

# Роль машинного обучения и предиктивного анализа в интеллектуальной автоматизации

<sup>1\*</sup>**АЛДАШЕВА Динара Туленгалиевна**, докторант, *aldasheva.dinara@mail.ru*,

<sup>1</sup>**САЛЫКОВА Ольга Сергеевна**, к.т.н., ассоциированный профессор, *solga0603@mail.ru*,

<sup>2</sup>**МУСИНА Мадина Даuletжановна**, старший преподаватель,  
*madina.madina.musina@mail.ru*,

<sup>1</sup>НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы»,  
ул. А. Байтұрсынова, 47, Костанай, Казахстан,

<sup>2</sup>Костанайский инженерно-экономический университет имени М. Дулатова,  
ул. Чернышевского, 59, Костанай, Казахстан,

\*автор-корреспондент.

**Аннотация.** Рассматривается применение алгоритмов машинного обучения для автоматизации процессов в автомобильной промышленности. Описываются ключевые технологии и подходы, такие как анализ больших данных и предиктивное обслуживание оборудования. Автомобильная промышленность активно внедряет современные технологии для повышения эффективности производственных процессов, улучшения качества продукции и обеспечения безопасности. Одной из ключевых технологий является машинное обучение, которое позволяет автоматизировать многие процессы, от проектирования до эксплуатации автомобиля. В статье рассматриваются основные области применения алгоритмов машинного обучения в автомобильной промышленности. Приведены примеры успешного внедрения решений в производственные и эксплуатационные процессы, а также рассмотрены преимущества и проблемы, связанные с интеграцией машинного обучения в автомобильную промышленность.

**Ключевые слова:** машинное обучение, автоматизация, автомобильная промышленность, предиктивное обслуживание, анализ данных, Интернет вещей.

## Введение

Растущая конкуренция и требования к эффективности заставляют компании внедрять инновационные подходы к управлению и производству. Алгоритмы машинного обучения, учитывая их способность обучаться на основе больших данных и извлекать из них полезные закономерности, стали важным инструментом для достижения этих целей. Эти технологии способны прогнозировать отказы оборудования, оптимизировать запасы и даже разрабатывать новые продукты на основе анализа предпочтений потребителей.

Интеллектуальная автоматизация – это комплекс методов и технологий, направленных на совершенствование бизнес-процессов путем внедрения алгоритмов искусственного интеллекта и современных информационных систем. Позволяет не только автоматизировать рутинные процессы, но и принимать обоснованные решения на основе глубокого анализа данных, что существенно повышает эффективность и

конкурентоспособность предприятий.

Одним из основных трендов в этой области является интеграция методов машинного обучения и предиктивной аналитики. Машинное обучение позволяет системам самостоятельно выявлять закономерности в больших объемах данных, что становится основой для предиктивного анализа – процесса, позволяющего прогнозировать будущие события и тенденции. Такая взаимосвязь не только расширяет возможности использования интеллектуальных систем, но и способствует созданию более гибких и адаптивных бизнес-моделей.

Актуальность темы обусловлена стремительным развитием технологий искусственного интеллекта и растущей потребностью в автоматизации сложных и многогранных процессов в различных отраслях экономики. Основными целями данной статьи являются:

Определить концепцию интеллектуальной автоматизации и проанализировать ее значение для современного бизнеса;

Рассмотреть взаимосвязь машинного об-

учения и предиктивной аналитики, а также их интеграцию для повышения эффективности принятия решений;

Оценка потенциала использования данных технологий в различных отраслях промышленности, что позволит выявить перспективные направления развития цифровой трансформации.

Поскольку современные транспортные средства генерируют огромный объем эксплуатационных данных, машинное обучение является идеальным кандидатом для предиктивного обслуживания оборудования. В то время как предиктивное обслуживание оборудования и машинное обучение для автомобильных систем были рассмотрены в таких обзорных статьях, как: By (Wu) [1] и Вербинска (Verbinska).

Более детально рассматривая подходы моделирования на основе данных, Tsui и другие [5] анализируют применение методов, опирающихся на данные, и приводят примеры их практического использования. Schwabacher и Goebel [6] акцентируют внимание на методах искусственного интеллекта, применяемых для прогнозирования, и классифицируют рассмотренные модели по следующим категориям: физический ИИ, классический ИИ, численные методы и машинное обучение. Wu и коллеги [7] делают акцент исключительно на моделях, использующих данные в качестве основы. В свою очередь, Carvalho и другие [8] проводят обширный обзор прогностического обслуживания и анализируют эффективность современных подходов в данной области.

Развитие автомобильной промышленности в Казахстане в последние годы стало важной частью экономической стратегии страны. Правительство Казахстана поставило перед собой цель создать конкурентоспособную и устойчивую автомобильную промышленность, способную удовлетворить внутренний спрос и выйти на внешние рынки.

### Материалы и методы

В исследовании использовались данные с производственных линий, автомобильных датчиков и систем управления. Анализируются исторические данные о производственных процессах, а также информация о техническом состоянии оборудования и транспортных средств.

Методы анализа данных. В исследовании использовались теоретический анализ, сравнительный анализ существующих подходов, экспериментальное моделирование, а также оценка эффективности методов машинного обучения и предиктивного анализа в автоматизированных системах. Для анализа данных использовались алгоритмы

машинного обучения, такие как регрессионный анализ, деревья решений, случайные леса и нейронные сети.

Проанализирована производительность моделей и оценена их эффективность с использованием индексов точности. Также анализировалось время отклика систем и их способность адаптироваться к реальным производственным условиям.

Проанализированные данные можно использовать для создания прогностических моделей, которые позволяют прогнозировать отказы оборудования и, как следствие, улучшать производственные графики и выявлять недостатки качества.

Прогнозирование можно использовать для мониторинга производственного процесса в режиме реального времени, выявления нарушений и оповещения операторов о потенциальных проблемах. Роботы могут автоматически принимать решения, используя искусственный интеллект на основе собранных и проанализированных данных. Это может привести к повышению эффективности, сокращению простоев и улучшению качества.

Заключительным этапом станет использование аналитики больших данных и входных данных для постоянного совершенствования производственного процесса. Несмотря на то, что машины способны самостоятельно принимать решения, операторы остаются ключевыми фигурами в производственном процессе. Сотрудничество между людьми и роботами может привести к лучшим результатам.

### Результаты и обсуждения

Конвергенция современных технологий, включая Интернет вещей, искусственный интеллект и машинное обучение для предиктивного обслуживания оборудования. В результате такой интеграции создается целостная и автоматизированная система, которая может улучшить работу и повысить эффективность.

Вот некоторые уравнения и алгоритмы, обычно используемые в моделях: обучающий набор данных и алгоритм машинного обучения на основе дерева решений. Логистическая регрессия используется для оценки различных функций с целью создания эффективных методов.

Первым шагом является сортировка входных данных для дальнейшего анализа.

Следующий шаг включает определение результатов новых данных.

Для построения дерева решений используется подход машинного обучения, основанный на взаимосвязи между входными данными и критериями. Алгоритм дерева решений фокусируется на построении высо-

коточного дерева решений с ограниченным объемом данных. Он использует наборы условий «если-то» и классифицирует их.

Тип данных интеллектуального счетчика определяется с помощью дерева решений. Полученные выходные данные затем шифруются для обеспечения возможности онлайн-проверки с использованием Интернета вещей. Интеллектуальный счетчик собирает данные в режиме реального времени для создания набора данных, который используется для тестирования и обучения алгоритма дерева решений в различных сценариях и условиях эксплуатации. Помимо данных в реальном времени, для оценки производительности системы используется набор данных моделирования. Набор данных разделен на 60% обучающих данных и 40% тестовых данных. В таблице 1 приведены некоторые примеры образцов, используемых для обучения и тестирования дерева решений. Входными данными, используемыми для дерева решений, являются текущее состояние и скорость изменения, также известная как дельта. Выходные данные дерева решений используются для определения

разницы между смоделированными и реальными данными.

Используя данные таблицы, нами построена следующая диаграмма, представленная на рисунке 1, при предоставлении информации ответственным по производству с целью оказания помощи принятия более эффективных решений по техническому обслуживанию оборудования.

Диаграмма, показанная на рисунке 3, демонстрирует процесс, в котором применяется алгоритм дерева решений для различия поддельных и настоящих данных, основываясь на различных характеристиках. Также следует отметить, что эффективность дерева решений во многом зависит от качества исходных данных и выбранных признаков. Автоматизированное обучение модели может повысить точность классификации, используя большой объем заранее размеченных данных для обучения

Машинное обучение кардинально меняет промышленное производство, позволяя компаниям автоматизировать контроль качества, совершенствовать процессы и повышать эффективность. Машинное обучение –

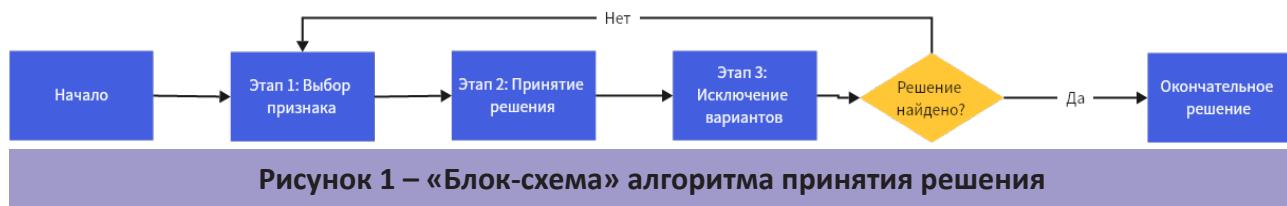


Таблица 1 – Наборы данных для обучения и тестирования

Текущее	Изменение в дельта	Адресация	Маркировка адресации
7.2	0	Real	-
6.7	-1.5	Real	-
2.6	-3.1	Real	1
2.4	-0.2	Real	1
0.2	-2.2	Real	1
0.2	0	Real	1
-3.2	-5.4	Real	1
2.5	6.7	Real	1
-4.3	-8.8	Real	1
5.1	-0.8	Real	1
7.5	13.6	Fake	2
4	-3.4	Fake	2
-1.5	-7.4	Fake	2

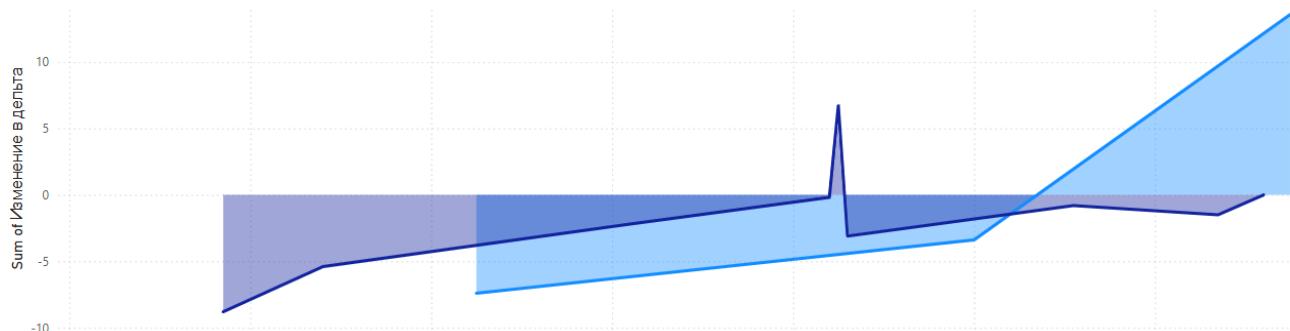


Рисунок 2 – Выходные данные полученных результатов

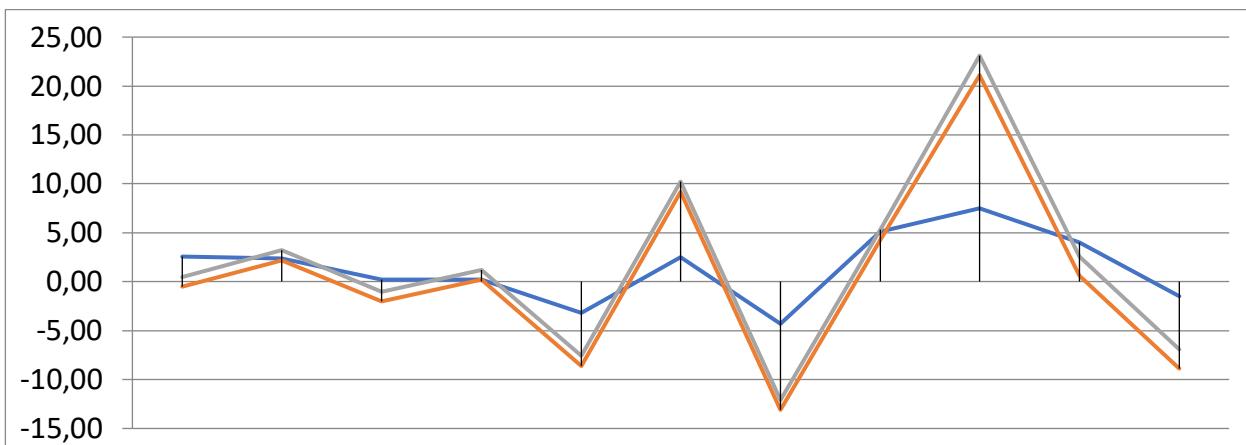


Рисунок 3 – Классификация поддельного и реального набора данных с помощью дерева решений

это процесс, требующий ввода данных для анализа и получения знаний о производственном процессе, а не просто работающий как устройство, подключенное к производственной сети [10].

Стратегии обслуживания можно разделить по-разному, и наиболее часто используемая классификация выглядит следующим образом [11]:

Корректирующее обслуживание. Корректирующее обслуживание, также называемое реактивным обслуживанием, ремонтом после отказа или запуском до отказа, направлено на ремонт системы или ее компонентов после возникновения отказа.

Профилактическое обслуживание. Профилактическое обслуживание [12] основано на заранее запланированных интервалах обслуживания, в основном с использованием фиксированных временных интервалов, а иногда и с использованием дополнительных.

Примеры успешного внедрения.

Simatic: Производитель микроконтроллеров Simatic использует платформу на основе Интернета вещей и машинного обучения, что позволило автоматизировать производство на 75%, увеличить объемы производства в 9 раз на той же площади и сократить отходы почти на 100% [14].

BMW: Компании BMW постоянно совершенствуют процессы, чтобы исключить потери и сократить не приносящие ценности процессы. Сварочные работы почти полностью выполняются роботами.

Внедрение машинного обучения на производственных линиях требует подготовки данных и моделей обучения, которые адаптируются к конкретным задачам компании. Однако правильно настроенные модели машинного обучения могут стать важным фактором повышения производительности и сокращения простоев производства, обеспечивая высокую эффективность и конкурен-

**Таблица 2**

Преимущество	Недостатки
Повышение эффективности и производительности	Высокие затраты на внедрение технологий
Снижение затрат на обслуживание и ремонт	Необходимость в больших объемах данных для обучения моделей
Улучшение качества продукции	Проблемы с интерпретацией результатов моделей
Повышение безопасности на дорогах	Вопросы безопасности и этики использования автономных систем

тоспособность.

### **Заключение**

Интеграция алгоритмов предиктивного обслуживания оборудования и машинного обучения в автомобильную промышленность Казахстана открывает новые перспективы для повышения эффективности, качества и устойчивости производства. Автоматизация процессов позволяет не только оптимизировать производственные циклы, но и существенно сократить издержки, повысить безопасность труда и улучшить экологическую обстановку.

Одним из основных вкладов является выявление открытых проблем и направлений исследований, которые могут помочь исследователям определить открытые исследовательские вопросы. Можно сделать ряд важных выводов.

1. Публично доступные данные об автомобильных системах увеличат исследовательскую активность.

2. Методы предиктивного обслуживания, основанные на машинном обучении, обещают сопровождать трансформацию трансмис-

сии.

3. Объединение данных из нескольких источников может повысить точность и открыть новые возможности применения.

4. Использование методов глубокого обучения в предиктивном обслуживании.

Однако для этого требуются специализированные методы с точки зрения эффективности и интерпретации, а также доступности данных.

Казахстан имеет огромный потенциал для внедрения этих технологий с учетом стратегических планов государства по развитию промышленности и инновационных секторов экономики. Использование машинного обучения в анализе больших данных, предиктивной аналитике и управлении цепочками поставок может значительно повысить конкурентоспособность казахстанской автомобильной промышленности на международной арене. Только совместными усилиями мы сможем создать устойчивую экосистему, которая станет основой процветающей и технологически развитой автомобильной промышленности Казахстана.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Wu Shaomin. Preventive maintenance models: A review. In: Tadj Lotfi, Ouali M. Salah, Yacout Soumaya, Ait-Kadi Daoud, editors. Replacement models with minimal repair. London: Springer London; 2011, pp. 129-40. [http://dx.doi.org/10.1007/978-0-85729-215-5\\_4](http://dx.doi.org/10.1007/978-0-85729-215-5_4)
2. Werbińska-Wojciechowska Sylwia. Preventive maintenance models for technical systems. In: Technical system maintenance: delay-time-based modelling. Cham: Springer International Publishing; 2019, pp. 21-100. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-10788-8\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-10788-8_2)
3. Ran Yongyi, Zhou Xin, Lin Fengfeng, Wen Yonggang, Deng Ruilong. A survey of predictive maintenance: Systems, purposes and approaches. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) 2019.
4. Peng Ying, Dong Ming, Zuo Ming. Current status of machine prognostics in condition-based maintenance: A review. Int J Adv Manuf Technol 2010; 50:297-313. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-009-2482-0>
5. Tsui Kwok-Leung, Chen Nan, Zhou Qiang, Hai Yizhen, Wang Wenbin. Prognostics and health manage-

## ■ Труды университета №4 (101) • 2025

- ment: A review on data driven approaches. *Math Probl Eng* 2015; 2015:1-17.
6. Schwabacher Mark, Goebel Kai. A survey of artificial intelligence for prognostics. In: *AAAI fall symposium: artificial intelligence for prognostics*. 2007, pp. 108-15.
  7. Wu Shaomin, Tsui Kwok L., Chen Nan, Zhou Qiang, Hai Yizhen, Wang Wenbin. Prognostics and health management: A review on data driven approaches. *Math Probl Eng* 2015; 2015:793161.
  8. Carvalho Thyago P., Soares Fabrizzio AAMN, Vita Roberto, da P. Francisco Roberto, Basto João P., Alcalá Symone GS. A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance. *Comput Ind Eng* 2019; 137:106024. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2019.106024>
  9. Как Казахстан стремится в лидеры автомобильной промышленности в Центральной Азии, 26 декабря 2024 на [zakon.kz](https://www.zakon.kz/sobytiia/6461210-kak-kazakhstan-stremitsya-v-lidery-avtomobilnoy-promyshlennosti-v-tsentralnoy-azii.html) <https://www.zakon.kz/sobytiia/6461210-kak-kazakhstan-stremitsya-v-lidery-avtomobilnoy-promyshlennosti-v-tsentralnoy-azii.html>
  10. Оптимизация работы производственных линий с помощью ИИ и машинного обучения <https://smartgopro.com/novosti2/machine/>

### **Интеллектуалды автоматтандырудағы машиналық оқыту мен болжамды талдаудың рөлі**

<sup>1</sup>\***АЛДАШЕВА Динара Туленгалиевна**, докторант, [aldasheva.dinara@mail.ru](mailto:aldasheva.dinara@mail.ru),  
<sup>1</sup>**САЛЫКОВА Ольга Сергеевна**, Т.Ф.К., қауымдастырылған профессор, [solga0603@mail.ru](mailto:solga0603@mail.ru),  
<sup>2</sup>**МУСИНА Мадина Даuletжановна**, аға оқытушы, [madina.madina.musina@mail.ru](mailto:madina.madina.musina@mail.ru),  
<sup>1</sup>«Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті» КеАК, А. Байтұрсынов көшесі, 47, Қостанай, Қазақстан,  
<sup>2</sup>М. Дулатов атындағы Қостанай инженерлік-экономикалық университеті, Чернышевский көшесі, 59, Қостанай, Қазақстан,  
\*автор-корреспондент.

**Андратпа.** Автомобиль өнеркәсібіндегі процестерді автоматтандыру үшін машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану қарастырылады. Үлкен деректерді талдау және болжамды аппараттық қызмет көрсету сияқты негізгі технологиялар мен тәсілдер сипатталған. Автомобиль өнеркәсібі өндірістік процестердің тиімділігін арттыру, өнім сапасын жақсарту және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін заманауи технологияларды белсенді енгізуде. Негізгі технологиялардың бірі-машиналық оқыту, ол көптеген процестерді автоматтандыруға мүмкіндік береді, жобалаудан бастап көлік құралдарын пайдалануға дейін. Мақалада автомобиль өнеркәсібінде машиналық оқыту алгоритмдерін қолданудың негізгі бағыттары қарастырылады. Шешімдерді өндірістік және операциялық процестерге сәтті енгізудің мысалдары келтірілген, сонымен қатар машиналық оқытудың автомобиль өнеркәсібіне біріктіруге байланысты артықшылықтар мен қыындықтар талқыланады

**Кілт сөздер:** машиналық оқыту, автоматтандыру, автомобиль өнеркәсібі, болжамды қызмет көрсету, деректерді талдау, заттар интернеті.

### ***The Role of Machine Learning and Predictive Analysis in Intelligent Automation***

<sup>1</sup>\***ALDASHEVA Dinara**, Doctoral Student, [aldasheva.dinara@mail.ru](mailto:aldasheva.dinara@mail.ru),  
<sup>1</sup>**SALYKOVA Olga**, Cand. of Tech. Sc., Associate Professor, [solga0603@mail.ru](mailto:solga0603@mail.ru),  
<sup>2</sup>**MUSINA Madina**, Senior Lecturer, [madina.madina.musina@mail.ru](mailto:madina.madina.musina@mail.ru),  
<sup>1</sup>NPLC «Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University», 47 A. Baitursynov Street, Kostanay, Kazakhstan,  
<sup>2</sup>Kostanay Engineering and Economics University named after M. Dulatov, 59 Chernyshevsky Street, Kostanay, Kazakhstan,  
\*corresponding author.

**Abstract.** The application of machine learning algorithms to automate processes in the au-

tomotive industry is considered. Key technologies and approaches such as big data analysis and predictive hardware maintenance are described. The automotive industry is actively implementing modern technologies to improve the efficiency of production processes, improve product quality and ensure safety. One of the key technologies is machine learning, which makes it possible to automate many processes, from design to vehicle operation. This article discusses the main areas of application of machine learning algorithms in the automotive industry. Examples of successful implementation of solutions in production and operational processes are given, as well as the advantages and challenges associated with the integration of machine learning into the automotive industry are discussed.

**Keywords:** machine learning, automation, automotive industry, predictive maintenance, data analysis, Internet of Things.

## REFERENCES

1. Wu Shaomin. Preventive maintenance models: A review. In: Tadj Lotfi, Ouali M. Salah, Yacout Soumaya, Ait-Kadi Daoud, editors. Replacement models with minimal repair. London: Springer London; 2011, pp. 129-40. [http://dx.doi.org/10.1007/978-0-85729-215-5\\_4](http://dx.doi.org/10.1007/978-0-85729-215-5_4)
2. Werbińska-Wojciechowska Sylwia. Preventive maintenance models for technical systems. In: Technical system maintenance: delay-time-based modelling. Cham: Springer International Publishing; 2019, pp. 21-100. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-10788-8\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-10788-8_2)
3. Ran Yongyi, Zhou Xin, Lin Pengfeng, Wen Yonggang, Deng Rui long. A survey of predictive maintenance: Systems, purposes and approaches. [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) 2019.
4. Peng Ying, Dong Ming, Zuo Ming. Current status of machine prognostics in condition-based maintenance: A review. *Int J Adv Manuf Technol* 2010; 50:297-313. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-009-2482-0>
5. Tsui Kwok-Leung, Chen Nan, Zhou Qiang, Hai Yizhen, Wang Wenbin. Prognostics and health management: A review on data driven approaches. *Math Probl Eng* 2015; 2015:1-17.
6. Schwabacher Mark, Goebel Kai. A survey of artificial intelligence for prognostics. In: AAAI fall symposium: artificial intelligence for prognostics. 2007, pp. 108-15.
7. Wu Shaomin, Tsui Kwok L, Chen Nan, Zhou Qiang, Hai Yizhen, Wang Wenbin. Prognostics and health management: A review on data driven approaches. *Math Probl Eng* 2015; 2015:793161.
8. Carvalho Thyago P., Soares Fabrizzio AAMN, Vita Roberto, da P. Francisco Roberto, Basto João P., Alcalá Symone GS. A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance. *Comput Ind Eng* 2019; 137:106024. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2019.106024>
9. Kak Kazahstan stremitsja v lidery avtomobil'noj promyshlennosti v Central'noj Azii, 26 dekabrya 2024 na zakon.kz [How Kazakhstan aspires to become a leader in the automotive industry in Central Asia, December 26, 2024 at zakon.kz]. <https://www.zakon.kz/sobytiia/6461210-kak-kazakhstan-stremitsya-v-lidery-avtomobilnoy-promyshlennosti-v-tsentralnoy-azii.html>
10. Optimizacija raboty proizvodstvennyh linij s pomosch'ju AI i mashinnogo obuchenija [Optimization of production lines using AI and machine learning]. <https://smartgopro.com/novosti2/machine/>