан подробный план проведения мероприятий с учетом всех прочих условий и финансовый ограничений. Затем необходимо выбрать существенно перспективные проекты, и сформировать структуру, которая рационально воплотит, внедрит и интегрирует нововведения.

Перед выполнением всех работ по достижению такой нелегкой цели необходимо предварительно произвести организационно-экономический анализ состояния предприятия и его потенциала. Проблема исследования внутренних возможностей в сложной, системной природе этих атрибутов, в их неясности, размытости и даже некоторой иррациональности. Такие косвенные составляющие возможно исследовать только, как результат выполненных операций и эффект от полученного итога [1]. Описанная инерциальность заставляет концентрировать усилия на продуманном и дальновидном развитии, при поддержке разных механизмов диагностики и прогнозирования.

Постановка задачи и актуальность проблемы

Необходимо разработать сбалансированную систему организационно-экономических показателей для анализа эффективности деятельности производственных, наукоемких компании, акцентируя внимание на ее финансовом, производственно-техническом и инновационном потенциале, для последующего нейросетевого анализа состояния компании посредством самоорганизующейся карты Кохонена.

Полноценная деятельность компании под воздействием динамического воздействия внешних сил может происходить только при хорошо обдуманных и своевременных стратегических решениях. Актуальность задачи подтверждается постоянным нарастанием скорости изменений ситуации на рынке, руководству компании требуются особые средства анализа финансовой информации, которые обладают не только удобством и простотой работы с ними, но и значительной оперативностью при взаимодействии с данными. А данное требование означает переход к радикально новым, частично или полностью автоматическим способам исследования информации.

Информативность организационно-экономической модели

При проектировании системы учета и контроля деятельности компании важно не забыть о прагматической стороне ее реализации. Формируемая система ключевых показателей активности, помимо качественного и планомерного отображения результатов труда, должна обладать практической простотой при операциях сбора, консолидации и обработке организационно-экономической информации и не требовать значительных затрат трудовых, временных, стоимостных ресурсов. Описанная проблема порождает требование к некоторой достаточности системы показателей [1, 10]. Это вполне обобщенное, абстрактное свойство возможно более конкретно оценить посредством введения нескольких правил для разрабатываемого метода оценки.

При формировании адекватной и рациональной модели будут учитываться такие условия.

1. Системность. Так как деятельность фирмы является сложной, комплексной структурой, то и атрибут ее

- должен быть по возможности системным, единым, описывать какую-либо существенную часть системы или же всю систему в целом, учитывать характер взаимосвязи между ее внутренними элементами и влияние внешних возмущений.
2. Обоснованность. Выбор конкретного параметра должен быть оправдан какой-либо теоретической или прагматической целесообразностью.
 3. Целесообразность. Введение каждого нового фактора должно существенно улучшать функциональность всей модели. В противном случае он является избыточным. Очень важным принципом эффективного анализа является концентрация на некотором не очень большом количестве, но сбалансированном (всестороннем) наборе показателей. Такая методика позволяет упростить процедуры сбора, обработки, анализа информации и принятия решения для всех участников процесса и на всех его стадиях.
 4. Квантитативность. Это означает, что возможность количественной оценки показателей является не просто желательной, а необходимой для зрелого и всестороннего научного измерения, и во всех допустимых ситуациях пытаются избежать качественных взглядов в оценке.
 5. Доступность. Методика вычислений и их практическое применение в реальном деле должны быть предельно эффективны в смысле минимума затрат времени, труда и материальных ресурсов.
 6. Гибкость. Надо понимать, чтобы нужные для модели в конкретных ситуациях показатели будут корректироваться и адаптироваться. Вся модель будет периодически меняться от воздействия времени и изменений политике компании.

Первыми трудностями на пути анализа является сложность и ресурсоемкость операций сбора и интерпретации сведений по организации, среди которых только малая толика будет представлять ценность [5]. Поэтому на практике для целей экономического анализа применяют многократно апробированные группы факторов, которые выбрали эксперты для конкретной задачи, конкретной отрасли и конкретного предприятия. Есть устоявшиеся методы общих ключевых показателей, которые рекомендуют проверять в первую очередь – это экономическая и рыночная стоимости (*EVA* и *MVA*), метод сбалансированных показателей (*BSC*), система стратегических измерений, *ABC*-анализ и прочие [10, 20].

К примеру, для анализа финансового состояния компании, изучают динамику таких аспектов, как платежеспособность, эффективность деловой и инвестиционной активности, показатели рентабельность, рациональность использования капитала. Данного рода моделей очень много: факторная *z*-модель Альтмана, появившаяся в 1977 г., которую затем развивали и осовременивали Тафлер, Фулмер, Спрингейт, Лис, Конан, Голдер, Аргенти и другие. Все они основаны на нескольких важных факторах деятельности компании, так как невозможно выдумать принципиально новый показатель деятельности предприятия, и поэтому совершенствовались только значения весовых коэффициентов и точность модели [2, 18]. Использование описанных моделей сталкивается сразу с целым рядом проблем: малая наглядность выборки, большие ошибки экстраполяции, резкое падение актуальности, ориентированность на западные корпорации и сугубо рыночные параметры. Они ориентированы зарубежную деловую практику, учитывают рыночную стоимость, стоимость акций и другие специфичные харак-

теристики [22, 30]. Параллельно разрабатываются также и отечественные модели (например, модель Зайцевой О.П.), но они тоже страдают от недостаточности статистической выборки, специфической отраслью производства выбранных фирм или же малой прогнозной эффективностью [18, 30].

Важно понимать, что у данной проблемы есть случайная составляющая от воздействия кризисных ситуаций, и фирма без негативных предпосылок может совершить фатальную ошибку и обанкротиться. Но чаще всего отрицательные тенденции являются заметными симптомами долгого и мучительного периода угасания эффективности предприятия. Лучшим случаем является возможность спрогнозировать ошибочное поведение заранее [22, 27].

Опишем основные проблемные сферы, которые необходимо отразить в анализируемой модели, т.е. другими словами внутренние факторы компании. Самые важные составляющие – это результативность основной деятельности; использование ресурсов; использование капитала и его структура, финансовая зависимость и финансовая гибкость компании; использование имеющейся собственности, оборотного капитала; работа кадров, как основного персонала, так и менеджмента; дистрибуция и взаимодействие с клиентами; а также в целом уровень применяемых технологий и техники [10, 20, 28].

Все показатели деятельности предприятия удобно классифицировать по функциональному приложению, другими словами по направлениям политики (табл. 1).

Таблица 1

НАПРАВЛЕНИЯ ПОЛИТИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Направление политики	Проявление
Финансовая	Финансовая эффективность
Производственно-технологическая	Операционная эффективность, качество товаров и услуг
Маркетинговая	Эффективность работы с клиентами
Кадровая	Эффективность использования труда работников
Инвестиционная	Гармоничность развития бизнеса
Научно-техническая	Эффективность долгосрочной политики

В таблице 1 представлены не только сами виды политики, но и наблюдается иерархичность расположения категорий в порядке убывания степени доступности данных (при анализе): финансовая и операционная информация всегда доступна любому авторизованному сотруднику фирмы, представлена в цифровой форме и проста для рассмотрения [28]. Для других сфер жизни компании возможность сбора и исследования данных резко падает: для маркетинговых и кадровых исследований нужны специальные организационные процедуры, наподобие анкетирования, опросов, фокус-групп; а также инструменты для изучения качественных данных. Инвестиционная и научно-техническая политика, являясь двумя сторонами стратегического развития (финансовой и материальной), требуют еще более сложных моделей, так как составляет не только временная модель из-за потребности анализа данных прошлого и текущего

состояния дел, но и прогностическая для формирования сценария будущего. Соответственно, для последних категорий нужны более сложные и строгие исследования с трудоемкими промежуточными операциями при совершенно неясном конечном результате. Например, для анализа нефинансовых составляющих инновационной политики составляют детальные анкеты, с помощью которых анализируют «неосязаемые» факторы, в частности человеческий и интеллектуальный капитал, возможности финансирования, организационная культура, влияние внешней среды. Для таких целей обычно используют различные стратегические инструменты, а именно **SWOT**-анализ, **PEST**-анализ, силы Портера и т.п. [28, 26]. Но в данной задаче необходимо проанализировать, по возможности, «осязаемые» факторы. В реальной ситуации компания имеет жесткие ограничения по времени проведения работ, доступным для задачи работникам, достаточности необходимой информации (к примеру, при оценке возможностей конкурентов), поэтому приходится использовать инструменты диагностики предприятия. Данный принцип основывается на легко доступных для аналитика сведениях [4, 20].

Таблица 2

ОСНОВНЫЕ ИНДИКАТОРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Название показателя	Формула	Код
Коэффициент строгой ликвидности	$(ДС+0.5ДЗ)/КО$	CR
Коэффициент финансовой зависимости	$(КО+ДО)/А$	TD/TA
Коэффициент финансового рычага	A/CK	GR
Отдача заемного капитала	$(КО+ДО)/ЧП$	DFL
Коэффициент финансовой напряженности	$KЗ/А$	CFT
Зависимость от дебитора (Доля ДЗ)	$ДЗ/ОА$	SRCV
Коэффициент обеспеченности собственными источниками финансирования	$(СК-ОС)/ОА$	OFR
Коэффициент обеспечения собственным оборотным капиталом	$(ОА-КО)/ОА$	ROWC
Коэффициент структуры активов (коэффициент перегруженности активов)	$ВнА/(ВнА+ОА)$	CCA
Коэффициент чистой прибыли	$ЧП/В$	NPM
Доля HMA (Обеспеченность интеллектуальной собственностью)	$HMA/ВнА$	SIA
HMA вооруженность	$HMA/ССЧС$	EIA
Отдача HMA	$HMA/ЧП$	RIA
Доля амортизации в себестоимости	$Ам/С$	SDC
Износ оборудования (Польза обновления оборудования)	$Ам/ЧП$	PUE
Доля МЗ в себестоимости	$МЗ/С$	SMC
Отдача управленческой политики	$УР/ЧП$	ROAC
Отдача маркетинговой политики	$КР/ЧП$	ROMC
Отдача себестоимости (рентабельность основной деятельности)	$С/ЧП$	RONC
Коэффициент покрытия амортизации	$АМ/ОС$	CRD

При этом необходимо учесть требования к простоте и открытости исходных данных, а также незамысловатость применяемой модели при работе с ней конечных

пользователей. Для этого изменение каждого выбранного показателя должны трактоваться однозначно: необходимо ясно понимать, негативный или позитивный эффект вызывает рост индикатора. Также для исключения влияния размеров компании, рассматриваться должны только относительные параметры. И по возможности оценка совместного аддитивного показателя должна тоже обладать некоторым практическим смыслом. При исполнении всех описанных требований, вырисовывается такой набор показателей [10, 20] (табл. 2).

Выбранная система оценки является сбалансированной и достаточной, позволяет адекватно исследовать все стороны деятельности, анализировать процессы изменений, их скоростные параметры и зависимости между собой [29]. Сведения о возможностях по улучшению являются первостепенным фактором для принятия важных управленческих решений. Выбранные показатели всесторонне отображают структуру функционирования предприятия, в частности: эффективность использования инфраструктуры и оборудования, эффективность финансовой и операционной деятельности, рациональность использования нематериальных активов, адекватность и дальновидность стратегической политики компании и т.д.

В выбранных сферах деятельности предприятия также есть рационализаторская предпосылка – если компания работает неэффективно или уже на краю банкротства, бессмысленно проводить обширное исследование ее работы, а достаточно лишь экспресс-проверки ключевых индикаторов. Данный подход позволяет избавиться от уймы лишней работы, направить освобожденные, ограниченные ресурсы в действительно значимые точки, позволяет высшему руководству экономить затраты времени и сил при определении действительно возможных прогрессивных изменений и не останавливаться на бессмысленных занятиях обработки больших объемов «пустой» информации [11, 12].

Далее произведем исследование группировки блока производственных компаний в пространстве выбранных параметров с помощью метода нейрокартирования. В нашем случае применена гибридная схема анализа, где подобранные экспертами показатели деятельности компании обрабатываются методами интеллектуального анализа данных (в частности корреляционно-регрессионный анализ и нейросетевое распознавание) для оценки их существенности для данной задачи и устранения незначимых или почти незначимых факторов. Последние проявляются в математической модели из-за введения дублирующей информации, т.е. таких объектов, которые связаны сильной функциональной зависимостью с другими объектами, так как являются их частью, долей, копией и т.д. [5]. После проведения такой процедуры математическая модель становится лаконичной и простой, но при этом не теряет ни в точности, ни в полезности, ни в адекватности, а в некоторых случаях даже становится лучше, чем просто экспертное решение.

Сущность нейрокартирования

При стратегическом планировании этапов развития предприятия, выполнении продолжительных проектов и других элементов деятельности компании всегда

выполняют комплекс процедур исследования бизнеса, к примеру, производят такие исследования, как анализ чувствительности и сценарный анализ. Все используемые инструменты направлены на прогнозирование событий, вызванных изменениями значимых для фирмы факторов: объема продаж, процентной ставки, показателя инфляции и любых других экономических параметров. Дополнительно оцениваются возможности фирмы по отклонению от принятой модели, т.е. находят значения для наихудшего и наилучшего результата, формируя некоторый диапазон показателей, в котором предприятие будет функционировать на приемлемом уровне [22, 28].

Желание измерить процесс деятельности компании является не случайной, отдельной прихотью высшего менеджмента, а значительным элементом из списка инструментов стратегического планирования направления развития компании, необходимых решений, состояния компании на рынке среди конкурентов. Это означает, что часто важно именно сравнение относительного положения целевой фирмы с предприятиями, выбранными за образцы, иногда без непосредственного анализа абсолютных числовых показателей. Для таких целей удобно использовать методы анализа данных, основанные на мягких подходах. Это особые математические средства, которые могут обрабатывать неполную, неявную, невыраженную информацию, как это делает человек в своей повседневной жизни.

Одной из таких методик будут искусственные нейронные сети (ИНС), которые могут обрабатывать неструктурированную информацию. Как понятно из названия – это синтетический аналог процесса человеческого мышления при работе с поступающими к нему данными. Возможности человека по абстрагированию позволяют ему работать с частичными фактами, заведомо грубыми или неправильными предположениями, и прочими формами нечеткой информации. Для выполнения нейроалгоритма формируют сетевую структуру из элементарных нейронов, образуя между ними управляемые связи. Регулируя потоки информации между узлами можно формировать качественно более сложные структуры [16].

За многолетнюю историю изучения искусственных нейронов накопилось множество модификаций классического представления и его трактовок, поэтому требуется указать, что в настоящее время считают элементарным нейроном. Формально, единичный искусственный нейрон – это структура из блока, взвешенно суммирующего входные сигналы, и некой передаточной функции активации, формирующий желаемый вид функционирования нейрона. Таких стандартных функций всего три: это возрастающий бинарный или биполярный скачок (порог), гистерезис и сигмоида (или ее производная), которые формируют нужный механизм возбуждения [16].

ИНС имеют несколько функциональных способностей. Во-первых, возможность обучения, т.е. реагировать на изменения во внешней среде и подстраивать свою структуру, а именно весовые коэффициенты своих связей для достижения желаемой цели. Во-вторых, способность обобщения. Нейросеть проявляет некоторую небольшую толерантность (нечувстви-

тельность) к изменениям входных воздействий, что позволяет отделять целевые сигналы на фоне искажений. В-третьих, ИНС имеет функцию абстрагирования. Под этим понимают способность сети сделать выводы из закономерностей в поданных входных сигналах, что подчеркивает ее квазиинтеллектуальные способности обучения заранее неизвестным объектам, также как это делает человек. В-четвертых, искусственные нейросети обладают возможностью к адаптации при изменениях в параметрах среды, проявления свойств робастности, и даже возможность динамической работы сети в нестационарной системе. Отсюда также следует свойство устойчивой работы в неблагоприятных условиях, т.е. потенциально высокое значение отказоустойчивости аппаратной реализации искусственной нейронной сети. Адаптация производится разными путями: либо с применением эмпирических правил, либо через универсальные математические методы поиска экстремума функций. В-пятых, ИНС может работать в режиме эффективного параллелизма, т.е. все ее элементарные вычислительные единицы работают одновременно и разделяют обрабатываемую информацию. В-шестых, правильно организованная нейроны в слою и иерархические уровни, можно формировать конструкции для решения сложных задач, формирования различного вида нелинейности и распределения ее по сети. В-седьмых, нейронные сети обладают инвариантностью к преобразованиям исследуемого объекта. У них есть свойства ограниченной нечувствительности к варьированию параметров объекта, к его небольшим изменениям и флуктуациям, к незначительным явлениям [16].

Показательная черта метода нейросетей заключена в ее способности обучиться и «понять» совершаемую работу, а это позволяет формировать неопределенные, абстрактные требования, и к тому же самостоятельно корректировать собственные действия.

В данной работе мы остановимся на методе самоорганизующихся карт Кохонена (*SOM*). Предложенный нейроалгоритм может самообучаться, и соответственно работать без заранее заготовленных гипотез [4, 24, 23]. Данная нейросеть пытается преобразовать закономерности расположения многомерных кластеров анализируемой выборки в плоское изображение с сохранением свойств информации. Для этого используется принцип топографического кодирования, когда особенности данных пытаются трансформировать в саму геометрическую форму нейрокарты.

Карта позволяет производить анализ совокупного эффекта всех атрибутов выборки в виде двумерных визуальных форм. Использование методики нейрокартирования легко и приятно в обращении, с возможностью гибкого, диалогового режима взаимодействия с результатом [6].

В сущности, в процессе обучения карта Кохонена занимается нелинейной аппроксимацией по обобщенному вкладу переменных, входящих в анализируемые данные. Движение узлов сетки направлено на максимально близкое соответствие профилю выборки, с воздействием нескольких механизмов, сохраняющих гладкость ее итогового положения [3, 24]. Для этой цели сеть перемещается, как связан-

ная структура, когда сдвиг одного узла тянет за собой окрестность соседей [24].

Картирование, представляющее собой ничто иное как расположение объектов с максимально возможной равномерностью и отчетливостью, значительно превосходит тривиальные способы кластеризации. Плавное сжатие многомерных данных отсеживает шумовые искажения, накладываемые позиционированием в реальном евклидовом пространстве, и позволяет рассматривать закономерности более явно и четко. Также всеобщее разбиение карты с закреплением за каждым нейроном точки данных, олицетворяет собой итог иерархической группировки с дополнительным пространственным уложением. Данная структурированность ячеек позволяет интерактивно разбивать область данных на сколько угодно ожидаемых кластеров, в зависимости от исследуемой в конкретный момент детали или свойства изучаемого объекта.

Так как в процессе кластеризации получается некий шаблон, то с итоговой картой можно работать снова и

снова, проецируя на нее любые свойства данных, даже которые не вносились в нейросеть [9, 14].

Возможность покомпонентного анализа присутствует в списке инструментов принятия решений при работе с итогом нейрокартирования. Оценивать визуальное расположение и закономерности в изучаемой выборке можно и как по конкретным свойствам, так и формировать коллективное суждение о характере связанности параметров, их отношениях и валовом вкладе в результат. Также можно наблюдать одновременно ряд компонентных плоскостей в сборе, как бы в едином «альбоме», прослеживая сразу все значимые характеристики на одном сборнике визуальных результатов [7, 9].

Для иллюстрации мы будем использовать продукт кластеризации набора для без малого 150 производственных предприятий по выбранным финансовым показателям (рис. 1).

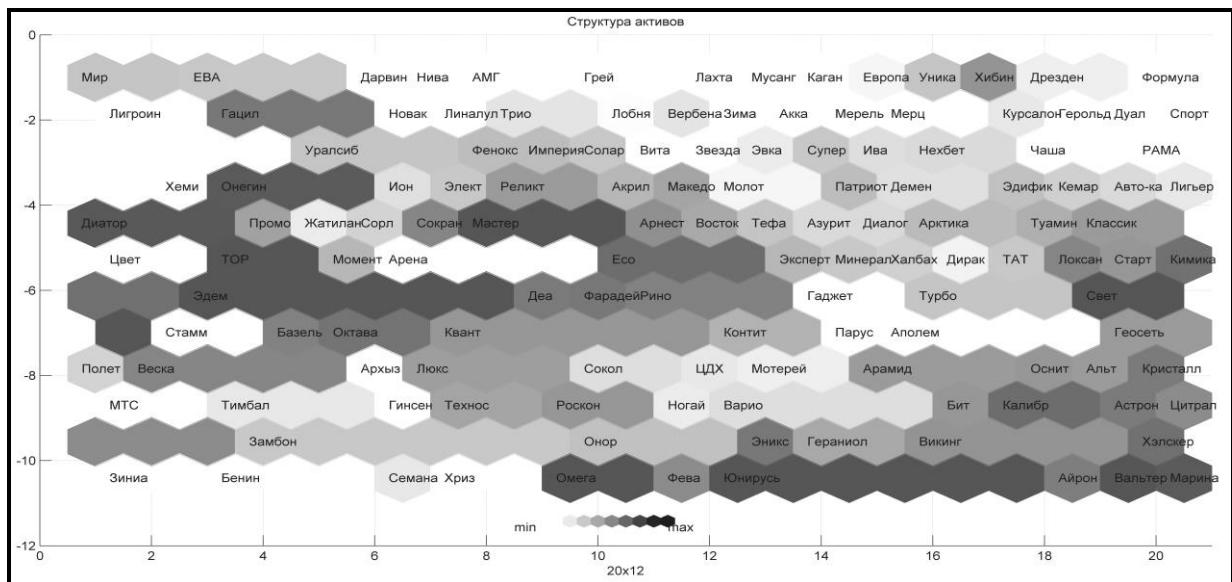


Рис.1. Компонентная плоскость для показателя структуры активов

Результат кластеризации карты Кохонена интерактивен, что означает возможность последующего взаимодействия с ним, нанесения на карту новых данных и прочих изыскательских процедур [9, 17].

При работе с обученной картой Кохонена доступны все привычные средства планирования [2]. Подавая на вход нейросети новые данные (другими словами тестовые, которые, в отличие от обучающих, сеть никогда не обрабатывала), мы можем производить разные виды факторного анализа. Например, задавать ИНС вопросы типа: «Что будет если рентабельность станет 10%?» или более сложный сценарий «При каких значениях компания перейдет в другую зону карты?».

Первый вид исследования производится простой симуляцией нейронной сети:

$$A = \text{sim}(net, b) \tag{1}$$

где **b** – это «новые» значения. На данный запрос карта выдает номер ячейки, которой ближе всего добавочный образец.

Второй опыт с определением размаха диапазона для перехода (или наоборот сохранения положения) выполняется рассмотрением ближайших соседей проверяемого примера. Зная их, сразу становится известна минимальная и максимальная граница вариации параметров, так как достигнув этого рубежа элемент оказывается в другой ячейке.

Очевидно, что описанная проверка близлежащих «коллег» значительно экономит время и ресурсы исследования в сравнении с проверкой всего набора (рис. 2). Данная выборка будет составлять по формуле:

$$\sum (6i)/n, \tag{2}$$

где **i** – это радиус соседства;

n – количество всех элементов (6 – так как гексагональная решетка).

Несомненно, такой выигрыш в фокусировке только на «своей» группе очень существенен, и позволяет отбросить львиную долю лишних операций.

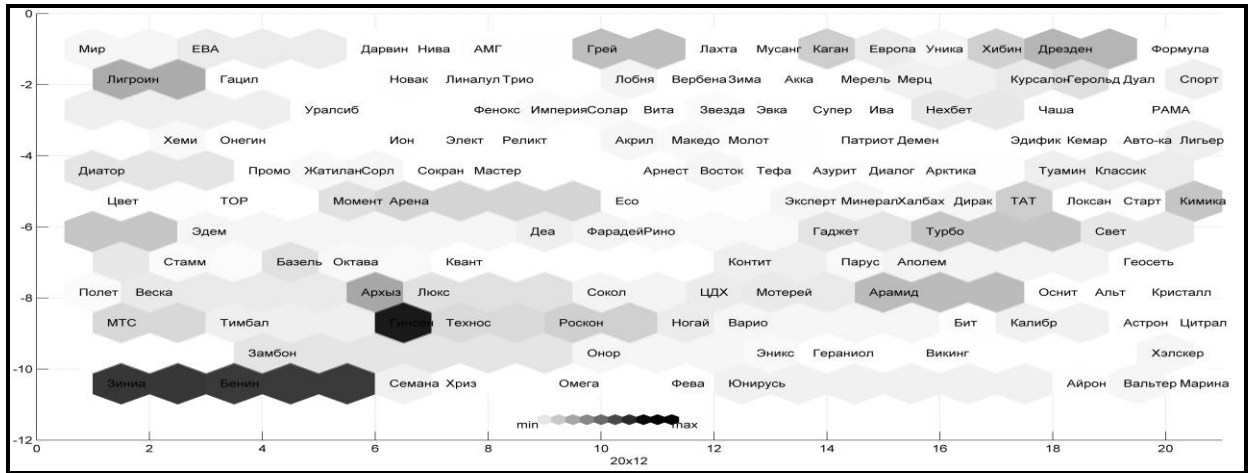


Рис. 2. Исследование критичности повышения процентной ставки на 3 п.

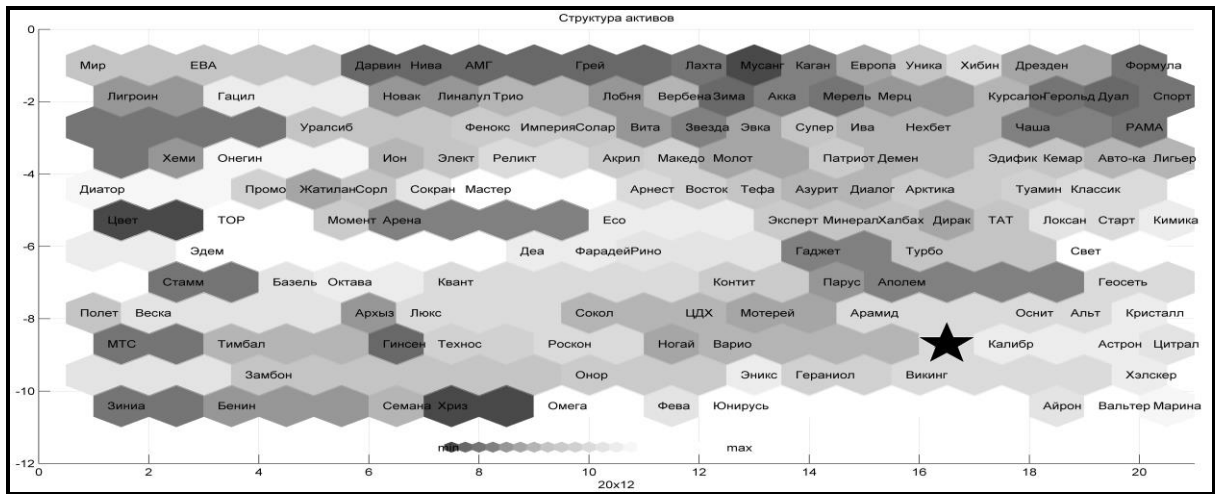


Рис. 3. Карта отклонений по параметру Структура активов для компании БИТ¹

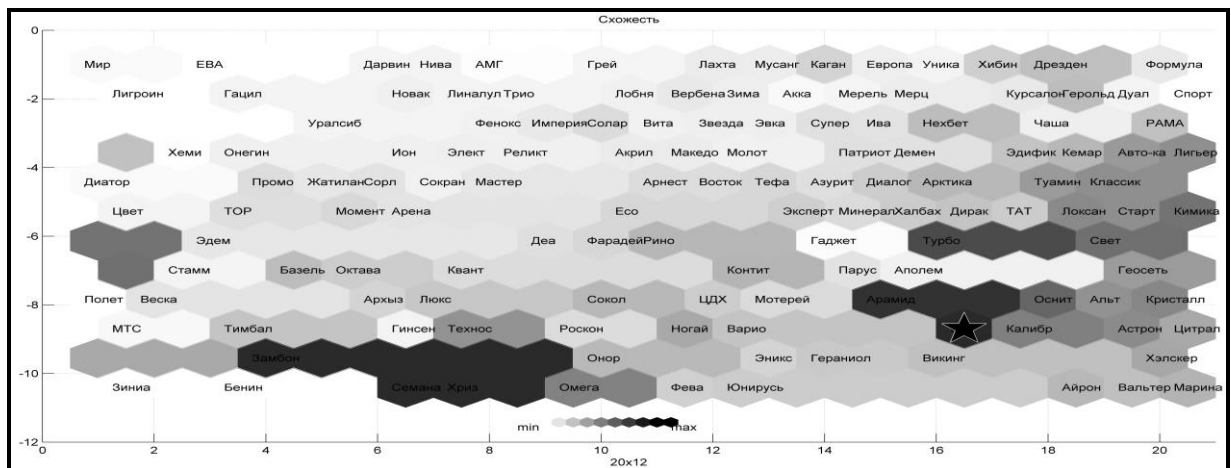


Рис. 4. Карта схожести с раскраской по коэффициенту корреляции. Видны самые близкие и самые далекие образцы для предприятия БИТ

¹ Светлые оттенки – отклонение в положительную сторону, темные оттенки – в отрицательную.

Кроме рассмотрения компонентных плоскостей, есть еще много наглядных средств для анализа бизнеса. В силу того, что обычно аналитик оценивает состояние относительно именно своей компании, то можно выбрать ее за базу для отображения и построить карту отклонений, на которой будет видно насколько отличаются другие представители и в какую сторону. На такой картограмме содержится много информации о

положении выбранного образца в сравнении с конкурентами либо по отдельным атрибутам данных, либо в общем рассмотрении.

Если необходима информация об обобщенном положении дел, когда детальные отличия несущественны, а важна общая схожесть, то также возможно отобразить эти сведения, создав карту схожести или карту корреляции (рис. 4).

Таблица 3

ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ФИРМЫ №6 В ПРОСТРАНСТВЕ КАРТЫ

2008					2009					2010					2011				
-	1	4	12	8	-	1	4	12	8	-	1	4	12	8	-	1	4	12	8
-	-	13	3	5	-	-	13	3	5	-	-	13	3	5	-	-	13	3,6	5
14	10	2	9		14	10	2	9		14	10	2,6	9		14	10	2	9	
15	6	-	-	7	15	6	-	-	7	15	6	-	-	7	15	6	-	-	7
-	-	-	11	-	-	-	-	11	-	-	-	-	11	-	-	-	-	11	-

Называется она так, потому что самый простой способ расчета схожести – это использование линейного коэффициента корреляции Пирсона (косинусного расстояния), который позволяет оценить совокупную близость исследуемых элементов. Но в данной задаче возможно применение и других мер расстояния, и различных методов окраски. Знание собственных координат, а также координат конкурентов позволяет проводить бизнес-анализ без непосредственного ручного варьирования параметров, в автоматическом режиме. Достаточно указать изучаемый элемент и элемент-эталон, к которому мы стремимся или с которым сравниваем. Подобным образом намечается маршрут движения по карте, при разборе которого возможно установить какие значения необходимо иметь для непосредственного попадания в любую из ячеек на запланированном пути. Также есть возможность узнать не только экстремальные значения, при которых произойдет переход, а оценить уровень сильного проявления отклонений от заданного положения.

Прогнозирование и выявление тенденций

Особенно хорошо, когда собрана статистика за несколько лет, тогда возможно оценить траекторию движения предприятий в пространстве банкротства, оценить темпы изменений и динамику активов, прибыли и прочих экономических параметров. Резкие скачки в структуре баланса и продукции свидетельствуют о проблемах с эффективностью деятельности [13]. А из траектории движения за лет 5 можно выявить тренд: фирма может двигаться вблизи эффективной точки равновесия, иметь временные трудности и выжить, а может неминуемо стремиться к разорению.

При рассмотрении данных во времени с отображением на сформированной карте Кохонена можно будет наблюдать изменение состояния компании в виде некоторой траектории движения рассматриваемого образца по ячейкам нейросети [2]. Для этой цели нейросеть обучают набором данных одного временного этапа, а затем на обученную сеть со сформированными координатами для входных элементов подают тестовые данные других периодов. Из-за того, что система значащих координат статична, становится возможно следить за динамикой движений образцов по ячейкам ИНС.

В такой задаче можно следить за движением элемента через некоторую меру расстояния, например используя манхэттенское расстояние (расстояние городских кварталов)

$$d = |z_2 - z_1| \tag{3}$$

или

$$d = z_2 - z_1, \tag{4}$$

где $z = (x_1, x_2)$.

При помощи такого простого расчета можно будет следить за несколькими атрибутами динамического процесса: характером движения, «скоростью» и направлением. В общем смысле возможны три события. Во-первых, *резкий скачок*, при котором образец переместился сразу вдоль нескольких слоев. Во-вторых, *медленный и плавный переход* с небольшим передвижением в пределах одного этапа. В-третьих, *флуктуация* вокруг некоего положения равновесия, когда элемент двигался из стороны в сторону, но суммарно за весь период времени никуда не сместился.

Таким образом анализируя значение расстояния на каждом шаге и суммарное расстояние перехода на определенном периоде, возможно в автоматическом режиме прогнозировать развитие событий.

Сконструировав каскад из карт Кохонена, мы сможем на первом слое анализировать входные экономические данные, а на втором – их временную динамику в виде изменение геометрических координат первой карты. Положение нейронов карты первого слоя (другими словами выход) является анализируемой информацией для следующей карты. К примеру, для фирмы №6 вектор для второго слоя будет таким (7, 13, 19), если задать нумерацию с нижнего левого угла.

Таким образом сеть первого уровня создает исходную систему геометрических координат, обучаясь информации за 1-й период. Знания о последующих периодах интерпретируются уже как тестовая выборка, дабы не менять относительно устройства положения координатных узлов. Геометрическое положение нейронов становится информацией по динамике процесса, так как по ним видны изменения положения, темпы перемен и их характер. Размер второй карты может быть другим, все зависит от функции выполняемой вторым слоем: установление факта изменений, параметры движений, анализ тенденций и пр. Налаженная по такому меха-

низму двухслойная система нейрокарт позволяет анализировать временное измерение данных, и принимать решения более оперативно [8, 13, 19].

Выявление скрытых данных

На карту можно наносить любую информацию, поэтому спроецировав на нее совершенно новые для сети данные, становится возможным найти новые закономерности, выявить скрытые сведения [2, 9]. Это возможно из-за информационной и функциональной

связанности некоторых атрибутов; влияния некой неявной третьей силы; проявления косвенного, совокупного участия свойства в общем итоге и т.д. Для примера мы отобразим, информацию о списке сотрудников для каждой фирмы. Видно, что в правой части образовался некий кластер компаний с большим числом сотрудников. Это вызвано тем, что косвенная информация о размере предприятия неявно выражена в результатах финансовой деятельности (рис. 5).

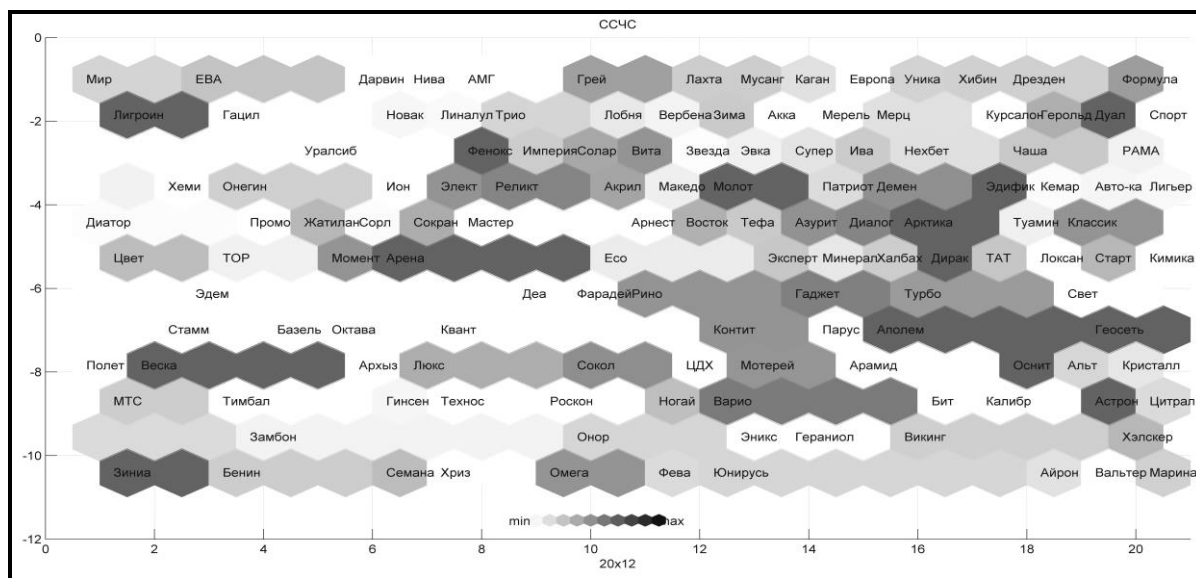


Рис. 5. Компонентная плоскость для новых данных по параметру среднесписочной численности сотрудников

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Карта Кохонена превосходит многие методы анализа многопараметрических объектов, особенно в практической стороне результата. Если сравнить процесс работы со стопкой таблиц Excel, то геометрической итог нейрокартирования более нагляден и более прост для изучения, хранит относительные закономерности между факторами, не пытаясь повторить сложные топологические изгибы более высокого порядка. С ним может работать любой аналитик, так как обсуждение итоговой карты не требует ни дополнительных операций, ни специальных знаний от экспертов.

На полученную карту данных можно наносить любую важную информацию, будь то подписи, легенды, замечания, инфографические маркеры и прочие атрибуты [9]. Так как карта является формально шаблоном, на который можно наносить любую текущую информацию, то на одном и том же результате можно рассматривать детальные функциональные особенности, обобщения некоторых характеристик и даже совокупные, интегральные свойства. Совокупное рассмотрение позволяет оценивать системные атрибуты, характер взаимосвязанности объектов, особенности взаимодействия, единые черты и т.д. Глядя на «геометрический» результат можно увидеть новые закономерности, структурные особенности, заполнить недостатки в информации, заметить тренды будущих изменений, оценить динамические «маршруты» во времени, прогнозировать варианты развития событий и принимать взвешенные решения.

В общем, карта Кохонена поддерживает все привычные инструменты экономического анализа, но при этом результат представлен в комфортном, визуальном варианте, с которым интуитивно легко и понятно работать.

Литература

1. Акофф Р. Планирование будущего корпорации [Текст] / Р. Акофф. – М. : Сирин, 2008.
2. Анализ финансовых данных [Текст] / Гвидо Дебок, Тейво Кохонен и др. – М. : Springer, 2001. – 317 с.
3. Анализ финансового состояния предприятия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://afdanalyse.ru/>.
4. Балдин К.В. и др. Управление рисками в инновационно-инвестиционной деятельности предприятия [Текст] / К.В. Балдин, И.И. Передеряев, Р.С. Голов. – М. : Дашков и К, 2009.
5. Блюмин С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности [Текст] / С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова. – Липецк : ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
6. Гаврилов А.И. Искусственные нейронные системы в задачах системного анализа [Текст] : в 2 ч. / А.И. Гаврилов. Ч. 1. – 2000. – 103 с.
7. Главные многообразия для визуализации и анализа данных = Principal manifolds for data visualisation and dimension reduction [Электронный ресурс]. URL: <http://pca.narod.ru/contentsgkwz.htm>.
8. Дроговоз П.А. Нейросетевое картирование показателей деятельности предприятия [Электронный ресурс] / П.А. Дроговоз, В.А. Шиболденков. URL: http://www.rusnauka.com/9_SNP_2015/Economics/10_189762.doc.htm.
9. Зиновьев А.Ю. Визуализация многомерных данных [Текст] / А.Ю. Зиновьев. – Красноярск : Изд-во Красноярского госуд. техн. ун-та, 2000. – 180 с.
10. Каплан Р.С. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию [Текст] / Роберт С. Каплан, Дейвид П. Нортон ; пер. с англ. – М. : Олимп-бизнес, 2003. – 304 с. : ил.

11. Качалов Р.М. Управление хозяйственным риском [Текст] / Р.М. Качалов. – М. : Наука, 2008.
12. Кристенсен Клейтон М. Решение проблемы инноваций в бизнесе [Текст] : пер. с англ. / М. Клейтон Кристенсен. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2007. – 290 с.
13. Садовская Т.Г. Прогнозирование изменения организационно-экономических показателей предприятия на основе двухслойной карты Кохонена [Электронный ресурс] / Т.Г. Садовская, В.А. Шиболденков. URL: http://www.rusnauka.com/9_SNP_2015/Geographia/9_189958.doc.htm.
14. Самоорганизующиеся карты Кохонена – математический аппарат [Электронный ресурс]. URL: <http://www.basegroup.ru/library/analysis/clusterization/som/>.
15. Словьев В.П. Инновационная деятельность как системный процесс в конкурентной экономике [Текст] / В.П. Словьев. – М. ; Киев : Феникс, 2006. – 560 с.
16. Хайкин С. Нейронные сети [Текст] : полный курс , С. Хайкин. – 2-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 1104 с.
17. Хельсинкский технический университет [Электронный ресурс]. URL: www.cis.hut.fi/research/som-research/.
18. Центр управления финансами [Электронный ресурс]. URL: <http://www.center-yf.ru/data/economy/Bankrostvo-predpriyatiya.php>.
19. Шиболденков В.А. Система нейросетевого анализа показателей деятельности предприятия [Электронный ресурс] / В.А. Шиболденков. URL: http://www.rusnauka.com/9_SNP_2015/Informatica/2_189960.doc.htm.
20. HR-портал. Библиотека КПИ [Электронный ресурс]. URL: http://hr-portal.ru/kpi_library?utm_source=hrp&utm_medium=block&utm_campaign=motiv.
21. Brigham E.M. Corporate finance: a focused approach [Text] / Ehrhardt M. Brigham. – 3rd ed. – 2008. – P. 131.
22. DePamphilis D.M. Mergers, acquisitions, and other restructurings [Electronic resource] / D.M. DePamphilis. – 5th edition. – Elsevier, Academic Press. 2009.
23. Hecht-Nielsen R. Neurocomputing, reading [Text] / R. Hecht-Nielsen. – MA : Addison-Wesley, 1993.
24. Kohonen T. Self-organizing maps [Text] / T. Kohonen. – Berlin – New York: Springer-Verlag, 2001.
25. Kohonen T. Self-organizing maps [Text] / T. Kohonen. – Berlin – New York: Springer-Verlag, 2001.
26. Palepu K.G. et al. Business analysis and valuation: text and cases [Text] / Krishna G. Palepu, Paul M. Healy, Erik Peek, Victor Lewis. – Bernard : Cengage learning EMEA, 2007. – P. 261.
27. Sandage S.A. Born losers: a history of failure in America [Electronic resource] / S.A. Sandage. Cambridge, Mass. : Harvard university press. 2006.
28. Siegel J.G. Schaum's quick guide to business formulas: 201 decision-making tools for business, finance, and accounting students [Text] / Joel G. Siegel, Jae K. Shim, Stephen Hartman. – 1997.
29. Six reasons your spreadsheet is NOT a financial model [Electronic resource]. URL: <http://www.fimodo.com/2009/11/six-reasons-your-spreadsheet-is-not-a-financial-model/>.
30. Zywicki T.J. Bankruptcy [Electronic resource] : In David R. Henderson (ed.) / T.J. Zywicki // Concise encyclopedia of economics. 2nd ed. 2008.

Ключевые слова

Организационно-экономический анализ; самоорганизующаяся карта Кохонена; искусственная нейронная сеть; интеллектуальный анализ данных; средства бизнес-анализа; инновационная деятельность.

Дроговоз Павел Анатольевич

Садовская Татьяна Георгиевна

Шиболденков Владимир Александрович

Попович Александр Леонидович

РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность научных разработок авторов, изложенных в рецензируемой статье, обусловлена необходимостью создания новых инструментов для обоснования стратегических решений по развитию компаний в условиях сложной, многофакторной и динамичной внешней среды. В связи с постоянным нарастанием скорости изменений ситуации на рынке, руководству компании требуются особые средства для анализа финансовой информации. Современные аналитические инструменты должны одновременно быть удобными и простыми в работе и обеспечивать значительную оперативность при взаимодействии с данными. А данное требование означает переход к радикально новым, частично или полностью автоматическим способам исследования экономической информации.

Авторы статьи исследуют проблемы анализа неявной информации с помощью аппарата искусственных нейронных сетей, в алгоритмах которых воспроизводятся процессы деятельности клеток биологического мозга. Применение этого инструмента для анализа экономической информации должно удовлетворять группе взаимобратных ограничений: необходимо рассматривать предприятие всеобъемлюще, подробно, но при этом соблюдая важные требования к оперативности, экономичности и простоте работы для конечного пользователя.

Следует согласиться с авторами в том, что на сегодняшний день доступность подобных аналитических инструментов ограничена узким кругом специалистов с профессиональными знаниями в области математики и программирования. В статье предложено использовать для анализа экономических показателей метод нейросетевого картирования Кохонена, который доступен широкой аудитории, так как не требует непрофильных знаний и умений. Применения описанного приема позволяет высшему руководству экономить затраты времени и сил при определении действительно значимых экономических факторов и отсеивать большие объемы несущественной для принятия решений информации.

Авторские разработки сопровождаются в статье практическими примерами принятия управленческих решений. Представленная статья подготовлена на хорошем научном и методическом уровне, имеет практическую направленность и рекомендуется к публикации в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Омельченко И.Н., д.т.н., д.э.н., профессор, руководитель научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного университета им. Н.Э. Баумана