

# MODERN SCIENCE MODERNÍ VĚDA

№ 1-2014



## CONTENT

<b>Govorushko T., Esh S.</b> The essence and role of financial intermediation in development of ukrainian economy .....	5
<b>Kucherenko D. G.</b> Development of the higher education in Ukraine: strategic directions in the globalized conditions.....	12
<b>Stepanenko O. I.</b> Economic nature, role and meaning of the concept "the market of the educational services" .....	20
<b>Venger A. M., Volkova N. E.</b> Molecular-genetic polymorphism of <i>vps</i> gene in Ukrainian hop varieties .....	28
<b>Zakharin S. V.</b> Financing of the higher education: challenges transformation period.....	35
<b>Бабина Н. А.</b> Система экономической безопасности предприятия: новые вызовы и риски.....	42
<b>Говорушко Т. А., Крониквский Д. О.</b> Нейросетевое моделирование социо-экономических объектов .....	49
<b>Гудзинская Ю. С.</b> Направления государственного регулирования и поддержки реализации приоритетов стратегического развития сельскохозяйственных предприятий .....	57
<b>Заяц Г. С.</b> Стратегические направления модернизации механизма кадрового обеспечения социогуманитарной сферы Украины .....	66
<b>Коваленко Е. Г.</b> Влияние уровня образования пожилого человека на его психологические особенности .....	74
<b>Костюченко И. А.</b> Психолого — педагогические подходы к совершенствованию стилей управленческой деятельности работников юстиции.....	83
<b>Крюченко Н. О., Кухар М. В.</b> Йод и бром в нефтяных водах Днепровско-Донецкой впадины .....	90

## НЕЙРОСЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Говорушко Т. А., д. э. н., профессор,  
Крониковский Д. О., к. т. н., доцент

*Abstract.* The research examined contemporary conceptual approaches of economic modeling. Discovered that it is possible to improve the quality model by using neural network modeling, namely to increase its value by an implicit construction of the internal structure of the object.

*Keywords:* Neural network modeling, model, controlling, balanced scorecard.

**Вступление.** В любой сфере деятельности есть свои законы, правила, алгоритмы, и, конечно же, факторы которые не контролируются и вносят риски в получение ожидаемого результата. Специфической особенностью деятельности экономиста является работа в условиях неопределенности: недостатка информации, неполноты исходных данных и неустановленных закономерностей. Для анализа такой информации требуются специальные методы, составляющие отдельное направление менеджмента или, конкретней, контроллинга, как инструмента избежания нежелательных отклонений от цели. Современным выходом из данной ситуации есть вариант использования разных методик и концепций для описания того, что нам неизвестно, неконтролируемо и прямо неизмеримо.

**Постановка проблемы и анализ последних исследований.** Для любого экономического субъекта возможность прогнозирования ситуации очень важна для получения лучших результатов или избежания потерь, вот почему актуальность моделирования всегда была и будет приоритетной. Примерами экономических моделей являются модели потребительского выбора, модели фирмы, модели экономического роста, модели равновесия на товарных, факторных и финансовых рынках и многие другие. Строя модели, экономисты выявляют существенные факторы, определяющие исследуемое явление и отбрасывают детали, несущественные для решения поставленной проблемы.

Задачами моделирования занимались многие ученые, такие как Балдин К. В., Уткин В. Б., Адамадзиев К. Р., Емсельянова А. А., в том числе нейросетевым моделированием Девятков В. В., Бухарбаева Л. Я., Мунерман И. В., Борусяк К. К., Чижов С. С.

Целью данной статьи является анализ современных действенных (максимально адекватных) методов и подходов к моделированию деятельности предприятия и обоснование предложения использования нейротехнологий для повышения адекватности этих моделей.

Любая концепция моделирования предусматривает вариант описания экономического объекта с той или иной точностью для учета, нивелирования, а иногда и использования в своих интересах, фактора неопределенности. Известно, что теоретические модели предназначены для описания и объяснения наблюдаемых процессов. Экономическая модель — это упрощенная форма отображения эко-

номических явлений и процессов, которая заведомо создается для описания, анализа и прогнозирования реальных экономических процессов. Именно реальные процессы подразумевают все факторы риска. Экономическое исследование всегда предполагает объединение теории (экономической модели) и практики (статистических данных). Проверка теоретическую модель необходимо собирать статистические данные с целью эмпирического анализа и обоснования адекватности модели. Эконометрические модели полезны для более полного понимания сущности происходящих процессов и их анализа. Модель, построенная и верифицированная на основе (уже имеющихся) наблюдаемых значений объясняющих переменных, может быть использована для прогноза содержания зависимой переменной в будущем или для других наборов значений объясняющих переменных. Формализация основных особенностей функционирования экономических объектов позволяет оценить возможные последствия воздействия на них и использовать такие оценки в управлении.

Проанализировано несколько основных классов моделей, которые применяются для анализа и/или прогноза, среди них:

- Модели временных рядов
- Регрессионные модели с одним уравнением
- Системы одновременных уравнений
- Модели дискретного выбора
- Модели для панельных данных
- Модели основанные на теории игр

Модели, используемые в экономике, можно подразделять на классы по ряду признаков, относящихся к особенностям моделируемого объекта, цели моделирования и используемого инструментария [1]:

- модели макро- и микроэкономические;
- теоретические и прикладные;
- оптимизационные и равновесные;
- статические и динамические;
- детерминированные и стохастические.

Экономические модели позволяют выявить особенности функционирования экономического объекта и на основе этого предсказывать будущее поведение объекта при определенных значениях каких-либо параметров. Предсказание будущих изменений, например, обменного курса, ухудшение экономической конъюнктуры, падение прибыли может опираться лишь на интуицию. Однако при этом могут быть упущены, неправильно определены или неверно оценены важные взаимосвязи экономических показателей, влияющие на рассматриваемую ситуацию.

По своему определению любая экономическая модель абстрактна и, следовательно, неполна, поскольку выделяя наиболее существенные факторы, определяющие закономерности функционирования рассматриваемого экономического объекта, она абстрагируется от других факторов, которые, несмотря на свою относительную малость, все же в совокупности могут определять не только отклонения в поведении объекта, но и его поведение. Обычно предполагают, что все

факторы, не учтенные явно в экономической модели, оказывают на объект относительно малое результирующее воздействие в интересующем нас аспекте, а состав учтенных в модели факторов и ее структура могут быть уточнены в ходе совершенствования модели.

Так, в простейшей модели спроса считается, что величина спроса на какой-либо товар определяется его ценой и доходом потребителя. На самом же деле на величину спроса оказывает также влияние ряд других факторов: вкусы и ожидания потребителей, цены на другие товары, воздействие рекламы, моды и так далее.

Особенностью указанных методов является необходимость четкой спецификации конструируемых моделей, кроме того, дополнительные трудности для использования данных методов создает неадекватность исследуемых экономических процессов. Перспективным направлением в области решения задач моделирования является применение аппарата искусственных нейро- или нейронечетких сетей.

Искусственная нейронная сеть (ИНС) — это упрощенная модель биологического мозга, точнее нервной ткани. Естественная нервная клетка (нейрон) состоит из тела (сомы), содержащего ядро, и отростков—дендритов, по которым в нейрон поступают входные сигналы. Один из отростков, ветвящийся на конце, служит для передачи выходных сигналов данного нейрона другим нервным клеткам. Он называется аксоном. Соединение аксона с дендритом другого нейрона называется синапсом. Нейрон возбуждается и передает сигнал через аксон, если число пришедших по дендритам возбуждающих сигналов больше, чем число тормозящих.

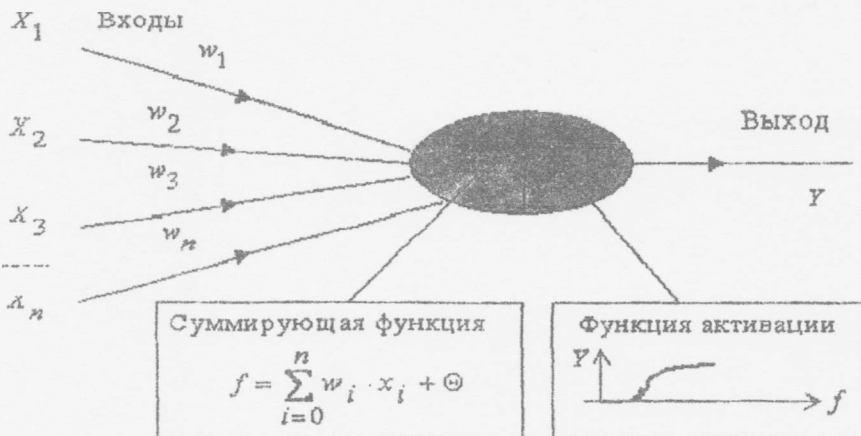


Рис.1. Простая математическая модель нейрона

Множество математических моделей нейрона может быть построено на базе простой концепции строения нейрона. На рис. показана наиболее общая схема. Так называемая суммирующая функция объединяет все входные сигналы  $X_i$ , ко-

торые поступают от нейронов-отправителей. Сигналы, поступающие на вход нейрона, неравнозначны в том смысле, что информация из одного источника может быть более важной, чем из другого. Приоритеты входов задаются с помощью весовых коэффициентов  $w_i$ , моделирующих синаптическую силу биологических нейронов. Возбуждающие синапсы имеют положительные веса, а тормозящие синапсы — отрицательные веса. Для выражения нижнего уровня активации нейрона к взвешенной сумме прибавляется компенсация (смещение)  $\Theta$  [2].

Модель искусственного нейрона представляет собой дискретно-непрерывный преобразователь информации. Информация, поступающая на вход нейрона, суммируется с учетом весовых коэффициентов сигналов  $i=1, \dots, n$ , где  $n$  — размерность пространства входных сигналов. Потенциал нейрона определяется по формуле  $f=$  . [3]

Искусственная нейронная сеть представляет собой совокупность простых вычислительных элементов — искусственных нейронов, каждый из которых обладает определенным количеством входов и единственным выходом, разветвления которого подходят к синапсам, связывающим его с другими нейронами. На входы нейрона поступает информация извне или от других нейронов. Каждый нейрон характеризуется функцией преобразования входных сигналов в выходной (функция возбуждения нейрона). Нейроны в сети могут иметь одинаковые или разные функции возбуждения [4].

На рис.2. показана базовая структура такой нейронной сети.

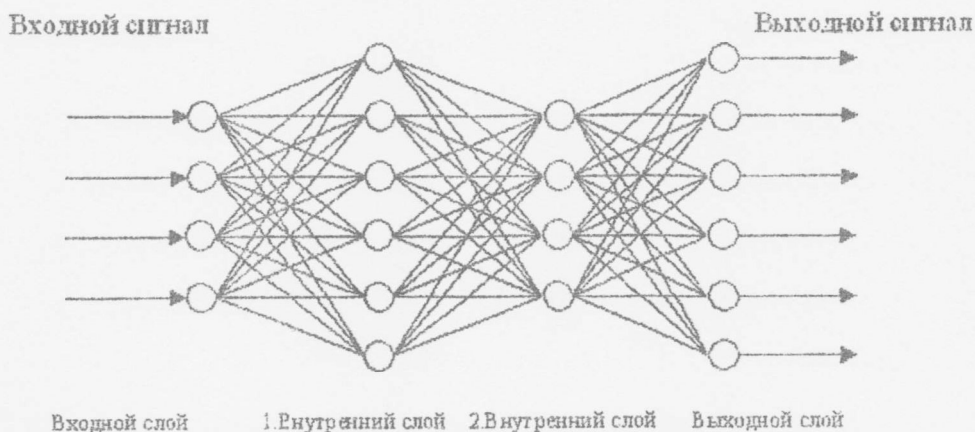


Рис.2. Базовая структура нейронной сети

Чтобы построить искусственную нейронную сеть для решения конкретной задачи, нужно выбрать тип соединения нейронов, определить вид передаточных функций элементов и подобрать весовые коэффициенты межнейронных связей. Остановимся на вопросе подбора весовых коэффициентов входных и выходных слоев в привязке к использованию в конкретной задаче создания нейро-модели предприятия. Каждая организация, выбирая себе стратегию, невольно делает ак-

цент на определенных показателях или осознано использует эффективный инструмент контроллинга — сбалансированную систему показателей. В любом случае предприятие, а вернее менеджмент, обречен ранжировать показатели по мере их важности, в соответствии из стратегическим вектором. Комбинация стратегии и сбалансированной системы показателей, как логически синхронизированных экономических понятий в научных работах не упоминается. Однако данная комбинация взаимообусловленная, ведь выбирая стратегию, менеджмент заранее делает акцент на ключевых показателях, на которые будет ориентироваться предприятие. Именно это ранжирование сопоставимо с весовыми коэффициентами входных и выходных слоев, а при использовании системы сбалансированных показателей привязывается еще к четырем сферам: развитие персонала, клиенты, бизнес-процессы и финансы.

При построении модели искусственной нейронной сети прежде всего необходимо точно определить задачи, которые будут решаться с ее помощью. В настоящее время нейросетевые технологии успешно применяются для прогнозирования, распознавания образов и обобщения.

Важнейшим свойством нейронных сетей является их способность к обучению, что делает нейросетевые модели незаменимыми при решении задач, для которых алгоритмизация является невозможной проблематичной или слишком трудоемкой. Обучение нейронной сети заключается в изменении внутренних параметров модели таким образом, чтобы на выходе искусственной нейронной сети генерировался вектор значений, совпадающий с результатами примеров обучающей выборки. Изменение параметров нейросетевой модели может выполняться разными способами в соответствии с различными алгоритмами обучения. Парадигма обучения определяется доступностью необходимой информации. Выделяют три парадигмы:

- обучение с учителем (контролируемое);
- обучение без учителя (неконтролируемое);
- смешанное обучение.

Проанализировано и сделано вывод, что вышеупомянутые современные модели, используемые в экономике, можно явно и неявно включить (объединить) в нейро-модели. (табл. 1.)

## Возможности нейросети для реализации разных моделей

Модели	Способы реализации в нейросети
Модели макро- и микроэкономические	Исходя из принципа диалектики и возможности нейро-модели сформировать как входы факторы макроэкономические (описывают экономику как единое целое, связывая между собой укрупненные материальные и финансовые показатели: ВВП, потребление, инвестиции, занятость, процентную ставку, количество денег и другие) и микроэкономические (описывают взаимодействие структурных и функциональных составляющих экономики, либо поведение отдельной такой составляющей в рыночной среде). Выигрышным моментом в данном случае является единность представления модели
Теоретические и прикладные	Нейро-модель способна объединить теорию и практику. С помощью весовых функций мы можем ранжировать теоретические показатели, а с помощью функций активации описывать логические связи. Прикладные модели войдут в состав во время обучения нейро-модели, формируя при этом базу знаний
Оптимизационные и равновесные	Оба подхода будут включены и обоснованы (выучены) нейро-моделью, как явные и неявные повторения на выборке статистических данных
Статические и динамические	В моделях статических описывается состояние экономического объекта в конкретный момент или период времени; динамические модели включают взаимосвязи переменных во времени. Нейро-модель постоянно обучается, меняя межслоевые весовые коэффициенты так, чтобы выход предложенный моделью равнялся выходу (коэффициенту или фактору) в реальной деятельности. Тем самым статистическая модель, которая включена в структуру нейро-модели, с помощью дискретной многомерной факторизации фактически перейдет в динамическую модель
Детерминированные и стохастические	Детерминированные модели предполагают жесткие функциональные связи между переменными моделями. Стохастические же модели допускают наличие случайных воздействий на исследуемые показатели и используют инструментарий теории вероятностей и математической статистики для их описания. В нейро-модели при условии наличия достаточного количества входной информации (с точки зрения системного анализа, это условие наблюдаемости) стохастические процессы с обучением перейдут в детерминированные с помощью кибер-интуиции.

Таким образом было отмечено, что нейро-модели способны реализовать в той или иной мере все современные типы моделей и более того представить их симбиоз. На ряду с положительными результатами были выявлены проблемы и недостатки [5, 6] (табл. 2.).

## Проблемы и недостатки нейромоделей

Суть проблемы	Обоснование
Необходимо как минимум 50, а лучше 100 наблюдений для создания приемлемой модели	Это достаточно большое число данных, и они не всегда доступны. Так, к примеру, для составления модели по финансовой отчетности необходимо дискретизировать по кварталам, семестрам или годам. В случае дефицита информации модели искусственных нейронных сетей строят в условиях неполных данных, а затем проводят их последовательное уточнение. Заметим, что модель и на промежуточных этапах является полностью работоспособной, просто со временем обучения ее адекватности и точность повышаются
Адекватность нейромодели существенно снижается, если поступающие на вход факты (данные) имеют значительные отличия от примеров, на которых обучалась сеть	Необходимо учитывать, что излишне высокая точность, полученная на обучающей выборке, может обернуться неустойчивостью результатов на тестовой выборке. Для этого во время обучения необходимо заложить все известные зависимости и все возможные их влияния в некоем интервале. В таком случае алгоритмы экстраполяции перейдут в интерполяцию, что само по себе на порядок точнее
При обучении нейронных сетей могут возникать «ловушки», связанные с попаданием в локальные экстремумы	Одним из алгоритмов, который позволяет обходить «ловушки», является расширение размерности пространства весов за счет увеличения числа нейронов скрытых слоев. Чтобы покинуть локальный экстремум и перейти к поиску глобального экстремума, нужно создать дополнительную силу, которая будет зависеть не от градиента целевой функции, а от каких-то других факторов

**Выводы.** Таким образом, нейросетевые модели — одно из перспективных направлений в области разработки искусственного интеллекта, которые, как и все методы, имеют как положительные так и отрицательные черты. Особую привлекательность в утилитарном смысле нейромодели получили ввиду способности обнаруживать неявные закономерности в различных процессах при отсутствии необходимости в понимании этих закономерностей, а также из-за способности к запоминанию представленных во время обучения образов. Показано, что нейромодель способна включить в себя все современные модели, и более того диалектически эволюционировать, то есть объединяя все подходы нейромодель со временем (с обучением на новых выборках) будет становиться все более адекватной.

Установлено, что нейросетевых технологий целесообразно использовать при решении задач, имеющих следующие признаки:

- отсутствие методов решения задач, хотя имеется большое количество известных параметров, то есть не известна модель взаимодействия входных параметров на выходные (модель объекта);
- наличие большого объема входной информации, характеризующей всесторонне исследуемую проблему;
- зашумленность, частичная субъективно воспринимаемая противоречивость, исходных данных.

Нейросетевые технологии нашли широкое применение в таких направлениях, как распознавание печатного текста, контроль качества продукции на производстве, идентификация событий в ускорителях частиц, разведка нефти, медицинские и военные приложения, управление и оптимизация, финансовый анализ, прогнозирование и др. Иными словами целесообразно использовать нейросетевые методы, когда объект представляется неописанной моделью, а им нужно управлять или прогнозировать поведение.

Экспериментально установлено, что модели нейронных сетей обеспечивают большую точность при выявлении нелинейных закономерностей на фондовом рынке по сравнению с регрессионными моделями. Нейросетевые технологии активно используются в маркетинге для моделирования поведения клиентов и распределения долей рынка. Нейросетевые технологии позволяют отыскивать в маркетинговых базах данных скрытые закономерности. Моделирование поведения клиентов позволяет определить характеристики людей, которые будут нужным образом реагировать на рекламу и совершать покупки определенного товара или услуги.

Сегментирование и моделирование рынков на основе нейросетевых технологий дает возможность построения гибких классификационных систем, способных осуществлять сегментирование рынков с учетом многообразия факторов и особенностей каждого клиента.

### Литература:

1. Модели в экономике [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://kurs.ido.tpu.ru/courses/econometrica/tema3.htm>. — Название с экрана.
2. Андрейчиков А. В., Андрейчикова О. Н. Интеллектуальные информационные систем: Учебник. — М.; Финансы и статистика, 2004. — 424 с.
3. Проектирование систем управления\Fuzzy Logic Toolbox [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5>
4. Девятков В. В. Системы искусственного интеллекта: Учеб. Пособие для вузов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. — 352 с.
5. Балдин К. В., Уткин В. Б. Информационные системы в экономике: Учебник. — М.; Финансы и статистика, 2009
6. Романов В. П. Интеллектуальные информационные систем в экономике: Учебник. — М.; Финансы и статистика, 2007.