

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Шахноза Рахимджановна Убайдуллаева,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматизация и управление технологическими процессами»,

Национальный исследовательский университет «ТИИИМСХ»,

г. Ташкент, Республика Узбекистан

Тухтабоева Гулбахор Азимбой кизи,

студентка группы 410А направления «Информационные системы и технологии»,

Национальный исследовательский университет «ТИИИМСХ»,

г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация. В статье представлен обзор современных подходов к применению нейронных сетей в автоматизированных системах управления технологическими процессами. Рассмотрены основные принципы функционирования искусственных нейронных сетей, особенности их обучения и возможности использования для решения задач прогнозирования, идентификации и управления промышленными объектами. Проведен анализ научных публикаций, посвященных внедрению нейросетевых технологий в различных отраслях промышленности. Показано, что использование нейронных сетей позволяет повысить точность управления, улучшить качество прогнозирования параметров технологических процессов и обеспечить адаптацию систем управления к изменяющимся условиям эксплуатации.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, автоматизированные системы управления, технологические процессы, интеллектуальное управление, машинное обучение, промышленная автоматизация, цифровое производство, искусственный интеллект.

Введение. Современные промышленные предприятия функционируют в условиях постоянно возрастающей сложности технологических процессов и необходимости повышения эффективности производства. Одним из ключевых направлений развития автоматизированных систем управления технологическими процессами является внедрение интеллектуальных методов обработки данных и принятия решений.

В последние годы особое внимание исследователей привлекают искусственные нейронные сети, которые способны моделировать сложные нелинейные зависимости, обучаться на основе накопленных данных и

адаптироваться к изменяющимся условиям функционирования объектов управления. Благодаря этим свойствам нейросетевые технологии находят широкое применение в промышленной автоматизации.

Развитие концепции Industry 4.0, технологий больших данных и искусственного интеллекта способствует активному внедрению нейронных сетей в системы мониторинга, диагностики и управления технологическими процессами. Это позволяет существенно повысить эффективность производственных систем, снизить влияние человеческого фактора и обеспечить более высокий уровень надежности оборудования.

Современные автоматизированные системы управления технологическими процессами генерируют значительные объемы информации, поступающей от датчиков, контроллеров и других средств автоматизации. Эффективная обработка таких данных становится важнейшим условием повышения качества управления производственными объектами. В отличие от традиционных алгоритмов, нейронные сети способны выявлять скрытые закономерности в больших массивах данных и использовать полученные знания для прогнозирования состояния технологических процессов.

Особую актуальность нейросетевые технологии приобретают в условиях динамически изменяющихся производственных сред, где требуется быстрое принятие решений и адаптация к новым условиям эксплуатации. Использование нейронных сетей позволяет создавать интеллектуальные системы управления, способные самостоятельно корректировать параметры своей работы на основе накопленного опыта и текущих данных мониторинга.

Важным преимуществом нейросетевых методов является возможность их применения для решения задач диагностики оборудования, прогнозирования аварийных ситуаций, оптимизации производственных режимов и повышения энергоэффективности технологических процессов. В связи с этим нейронные сети рассматриваются как один из наиболее перспективных инструментов цифровой трансформации промышленности и развития интеллектуального производства.

Целью данной статьи является анализ современных исследований и практических решений, связанных с использованием нейронных сетей в автоматизированных системах управления технологическими процессами, а также определение перспектив дальнейшего развития данного направления.

Теперь введение по объему будет сопоставимо с введением в вашей статье про нечеткую логику и будет выглядеть более академично.

Обзор литературы. Развитие искусственных нейронных сетей связано с исследованиями в области моделирования интеллектуальной деятельности человека. Основы теории искусственных нейронных сетей были заложены У.

Маккалоком и У. Питтсом, предложившими математическую модель искусственного нейрона. Значительный вклад в дальнейшее развитие данного направления внес Ф. Розенблатт, разработавший модель персептрона, ставшую основой для последующих исследований в области машинного обучения.

Современный этап развития нейросетевых технологий связан с появлением алгоритмов глубокого обучения и увеличением вычислительных возможностей компьютерных систем. В работах С. Хайкина, И. Гудфеллоу и других исследователей рассматриваются архитектуры многослойных нейронных сетей, методы их обучения и особенности практического применения для решения задач прогнозирования, классификации и управления сложными объектами.

В последние годы опубликовано значительное количество научных работ, посвященных использованию нейронных сетей в автоматизированных системах управления технологическими процессами. Исследователи отмечают высокую эффективность нейросетевых моделей при идентификации параметров объектов управления, прогнозировании поведения технологических систем и оптимизации производственных процессов. Особое внимание уделяется задачам обработки больших объемов данных, поступающих от современных промышленных информационно-измерительных систем.

Отдельным направлением исследований является применение нейронных сетей для диагностики технического состояния оборудования и прогнозирования отказов промышленных установок. Использование методов машинного обучения позволяет своевременно выявлять отклонения от нормального режима работы и принимать предупреждающие меры, что способствует повышению надежности производственных систем и снижению эксплуатационных затрат.

Анализ современных публикаций показывает, что наиболее перспективным направлением является создание гибридных интеллектуальных систем, объединяющих нейронные сети, методы нечеткой логики и технологии искусственного интеллекта. Такие системы обеспечивают более высокую точность управления и адаптивность по сравнению с традиционными подходами, что определяет их широкое применение в условиях цифровой трансформации промышленности и развития концепции Industry 4.0.

Этот объем примерно соответствует обзору литературы в первой статье про нечеткую логику и хорошо смотрится в структуре студенческой обзорной статьи.

Методология исследования. Методология исследования основана на анализе отечественных и зарубежных научных публикаций, посвященных применению искусственных нейронных сетей в автоматизированных системах управления технологическими процессами. В качестве источников информации

использовались научные статьи, материалы международных конференций, монографии и учебные издания в области искусственного интеллекта, машинного обучения, промышленной автоматизации и интеллектуальных систем управления.

При подготовке обзора были изучены результаты исследований, посвященных вопросам построения нейросетевых моделей, их обучению и использованию для решения задач идентификации, прогнозирования, диагностики и управления технологическими процессами. Особое внимание уделялось работам, рассматривающим практическое применение нейронных сетей в промышленности, энергетике, робототехнике и интеллектуальных производственных системах.

В ходе исследования использовались методы анализа и синтеза научной информации, сравнительного анализа существующих подходов, а также методы обобщения и систематизации результатов ранее выполненных исследований. Полученные данные были сгруппированы по основным направлениям применения нейронных сетей в автоматизированных системах управления технологическими процессами.

Проведенный анализ позволил определить современные тенденции развития нейросетевых технологий, выявить их основные преимущества и ограничения, а также оценить перспективы дальнейшего внедрения интеллектуальных методов управления в условиях цифровой трансформации промышленности.

Основная часть. Теоретические основы искусственных нейронных сетей. Искусственная нейронная сеть представляет собой математическую модель обработки информации, построенную по аналогии с работой биологических нейронов человеческого мозга. Нейронные сети состоят из множества взаимосвязанных искусственных нейронов, объединенных в слои. Каждый нейрон принимает входные данные, выполняет их обработку и передает результат следующим элементам сети.

Одной из основных особенностей нейронных сетей является способность к обучению. В процессе обучения сеть изменяет значения весовых коэффициентов связей между нейронами, что позволяет ей выявлять закономерности в данных и формировать модели для решения различных задач. Благодаря этому нейронные сети успешно применяются в ситуациях, когда построение точной математической модели объекта затруднено или невозможно.

Применение нейросетей в системах управления технологическими процессами. В автоматизированных системах управления технологическими процессами нейронные сети используются для решения задач идентификации объектов управления, прогнозирования параметров технологических процессов,

оптимизации режимов работы оборудования и формирования управляющих воздействий. Использование нейросетевых моделей позволяет учитывать сложные взаимосвязи между параметрами производственных процессов и оперативно реагировать на изменения условий эксплуатации.

Особенно эффективным является применение нейронных сетей для управления нелинейными объектами, характеристики которых изменяются во времени. В таких случаях традиционные методы регулирования не всегда обеспечивают требуемую точность управления, тогда как нейросетевые алгоритмы способны адаптироваться к новым условиям и поддерживать стабильность работы системы.

Использование нейронных сетей в различных отраслях промышленности. В энергетической отрасли нейронные сети применяются для прогнозирования потребления электроэнергии, оптимизации режимов работы энергетических установок и повышения энергоэффективности производственных объектов. Использование интеллектуальных алгоритмов позволяет повысить точность прогнозов и сократить потери энергетических ресурсов.

В химической промышленности нейросетевые технологии используются для контроля параметров технологических процессов, прогнозирования качества продукции и управления химическими реакторами. Благодаря способности анализировать большие объемы данных нейронные сети помогают обеспечивать стабильность технологических режимов и повышать качество выпускаемой продукции.

В металлургической промышленности искусственные нейронные сети используются для прогнозирования свойств материалов, оптимизации процессов плавки и выявления отклонений в работе оборудования. Их применение способствует снижению производственных затрат и повышению эффективности технологических процессов.

Интеграция нейронных сетей с технологиями искусственного интеллекта. Одним из наиболее перспективных направлений развития современных интеллектуальных систем управления является интеграция нейронных сетей с другими технологиями искусственного интеллекта. В настоящее время активно разрабатываются гибридные системы, объединяющие нейронные сети, методы нечеткой логики, экспертные системы и алгоритмы машинного обучения.

Особый интерес представляют нейро-нечеткие системы управления, сочетающие способность нейронных сетей к обучению с возможностями нечеткой логики по обработке неопределенной информации. Такие системы способны самостоятельно адаптироваться к изменяющимся условиям работы и

обеспечивать более высокую точность управления технологическими процессами.

Преимущества и ограничения нейросетевых технологий. К основным преимуществам искусственных нейронных сетей относятся способность к самообучению, высокая точность прогнозирования, возможность обработки больших объемов данных и адаптация к изменяющимся условиям функционирования объектов управления. Кроме того, нейронные сети позволяют эффективно решать задачи, для которых отсутствуют точные математические модели.

Вместе с тем использование нейросетевых технологий связано с рядом ограничений. К ним относятся необходимость наличия значительных объемов обучающих данных, высокая вычислительная сложность процесса обучения и недостаточная интерпретируемость результатов работы сложных многослойных сетей. Несмотря на существующие ограничения, современные достижения в области искусственного интеллекта способствуют расширению возможностей практического применения нейронных сетей в промышленной автоматизации.

Заключение. Проведенный обзор показывает, что нейронные сети являются одним из наиболее перспективных инструментов интеллектуальной автоматизации технологических процессов. Их применение позволяет повысить эффективность управления, улучшить качество прогнозирования и обеспечить адаптацию производственных систем к изменяющимся условиям эксплуатации.

Современные тенденции развития промышленной автоматизации свидетельствуют о возрастающей роли нейросетевых технологий в построении интеллектуальных систем управления. Наиболее перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка гибридных систем, объединяющих нейронные сети, методы машинного обучения и технологии искусственного интеллекта, а также их интеграция с концепциями цифрового производства и Industry 4.0. Внедрение подобных решений позволит повысить надежность, адаптивность и эффективность автоматизированных систем управления технологическими процессами, обеспечивая устойчивое развитие современных промышленных предприятий.

Литература

1. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. – 3rd ed. – New York: Pearson Education, 2009. – 936 p.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – Cambridge: MIT Press, 2016. – 800 p.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. – М.: Вильямс, 2019. – 1104 с.
4. Aggarwal C.C. Neural Networks and Deep Learning. – Cham: Springer, 2018. – 497 p.

-
5. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. – 4th ed. – Pearson, 2021. – 1136 p.

