

Применение нейросетевых технологий для разработки систем управления

А.Л. Лисовский¹¹ АО «НПО «Криптен»»

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена применению нейросетевых технологий для разработки систем управления. В статье проводится анализ эффективности внедрения нейросетевых технологий в бизнес-процессы трех российских компаний и обосновывается положительный эффект при использовании нейронных сетей по нескольким параметрам.

Кейс-анализ дополнен анализом экономической целесообразности внедрения нейронных сетей с помощью оценки исследуемых показателей, оценки удовлетворенности клиентов, контроля персонала, оценки эффективности каждого сотрудника. Даны рекомендации по применению нейронных сетей в организации.

В статье показано, что, несмотря на то что многие мероприятия, необходимые для внедрения системы, являются трудозатратными и долгосрочными, они положительно скажутся на деятельности компании.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

искусственный интеллект, нейронные сети, информационные технологии, совершенствование бизнес-процессов.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Лисовский А.Л. (2020). Применение нейросетевых технологий для разработки систем управления // Стратегические решения и риск-менеджмент. Т. 11. № 4. С. 378–389. DOI: 10.17747/2618-947X-2020-4-378-389.

Application of neural network technologies for management development of systems

A.L. Lisovsky¹

¹ “Krypten” JSC

ABSTRACT

Work is devoted to application of neural network technologies for management development of systems. In article the analysis of efficiency of introduction of neural network technologies is carried out to business processes of three Russian companies and the positive effect locates when using neural networks in several parameters.

The case analysis is added with the analysis of economic feasibility of introduction of neural networks by means of an assessment of studied indicators, an assessment of satisfaction of clients, control of the personnel, an assessment of efficiency of each employee. Recommendations about application of neural networks in the organization are made.

In article it is shown that in spite of the fact that many actions necessary for introduction of system, are costly and long-term, they will positively affect company activity.

KEYWORDS:

artificial intelligence, neural networks, information technologies, improvement of business processes.

FOR CITATION:

Lisovsky A.L. (2020). Application of neural network technologies for management development of systems. *Strategic Decisions and Risk Management*, 11(4), 378-389. DOI: 10.17747/2618-947X-2020-4-378-389.

1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений поддержания и повышения конкурентоспособности организаций является применение нейросетевых технологий, поскольку они способствуют удовлетворению потребности клиентов при минимальных затратах.

Быстрое развитие информационных технологий в последние десятилетия, их реализация во всех сферах жизни привели к тому, что сегодня невозможно представить даже небольшой бизнес, который не был бы оснащен IT-инфраструктурой. В то же время растет потребность в разработке новых интеллектуальных систем для поддержки управленческих решений и адаптации их к самому широкому спектру возможных условий. Наиболее перспективным направлением здесь является использование искусственных нейронных сетей.

Актуальность темы исследования определяется необходимостью совершенствования применения нейросетевых технологий в управлении организацией путем их адаптации к условиям изменяющейся конкурентной среды, а также росту и качественному усложнению запросов потребителей.

Целью данной статьи является анализ внедрения нейросетевых технологий в бизнес-процессы организации и оценка их эффективности.

2. ОСОБЕННОСТИ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПОНЯТИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

За последние несколько десятилетий было создано множество интеллектуальных компьютерных систем, которые могут выполнять различного рода задачи для упрощения жизни человека. В частности, существуют компьютерные системы, способные диагностировать заболевания, планировать лечение, проводить операции, создавать комплексные органические химические соединения, решать сложные математические уравнения в символическом виде, проводить анализ электронных схем, понимать и разбирать ограниченный объем речи человека и текста естественного языка или писать небольшие компьютерные программы для удовлетворения формальных нужд человека и организации [Морхат, 2018].

Исходя из терминологии, искусственный интеллект (ИИ) – это программа, способная, обучаясь, эффективно выполнять определенную задачу. Если это специализированная программа, созданная для решения узкой задачи (например, игры в шахматы), ИИ называется слабым за его способность понимать и создавать деятельность только в одной области [Наумова, Шарафутдинов, 2015]. Например, Alpha Zero – программа, основанная на нейронных сетях и обученная играть в шахматы, теперь является претендентом на звание самого сильного шахматиста в мире.

Термин «сильный искусственный интеллект» (или «общий искусственный интеллект») зарезервирован для гипотетических программ, которые способны самостоятельно изучать разные задачи (то есть не имеют специального программирования для конкретных задач). Создания такой программы в ближайшие пять лет не ожидается [Beitz, 2018].

В формулировке термина ИИ не упоминается нейронная сеть, поскольку этот термин описывает в большей степени конкретную технологию, а не инструмент или средство. Термин «нейронные сети» описывает конечный результат – способность учиться и использовать изученный контент. То есть ИИ может быть создан на основе нейронных сетей, но, возможно, без них.

С другой стороны, термин «нейронная сеть» описывает только методы (способы) программирования. Идея заключается в создании основной структуры с самой общей целью, которую она должна будет использовать, вместо того чтобы программировать все действия с помощью команд, например, классического программирования. В то же время эта структура основана на огромном количестве параметров, но они остаются целенаправленно пустыми. Во многих отношениях эта структура похожа на деятельность человеческого мозга (отсюда и термин «нейронная сеть»). Через огромное количество шагов (от сотен тысяч до миллионов) реальная задача определяет, какие конкретные значения будут давать наилучший результат [Bowman et al., 2018].

Искусственные нейронные сети (далее – ИНС) вычисляют структуры, которые могут состоять из большого количества элементов, и каждый из этих элементов выполняет относительно простые функции [Rosellini, D'Haese, 2017]. Устройство нейронной сети с самого начала рассматривалось в основном для решения проблемы классификации, группировки и распознавания моделей, но дальнейшее развитие этого направления значительно расширило сферу применения метода нейронной сети, и начали разрабатываться новые методы.

2.1. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Первая попытка раскрыть секреты высокой эффективности мозга была предпринята С. Рамоном-и-Кахалом [Ramon y Cajal, 1911], в своей работе он высказывал идею нейронов как структурных единиц мозга. Тем не менее нейроны имеют скорость отклика на величину в 5–6 порядков ниже, чем полупроводниковый логический элемент. Как показали недавние исследования, секрет производительности мозга заключается в большом количестве нейронов и огромных связях между ними.

Нейронная сеть, которая формирует человеческий мозг, является эффективной, сложной, нелинейной, практически параллельной системой обработки информации [Rumelhart et al., 1986]. Она способна организовывать свои нейроны для достижения восприятия изображения, распознавания или управления движением быстрее, чем самые современные и мощные компьютеры, столкнувшиеся с такими же задачами [Broomhead, Lowe, 1988].

Искусственная нейронная сеть – это упрощенная модель мозга. Она основана на искусственных нейронах, которые имеют те же основные свойства, что и живые: пластичность и гибкость. Использование структур мозга и пластичность нейронов делают искусственную нейронную сеть глобальной системой обработки информации. Таким образом, можно сказать, что искусственная нейронная сеть – это машина, которая имитирует работу мозга.

Обычно искусственная нейронная сеть представлена в виде электронных устройств, компьютерных программ, программного обеспечения. Среди многих возможных дефиниций можно отметить определение ИНС как адаптивной машины: ИНС – это «параллельно распределенный процессор, который обладает естественной склонностью к сохранению опытного знания и возможностью предоставления его» [Aleksander, Morton, 1990]. Ее сходство с мозгом можно отметить в двух аспектах: (1) знание приобретается сетью в процессе обучения; (2) для сохранения полученных знаний используются силы и свойства межнейронных соединений, которые также называются синаптическими весами.

Процедура, которая используется для создания возможности осуществлять процесс обучения, именуется в теории ИНС алгоритмом обучения. Его функция заключается в изменении синаптических весов нейронной сети определенным образом для приобретения необходимых свойств.

Старт развития современной ИНС начался в 1943 году с новаторской работы У. Мак-Каллока и У. Питтса [McCulloch, Pitts, 1943]. В своей статье Мак-Каллок и Питтс представили концепцию «threshold logic neurons» и дали описание логической модели инструкций.

В 1948 году была выпущена знаменитая книга Н. Винера, связанная с нейронными сетями, – «Кибернетика», которая описывает многие важные концепции управления. В более поздних изданиях книги были добавлены главы по обучению, самоорганизации и нейропсихологии [Винер, 1968].

Следующим событием, которое способствовало развитию ИНС, стала публикация книги Д. Хебба [Hebb, 1949]. Хебб предполагал, что связи в мозге развиваются по мере того, как организм изучает новые функциональные задачи и создает нейронные сборки, в результате чего появляются нейронные ансамбли. Хебб следует за предыдущей гипотезой Рамона-и-Кахала и вводит гипотезу обучения, согласно которой эффективность или усиление переменного синапса между двумя нейронами увеличивается синапсом во время повторной активации другого нейрона.

Книга Хебба стала реальным прорывом в системе обучения и адаптации. В статье [Rochester et al., 1956], вероятно, были предприняты первые попытки использовать компьютерное моделирование для теоретических тестовых компаний. В том же году А. Уитли [Uttley, 1956] доказал, что модули с модифицируемыми синапсами могут быть обучены классифицировать простые наборы двоичных моделей в соответствующие классы. В своих последующих работах Уитли также предположил, что результативность переменных синапсов в нервной системе может зависеть от статистической взаимосвязи между меняющимися состояниями по обе стороны синапса, что приводит к связи с теорией информации Шеннона [Uttley, 1979].

В 1952 году увидела свет книга У. Эшби [Ashby, 1952]. Суть ее сводится к тому, что адаптивное поведение существующих живых систем не формируется только наследственностью, а может появляться и изменяться в процессе обучения, и что обычно в процессе обучения поведение живых систем может улучшаться.

Одним из ключевых моментов истории развития ИНС является докторская диссертация М. Мински 1954 года [Minsky, 1954]. В 1961 году он опубликовал статью

[Minsky, 1961], в которой описывается искусственный интеллект, а также содержится раздел, посвященный тому, что в настоящее время называют искусственной нейронной сетью.

Примерно через 15 лет после статьи Мак-Каллока и Питтса Ф. Розенблатт в своей работе по восприятию [Rosenblatt, 1958] предложил новаторский подход к решению проблемы распознавания образов. В нем была выведена так называемая теорема сходимости персептрона, доказательство которой было сформулировано только в 1960 году.

В 1962 году Б. Видроу со своими студентами представил одну из первых обучаемых ИНС с многослойной структурой – Madaline [Widrow, 1962].

Идея переизбытка Дж. фон Неймана побудила С. Винограда и Дж. Коуэна создать проверку представления распределенной избыточности ИНС [Winograd, Cowan, 1963]. Большим событием также стало внедрение в 1967-м Коуэном сигмоидной активационной функции для модели логического нейрона [Cowan, 1967].

В 1969 году была опубликована книга [Минский, Пейперт, 1971], где существование основных ограничений навыков монолайерского восприятия было математически доказано. Авторы также показывали, что однослойная сеть любого размера не может решить проблемы, которые существуют в многослойной конфигурации.

Для многоуровневого персептрона 1970-е годы не принесли ничего нового. Отчасти это связано с низким уровнем финансирования, отчасти – с отсутствием персональных компьютеров. Однако в тот же период были достигнуты значительные результаты в разработке самоорганизующихся карт, основанных на конкурентной подготовке: в 1976 году Д. Вильшоу и К. фон дер Мальсбург выпустили свой первый труд [Willshaw, Malsburg, 1976] по самоорганизующимся картам.

С начала 1980-х годов наступил новый период в становлении и развитии искусственных нейронных сетей. Важным событием того времени стало развитие ИНС с полностью связанной структурой и оригинальным алгоритмом для создания весов. В 1982 году в продолжение исследования Мальсбурга была опубликована работа Т. Кохонена [Kohonen, 1982]. Тем не менее реальный прогресс в использовании ИНС для решения практических проблем, включая контроль, стал замечен только после того, как Д. Румельхарт, Дж. Хинтон и Р. Уильямс описали алгоритм обратного распространения в 1986 году [Rumelhart et al., 1986]. Это был первый эффективный алгоритм формирования многослойного восприятия любой структуры.

В 1988 году было совершено последнее крупное открытие в теории ИНС – внедрение RBF-сетей Д. Брумхедом и Д. Лоуе [Broomhead, 1988]. Это альтернатива многослойной системе персептрона для иерархической линейной сети, которая использует скрытые нейроны с функциями радиальной активации. Идеологически идея радиальных базовых функций находится во взаимосвязи с методом потенциальных функций, предложенных в 1964 году О. Башкировым, Е. Брауэрманом и И. Мучником [Bashkirov et al., 1964]. В работе [Broomhead, 1988] были предложены новые методы синтеза ИНС, большое значение уделялось соединению между ИНС и классическими методами числового анализа и определению теории линейных адаптивных фильтров.

2.2. ТЕНДЕНЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

ИНС можно использовать для воспроизведения многих отношений между многими объектами. Основное различие между искусственными нейронными сетями и традиционными программными системами заключается в том, что первые не требуют программирования, они могут самостоятельно настраиваться, то есть понимают потребности пользователя [Цвенгер, Низамов, 2017]. Чаще всего задачи, которые решает информационная система, могут быть сведены ко многим типичным задачам, включая технологию нейронной сети, и позволяют решать следующие проблемы [Трачук и др., 2018]:

- 1) распознавание речи человека и абстрактных образов;
- 2) классификацию распознанных образов, то есть распределение образа по группам;
- 3) кластеризацию – разделение образов на заранее не определенные группы по каким-либо признакам;
- 4) классификацию состояния сложных систем;
- 5) аппроксимацию функций – оценку неизвестной зависимости, следуя экспериментальным данным;
- 6) прогноз как определение будущего процесса исходя из прошлого и настоящего;
- 7) оптимизацию – нахождение решений, максимизирующих или минимизирующих определенный критерий качества при заданных ограничениях;
- 8) память, адресуемую по содержанию, то есть ассоциативную память – доступную по указанному содержанию;
- 9) управление в качестве перевода и поддержания системы в требуемом состоянии.

Из всех названных задач проблема управления является самой сложной, в большинстве случаев ее решение также должно разрешить другие перечисленные проблемы.

Известны следующие области применения нейронных сетей:

- экономика и бизнес – управление технологическими процессами и финансовыми показателями, предсказание поведения рыночных игроков и динамики рынка в целом, предсказание банкротств организации, оценка стоимости недвижимости, автоматическое рейтингование данных, оценка кредитоспособности компании и физических лиц, прогноз валютных курсов, решение аналитических, исследовательских, а также прогнозных задач, которые связаны с обширными информационными данными;
- медицина – диагностика заболеваний и других проблем, обработка медицинских изображений, выбор сочетания различных лекарственных препаратов и т.д.;
- интернет-технологии – поиск необходимой информации;
- автоматизация производства – оптимизация производственного процесса, введение автоматизации режимов, диагностика качества продукции, предупреждение и автоматическое избежание аварийной ситуации;
- политические технологии – обобщение и анализ социологических опросов, подсчет политических голосов в случае выборов и т.д.;
- безопасность на разных уровнях – системы идентификации личности, распознавание автомобильных номеров и снимков с космических орбит;

- геологическая разведка – анализ сейсмических показателей, оценка ресурсов месторождений полезных ископаемых.

В качестве мощного технического инструмента технология нейронной сети помогает принимать важные и неочевидные решения в неопределенных условиях, при нехватке времени и ограниченных информационных ресурсах.

Нейронные сети также будут предпочтительны, если есть много скрытых моделей ввода в определенной закономерности. В этом случае можно практически автоматически учитывать различные нелинейные взаимодействия между индикаторами характеристик этих данных. Это особенно важно в системах обработки информации (распределенных баз данных, телекоммуникаций и экспертных систем) для предварительного этапа анализа или отбора, а также обнаружения «выпадающих фактов» или серьезных ошибок в принятии решений людьми.

Рекомендуется использовать метод нейронной сети при нагрузке неполной или шумной информации, а также в задаче, при которой решение можно найти визуально. Преимущества нейронных сетей становятся очевидными и когда часто меняются правила игры. Именно поэтому нейронная сеть применяется для определения состояния фондового рынка, которое характеризуется набором постоянно меняющихся показателей.

Отличительной особенностью нейронных сетей, как уже отмечалось, является их способность изменять свое поведение, зависящее от изменений в окружающей среде, извлекая скрытые шаблоны из потока данных, – обучение [Ахметзянов и др., 2020]. В то же время алгоритм обучения не требует предварительного знания существующих отношений в предметной области – просто выбирается достаточное количество примеров для описания поведения системы моделирования в прошлом.

Технологии, основанные на нейросетях, не предъявляют более высоких требований к точности входных данных как во время обучения, так и при использовании (после всех настроек и обучения), например при выявлении симптомов, близких к критической ситуации, поэтому технология нейронной сети имеет два полезных свойства:

- 1) способность обучаться на определенном множестве примеров;
- 2) возможность последовательно идентифицировать, прогнозировать новые ситуации с высокой точностью, причем с внешними помехами, такими как конфликт или неполные значения, возникающими в потоке информации.

Основываясь на активности мозга, технология нейронной сети включает в себя множество биологических терминов, понятий, параметров. С точки зрения моделирования сложных систем разработано большое количество различных типов нейронных сетей с их собственными отличительными характеристиками [Курников и др., 2017]. Наиболее распространены многоуровневые нейронные сети, или многоуровневое восприятие, – Multi Layer Perceptron (MLP).

Сеть состоит из искусственных нейронов, основных преобразователей, взаимосвязанных информационными связями, определяемых структурой. Одним из основных различий между нейронными сетями является способность делать параллельные

вычисления, что повышает эффективность вычислительного процесса [Корнина и др., 2018]. Она основана на концепции искусственных нейронов, которая позволяет осуществлять нелинейную функцию нескольких переменных на практике.

2.3. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Нейронные сети являются вычислительными инструментами для разработки моделей, помогающих выявить различные закономерности и взаимосвязи в анализируемых данных. Данные, используемые для разработки этих моделей, называются обучающими [Ковалев, 2020]. Нейронные сети можно использовать для:

- прогноза будущих событий на основе наблюдаемых в исторических данных обучения;
- классификации невидимых данных в заранее определенные группы на основе характеристик, наблюдаемых в тренировочных данных;
- группировки обучающих данных в естественные группы на основе сходства характеристик в тренировочных данных.

Нейронные сети сегодня признаны во всем мире как наиболее эффективная и подходящая технология искусственного интеллекта для распознавания образов. Превосходные результаты в области распознавания образов могут быть непосредственно применены для коммерческих целей прогнозирования, классификации и анализа данных. Этот новый подход дает дополнительное преимущество в решении реальных проблем в бизнесе и инженерии [Зуев, Кемайкин, 2019]. Тем не менее, чтобы принести оптимальные результаты, нейронные сети требуют правильной предварительной обработки данных, выбора архитектуры и обучения сети. В прошлом большинство сбоев в использовании нейронных сетей объяснялось тем, что пользователи не обладали достаточными навыками в соответствующей подготовке данных и проектировании нейронных сетей. Именно эти два вопроса мешали многим предприятиям использовать огромный потенциал этой перспективной технологии. Благодаря автоматической предварительной обработке данных и алгоритмам выбора архитектуры нейронные сети стали достаточно легки в использовании без какого-либо дорогостоящего обучения.

Существующие сегодня системы управления можно классифицировать следующим образом [Ковалев, 2020]:

- 1) классическая система управления, построенная на основе теории автоматического управления с разными математическими методами обработки данных;
- 2) система управления, которая построена на основе нечеткой логики и экспертной системы;
- 3) система управления, основу которой составляют генетические алгоритмы и искусственные нейронные сети.

Достоинствами метода нейросетевого управления считаются:

- 1) отсутствие ограничения на линейность системы;
- 2) после завершения обучения управление осуществляется в реальном времени;

- 3) результативность в условиях шумов;
- 4) нейросетевые системы управления считаются более адаптивными к реально существующим условиям.

Однако во время использования нейронных сетей появляются трудности, связанные с ненадежностью, поскольку искусственные нейронные сети могут быть неточны даже в нормальных условиях. Поэтому для критических задач использование нейронных сетей должно быть реплицировано другими системами, а будущее интеллектуального контроля заключается в сочетании традиционного управления с искусственной системой, основанной на нейронных сетях.

Исследовательский интерес настоящей статьи заключается в вопросе, насколько эффективно применение нейросетевых технологий для управления.

3. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сформулированный исследовательский вопрос предусматривает, что в ходе эмпирического исследования нужно применить индуктивный подход. Соответственно, необходимо использовать метод исследования, который при сборе необходимых данных будет достаточно гибким, что позволит «изучить информацию, которая является независимой от существующих теорий» [Юнусова, Магсумова, 2019]. Самым подходящим для данных условий является метод анализа кейсов. Кроме прочего, кейс-анализ считается применимым для сбора конфиденциальной информации и для дальнейшего сопоставления уровня восприятия топ-менеджмента с процессом принятия управленческих решений, что подходит для нашего случая, поскольку весь анализ строился на внутренних конфиденциальных данных, полученных в ходе пилотных запусков проектов и не опубликованных в СМИ и других информационных источниках.

Таким образом, эмпирический анализ был проведен на базе информации российской компании «Хидбук Клауд», которая применяет в своей деятельности нейросетевые технологии для оценки эффективности деятельности предприятий в сфере сервисного обслуживания.

Кейс-анализ включает в себя анализ трех пилотных проектов, проведенных с 2017 по 2019 год в трех компаниях, работающих в разных сферах клиентского обслуживания. Клиентское обслуживание в данном случае подразумевает взаимодействие с клиентами в результате продажи, консультирования, дополнительного сервисного обслуживания.

Первый рассмотренный кейс – пилотный проект в МФЦ г. Реутов. Многофункциональный центр – государственное учреждение в России, которое предоставляет государственные и муниципальные услуги в режиме одного окна после обращения заинтересованного лица с соответствующим запросом¹.

Второй – пилотный проект в телекоммуникационной компании YOTA², федеральном операторе беспроводной связи с покрытием в сетях 2G/3G/4G. Основные направления деятельности компании – предоставление услуг мобильной связи и 4G-интернета.

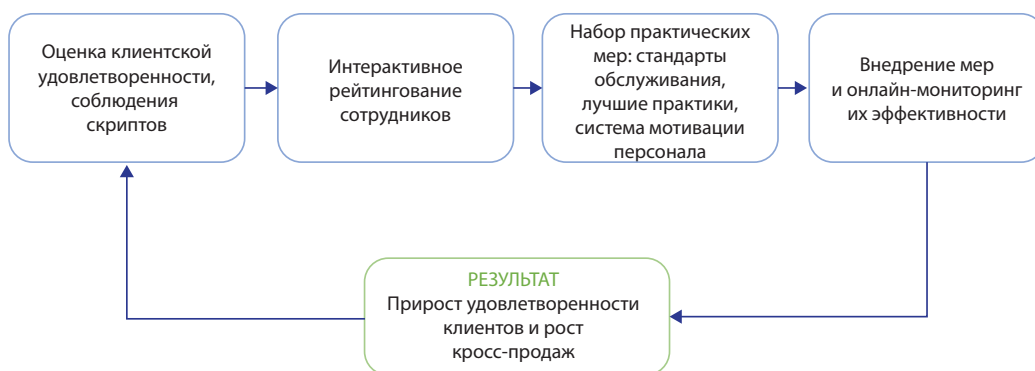
Третий кейс-анализ осуществлялся по компании TUI³, одной из ведущих туристических компаний России, включающей туроператора и сеть турагентств. Компания входит в

¹ URL: <https://mfcmos.com/>.

² URL: <https://www.yota.ru/>.

³ URL: <https://www.tui.ru>.

Рис. 1. Логика внедрения и работы программы, основанной на ИС-технологиях



международный туристический холдинг TUI Group с более чем 40-летним опытом работы. В России TUI была создана в 2009 году на базе российских туроператоров VKO Group и Mostravel.

Несмотря на то что выбранные компании работают в разных отраслях: предоставление государственных услуг, услуги мобильной и интернет-связи, туристические услуги, то есть производят различные продукты и ориентированы на разных потребителей, их аудитории могут пересекаться.

Сбор данных. Основные материалы для кейс-анализа были собраны по трем проектам, которые легли в основу исследования. Также благодаря общению с сотрудниками компании, внедряющей искусственный интеллект в данных проектах, был проведен структурированный анализ полученных в ходе пилотных проектов данных, позволивший интерпретировать полученные результаты.

Анализ данных. Был применен традиционный подход «grounded theory», который дает возможность последовательно сравнивать анализируемые данные с появляющейся теоретической конструкцией [Линдер, Арсенова, 2016].

Процедура анализа данных производилась в три этапа: на первом были выделены ключевые моменты развития компании. На втором этапе были рассмотрены пилотные проекты, имевшие общие характеристики в отношении полученных от использования новых технологий результатов и дальнейшей перспективы их применения. На третьем этапе были выявлены основные моменты оценки работы сервиса и необходимости улучшения его бизнес-процессов, связанных с удовлетворенностью клиентов. Затем были сделаны выводы относительно роли внедрения нейросетевых технологий в бизнес-процессы.

4. АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ИС-ТЕХНОЛОГИЙ В КОМПАНИЯХ

Все рассмотренные кейсы представляют результаты пилотных проектов, реализованных компанией «Хидбук Клауд», специализирующейся на стратегических компьютерных технологиях в области анализа видео- и аудиоданных с помощью инструментов машинного обучения. ООО «Хидбук Клауд» – единственная российская компания, входящая в Global AI Inner Circle program Microsoft⁴.

Основной деятельностью компании является внедрение онлайн-сервисов по оценке и контролю соблюдения стандартов качества обслуживания и продаж сотрудниками фронт-линии сервисных компаний с возможностью размещения сервиса на серверах заказчика (onpremis).

Работа сервиса Heedbook заключается в том, что система в фоновом режиме обрабатывает видео- и аудиопоток с веб-камеры сотрудника фронт-линии розничной точки продаж. На основе информации о поведении клиента и сотрудника программа:

- объективно оценивает удовлетворенность клиентов, работает в фоновом режиме, не отвлекая сотрудников и не утомляя клиентов опросами;
- дает точную информацию о количестве и продолжительности диалогов, уровень загрузки клиентской работой в точке продаж;
- ранжирует сотрудников по качеству сервиса, эффективности и качеству продаж, автоматически определяя отстающих и лидеров;
- оценивает пиковые нагрузки и простои, помогает корректно распределить сменность и штатное расписание;
- проверяет наличие предложения дополнительных продуктов, обеспечивает контроль за соблюдением скриптов и стандартов обслуживания;
- анализирует реакции клиента на специальные предложения, помогая компании понять, что вызывает негативные или позитивные эмоции у клиента и т.д.

Принцип работы программы основан на последовательной реализации шагов, представленных на рис. 1.

Как показано на рисунке, работа программы, основанной на ИС-технологиях, включает пять стадий:

1. Оценка удовлетворенности клиентов обслуживанием и соблюдение скриптов работниками выполняется автоматически системой Heedbook в онлайн-режиме.
2. Рейтинговое оценивание сотрудников происходит интерактивно по эффективности их работы.
3. В результате компания может отслеживать результаты и предпринимать меры по улучшению работы, такие как выведение новых стандартов обслуживания, разбор лучших практик обслуживания и обучение сотрудников на этом материале, разработка новых систем мотиваций персонала.

⁴ URL: <https://aipartner.microsoft.com/inner-circle>.

Таблица 1
Анализ кейсов внедрения НС-технологий

	МФЦ г. Реутов	YOTA	TUI
Цель внедрения технологии НС	Улучшение качества работы путем анализа 100% обращений посетителей и выявления конфликтных ситуаций (за счет автоматического анализа диалогов и видео во время обслуживания, предоставления доступа к истории возникновения конфликта), вследствие чего руководитель МФЦ и сотрудники группы разбора конфликтных ситуаций могут принять верное решение Повышение эффективности путем предоставления инструмента, который позволит не тратить время на прослушивание нерелевантных разговоров	Измерение показателя удовлетворенности качеством обслуживания клиентов компании в точках продаж и обслуживания с помощью Heedbook – онлайн-контроль за соблюдением сотрудниками стандартов качества обслуживания и продаж на базе технологий машинного зрения и распознавания речи Моделирование и тестирование бизнес-процесса по работе с Heedbook внутри компании	Измерение показателя удовлетворенности качеством обслуживания клиентов компании на точках продаж и обслуживания с помощью Heedbook – онлайн-контроль за соблюдением сотрудниками стандартов качества обслуживания и продаж на базе технологий машинного зрения и распознавания речи Моделирование и тестирование бизнес-процесса по работе с Heedbook внутри компании
Задачи	Запись диалога сотрудника МФЦ с клиентом и анализ на предмет возникновения конфликтной ситуации Запись видео клиента МФЦ и анализ на предмет удовлетворенности сервисом Предоставление аналитики сотрудникам МФЦ (руководителю, группе разбора конфликтных ситуаций) Предоставление доступа к деталям истории возникновения конфликта для принятия верного решения по его разрешению Выявление в диалоге стоп-слов, стоп-фраз и слов-конфликтогенов Выявление негативных обращений граждан KPI проекта Прирост удовлетворенности клиентов на 10% Не менее 85% совпадения эмоций (5% диалогов – в ручном режиме) Оценка нагрузки сотрудников клиентской работой: точное количество клиентских встреч, продолжительность диалогов, распределение нагрузки в течение дня (не менее 90% клиентских диалогов)	Повышение качества обслуживания Увеличение консультаций с кросс-предложением до 30% по каждому сотруднику Проверяемые показатели: уровень качества обслуживания клиентов, количество кросс-предложений Границы: 4 точки продаж, 4 рабочих места, 10 сотрудников, 60 календарных дней	Этап 1. Тестирование основных параметров системы (продолжительность) KPI проекта: 1. Оценка интегрального показателя удовлетворенности клиентов по всем диалогам. Выполнен, оценено 963 диалога, уровень удовлетворенности – 63% (на 19% ниже бенчмарка). 2. Измерение достоверного времени обслуживания клиентов и количества диалогов. Выполнен, оценено более 98% диалогов, средняя продолжительность – 14 мин., нагрузка сотрудников клиентской работой – 19,5%. 3. Измерение доли диалогов с ключевыми словами и фразами (кросс-продажи, лояльности, обязательных, запрещенных слов и слов-паразитов). Выполнен. Этап 2. Тестирование рекламного модуля (продолжительность – 1 неделя). 100% обслуживаемых клиентов увидят рекламные кампании TUI, не менее 98% точного соответствия демонстрации таргетированного предложения клиентам по полу и возрасту. Выполнен. 1058 демонстраций на одном рабочем месте в течение 6 дней работы системы, уровень внимания к контенту – 85%, положительные и нейтральные эмоции на продемонстрированный контент – 93%. 2. Распознавание ключевых слов и фраз в контрольных диалогах не менее 80%. Выполнен. 3. Результат анализа диалога сотрудника и клиента (точное время начала и окончания, удовлетворенность клиента качеством обслуживания, видеозапись диалога, пол и возраст клиента, карта смены состояний и реакций клиента). Выполнен. Дополнительно (по запросу TUI) были реализованы: API для интеграции данных из системы Heedbook в системы TUI; сводная аналитика по группе точек продаж; выгрузка отчетов в формате PDF
Технические результаты	908 диалогов с клиентами Не мешает исполнению прямого функционала сотрудника, работает в фоновом режиме Не требует дополнительного ПО и оборудования Качеству распознавания речи мешает стеклянная перегородка между клиентом и сотрудником В ходе пилота были реализованы существенные доработки сервиса В дальнейшем необходимо доработать систему разделения спикеров и подключить вторую камеру для съемки сотрудника	1408 диалогов с клиентами, охват клиентов – 57% По каждому из них сформированы: – видеозапись диалога (с точным временем начала и окончания); – распознавание ключевых слов и фраз в диалоге (скрипты YOTA и библиотека скриптов Heedbook); – карта смены состояний и реакций клиента; – пол и возраст клиента; – реакции клиента на рекламный контент, продемонстрированный в процессе общения; – уровень удовлетворенности клиента, изменение настроения клиента в процессе общения	963 диалога с клиентами По каждому из них сформированы: – видеозапись диалога (с точным временем начала и окончания); – распознавание ключевых слов и фраз в диалоге (скрипты TUI и библиотека скриптов Heedbook); – карта смены состояний и реакций клиента; – пол и возраст клиента; – реакции клиента на рекламный контент, продемонстрированный в процессе общения; – уровень удовлетворенности клиента, изменение настроения клиента в процессе общения Все диалоги с клиентами были в автоматическом режиме оценены на тему удовлетворенности клиентов на основании анализа более 20 параметров поведения клиента и сотрудника, извлеченных с помощью инструментов машинного обучения из видео- и аудио-диалогов. Руководитель имеет доступ к анализу каждого диалога менеджера с клиентом: рейтинг сотрудников по качеству сервиса, понимание причин удовлетворенности, изменение удовлетворенности клиентов по дням недели, часам

Таблица 1
Анализ кейсов внедрения НС-технологий

	МФЦ г. Реутов	YOTA	TUI
Результаты внедрения ИИ	<p>Большинство (96%) диалогов оставляет незначительный эмоциональный след</p> <p>Среди сотрудников МФЦ выявлены лидеры по показателям клиентской лояльности</p> <p>Наличие и уведомление клиентов о производимой записи и анализе диалогов существенно уменьшило количество конфликтных ситуаций</p> <p>Функция прямого эфира с рабочим местом и PUSH-уведомлений о событиях на фронт-линии позволили улучшить трудовую дисциплину</p>	<p>Показатель качества обслуживания клиентов вырос с 53% (первая неделя) до 61% (последняя неделя) за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышения контроля обслуживания; – обновления базы фраз для контроля качества обслуживания <p>Количество кросс-предложений: есть потенциал роста за счет рекомендаций персоналу и постоянного контроля</p> <p>KPI: увеличение консультаций с кросс-предложением до 30% по каждому сотруднику</p>	<p>Показатель качества обслуживания клиентов вырос с 46 до 64% за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышения контроля обслуживания; – обновления базы фраз для контроля качества обслуживания; – активной работы и большого числа обслуженных клиентов; – общего снижения нагрузки на сотрудников. <p>Показатель качества находится в зеленой зоне, однако ниже бенчмарка (средний показатель компаний, использующих скрипты обслуживания, текущий лидер – персональные менеджеры банка, показатель удовлетворенности клиента – 82%)</p>
Предлагаемые решения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Продолжить эксплуатацию системы в МФЦ г. Реутов 2. Перейти к ОПЭ системы в 20 МФЦ Московской области до конца года с последующим тиражом на все МФЦ области 3. Совместно с компанией «Хидбук Клауд» сформировать KPI по качеству обслуживания клиентов в МФЦ Московской области и дорожную карту по его повышению 	<p>Сформировать и предоставить персональные рекомендации сотрудникам фронт-линии с помощью управляющего менеджмента и группы бизнес-тренеров YOTA</p>	<p>Дополнительно использовать сервис Heedbook по отправке PUSH-уведомлений сотрудникам (самооценка по результатам клиентского визита) и их руководителям (уведомление о негативе со стороны клиента). Этот функционал может также применяться в офисах TUI для централизованного прохождения опросов сотрудниками</p>

4. Внедрение мер происходит совместно с системой Heedbook – она обеспечивает обратную связь.
5. Результат измеряется в повышении уровня удовлетворенности клиентов и росте прибыли, при этом система непрерывно обеспечивается новыми данными для дальнейших доработок со стороны бизнеса.

На данный момент «Хидбук Клауд» проводятся пилотные исследования внедрения ИИ на основе представленного алгоритма программы в компаниях YOTA, «Мегафон», Совкомбанк, АК Барс Банк, Почта России. В 2021 году компания планирует выйти на рынки США, Германии, Франции, Италии (при поддержке компании KPMG). По итогам 2021 года «Хидбук Клауд» планирует получать не менее 50% выручки от международных клиентов.

Далее будет проведен анализ кейсов компании «Хидбук Клауд» с использованием нейросетевых технологий в системах управления.

Как уже отмечалось, для анализа были отобраны три кейса компаний, внедривших НС-технологии: проекты МФЦ, YOTA и TUI. Анализ и описание этих кейсов приведены в табл. 1.

В результате проведенного анализа пилотных проектов компании «Хидбук Клауд» были выявлены следующие конкурентные преимущества нейросетевых технологий в управлении бизнесом, в том числе преимущества сервиса Heedbook.

1. Моментальная автоматическая обработка данных без вмешательства человеческого фактора.
2. Обоснованная система онлайн-рекомендаций для сотрудников предприятия в качестве вспомогательного инструмента для улучшения качества обслуживания: работник может корректировать свое поведение в зависимости от типа клиента, даже не имея опыта в продажах, – действия перестают быть интуитивными.
3. Использование достоверно измеримых психофизиологических параметров (слабо контролируемых фи-

зиологических проявлений темперамента человека, врожденно обусловленных и почти не меняющихся в течение жизни) для профилирования клиента вместо ситуативных интерпретаций поведения.

4. Автоматические рекомендации сотруднику – инновационная система моментальной обратной связи по клиентской работе строится на базе искусственного интеллекта и компетенциях, в частности команды «Хидбук» (и группы привлеченных экспертов), в области продаж и психологии и позволяет корректировать работу сотрудников с опорой на текущую ситуацию с возможностью последующего разбора случая.

В то же время, несмотря на успех пилотных проектов и востребованность решения на рынке, тиражирование сервиса затруднено, так как практически все крупные заказчики не готовы использовать продукты на облачных технологиях из соображений безопасности и защиты данных.

5. ВЫВОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Проведенный анализ позволил выделить несколько направлений повышения эффективности бизнес-процессов при внедрении технологий нейросетей – они представлены в табл. 2.

При внедрении НС-технологий в бизнес-процессы организации можно добиться следующей оптимизации:

- работа некоторых систем в автономном режиме, что позволяет сконцентрироваться на тех вопросах, куда еще не внедрены НС;
- экономия времени в аналитических процессах;
- обеспечение оперативной обратной связи;
- контроль соблюдения сотрудниками принципов и внутренних правил организации;

- автоматическое появление новых входных данных для аналитики, так как система самообучаема.

В рассмотренных кейсах внедрение нейросетей позволило добиться следующих результатов:

- автоматическое отслеживание качества клиентского сервиса;
- исключение человеческого фактора и ошибок при оценке работы персонала;
- быстрое онлайн-профилирование 100% клиентов без их вовлечения и без привлечения дорогостоящих экспертов;
- онлайн-рекомендации сотрудникам для ситуативной коррекции их поведения;
- повышение количества кросс-продаж;
- ежедневное обучение сотрудников персональной работе с клиентами;
- увеличение качественных и количественных показателей в работе компаний.

Исходя из этого организациям можно предложить следующие рекомендации для внедрения в свои бизнес-процессы НС.

1. Нейросети могут заменить традиционную экспресс-диагностику клиентов (опросы, тесты, экспертную оценку и др.), являющуюся долгим, дорогостоящим, сложным к валидации и порой нереализуемым процессом в условиях работы офиса.
2. Автоматические рекомендации и профилирование сервиса станут важным дополнением к существующей системе управления клиентской лояльностью, повышая эффективности бизнес-процессов и рост кросс-продаж компаний.
3. Развитие цифровых технологий и вывод рутинных операций в дистанционные каналы вынуждает компании активно трансформировать свои бизнес-процессы.

Таблица 2
Показатели эффективности бизнес-процессов
при внедрении технологий нейросетей

Показатели эффективности использования системы	%	Причина
Рост интегрального показателя удовлетворенности клиента	10 ^a	Повышение компетенций сотрудников в сфере коммуникации с клиентом
Рост продаж	14 ^b	Персонализация предложений на основе профиля клиента
Рост кросс-продаж	19 ^c	Персонализация скриптов продаж, анализ клиентских реакций
Экономия издержек	5 ^d	Корректировка рабочей нагрузки и численности персонала
Формирование базы профилей клиентов	100	Онлайн-профилирование 100% клиентских встреч

^a На основании пилотного проекта в МФЦ г. Реутов.

^b По результатам внедрения технологии Chameleon Group в ПАО «Сбербанк».

^c Был проведен анализ результата внедрения персональных рекомендаций сотрудникам при использовании сервиса Needbook (за счет подтягивания отстающих сотрудников до уровня средних и средних сотрудников – до уровня лучших).

^d Рыночная практика на основе результатов работы конкурентов (TimeBook).

Для этого необходимо внедрять умные аналитические инструменты и сервисы, базирующиеся на искусственном интеллекте.

4. Благодаря такому внедрению компания может отслеживать результаты и предпринимать меры по улучшению работы в автономном режиме.
5. Любое технологическое изменение в компании должно быть экономически обосновано. В случае с технологиями НС нужно понимать, какие процессы необходимо оптимизировать, чтобы достичь автоматизации рутинных и долгих.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сфера применения нейронных сетей очень разнообразна. При этом каждая из созданных нейросетей относится и обучается под установленные цели и задачи и никогда не выходит за обозначенные границы, развиваясь только в этом направлении.

Нейронные сети являются неоценимым источником информации о клиенте для различных компаний, который в будущем, возможно, заменит привычные инструменты для сегментирования и таргетирования, поскольку нейронная сеть, зная все потребности потенциального покупателя, может подсказать, чего он желает.

Неоспоримым преимуществом сетевой модели является ее способность изменяться с появлением новых наблюдений и/или использовать созданную модель для решения аналогичных задач, учитывая новые входные переменные.

Прогнозирование, основанное на нейронной сети, имеет ряд недостатков. Обычно для создания приемлемой модели требуется большое количество наблюдений, кроме того, для целей обучения сети необходимо тщательно подбирать весовое соотношение факторов. Несмотря на эти недостатки, использование нейронных сетей дает значительные преимущества в прогнозировании по сравнению с более простыми статистическими методами. Преимуществом нейронной сети является также ее высокая устойчивость к данным шума и способность использовать неограниченное количество независимых переменных.

В то же время, несмотря на успех пилотных проектов и востребованность решения на рынке, тиражирование сервиса затруднено, так как практически все крупные заказчики не готовы использовать продукты на облачных технологиях из соображений безопасности и защиты данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметзянов К.Р., Тур А.И., Кокоулин А.Н., Южаков А.А. (2020). Оптимизация вычислений нейронной сети // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления. № 36.
2. Винер Н. (1968). Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине / Пер. с англ. М.: Советское радио.
3. Зуев В.Н., Кемайкин В.К. (2019). Модифицированный алгоритм обучения нейронных сетей // Программные продукты и системы. Т. 32. № 2. С. 258–262. DOI: 10.15827/0236-235X.126.258-262.
4. Ковалев Д.А. (2020). Глубокие нейронные сети. применение в медицине // Символ науки. № 4. С. 29–31.

5. Корнина А.Е. (2018). Машинное обучение и нейронные сети в бизнесе // *Хроноэкономика*. № 2(10). С. 110–115.
6. Курников Д.С., Петров С.А. (2017). Использование нейронных сетей в экономике // *Juvenis Scientia*. № 6. С. 10–12.
7. Линдер Н.В., Арсенова Е.В. (2016). Инструменты стимулирования инновационной активности холдингов в промышленности // *Научные труды Вольного экономического общества России*. Т. 198. № 2. С. 266–274.
8. Минский М., Пейперт С. (1971). Перцептроны / Пер. с англ. М.: Мир.
9. Морхат П.М. (2018). Искусственный интеллект: некоторые итоги обработки результатов проведения экспертных опросов специалистов // *Нравственные императивы в праве*. № 2.
10. Наумова М.Я., Шарафутдинов А.Г. (2015). Искусственный интеллект – будущее сегодня // *NovalInfo.Ru*. Т. 34. № 2. С. 67–69.
11. Трачук А.В., Линдер Н.В., Тарасов И.В., Налбандян Г.Г., Ховалова Т.В., Кондратюк Т.В., Попов Н.А. (2018). Трансформация промышленности в условиях четвертой промышленной революции. М.: Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации.
12. Цвенгер И.Г., Низамов И.Р. (2017). Применение нейросетевых регуляторов в системах управления электроприводами // *Вестник Казанского технологического университета*. Т. 20. № 8. С. 111–114.
13. Юнусова Л.Р., Магсумова А.Р. (2019). Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей // *Проблемы науки*. № 7(43). С. 21–25.
14. Aleksander I., Morton H. (1990). An introduction to neural computing. London: Chapman & Hall.
15. Ashby W.R. (1952). Design for a brain. New York: Wiley.
16. Bashkirov O.A., Bravermann E.M., Muchnik I.B. (1964). Potential function algorithms for pattern recognition learning machines // *Automation and Remote Control*. No. 25. P. 629–631.
17. Beitz C.R. (2018). The idea of human rights. New York: Oxford University Press.
18. Bowman D.M., Garden H., Stroud C., Winickoff D.E. (2018). The neurotechnology and society interface: Responsible innovation in an international context // *Journal of Responsible Innovation*. Vol. 5. No. 1. P. 1–12.
19. Broomhead D.S., Lowe D. (1988). Multivariable functional interpolation and adaptive networks // *Complex Systems*. No. 2. P. 321–355.
20. Cowan J.D. (1967). A mathematical theory of central nervous activity: Ph.D. Thesis. London: University of London.
21. Hebb D.O. (1949). The organization of behavior: A neuropsychological theory. New York: Wiley.
22. Kohonen T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps // *Biological Cybernetics*. No. 43. P. 59–69.
23. McCulloch W.S., Pitts W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // *Bulletin of Mathematical Biophysics*. No. 5. P. 115–133.
24. Minsky M.L. (1954). Theory of neural-analog reinforcement systems and its application to the brain-model problem: Ph.D. Thesis. Princeton, NJ.: Princeton University.
25. Minsky M.L. (1961). Steps toward artificial intelligence. Proceedings of the Institute of Radio Engineers. No. 49. P. 8–30.
26. Ramon y Cajal S. (1911). Histologie du systeme nerveux de l'homme et des vertebres. Paris: Maloine.
27. Rochester N., Holland J.H., Haibt L.H., Duda W.L. (1956). Tests on a cell assembly theory of the action of the brain, using a large digital computer. IRE Transactions on Information Theory. No. IT-2. P. 80–93.
28. Rosellini W., D'Haese P.-F. (2017). Data is driving the future of neurotechnology with cranialcloud // *ONdrugDelivery*. Vol. 81. P. 44–47.
29. Rosenblatt F. (1958). The Perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain // *Psychological Review*. No. 65. P. 386–408.
30. Rumelhart D., Hinton G., Williams R. (1986). Learning representations by back-propagating errors // *Nature* (London). No. 323. P. 533–536.
31. Uttley A.M. (1956). A theory of the mechanism of learning based on conditional probabilities. Proceedings of the 1st International Conference on Cybernetics. Namur; Gauthier-Villars; Paris. P. 83–92.
32. Uttley A.M. (1979). Information transmission in the nervous system. London: Academic Press.
33. Widrow B. (1962). Generalisation and information storage in networks of adaline “neurons” // *Self-Organizing Systems* / M.C. Yovitz, G.T. Jacobi, G.D. Goldstein (eds.). Washington, DC: Sparta.
34. Willshaw D.J., Malsburg C. von der (1976). How patterned neural connections can be set up by self-organization. Proceedings of the Royal Society of London. Series B. No. 194. P. 431–445.
35. Winograd S., Cowan J.D. (1963). Reliable computation in the presence of noise. Cambridge, MA: MIT Press.

REFERENCES

1. Akhmetzyanov K.R., Tur A.I., Kokoulin A.N., Yuzhakov A.A. (2020). Optimizatsiya vychisleniy neyronnykh seti [Optimization of neural network computation]. *Vestnik PNIPU. Elektrotehnika, informatsionnye tekhnologii, sistemy upravleniya* [PNRPU Bulletin. Electrotechnics, Informational Technologies, Control Systems], 36.
2. Wiener N. (1968). *Kibernetika, ili Upravlenie i svyaz' v zhivotnom i mashine* [Cybernetics: Or control and communication in the animal and the machine]. Trans. from Eng. Moscow, Sovetskoe radio.
3. Zuev V.N., Kemaykin V.K. (2019). Modifitsirovannyi algoritm obucheniya neyronnykh setey [An improved neural network training algorithm]. *Programmye produkty i sistemy* [Software & Systems], 32(2), 258–262. DOI: 10.15827/0236-235X.126.258–262.
4. Kovalev D.A. (2020). Glubokie neyronnye seti. Primenenie v meditsine [Deep neural networks. Medical applications]. *Simvol nauki* [Symbol of Science], 4, 29–31.
5. Kornina A. (2018). Mashinnoe obucheniye i neyronnye seti v biznese [Machine learning and neural networks in business]. *Khronoekonomika* [HronoEconomics], 2(10), 110–115.
6. Kurnikov D.S., Petrov S.A. (2017). Ispol'zovanie neyronnykh setey v ekonomike [The use of neural networks in the economy]. *Juvenis Scientia*, 6, 10–12.

7. Linder N.V., Arsenova E.V. (2016). Instrumenty stimulirovaniya innovatsionnoy aktivnosti kholdingov v promyshlennosti [Instruments of stimulation of innovative activity of holdings in the industry]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii [Scientific Works of VEO of Russia]*, 198(2), 266-274.
8. Minsky M., Papert S. (1971). *Perseptrony [Perceptrons]*. Trans. from Eng. Moscow, Mir.
9. Morkhat P.M. (2018). Iskustvennyy intellekt: nekotorye itogi obrabotki rezul'tatov provedeniya ekspertnykh oprosov spetsialistov [Artificial intelligence: Some results of processing the results of expert surveys of specialists]. *Nravstvennye imperativy v prave [Moral Imperatives in Law]*, 2.
10. Naumova M.Ya., Sharafutdinov A.G. (2015). Iskustvennyy intellekt - budushchee segodnya [Artificial Intelligence - the future today]. *NovaInfo.Ru*, 34(2), 67-69.
11. Trachuk A.V., Linder N.V., Tarasov I.V., Nalbandyan G.G., Khovalova T.V., Kondratyuk T.V., Popov N.A. (2018). *Transformatsiya promyshlennosti v usloviyakh chetvertoy promyshlennoy revolyutsii [Transformation of industry in the context of the Fourth Industrial Revolution]*. Moscow, Financial University under the Government of the Russian Federation.
12. Tsvenger I.G., Nizamov I.R. (2017). Primenenie neyrosetevykh regulyatorov v sistemakh upravleniya elektroprivodami [Applying neural network regulators in system control of electric drives]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan Technological University]*, 20(8), 111-114.
13. Yunusova L.R., Magsumova A.R. (2019). Algoritmy obucheniya iskusstvennykh neyronnykh setey [Algorithms for training artificial neural networks]. *Problemy nauki [Science Problems]*, 7(43), 21-25.
14. Aleksander I., Morton H. (1990). *An introduction to neural computing*. London, Chapman & Hall.
15. Ashby W.R. (1952). *Design for a brain*. New York, Wiley.
16. Bashkirov O.A., Bravermann E.M., Muchnik I.B. (1964). Potential function algorithms for pattern recognition learning machines. *Automation and Remote Control*, 25, 629-631.
17. Beitz C.R. (2018). *The idea of human rights*. New York, Oxford University Press.
18. Bowman D.M., Garden H., Stroud C., Winickoff D.E. (2018). The neurotechnology and society interface: Responsible innovation in an international context. *Journal of Responsible Innovation*, 5(1), 1-12.
19. Broomhead D.S., Lowe D. (1988). Multivariable functional interpolation and adaptive networks. *Complex Systems*, 2, 321-355.
20. Cowan J.D. (1967). *A mathematical theory of central nervous activity*. Ph.D. Thesis. London, University of London.
21. Hebb D.O. (1949). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. New York, Wiley.
22. Kohonen T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 43, 59-69.
23. McCulloch W.S., Pitts W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, 115-133.
24. Minsky M.L. (1954). *Theory of neural-analog reinforcement systems and its application to the brain-model problem*. Ph.D. Thesis. Princeton, NJ., Princeton University.
25. Minsky M.L. (1961). Steps toward artificial intelligence. *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 49, 8-30.
26. Ramon y Cajal S. (1911). *Histologie du systeme nerveux de l'homme et des vertebres*. Paris, Maloine.
27. Rochester N., Holland J.H., Haibt L.H., Duda W.L. (1956). Tests on a cell assembly theory of the action of the brain, using a large digital computer. *IRE Transactions on Information Theory*, IT-2, 80-93.
28. Rosellini W., D'Haese P.-F. (2017). Data is driving the future of neurotechnology with cranialcloud. *ONdrugDelivery*, 81, 44-47.
29. Rosenblatt F. (1958). The Perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, 65, 386-408.
30. Rumelhart D., Hinton G., Williams R. (1986). Learning representations by back-propagating errors. *Nature (London)*, 323, 533-536.
31. Uttley A.M. (1956). A theory of the mechanism of learning based on conditional probabilities. *Proc. of the 1st International Conference on Cybernetics*, Namur, Gauthier-Villars, Paris, 83-92.
32. Uttley A.M. (1979). *Information transmission in the nervous system*. London, Academic Press.
33. Widrow B. (1962). Generalisation and information storage in networks of adaline "neurons". In: Yovitz M.C., Jacobi G.T., Goldstein G.D. (eds.). *Self-Organizing Systems*. Washington, DC, Sparta.
34. Willshaw D.J., Malsburg C. von der (1976). How patterned neural connections can be set up by self-organization. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 194, 431-445.
35. Winograd S., Cowan J.D. (1963). *Reliable computation in the presence of noise*. Cambridge, MA, MIT Press.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Александр Львович Лисовский

Кандидат экономических наук, генеральный директор АО «НПО «Криптен»».

Область научных интересов: формирование стратегии развития промышленных компаний, управление изменениями, трансформация промышленного производства.

E-mail: al@asp.ru

ABOUT THE AUTHOR

Alexandr L. Lisovsky

Candidate of economic sciences, general director of "NPO "Kripten" JSC.

Research interests: formation of the development strategy of industrial companies, change management, transformation of industrial production.

E-mail: al@asp.ru