

УДК 621.865:664

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: РОЛЬ И ВЫЗОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОВ- МАНИПУЛЯТОРОВ

Швехгеймер Михаил Сергеевич

Студент магистратуры

2 курс, факультет «Кибернетика и информационная безопасность»

Кафедра «Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации»

Московский технический университет связи и информатики

e-mail: shvekh-misha@yandex.ru

Аннотация

В данной научной работе рассматривается применение промышленных роботов-манипуляторов в пищевой промышленности, актуальность которого обусловлена необходимостью повышения производственной эффективности, качества продукции и сокращения затрат. Основное внимание уделяется анализу существующих технологий, включая обзор ведущих международных и российских разработок в области робототехники, оценке их технологических характеристик, преимуществ и недостатков использования на пищевых производствах.

Исследование выявляет ключевые вызовы и проблемы, сопряженные с внедрением и эксплуатацией роботизированных систем: техническую интеграцию, экономическую эффективность, требования безопасности и санитарии. Для успешного преодоления этих проблем предлагается комплексный подход, включающий разработку гибких систем управления, минимизацию затрат и обеспечение строгого соблюдения стандартов безопасности и гигиены.

Ключевые слова: робототехника в пищевой промышленности, роботы-манипуляторы, автоматизация производства, повышение эффективности, безопасность продуктов, гигиенические стандарты, экономическая эффективность, интеграция систем, инновационные технологии.

OPTIMIZING FOOD PRODUCTION: THE ROLE AND CHALLENGES OF ROBOTIC MANIPULATORS IN THE FOOD INDUSTRY

Mikhail S. Shvekhgeymer

Master's degree student

2 курс, факультет «Кибернетика и информационная безопасность»

Кафедра «Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации»

Moscow Technical University of Communications and Informatics

ABSTRACT

This scientific work examines the application of industrial robotic manipulators in the food industry, the relevance of which is due to the need to increase production efficiency, product quality, and reduce costs. The main focus is on the analysis of existing technologies, including a review of leading international and Russian developments in robotics, assessing their technological characteristics, advantages, and disadvantages of use in food production.

The research identifies the key challenges and problems associated with the implementation and operation of robotic systems: technical integration, economic efficiency, safety, and sanitary requirements. To successfully overcome these problems, a comprehensive approach is proposed, including the development of flexible management systems, cost minimization, and strict adherence to safety and hygiene standards.

Keywords: robotics in the food industry, robotic manipulators, production automation, efficiency improvement, product safety, hygiene standards, economic efficiency, system integration, innovative technologies.

Введение

В современном мире тенденция автоматизации и роботизации производственных процессов становится все более заметной во многих отраслях промышленности, в том числе и в пищевой. Применение промышленных роботов-манипуляторов в пищевой промышленности обусловлено рядом специфических требований к производственному процессу, включая высокую точность, необходимость соблюдения строгих гигиенических стандартов и обеспечение непрерывности процессов. Данные факторы делают использование роботизированных систем не только желательным, но и во многих случаях критически необходимым для поддержания конкурентоспособности на рынке. [1,2]

Одной из основных причин, по которой пищевая промышленность прибегает к автоматизации, является потребность в повышении производительности и оптимизации производственных затрат. Роботы-манипуляторы способны работать с высокой скоростью и точностью, обеспечивая качественное выполнение рутинных операций, таких как упаковка, сортировка продукции, дозирование ингредиентов и обработка сырья. Важно отметить, что роботы способны функционировать в условиях строгих гигиенических норм, что критически важно для предприятий пищевой промышленности. Использование роботизированных систем позволяет значительно снизить риск загрязнения продукции, так как минимизируется контакт продуктов с человеком. [3,4,5]

Обзор существующих технологий

В последние десятилетия промышленная робототехника стала неотъемлемой частью пищевой промышленности. Разработки в этой области направлены на повышение эффективности, уменьшение затрат и минимизацию рисков контаминации продуктов. Международный опыт показывает значительные успехи в автоматизации процессов сортировки, упаковки, паллетирования и других операций.

Среди ведущих производителей роботов-манипуляторов для пищевой промышленности выделяются компании, такие как ABB, KUKA, FANUC, Yaskawa и Universal Robots. Эти компании предлагают решения, адаптированные к специфике работы с пищевыми продуктами, включая влагозащитные и обладающие повышенной степенью защиты от биологических загрязнений модели.

В России робототехнические разработки также занимают важное место в инновационной деятельности пищевой промышленности. Проекты, такие как «Робот-агроном» от компании «Роботехника» [6], демонстрируют стремление отечественных разработчиков к созданию высокотехнологичных автоматизированных систем, способных конкурировать на международном уровне.

Роботы-манипуляторы для пищевой промышленности обладают рядом ключевых технологических характеристик:

- Гигиеничность: корпуса роботов изготавливаются из материалов, не вступающих в реакцию с продуктами и легко поддающихся дезинфекции.
- Точность и скорость: высокая точность позволяет роботам выполнять сложные операции с продуктами, а высокая скорость работы способствует увеличению производственных объемов.
- Гибкость: современные роботы легко перепрограммируются под новые задачи, что позволяет оперативно перестраивать производственные линии.
- Интеграция с системами управления производством: возможность интеграции с системами ERP и MES для оптимизации производственных процессов.

Применение роботов-манипуляторов в пищевой промышленности имеет как преимущества, так и недостатки.

Преимущества:

- Повышение производительности за счет автоматизации рутинных операций;
- Снижение затрат на труд и увеличение эффективности использования ресурсов;
- Улучшение качества продукции благодаря точности и воспроизводимости операций;
- Повышение безопасности и гигиеничности производства.

Недостатки:

- Высокая стоимость внедрения и обслуживания роботизированных систем;
- Необходимость в специализированных знаниях для программирования и эксплуатации роботов;
- Ограниченная применимость для некоторых специфических задач, требующих человеческой интуиции или творчества.

Рисунок 1. Сравнительный анализ роботов-манипуляторов ведущих производителей для применения в пищевой промышленности и сельском хозяйстве

Производитель/ Разработчик	Тип робота	Основные характеристики	Преимущества	Недостатки
ABB	Роботы для упаковки и паллетирования	Влагозащитные, высокая точность	Гигиеничность, гибкость	Высокая стоимость
KUKA	Роботы-манипуляторы	Высокая скорость,	Повышение производительности, точность	Сложности в

		интеграция с ERP/MES		программировании
FANUC	Роботы для обработки продуктов	Прецизионность, гибкость настройки	Улучшение качества продукции, гигиеничность	Необходимость в специальных знаниях
Роботехника (Россия)	Робот-агроном для сельскохозяйственных задач	Адаптация под российские условия	Повышение эффективности сельскохозяйственного производства	Ограниченная применимость

Роботы-манипуляторы играют ключевую роль в автоматизации процессов пищевой промышленности, способствуя повышению эффективности и качества продукции. Несмотря на некоторые недостатки, такие как высокие затраты на внедрение и необходимость в специализированных знаниях, преимущества, которые они предоставляют, делают их незаменимым инструментом в современном производстве.

Проблематика и задачи

Внедрение и эксплуатация систем управления промышленными роботами в пищевой промышленности сопряжено с рядом проблем и вызовов, охватывающих технические, экономические аспекты, а также требования безопасности и санитарии.

Технические сложности зачастую связаны с необходимостью интеграции роботизированных систем в существующие производственные линии, что требует совместимости оборудования и программного обеспечения. Кроме того, разработка эффективных алгоритмов управления, способных адаптироваться к изменениям в производственном процессе и обрабатывать нестандартные ситуации, остается значительным вызовом.

Экономические аспекты включают в себя высокие начальные инвестиции в приобретение и внедрение роботизированных систем, а также затраты на обучение персонала и обслуживание оборудования. Окупаемость таких инвестиций может варьироваться и зависит от множества факторов, включая масштабы производства и степень автоматизации процессов.

Требования безопасности и санитарии являются критически важными для пищевой промышленности. Роботы должны быть спроектированы и использоваться таким образом, чтобы минимизировать риск загрязнения продуктов и обеспечивать безопасность работников. Это включает в себя использование материалов, допустимых для контакта с пищевыми продуктами, и разработку систем очистки и дезинфекции для роботизированного оборудования.

Эффективная система управления должна решать следующие задачи:

- Интеграция с существующим оборудованием: обеспечение совместимости новых роботизированных систем с текущим производственным оборудованием и программным обеспечением.
- Разработка адаптивных алгоритмов управления: создание гибких алгоритмов, способных оптимизировать производственный процесс и адаптироваться к его изменениям.

- Минимизация начальных инвестиций и сокращение эксплуатационных расходов: поиск экономически эффективных решений для снижения затрат на внедрение и обслуживание роботизированных систем.
- Соблюдение норм безопасности и санитарии: разработка роботов и процессов их эксплуатации, исключая риск загрязнения продукции и обеспечивающих безопасность работников.

Таблица 2. Проблематика и задачи внедрения роботов-манипуляторов в пищевой промышленности

Проблема	Описание	Задача	Описание задачи
Техническая интеграция	Сложности интеграции новых роботов в существующие линии	Интеграция с оборудованием	Обеспечение совместимости и гибкости адаптации
Экономическая эффективность	Высокие затраты на внедрение и обслуживание	Сокращение затрат	Минимизация начальных и операционных расходов
Безопасность и санитария	Требования к гигиене и безопасности оборудования	Соблюдение стандартов	Разработка безопасных и гигиеничных решений
Адаптивное управление	Необходимость адаптации к изменениям процесса	Разработка алгоритмов	Создание гибких и эффективных алгоритмов управления

Проблемы и вызовы, с которыми сталкиваются разработчики и операторы систем управления промышленными роботами в пищевой промышленности, требуют комплексного подхода к решению. Эффективные системы управления должны быть гибкими, экономически эффективными и соответствовать строгим требованиям безопасности и санитарии.

Заключение

Исследование показало, что применение роботов-манипуляторов в пищевой промышленности способствует повышению эффективности производства, улучшению качества продукции, снижению производственных расходов и минимизации рисков загрязнения. Однако внедрение робототехники сопряжено с вызовами, включая необходимость интеграции в существующие производственные процессы, высокие начальные инвестиции, требования к специализированным знаниям и соблюдение строгих стандартов безопасности и гигиены.

Решение данных проблем требует комплексного подхода: разработки гибких систем управления, оптимизации затрат и обеспечения безопасности эксплуатации. Успешное преодоление указанных препятствий откроет новые возможности для развития пищевой промышленности, укрепления её конкурентных позиций и обеспечения высокого уровня удовлетворенности потребителей.

Список литературы:

1. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в пищевой промышленности: [Учеб. для техникумов пищ. пром-сти / Л. А. Широков, В. И. Михайлов, Р. З. Фельдман и др.]; Под общ. ред. Л. А. Широкова. - Москва : Агропромиздат, 1986. - 310,[1] с. : ил.; 22 см.; ISBN (В пер.) (В пер.) : 85 к.
2. Печерский, Д. К. Робототехнические системы в пищевой промышленности / Д. К. Печерский, Н. А. Забенкова. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 6 (348). – С. 29-31. – URL: <https://moluch.ru/archive/348/78415/> (дата обращения: 03.04.2024).
3. Эдер Александр Владимирович ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИТ-РЕШЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ // Журнал Все о мясе. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-tselesoobraznost-vnedreniya-it-resheniy-na-predpriyatiyah-pischevoy-promyshlennosti> (дата обращения: 03.04.2024).
4. Инновационные технологии пищевых производств : Сборник тезисов докладов V Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Севастополь, 23–25 ноября 2022 года / Под редакцией Н.И. Покинтелицы, Ю.О. Веляева. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2023. – 168 с. – ISBN 978-5-6049083-3-4. – EDN ITGAFG.
5. Брозгунова, Н. П. Перспективы использования робототехники в агропромышленном комплексе / Н. П. Брозгунова, А. И. Кочетыгов, А. А. Борзых // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 312. – EDN VQCFUQ.
6. Робот-агроном появится на российских полях через два-три года // direct.farm URL: direct.farm/post/robotagronom-poyavitsya-na-rossiyskikh-polyakh-cherez-dvatri-goda-20063 (дата обращения: 03.04.2024).

References:

1. Automation of production processes and automated process control systems in the food industry: [Textbook. for technical schools of food. industry / L. A. Shirokov, V. I. Mikhailov, R. Z. Feldman, etc.]; Under general ed. L. A. Shirokova. - Moscow: Agropromizdat, 1986. - 310, [1] p. : ill.; 22 cm; ISBN (In translation) (In translation): 85 k.
2. Pechersky, D.K. Robotic systems in the food industry / D.K. Pechersky, N.A. Zabenkova. – Text: direct // Young scientist. – 2021. – No. 6 (348). – P. 29-31. – URL: <https://moluch.ru/archive/348/78415/> (access date: 04/03/2024).
3. Eder Alexander Vladimirovich ECONOMIC FEASIBILITY OF IMPLEMENTING IT SOLUTIONS IN FOOD INDUSTRY ENTERPRISES // All about meat magazine. 2018. No. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-tselesoobraznost-vnedreniya-it-resheniy-na-predpriyatiyah-pischevoy-promyshlennosti> (date of access: 04/03/2024).
4. Innovative technologies of food production: Collection of abstracts of reports of the V All-Russian scientific and practical conference (with international participation), Sevastopol, November 23–25, 2022 / Edited by N.I. Pokintelitsy, Yu.O. Velyaeva. – Sevastopol: Federal

State Autonomous Educational Institution of Higher Education “Sevastopol State University”, 2023. – 168 p. – ISBN 978-5-6049083-3-4. – EDN ITGAFG.

5. Brozgunova, N. P. Prospects for the use of robotics in the agricultural sector / N. P. Brozgunova, A. I. Kochetygov, A. A. Borzykh // Science and Education. – 2019. – T. 2, No. 2. – P. 312. – EDN VQCFUQ.
6. A robot agronomist will appear on Russian fields in two to three years // direct.farm URL: direct.farm/post/robotagronom-poyavitsya-na-rossiyskikh-polyakh-cherez-dvatri-goda-20063 (access date: 03.04. 2024).