

**Виноградова Елена Борисовна**

д.э.н., доцент, профессор Высшей школы  
производственного менеджмента  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого  
Институт промышленного менеджмента,  
экономики и торговли  
Санкт-Петербург, Россия  
vinogradova@spbstu.ru

**Elena B. Vinogradova**

Doctor of Economics, Associate Professor,  
Professor of the Higher School  
of Industrial Management  
Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University  
Institute of Industrial  
Management, Economics and Trade  
St. Petersburg, Russia

**Мальтин Олег Викторович**

Ассистент Высшей школы производственного  
менеджмента  
Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого  
Институт промышленного менеджмента,  
экономики и торговли  
Санкт-Петербург, Россия  
olegmaltinspb@gmail.com

**Oleg V. Maltin**

Assistant of the Higher School  
of Industrial Management  
Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University  
Institute of Industrial  
Management, Economics and Trade  
St. Petersburg, Russia

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ  
УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В  
ОРГАНИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**AUTOMATION OF MANAGERIAL DECISION-  
MAKING IN AN ORGANIZATION USING  
NEURAL NETWORKS**

**Аннотация**

В современной экономике зачатую ключевым моментом конкурентного преимущества является внедрение эффективной системы принятия управленческих решений, основанной на новейших технологиях искусственного интеллекта – нейронных сетях. При условиях динамически меняющейся и плохо прогнозируемой экономики необходимо внедрение автоматизированной системы управления, которая даст возможность своевременно и гибко адаптировать управления, буквально в «режиме реального времени». При создании автоматизированной системы принятия управленческих решений рассматриваются следующие этапы: определение целей и задач, сбор и анализ данных, разработка модели принятия решений, валидация модели, интеграция с бизнес-процессами, обучение персонала, пилотное внедрение, анализ результатов и оптимизация, масштабирование, непрерывный мониторинг и обновление. Также в работе анализируются основные типы архитектуры нейронных сетей, используемых при построении автоматизированной системы принятия управленческих решений.

**Ключевые слова:**

искусственный интеллект, нейронные сети, управленческое решение

**Abstract**

In the modern economy, the key moment of competitive advantage is the introduction of an effective management decision-making system based on the latest artificial intelligence technologies - neural networks. Under the conditions of a dynamically changing and poorly forecasted economy, it is necessary to introduce an automated management system that will make it possible to adapt management in a timely and flexible manner, literally in "real time". When creating an automated management decision-making system, the following stages are considered: definition of goals and objectives, data collection and analysis, development of a decision-making model, validation of the model, integration with business processes, staff training, pilot implementation, results analysis and optimization, scaling, continuous monitoring and updating. The paper also analyzes the main types of neural network architecture used in the construction of an automated management decision-making system.

**Keywords:**

artificial intelligence, neural networks, management decision

Перспектива частичной или даже полной автоматизации принятия управленческих решений в организации с использованием искусственных нейронных сетей все больше утверждается в научном сообществе с постоянным возрастанием объемов, поступающих внешних и внутренних данных. Нейронная сеть способна очень быстро проводить первичную обработку и подготовку данных, проводить структурирование и анализ подготовленных данных и далее выявлять необходимые тренды и скрытые зависимости в данных необходимы для принятия эффективных управленческих решений.

Рассмотрим основные этапы при разработке автоматизированной системы принятия решений с использованием нейронных сетей.

Вначале необходимо определить ключевые цели и задачи, которые будет решать автоматизированная система принятия управленческих решений (рис. 1). Например, ключевой задачей может быть повышение эффективности организации, либо ключевой задачей являться минимизация затрат в деятельности организации, также ключевой задачей может быть ускорение процедуры принятия управленческих решений чтобы гибко и адаптивно следовать изменяющимся экономическим и рыночным тенденциям (что особенно важно для чувствительным к таким изменениям экономическим областям).



Рисунок 1 – Основные этапы разработки и внедрения автоматизированной системы принятия управленческих решений с использованием нейронных сетей

На втором этапе разработки автоматизированной системы принятия управленческих решений необходимо организовать систему сбора нужных для принятия решений данных. Это может включать большую серию исторических данных, текущих данных, прогнозных данных из разных источников, а также релевантные к поставленным перед автоматизированной системой задачам данным. Данный этап также включает обработку данных разных форматов и приведение их к стандарту, нормализацию и категоризацию данных, очистку данных от выбросов, нулей и артефактов.

На следующем этапе проводится разработка самой модели принятия управленческих решений с использованием технологии нейронных сетей. Данная разработка модели включает в себя выбор архитектуры нейронной сети, которая напрямую зависит от поставленной задачи и характера анализируемых данных (их объема, типа и структуры). Выбор модели также влияет на будущий процесс внедрения модели в организационные процессы, масштабируемость модели, устойчивость и точность модели и скорость анализа входных данных.

На четвертом этапе проводится обучение выбранной модели на исходных данных. В процессе обучения подбираются различные параметры нейронной сети, чтобы обеспечить сходимость алгоритма и минимизировать ошибку обучения (такие как: количество скрытых слоев нейронной сети, количество нейронов в каждом слое, алгоритм сходимости и обучения сети и т.д.). При этом надо контролировать процесс обучения, чтобы не переобучить нейронную сеть, которая тогда теряет точность и эффективность прогнозирования. Далее происходит валидация и тестирование модели на входных (исторических) данных, не участвовавших в первоначальном обучении модели. По результатам валидации и тестирования принимается решение об переобучении нейронной сети если точность валидации и тестирования выходит за заданный порог. В результате нескольких итераций переобучения, валидации и тестирования получаем рабочую нейронную сеть, отвечающую требованиям точности и стабильности сходимости.

На следующем этапе разработки автоматизированной системы принятия управленческих решений в организации проводится интеграция разработанной и обученной нейронной сети с бизнес-процессами организации. Это включает интеграцию и подключение нейронной сети к системам учета в организации, к системе управления взаимоотношения с клиентами, а также к системе управления и

планирования ресурсами организации и т.д. То есть реализуется синхронизация и обмен данными разработанной нейронной сети с необходимыми бизнес-процессами деятельности различных подразделений организации. Данная интеграция имеет важнейшее значение так как обеспечивает непосредственную коммуникацию нейронной сети и обратно с процессами деятельности организации и от корректности и оптимальности такой интеграции зависит эффективности работы всей автоматизированной системы принятия управленческих решений.

Далее проводится обучение сотрудников организации работе и обращению с новой системой принятия управленческих решений. Необходимо на данном этапе сделать прозрачным для сотрудников организации алгоритм работы данной системы управления, определить градацию входных и выходных сигналов системы, режим ее работы в различных ситуациях, механизм реагирования и обратной связи. Наладить механизм корректировки и дополнения системы с учетом постоянной обратной связи. Также определить иерархию управления данной системой и разграничение ответственности. Прозрачное понимание функционала работы и управления данной системой на всех уровнях организации является залогом успешного внедрения работы автоматизированной системы принятия управленческих решений.

На следующем этапе реализуется пилотное внедрение автоматизированной системы принятия управленческих решений. Внедрение осуществляется на ограниченном сегменте деятельности организации, например, только в одном отделе организации. Данная процедура необходима для более удобной отладки системы в режиме реальной деятельности организации. Пилотное внедрение также реализуется в поэтапные проверки работоспособности (пошаговой проверки) системы в различных отделах и структурах организации, после этого данные о параметрах ее работы в этих сегментах собираются для последующего анализа.

Далее после некоторого времени работы системы в пилотном режиме, в разных отделах организации, и накопления данных об ее работе, проводится анализ эффективности работы системы и как результат доработка и оптимизация системы под действующую организационную структуру и бизнес-процессы организации. На данном этапе важна тонкая «подгонка», персонализация автоматизированной системы под уникальные особенности и задачи организации, учитывающие персонализацию и особенности руководителей и сотрудников организации.

На данном этапе проводится масштабирование успешной пилотной тестовой системы на все отделы и подразделения организации. После проведения масштабирования автоматизированная система принятия управленческих решений полностью внедряется в реальную деятельность организации, в необходимом ее бизнес-процессе. После масштабирования успешной пилотной системы важно выполнить настройку и корректировку всей системы, чтобы обеспечить оптимальную «сшивку» для разных отделов и структур организации. Данный этап характеризует финальный шаг внедрения в деятельность автоматизированной системы управления при помощи нейронных сетей.

Далее проводится непрерывный мониторинг работы автоматизированной системы управления в целях обеспечения ее актуальности функционирования (актуальности начальных данных) и поддержания эффективности ее работы. Необходимо проводить мониторинг и обновление начальных данных, и функционала для обеспечения ее адаптации к изменяющимся рыночным трендам и условиям развития бизнеса. Постоянный мониторинг внешней и внутренней среды организации — это основной момент в работе всей автоматизированной системы принятия управленческих решений, так как именно в постоянном мониторинге входных данных организации и своевременном внедрении обновлений системы и заключается «ключ к успеху». В этом заключается сам смысл внедрения и функционирования автоматизированной системы управления организацией, что особенно важно в современных динамически развивающихся, плохо прогнозируемых экономических условиях.

### **Основные типы архитектуры нейронных сетей, используемых при построении автоматизированной системы принятия управленческих решений.**

Нейронная сеть многослойный перцептрон (Multilayer Perceptrons) состоит из нескольких слоев нейронов, чаще всего она используется для решения задач классификации данных и регрессионного анализа. Она легко обучается на сложных нелинейных зависимостях между данными и тем самым она очень полезна в автоматизированных системах управления для проведения для анализа данных и проведения прогнозирования на этой основе (рис. 2).

Сверточная нейронная сеть (Convolutional Neural Networks) характеризуется хорошей совместимостью и результатами при обработке таких визуальных данных как

фотографии и видео файлы. Хорошо интерпретирует такие данные как графики, диаграммы, графические зависимости, что важно в контексте использования автоматизированной системы управления при получении и обработки такого типа поступающих внешних экономических данных.

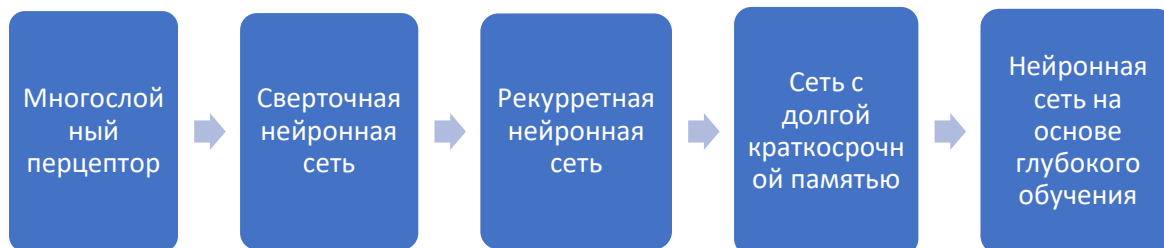


Рисунок 2 – Основные типы архитектуры нейронных сетей, используемых при построении автоматизированной системы принятия управленческих решений.

Рекуррентная нейронная сеть (Recurrent Neural Networks) характеризуется хорошей обработкой последовательно поступающих данных, например временные ряды данных, текстовые данные. Таким образом при анализе финансовых и рыночных данных (финансовых отчётов), имеющих временную составляющую или тестовых материалов (новостей, публикаций, социальных сетей) данная нейронная сеть имеет преимущество в скорости и качестве обработки и интерпретации данных.

Сеть с долгой краткосрочной памятью (Long Short-Term Memory) имеет преимущество при обработке данных поступающих за длительный промежуток времени (длинные временные ряды) или протяженные во времени взаимозависимые данные. Что может быть важным при прогнозировании больших временных (прошлых) данных или долгосрочном стратегическом планировании.

Искусственные нейронные сети на основе глубокого обучения (Deep Learning Neural Networks), как правило являются многослойными, они характеризуются глубоким анализом больших данных, выявлением сложных и скрытых взаимозависимостей. Также могут выступать в роли дополнительного вторичного инструмента расширенного анализа данных, что может выступать ключевой характеристикой при автоматизации принятия управленческих решений, в случае прогнозирования неявных трендов и закономерностей между данными.

## Выводы

Внедрение автоматизированной системы принятия управляющих решений с использованием нейронных сетей чрезвычайно актуально в современных реалиях

динамически неустойчивой и плохо прогнозируемой экономики. Построение автоматизированной системы принятия управленческих решений включает следующие этапы: определение целей и задач, сбор и анализ данных, разработка модели принятия решений, валидация модели, интеграция с бизнес-процессами, обучение персонала, пилотное внедрение, анализ результатов и оптимизация, масштабирование, непрерывный мониторинг и обновление. Основные типы архитектуры нейронных сетей, используемых при построении автоматизированной системы принятия управленческих решений, следующие: многослойные перцептроны, сверточные нейронные сети, рекуррентные нейронные сети, сети с долгой краткосрочной памятью, искусственные нейронные сети на основе глубокого обучения.

### **Список использованных источников**

1. Battiston, Stefano, et al. Complex systems. Complexity theory and financial regulation. *Science* 351.6275 (2016): 818-819. DOI: 10.1126/science.aad0299
2. Cars Hommes, Behavioral and experimental macroeconomics and policy analysis: A complex systems approach. *Journal of Economic Literature* 59(1) (2021): 149-219.
3. Farmer, J. Doyne, and Duncan Foley. "The economy needs agent-based modelling." *Nature* 460.7256 (2009): 685-686.
4. Бредихин А.И. Алгоритмы обучения сверточных нейронных сетей // Вестник Югорского государственного университета. 2019. № 1 (52). С. 41-54.
5. Городнова Н.В. Применение искусственного интеллекта в бизнес-сфере: современное состояние и перспективы // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11. № 4. С. 1473-1492.
6. Иноземцева С.А. Технологии цифровой трансформации в России // Актуальные проблемы экономики, социологии и права. 2018. № 1. С. 44-47.
7. Курников Д.С., Петров С.А. Использование нейронных сетей в экономике // *Juvenis Scientia*. 2017. № 6. С. 10-12.
8. Строков А.А. Цифровизация образования: проблемы и перспективы // Вестник Мининского университета. 2020. Т. 8. № 2 (31). С. 15.
9. Федорова Е.С., Калинина О.В. Теоретические аспекты взаимосвязи эффективности управления инновационным предприятием и человеческим капиталом, С.112, 2018 г.