

УДК 6548.56

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ)

Булин А.А.,МИРЭА – Российский технологический университет, Москва,
email: alexbulinmirea@gmail.com**Шацкая И.В.,**МИРЭА – Российский технологический университет, Москва,
email: shatskaya@mirea.ru**Бурлаков В.В.,**МИРЭА – Российский технологический университет, Москва,
email: bur77@mail.ru

***Аннотация.** В сложившихся условиях развитие отечественной электронной промышленности имеет важное значение для всей промышленности в целом. Обусловлено это тем, что в настоящее время практически любое производимое техническое изделие содержит электронные компоненты и, в дальнейшем спрос на электронную продукцию будет только увеличиваться. Помимо объемов производства большое значение имеет качество электронных компонентов, которое, к сожалению, пока уступает импортной продукции. Имеющееся отставание связано не только с техническим и технологическим отставанием, общей культурой производства, но и с низкой эффективностью происходящих на предприятиях электронной промышленности бизнес-процессов. Одним из таких процессов является контроль качества продукции. Данная работа посвящена повышению эффективности процесса контроля качества продукции за счет использования искусственного интеллекта. В статье рассматриваются существующие методы контроля качества продукции на предприятиях по производству электроники, описан процесс создания платы на одном из заводов производства электроники. В работе доказано, что использование оптического метода контроля совместно с искусственным интеллектом способно существенно повысить эффективность рассматриваемого бизнес-процесса. В качестве примера представлен процесс анализа электронного компонента на основе использования компьютерного зрения. Применение искусственного интеллекта для контроля качества на предприятиях электронной промышленности позволит сократить затраты на брак и определить возможные «слабые места» в процессе производства.*

Ключевые слова: бизнес-процесс, качество продукции, информационные технологии, искусственный интеллект, контроль качества, электронная промышленность.

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO INCREASE THE EFFICIENCY OF BUSINESS PROCESSES IN ELECTRONICS INDUSTRY ENTERPRISES (BASED ON THE EXAMPLE OF PRODUCT QUALITY CONTROL)

Bulin A.A.,MIREA – Russian Technological University, Moscow,
email: alexbulinmirea@gmail.com

Shatskaya I.V.,MIREA – Russian Technological University, Moscow,
email: shatskaya@mirea.ru**Burlakov V.V.,**MIREA – Russian Technological University, Moscow,
email: bur77@mail.ru

Abstract. *In the current conditions, the development of the domestic electronics industry is important for the entire industry as a whole. This is due to the fact that currently almost any manufactured technical product contains electronic components and, in the future, the demand for electronic products will only increase. In addition to production volumes, the quality of electronic components is of great importance, which, unfortunately, is still inferior to imported products. The existing lag is associated not only with the technical and technological lag, the general production culture, but also with the low efficiency of business processes occurring at enterprises in the electronics industry. One of such processes is product quality control. This work is devoted to increasing the efficiency of the product quality control process through the use of artificial intelligence. The article discusses existing methods of product quality control at electronics production plants and describes the process of creating a board at one of the electronics production plants. The work proves that the use of the optical control method together with artificial intelligence can significantly increase the efficiency of the business process under consideration. As an example, the process of analyzing an electronic component based on the use of video vision is presented. The use of artificial intelligence for quality control at electronics industry enterprises will reduce the cost of defects and identify possible "weak points" in the production process.*

Keywords: business process, product quality, information technology, artificial intelligence, quality control, electronics industry.

В настоящее время электронная промышленность имеет важное значение для развития всей национальной экономики. Электронная промышленность – это не только различные гаджеты, компьютерная и бытовая техника. Это, прежде всего, предприятия, которые создают электронные компоненты, используемые в огромных количествах в знакомых нам приборах и устройствах. К сожалению, приходится констатировать, что на данный момент времени отечественные предприятия электронной промышленности не в состоянии удовлетворить существующий спрос на электронные компоненты, в связи с чем значительную долю на рынке занимает импортная продукция. И в обозримом будущем спрос будет только расти. Еще одной существенной проблемой является качество производимой на отечественных предприятиях продукции, которое не отвечает современным требованиям. Помимо технического и технологического отставания это также обусловлено низкой эффективностью осуществляемых на предприятиях электронной промышленности бизнес-процессов, включая контроль качества продукции. Для повышения эффективности бизнес-процессов необходимо использовать различные инструменты, которые предоставляют быстро прогрессирующие информационные технологии. В качестве такого инструмента можно использовать искусственный интеллект, прорыв в развитии искусственного интеллекта, который произошел в 2023 году и обеспечил появление новых возможностей для повышения эффективности деятельности компаний различных сфер и отраслей. Неудивительно, что многие заинтересован-

ные в развитии искусственного интеллекта ученые, группы исследователей, компании тратят огромное количество ресурсов, времени, финансов на исследование возможностей искусственного интеллекта и потенциальных сфер его применения.

Цель исследования

Цель данной работы заключается в описании существующих методов контроля качества на предприятиях электронной промышленности и повышении их эффективности за счет использования искусственного интеллекта.

Материал и методы исследования

Современные технологии искусственного интеллекта развиваются с необыкновенной скоростью. Искусственный интеллект способен выполнять самые различные задачи, от самых простых, вроде сортировки монет по размеру, до сложных задач, таких как написание кода. Возможности искусственного интеллекта не ограничиваются только упрощением и ускорением рутинных задач и обработкой большого количества информации. Современный искусственный интеллект способен писать картины, заниматься медициной, играть в игры [13, 14, 16]. Полностью согласны с Е. Мельниковой в том, что использование искусственного интеллекта возможно для различных видов производственной деятельности в качестве инструмента для оптимизации различных бизнес-процессов: производственных, логистических, маркетинговых и других [8]. Хорошие примеры использования искусственного интеллекта в производственной деятельности представлены в работе Р. Куцева [9]. Важное значение в деятельности любого предприятия имеет управление качеством продукции, включающее в себя контроль качества [4, с. 10]. Как указывают Скарюкина А.В. и Рябков О.А.: «Контроль качества – любая плановая и систематическая деятельность, проводимая на предприятии, которая реализуется для гарантированного подтверждения того, что товары, услуги, выполняемые процессы соответствуют установленным требованиям клиентов (стандартам)» [3]. Другими словами, контроль качества представляет собой проверку соответствия количественных или качественных характеристик продукции или процесса, от которого зависит качество продукции, установленным техническим требованиям. Актуальность использования искусственного интеллекта при управлении качеством подчеркивается в работе Боргардт Е.А. и Бобель Д.Н. [2].

Результаты исследования и их обсуждение

Достаточно распространенной проблемой в деятельности отечественных предприятий электронной промышленности является брак в производимой продукции. В сфере производства электроники считается, что средний процент брака может составлять 2 процента от общего числа произведенной продукции [6]. Дефекты продукта могут привести к увеличению расходов на уничтожение и утилизацию дефектной продукции, логистику для перевозки бракованной продукции. Также негативные отзывы о продукции с дефектом могут отрицательно повлиять на доверие к производителю – дать «негативную» рекламу и привести к репутационным потерям и потере дохода. На рисунке 1 представлены методы контроля качества, которые используются на современных предприятиях по производству электроники.



Рис. 1. Методы контроля качества на предприятиях электронной промышленности

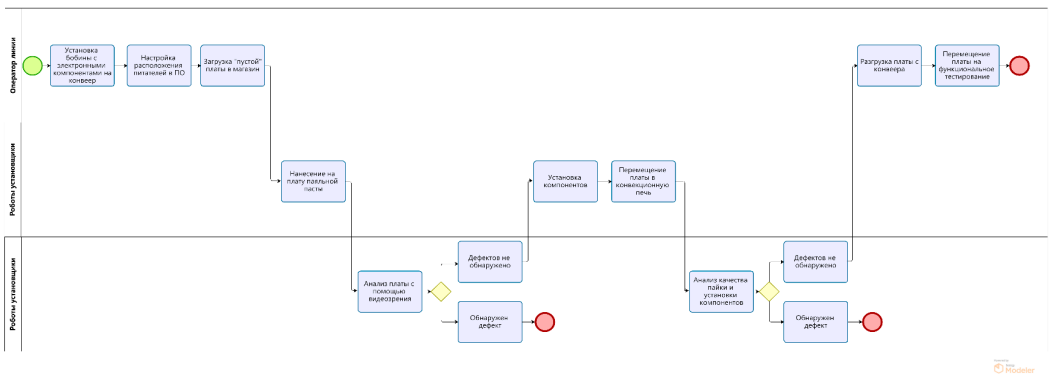


Рис. 2. Процесс создания платы (составлено авторами на основании [6])

- Визуальный. Один из наиболее распространенных и основан на том, что оценка качества продукции осуществляется на основе визуального осмотра [5].
- Оптический. Данный вид контроля «на анализе взаимодействия оптического излучения с исследуемым (контролируемым) объектом» [10]. Оптический метод удобен тем, что его можно применять на каждом этапе разработки продукции и отслеживать весь процесс на каждом этапе.
- Рентгеновский вид контроля качества – один из наиболее точных методов, который основан на «способности рентгеновских волн проникать сквозь различные материалы и воздействовать на светочувствительную рентгеновскую пленку» [11].
- Электрический. Данный вид контроля основан «на регистрации параметров электрического поля измерительным прибором, взаимодействующим с объектом контроля (ОК)» [12].

Все вышеуказанные методы позволяют выявлять и идентифицировать различные виды дефектов электронной продукции, что ускоряет процесс контроля качества и уменьшает расходы на утилизацию бракованной продукции. В тоже время использование искусственного интеллекта может существенным образом повысить эффективность вышеуказанных методов контроля. Например, использование искусственного интеллекта в оптическом методе может быть реализовано через компьютерное (машинное) зрение. Данная система представляет собой комплекс программного и аппаратного обеспечения, который собирает и анализирует поступающую информацию. Преимуществом данной системы является возможность ее постоянного обучения благодаря получения изображений дефектной продукции. После обучения система может определять с высокой степенью точности различные дефекты производства, например, такие как:

- плохо окрашенные детали;
- продукция неправильной формы;
- трещины в деталях;
- отсутствие необходимых компонентов и другое.

Кроме того, на предприятиях электронной промышленности компьютерное зрение на основе искусственного интеллекта может определять:

- качество пайки;
- цветовые и буквенные обозначения;
- собирать статистику;
- дефекты SMD компонентов.

Компьютерное зрение по сравнению с человеческим обладает рядом преимуществ. Так, оно способно работать круглосуточно и со временем не снижается эффективность работы. Человеческий глаз может уставать в отличие от компьютерного зрения, которое способно работать с постоянной эффективностью. Еще одним из преимуществ является обнаружение мелких дефектов, которые человек может просто не заметить. Современные системы поиска могут обнаружить мельчайшие трещины в продукции. Кроме того, компьютерное зрение обладает более высокой скоростью обработки – 1000 изображений в минуту.

Применение искусственного интеллекта для определения брака также позволит определять причины возникновения дефектов, используя данные о качестве продукции, данные о дефектах и на основе собранных данных делать выводы о причинах возникновения дефектов. Применение искусственного интеллекта в сфере контроля качества продукции позволит выявлять проблемы в производственных процессах и улучшать качество продукции. На рисунке 2 приведен процесс создания платы на одном из заводов по производству электроники.

Рисунок 2 отображает этапы и участников процесса создания платы. Шаги для создания платы описаны далее:

1. Оператор линии конвейера устанавливает бобину, которая содержит электронные компоненты необходимые для создания платы.
2. Оператор в специальном ПО устанавливает питатели на схеме (Является инструкцией для роботов установщиков, чтобы можно было установить необходимые компоненты в нужных местах).
3. Пустая печатная плата загружается в магазин, откуда попадает в принтер, где на нее наносится паяльная паста.

4. После нанесения паяльной пасты, плата перемещается в робот автоматической проверки качества.

5. Робот проверки качества использует компьютерное зрение для проверки качества нанесения пасты.

6. Плата, которая прошла проверку качества нанесения пасты, переходит на следующий этап, где роботы установщики монтируют компоненты на саму плату.

7. Плата перемещается в конвекционную печь для оплавления пасты.

8. Плата снова направляется в робот автоматической инспекции, где проверяется качество пайки и установка компонентов платы.

9. Плата, прошедшая проверку качества пайки и установки компонентов, отправляется дальше на функциональное тестирование.

На рисунке 3 описан процесс анализа платы с помощью компьютерного зрения.



Рис. 3. Анализ платы с помощью компьютерного зрения

Система компьютерного зрения позволяет в автоматическом режиме анализировать качество поверхности печатной платы и других электронных компонентов. Определение дефектов на поверхности каждой платы происходит за счет использования работы системы компьютерного зрения и специально обученной нейросети, которая анализирует изображения и выявляет дефекты, с помощью предварительно настроенных алгоритмов и базы данных изображений дефектов нейросети, анализирующей изображения и выявляющей дефекты. Искусственный интеллект, на основе «обучающих» изображений, способен определять разнообразные виды дефектов, которые могут быть недоступны человеческому глаз (различные микротрещины, аномалии и тому подобное). Использование компьютерного зрения на основе искусственного интеллекта для определения дефектов позволяет улучшить качество продукции и уменьшает количество потенциальных ошибок [1]. Также искусственный интеллект может сохранять информацию о всех обнаруженных дефектах и использовать их для дальнейшего анализа.

Стоит отметить, что порой из-за специфики производства, изображений дефектов не хватает для качественного обучения искусственного интеллекта для поиска дефектов. В таких случаях можно использовать обучение на основе сравнения с «идеальными»/эталонными деталями. То есть в этом случае искусственный интеллект более не ищет дефекты, а сравнивает детали с несколькими эталонными деталями, которые хранятся в его базе данных для сравнения [15]

Качество продукции также во многом зависит от состояния оборудования, на котором оно производится. Требования к работоспособности оборудования растут,

поэтому развитие систем диагностики оборудования — одно из актуальных направлений, в котором можно применять искусственный интеллект. Искусственный интеллект способен интеллект способен отслеживать не только качество самой продукции, но и качество оборудования. На основе различных данных, которые собирает система с датчиков, искусственный интеллект способен делать выводы о состоянии оборудования и делать прогнозы о скорой возможной необходимости технического обслуживания и предсказывать возможные отказы оборудования. Благодаря использованию системы мониторинга с применением искусственного интеллекта можно наладить непрерывный мониторинг оборудования, что позволит оперировать актуальными данными о состоянии оборудования и может способствовать предупреждению различных аварийных состояний оборудования.

Необходимо отметить, что внедрение искусственного интеллекта в бизнес-процессы может быть дорогостоящим. Это зависит от совокупности факторов, например таких как сложность поставленной задачи, наличие необходимых технологий и техники, квалификация сотрудников предприятия и т.д. Тем не менее, на наш взгляд, отечественным предприятиям жизненно необходимо воспользоваться появившимися возможностями, которые предоставляет искусственный интеллект. Для снижения стоимости внедрения можно использовать следующие решения:

1. Использование готовых решений.
2. Использование облачных сервисов.
3. Поиск и прием на работу сотрудников, имеющих опыт работы с искусственным интеллектом.
4. Поэтапное внедрение.
5. Долгосрочное сотрудничество с разработчиками информационных систем [8].

Выводы

Использование искусственного интеллекта улучшит процессы выявления и отслеживания бракованной продукции и уведомления производителя о бракованной продукции. Кроме того, применение искусственного интеллекта для контроля качества продукции на заводах электроники позволит повысить качество продукции, производительность производственных процессов, уменьшить количество потенциальных ошибок. Как следствие снижение процента брака на предприятиях электронной промышленности позволит сократить расходы, улучшить удовлетворение спроса, повысить конкурентоспособность отечественных предприятий. Возможность быстро и качественно производить электронную продукцию является очень важным преимуществом на рынке электроники. Использование искусственного интеллекта позволит усовершенствовать процесс контроля качества на предприятиях электронной промышленности. Важно только не упустить появившиеся пути развития, связанные с потенциальным использованием искусственного интеллекта.

Литература

1. Хатидже Камгоз Акдаг. Полное управление качеством посредством обнаружения дефектов в производственных процессах с использованием алгоритмов машинного обучения // Материалы Международного симпозиума по производственным исследованиям 2019. С. 508-516. DOI: 10.1007/978-3-030-31343-2_44.
2. Боргардт Е.А., Бобель Д.Н. Технологии искусственного интеллекта в системе управления качеством // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021. Т. 8-1 (59). С. 178-180.

3. Скарюкина А.В. Рябков О.А. Понятие «Контроль качества» и его виды // Экономика и социум. 2018. № 1 (44). С. 1266-1271.
4. Сорокин А.В. Управление качеством: Учебное пособие для студентов всех форм обучения направления подготовки «Менеджмент». Издание 2-е дополненное и исправленное. Рубцовск, 2021. 106 с.
5. ГОСТ Р ЕН 13018-2014: Контроль визуальный. М.: Стандартинформ. 2019. 8 с.
6. Как производят материнские платы и электронику на новом заводе в России. [Электронный ресурс]. URL: <https://michail-shor.livejournal.com/697244.html> (дата обращения 02.03.2024).
7. Как складывается стоимость сервиса на устройства. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mobile-review.com/articles/2014/armchair-analytics-11.shtml> (Дата обращения 10.02.2024).
8. Мельникова Е. Использование возможностей искусственного интеллекта для оптимизации производства и продаж в 2023 году. [Электронный ресурс]. URL: <https://vc.ru/future/636034-ispolzovanie-vozmozhnostey-iskusstvennogo-intellekta-dlya-optimizacii-proizvodstva-i-prodazh-v-2023-godu?ysclid=lt8wtzh0r5513256062> (дата обращения 02.03.2024).
9. Куцев Р. Пять примеров успешного использования ИИ на производстве. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/727358/> (дата обращения 02.03.2024).
10. Оптический контроль. [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru/c/opticheskiy-kontrol-684528> (дата обращения 02.03.2024).
11. Рентгеновский контроль. [Электронный ресурс]. URL: <https://mattest.ru/welds/rentgenograficheskij-kontrol.php> (дата обращения 02.03.2024).
12. Электрические методы неразрушающего контроля. [Электронный ресурс]. URL: <https://mashproject.ru/statii/elektricheskie-metody-nerazrushayushhego-kontrolya-elektropotencialnyj-metod/> (дата обращения 02.03.2024).
13. AI-Generated Art Sells for Nearly Half a Million Dollars at Christie's. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.adweek.com/performance-marketing/ai-generated-art-sells-for-nearly-half-a-million-dollars-at-christies/> (дата обращения 02.03.2024).
14. Chinese AI Beats Doctors in Diagnosing Brain Tumors. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.popularmechanics.com/technology/robots/a22148464/chinese-ai-diagnosed-brain-tumors-more-accurately-physicians/> (дата обращения 02.03.2024).
15. Japan looks to AI as coronavirus challenges go-and-see quality control mantra. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-japan-factory/japan-looks-to-ai-as-coronavirus-challenges-go-and-see-quality-control-mantra-idUSKBN25R0CP/> (дата обращения 02.03.2024).
16. Mastering the Game of Go without Human Knowledge. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nature.com/articles/nature24270> (дата обращения 02.03.2024).