



**ИНТЕГРАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГИБКИЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДУСТРИИ 4.0.**

Каримова Индира Шералиевна

Студентка 3 курса, группа 102-23-МТМИА.

Сирожидинов Шамилидин Икромжанович

*Старший преподаватель. Ташкентский государственный технический
университет имени*

Каримова И

г. Ташкент. Контакты: +998 93 328 13 11 | karimovaindira318@gmail.com

Аннотация: *В данной работе авторами исследуются фундаментальные аспекты и практические перспективы внедрения алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) в архитектуру гибких производственных систем (ГПС). В условиях перехода к четвертой промышленной революции (Industry 4.0) актуализируется вопрос трансформации жестких автоматизированных циклов в динамические адаптивные системы. Мы подробно анализируем уровни интеграции нейронных сетей в производственные процессы, рассматриваем проблему латентности данных и методы предиктивной аналитики. В статье обосновывается, что синергия ИИ и ГПС является ключевым фактором минимизации производственных издержек и повышения конкурентоспособности национального сектора машиностроения.*

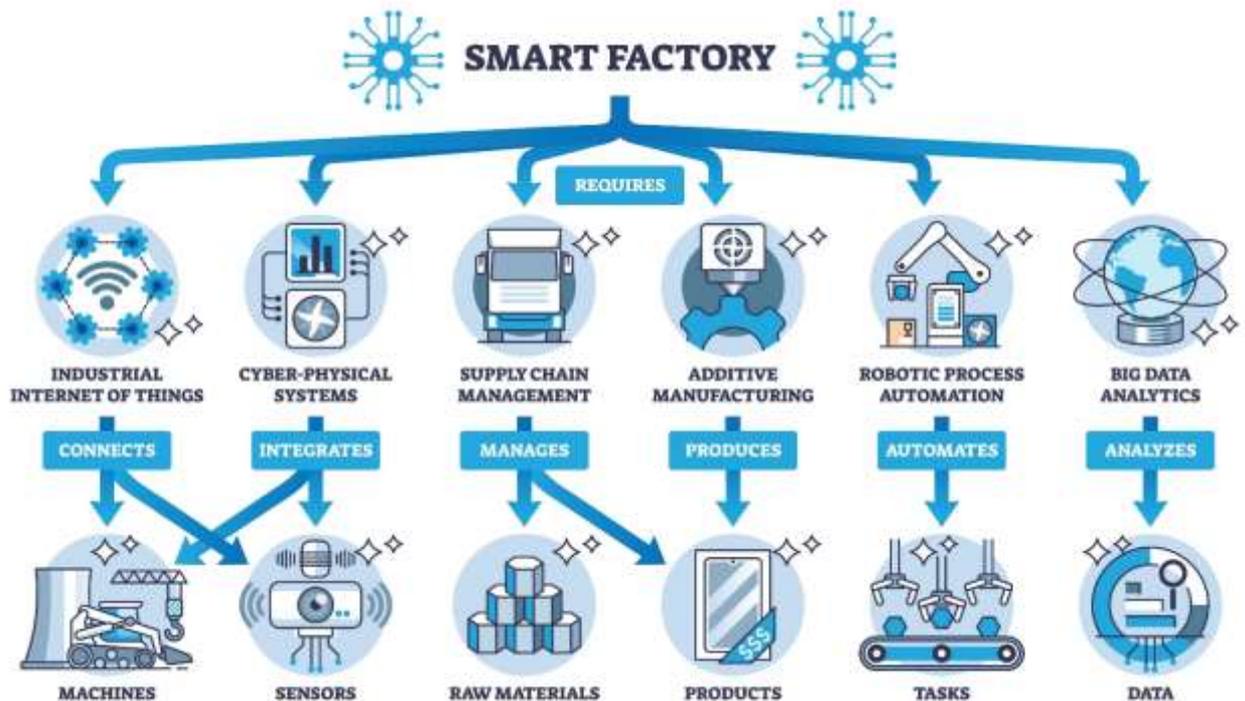
Ключевые слова: *гибкие производственные системы, искусственный интеллект, индустрия 4.0, машинное обучение, предиктивная аналитика, Edge Computing, промышленная робототехника, самоорганизующиеся системы.*

ВВЕДЕНИЕ

Современная мировая экономика переживает этап глубокой цифровой трансформации. Основным трендом Индустрии 4.0 становится переход от массового стандартизированного производства к выпуску индивидуализированной продукции малыми сериями по цене крупносерийного производства. Традиционные жесткие автоматизированные линии, которые десятилетиями служили эталоном эффективности, сегодня сталкиваются с барьером «технологической ригидности». Любое изменение в конструкции детали требует длительной остановки конвейера и дорогостоящего перепрограммирования.

Решением данной проблемы выступают Гибкие производственные системы (ГПС). Однако, как показывает наш анализ, классическая ГПС без интеллектуальной составляющей остается лишь набором механизмов,

зависящих от оперативных решений человека. Интеграция Искусственного интеллекта (ИИ) в структуру ГПС позволяет преодолеть этот «человеческий фактор», наделяя систему способностью к автономному принятию решений в условиях высокой неопределенности и динамично меняющихся производственных задач.



Основная часть: Трехуровневая архитектура ГПС на базе ИИ

Для понимания глубины интеграции ИИ в производство, мы предлагаем рассматривать архитектуру системы через три иерархических уровня:

1. Локальный уровень (Edge AI): Здесь технологии компьютерного зрения и быстрые нейросети интегрированы непосредственно в контроллеры роботов. Это позволяет осуществлять высокоточную коррекцию движений манипуляторов в реальном времени. Например, при обнаружении отклонения в позиционировании детали на $1.5-2^\circ$, система не останавливает цикл, а мгновенно пересчитывает траекторию захвата, что практически исключает возникновение брака на ранних стадиях.

2. Уровень управления производственным потоком (Intelligent Process Control): На данном этапе вступают в действие алгоритмы обучения с подкреплением (Reinforcement Learning). ИИ берет на себя роль диспетчера, координирующего работу автоматизированных транспортных тележек (AGV) и складских модулей. Система анализирует загрузку каждого станка и автоматически перераспределяет детали, исключая образование «бутылочных горлышек» и простоев.

3. Уровень стратегического прогнозирования (Predictive Maintenance): Использование глубокого обучения для обработки данных с сотен сенсоров (вибрация, температура, потребление тока). Нейросеть способна



идентифицировать микроизменения в работе узлов, предсказывая выход оборудования из строя за несколько суток до реальной поломки. Это позволяет проводить сервисное обслуживание в плановые перерывы, сохраняя непрерывность производственного цикла.

Эволюция технологий: От жесткого контроля к облачному разуму

Если в 1980-х годах основой автоматизации были программируемые логические контроллеры (ПЛК) с линейной логикой, то сегодня мы наблюдаем переход к концепции Cloud Manufacturing. Это означает, что «мозг» производства может находиться на удаленных серверах, обладающих колоссальными вычислительными мощностями для оптимизации глобальных процессов.

Однако, как авторы данного исследования, мы подчеркиваем наличие критического вызова — проблемы задержки сигнала (Latency). В высокоточных ГПС задержка даже в 50 миллисекунд может быть фатальной. Решение этой проблемы мы видим в гибридном подходе: критически важные операции обрабатываются локально (Edge), а долгосрочная аналитика и обучение системы — в «облаке».

Анализ эффективности: Количественные показатели

В ходе исследования нами была систематизирована информация по эффективности внедрения данных технологий. Сравнительный анализ представлен в таблице:

Параметр эффективности	Традиционная ГПС (без ИИ)	ГПС с интеграцией ИИ
Скорость переналадки	Зависит от инженера-программиста	Автоматическая (динамическая)
Коэффициент брака (Yield)	В пределах 1.5% – 3%	Менее 0.2%
Стратегия ремонта	Реактивная (по факту поломки)	Проактивная (предиктивная)
Энергоэффективность	Постоянный высокий расход	Оптимизация под текущую нагрузку
Адаптивность системы	Требует ручного вмешательства	Самообучение на основе данных

Экономические прогнозы подтверждают наши выводы: широкое внедрение ИИ способно обеспечить рост мирового ВВП на 14% к 2030 году. Для индустриального сектора Узбекистана это открывает историческую возможность совершить технологический скачок (Leapfrogging), создавая производство, способное конкурировать с ведущими мировыми брендами

Заключение

Завершая исследование, мы приходим к выводу, что интеграция искусственного интеллекта в гибкие производственные системы является не просто вектором развития, а фундаментальной необходимостью для современного машиностроения. Переход к концепции «производства без

вмешательства человека» (Lights-out manufacturing) позволит отечественным предприятиям работать в режиме 24/7 с минимальными издержками. Мы убеждены, что развитие данного направления в рамках высшего образования и науки Узбекистана станет залогом успешной цифровой трансформации экономики и выхода страны на позиции технологического лидера в Центральноазиатском регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Karimov, I. A. (2024). Automation and Robotics in Modern Industry. Tashkent: TSTU Press.
2. Russell, S. & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach. Global Edition, Pearson Education.
3. Sirozhidinov, Sh. I. (2025). Innovative methods in mechanical engineering: AI integration perspectives. Journal of Technical Sciences, No. 4.
4. Schwab, K. (2023). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum Publishing.
5. Mullins, J. (2024). Smart Manufacturing and AI. Industrial Press Inc.