

## РАЗВИТИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГЕРМАНИИ

ЗАБРОДСКАЯ Н.Г.<sup>1</sup>, ЧЕРТОРИЦКИЙ И.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>к.э.н., доцент

<sup>2</sup>студент специальности 1-41 01 02 «Микро- и нанoeлектронные технологии и системы»  
Белорусский Государственный Университет Информатики и Радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

*Одной из главных задач для развитых стран является внедрение искусственного интеллекта. Внедрение инновационных технологий способствует: 1) повышению производительности; 2) улучшению технологических процессов; 3) усовершенствованию способов обработки, сбора и хранения информации; 4) разработке роботов и созданию единой сети, управляющей оборудованием, технологией на производстве и передающей информацию. Искусственный интеллект играет важную роль в экономике развитых стран. В контексте внедрения искусственного интеллекта в производственную и медицинскую сферы рассмотрено влияние информационных технологий на экономику Германии. Проведён прогноз повышения производительности труда в автомобильной, машиностроительной, пищевой промышленности за счёт внедрения искусственного интеллекта. Зарубежный опыт по внедрению инновационных технологий в Германии полезен Беларуси для повышения эффективности экономики и качества жизни населения.*

Ключевые слова: искусственный интеллект, Индустрия 4.0, интернет вещей, экономическое развитие, цели и задачи развития искусственного интеллекта, зарубежный опыт.

## DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELIGENCE IN GERMANY

ZABRODSKAYA N.G.<sup>1</sup>, CHERTORITSKII I.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> PhD in Economics, associate professor

<sup>2</sup>student of the specialty 1-41 01 02 «Micro- and nanoelectronic technologies and systems»  
Belorussian State University of Informatics and Radioelectronics  
Minsk, Republic of Belarus

*One of the main tasks for developed countries is implementation of the artificial intelligence. The introduction of innovative technologies helps to: 1) improve productivity; 2) improve technological processes; 3) develop methods of data collection, data processing and data storage; 4) engineering of robots and creation of single network that operates devices, manufacturing technologies and transmits information. The artificial intelligence influences the economy of developed countries. In the context of implementation of the artificial intelligence in industrial and medical sphere the economic impact of information technologies on Germany is analysed. The forecast of productivity growth in automotive, machinery, food industries by introduction of the artificial intelligence is carried out. Foreign experience of the technological innovations in Germany is useful for Belarus to increase the economic efficiency and the standard of living of population.*

Keywords: artificial intelligence, Industry 4.0, the internet of things, economic development, the goals and objectives of development of the artificial intelligence, foreign experience.

## ВВЕДЕНИЕ

Германия занимает лидирующие позиции в Европе в области ИИ, борясь за ведущую роль в мире с США и Китаем. На государственном уровне для достижения данной цели предпринимаются следующие шаги: привлечены все федеральные земли, отвечающие за свою территорию, стимулируется соревнование земель за передовое место в стране по количеству и качеству внедрения инновационных продуктов.

Ожидается, что благодаря искусственному интеллекту доля ВВП ФРГ в мировой экономике значительно возрастёт.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Развитие ИИ в Германии: исторический аспект

Отправной точкой активного внедрения искусственного интеллекта в жизнь населения Германии можно считать начало Четвёртой промышленной революции (индустрия 4.0). Свое название она получила от инициативы 2011 года бизнесменов, политиков и учёных, определивших её как средство повышения конкурентоспособности обрабатывающей промышленности Германии через усиленную интеграцию «киберфизических систем», или CPS в заводские процессы.

Industrie 4.0 — концепция, разрабатываемая в рамках немецкой государственно-частной программы по созданию автоматизированных взаимодействующих с внешней средой производств, серия национально значимых проектов. Инициатива началась с 2012 и продолжается по сегодняшний день [1].

Рабочие группы государственно-частного партнёрства предложили свои рекомендации по реализации проекта «Индустрия 4.0» по следующим направлениям:

- производственные мощности;
- информационные технологии;
- кадровые ресурсы;
- объекты интеллектуальной собственности и компетенции;
- технологии;
- институты содействия бизнесу.

Платформа Industrie 4.0 создана и официально анонсирована на Hannover Messe 2013. 6000 компаний-членов ассоциаций BITKOM, VDMA и ZVEI приняли решение о сотрудничестве и участвовали в разработке проекта Industry 4.0 [2].

В настоящее время совместные проекты Германии на международном уровне с Францией, Китаем, США, и другими странами включают в себя «Индустрия. 4.0».

### Влияние Industrie 4.0 на экономику Германии

Согласно исследованию [3] Индустрия 4.0, подразумевающая трансформацию производственных процессов с использованием новейших технологий автоматизации и цифровых технологий, поднимет производство на новый уровень.

Девять технологий, разрабатываемых в рамках концепции, Индустрия 4.0 и связанных с цифровизацией промышленного сектора, изменят производство в ближайшее десятилетие.

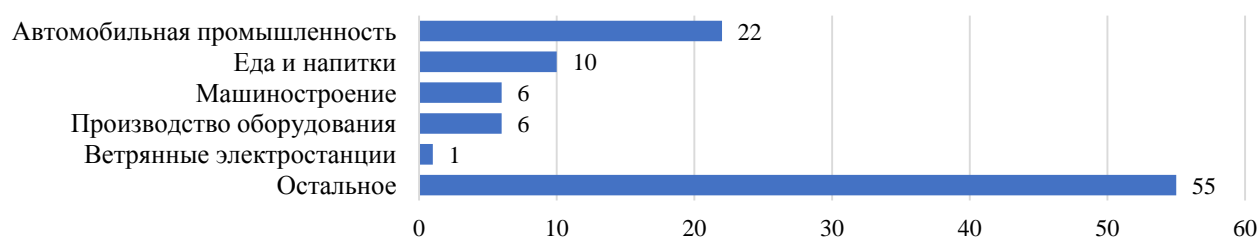
Они включают внедрение автономных роботов, работающих с людьми на производстве. Внедрение автономных роботов приведёт к повышению эффективности и изменению традиционных производственных отношений между поставщиками, производителями и клиентами.

Для количественной оценки потенциальные выгоды, исследователи BCG спрогнозировали внедрение технологий Industrie 4.0 в немецком производстве в ближайшее десятилетие.

Повышение производительности труда является одной из главных направлений развития экономики.

Прогноз повышения производительности в Германии представлен на рисунке 1.

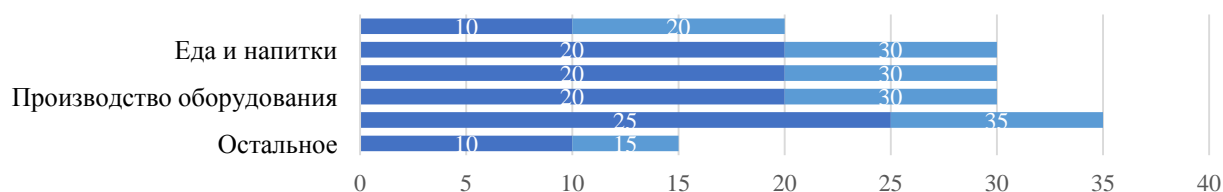
## Доля валового производства в Германии, %



Общий валовый объем производства: 3 триллиона евро

а

## Затраты на преобразование производства, %

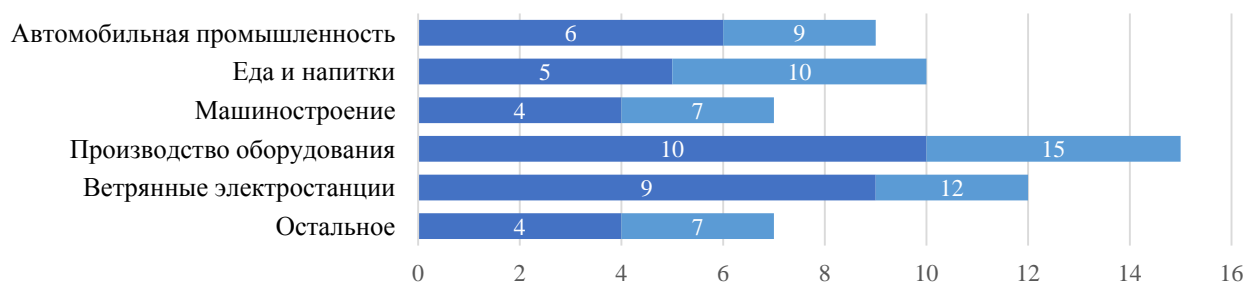


Прирост затрат на преобразование 15 - 25%

■ Прирост производительности, % ■ Диапазон изменения, %

б

## Общие производственные затраты, %



Общий дополнительный прирост производительности: 5% - 8% или 90 - 150 миллионов евро

■ Прирост производительности, % ■ Диапазон изменения, %

в

а – доля валового производства, б – затраты на преобразование производства, в – общие производственные затраты

Рисунок 1 – Прогноз повышения производительности за счёт внедрения искусственного интеллекта

Источник: Boston Consulting Group

По оценке специалистов, технологии Индустрии 4.0 повысят производительность обрабатывающей промышленности Германии на сумму от 90 до 150 миллиардов евро в течение следующих 5-10 лет, исключив затраты на материалы, эффект варьироваться от 15% до 25%, а с учётом затрат на материалы он составит от 5% до 8%.

Наибольший прирост прогнозируется в машиностроении на уровне 10–15%, производство ветряных турбин – 1% промышленного производства Германии.

Появление машин, заменяющих людей, роботов изменит востребованные виды навыков.

Низкоквалифицированные рабочие места исчезнут, и их заменит значительный спрос в машиностроительном секторе, вырастающий на 10%. В производстве к 2025 году число сотрудников увеличится на 6%, с 6 миллионов до 6,5 миллионов.

Адаптация производственных процессов для внедрения Индустрии 4.0 потребует от немецких производителей инвестиций около 250 миллиардов евро в течение следующих десяти лет или 1-1,5% доходов производителей.

#### Развитие ИИ в ФРГ в настоящее время

В Потсдаме на заседании 14 ноября 2018 года, посвящённом цифровым технологиям, немецкое федеральное правительство утвердило стратегию в области развития искусственного интеллекта [4]. Программа совместно разработана и представлена Федеральным министерством экономики и энергетики, Федеральным министерством образования и научных исследований и Федеральным министерством труда и социальных вопросов. Осуществление стратегии и программных мероприятий рассчитано на срок до 2025 года.

Основными целями программы являются:

- развитие национальной сети, состоящей как минимум из двенадцати исследовательских центров;
- создание ведущей в мире европейской сети искусственного интеллекта под брендом «AI – Made in Europe»;
- создание не менее 100 дополнительных профессорских должностей в области ИИ и усиление обучения и продвижения молодых талантов в области ИИ;
- укрепление междисциплинарных исследований в области ИИ;
- расширение экосистемы искусственного интеллекта для улучшения общественного благосостояния.

Исходя из стратегии представительные органы земель Германии определили долгосрочные цели и конкретные меры в области ИИ.

Согласно документу, в целях сотрудничества в области исследований и обмена информацией в сфере ИИ, намечено четыре направления сотрудничества:

- 1) мобильность;
- 2) здоровье;
- 3) окружающая среда, энергетика и сельское хозяйство;
- 4) промышленность.

Планируется внедрять ИИ в систему образования. Развитие ИИ должно способствовать цифровизации, борьбе с преступностью, развитию робототехники, медицины и сельского хозяйства.

#### Исследовательский институт Cyber Valley

Развитие в Баден-Вюртемберге исследовательского института Cyber Valley как центра передового опыта создания инноваций в области искусственного интеллекта явилось одной из самых значимых инициатив.

По образу Кремниевой долины, ведущего региона в мире по исследованиям в сфере искусственного интеллекта, консорциум университетов региона Штутгарт-Тюбинген объявил в 2016 году об инициативе Cyber Valley, с целью объединения промышленных и научных организаций для ускорения развития и вывода на рынок технологий, основанных на использовании искусственного интеллекта, для их применения, в автомобильной промышленности, в здравоохранении [5].

Исследовательский центр активно занимается разработкой и развитием интернета вещей, исследованиями в сфере машинного обучения.

Наиболее важная конференция в области машинного обучения – «Конференция по нейронным системам обработки информации» (NeurIPS), одна из трёх основных конференций в мире, оказывающих большое влияние. Конференция проходит ежегодно в Новом Орлеане в США. На конференции NeurIPS 2022 около 50 статей института Cyber Valley и его партнёров успешно прошли рецензирование [6, 7].

### Интернет Вещей

Интернет вещей (IoT) — система, объединяющая устройства в компьютерную сеть, позволяющую им собирать, анализировать, обрабатывать и передавать данные другим объектам через программное обеспечение, приложения или технические устройства [8]. IoT автоматизирует процессы и снижает трудозатраты, сокращает объём отходов компаний, улучшает качество предоставляемых услуг, удешевляет процесс производства и логистику.

К недостаткам относятся значительные риски, связанные с обработкой личных данных и устройств, используемых в конфиденциальных условиях. Очевидно, что сеть должна быть защищена от внешних кибер-атак и сбоев.

Для решения этих проблем под руководством Немецкого исследовательского центра искусственного интеллекта (DFKI) создан проект SASPIT с целью разработки сертифицированной сенсорной платформы IoT с комплексными гарантиями безопасности [9]. Для широкого и гибкого применения партнёры используют стандарты аппаратного и программного обеспечения с открытым исходным кодом.

Проект объединяет большое количество промышленных компаний и исследовательских центров для создания платформы интернета вещей.

В ходе разработки платформы партнёры SASPIT предоставляют результаты с открытым исходным кодом (как аппаратное, так и программное обеспечение), для возможного повторного использования другими участниками рынка. При выборе устройств обеспечивается высокий уровень гибкости для конечных пользователей.

Интернет вещей связан с «умным домом», где почти все электронные девайсы взаимодействуют между собой в одной сети, передавая информацию.

Конструкция процессоров, специализирующихся на контексте «умного дома», основана на архитектуре RISC-V. Открытая аппаратная архитектура предлагает независимую и экономически эффективную альтернативу основным производителям микросхем и рассматривается как ключ к цифровому суверенитету Германии и Европы, особенно при возникновении узких мест в поставках полупроводников. Для процессоров RISC-V, оснащенных датчиками и исполнительными механизмами, партнёры разрабатывают общую архитектуру программного обеспечения с открытым исходным кодом. Создаётся целостная система интеллектуальных датчиков Интернета вещей, объединённых в качестве узлов платформы в сети для интеллектуального и безопасного соединения, например, целых комплексов сдаваемых в аренду квартир. Разрабатывается инфраструктура управления, обеспечивающая конфиденциальность данных на отдельных узлах.

Для защиты персональных данных партнёры внедряют специализированные криптографические компоненты и методы шифрования и разрабатывают меры по их защите от физических атак.

Основная цель состоит в успешной проверке и сертификации программного и аппаратного обеспечения, контрастирует с существующими в настоящее время решениями Интернета вещей для домашнего сектора, не требующими сертификации и, следовательно, потенциально небезопасными. Партнёры используют инновационные методы радиационного анализа для обеспечения безопасности датчиков не только в производстве, но и в процессе доставки и в эксплуатации.

## Медицинский проект DigiMed

Правительство Баварии объявило о создании проекта “DigiMed” с целью дальнейшего развития медицины путем объединения и оценки наборов клинических и эпидемиологических данных. Медицина Р4 (прогностическая, профилактическая, персонализированная, совместная) — одна из наиболее многообещающих мировых разработок в области улучшения, целостного и эффективного здравоохранения [10].

Флагманский проект Р4-медицины DigiMed Bayern запущен в конце 2018 года. DigiMed Bayern объединяет обширные наборы данных пациентов с различными диагнозами, такими как ишемическая болезнь сердца и инсульт, и пациентов с генетическими факторами риска. Для интегративного анализа полученных данных проектируется и внедряется высокозащищенная и устойчивая ИТ-инфраструктура. Вследствие проводимых организацией исследований, пациенты и лица, находящиеся в группе риска, выиграют от достижений в области прогнозирования заболеваний, адресной профилактики, диагностики и лечения.

## ВЫВОДЫ

Германия является ведущим участником разработок и внедрения искусственного интеллекта, борясь за первое место в мире.

По мнению экспертов, основную часть исследований в сфере искусственного интеллекта Германии следует сфокусировать в области промышленных технических разработках “умной” автоматизации, сенсорной техники, робототехники, где она лидирует среди мировых конкурентов.

Ожидается прирост экономики Германии в сумме около 32 миллиардов евро добавленной стоимости в течение следующих пяти лет за счет внедрения искусственного интеллекта в производственный сектор, особенно в автомобильной, машиностроительной, химической и электротехнической промышленности [11].

К 2030 году валовой внутренний продукт Германии (ВВП) планируют увеличить на 11,3 процента благодаря ИИ, что соответствует 430 миллиардам евро [12].

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Germany: Industrie 4.0 / European Comition [Electronic resource]. – Mode of access: DTM\_Industry%204.0\_DE.pdf – Date of access 02.10.2023.

2. Комарова А. О. Динамика развития искусственного интеллекта в Германии. Нормативная база / Стольпинский вестник – 2020. – №2 – С. 133 – 163. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta-v-germanii-normativnaya-baza> – Дата доступа 28.09.2023.

3. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing / Boston Consulting Group [Electronic resource]. – Mode of access: [https://web-assets.bcg.com/img-src/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm9-61694.pdf](https://web-assets.bcg.com/img-src/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf) – Date of access 28.09.2023.

4. AI Strategies / Germany’s platform for AI “Lernende Systeme” [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.plattform-lernende-systeme.de/ai-strategies.html> – Date of access 02.10.2023.

5. Cyber Valley’s site [Electronic resource]. – Mode of access: <https://cyber-valley.de/en> – Date of access 28.09.2023.

6. Great success at NeurIPS 2022 / Cyber Valley’s site [Electronic resource]. – Mode of access: <https://cyber-valley.de/en/news/neurips-2022> – Date of access 21.10.2023.

7. NeurIPS 2022: accepted papers from Cyber Valley partner institutions [Electronic resource]. – Mode of access: [https://cyber-valley.de/uploads/news/attachment/700/20221128\\_en\\_neurips\\_2022\\_accepted\\_papers.pdf](https://cyber-valley.de/uploads/news/attachment/700/20221128_en_neurips_2022_accepted_papers.pdf) – Date of access 21.10.2023.

8. Что такое интернет вещей и как он устроен / РБК Тренды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5db96f769a7947561444f118> – Дата доступа 28.09.2023.

9. More security in the network: joint project develops open and certifiable sensor platform for IoT applications / German Research Center for Artificial Intelligence [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.dfki.de/en/web/news/projekt-saspit-gestartet> – Date of access 28.09.2023.
10. DigiMed Bayern's site [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.digimed-bayern.de/en.html> – Date of access 28.09.2023.
11. Artificial Intelligence / Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action of Germany [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Artikel/Technology/artificial-intelligence.html> – Date of access 29.10.2023.
12. AI in Germany [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.hamburg.com/ai/16059530/ai-in-germany/> – Date of access 29.10.2023.

## REFERENCES

1. Germany: Industrie 4.0 / European Commission [Electronic resource] – Mode of access: [DTM\\_Industrie%204.0\\_DE.pdf](https://www.dtm.de/fileadmin/user_upload/2020/04/Industrie%204.0_DE.pdf) – Date of access 02.10.2023.
2. Komarova A. O. Dynamics of development of AI in Germany. Normative base / Harbinger of Stolypin – 2020. – №2 – p. 133 – 163. – Mode of access: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta-v-germanii-normativnaya-baza> – Date of access 28.09.2023.
3. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing / Boston Consulting Group [Electronic resource]. – Mode of access: [https://web-assets.bcg.com/img-src/Industry\\_40\\_Future\\_of\\_Productivity\\_April\\_2015\\_tcm9-61694.pdf](https://web-assets.bcg.com/img-src/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf) – Date of access 28.09.2023.
4. AI Strategies / Germany's platform for AI "Lernende Systeme" [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.plattform-lernende-systeme.de/ai-strategies.html> – Date of access 02.10.2023.
5. Cyber Valley's site [Electronic resource]. – Mode of access: <https://cyber-valley.de/en> – Date of access 28.09.2023.
6. Great success at NeurIPS 2022 / Cyber Valley's site [Electronic resource]. – Mode of access: <https://cyber-valley.de/en/news/neurips-2022> – Date of access 21.10.2023.
7. NeurIPS 2022: accepted papers from Cyber Valley partner institutions [Electronic resource]. – Mode of access: [https://cyber-valley.de/uploads/news/attachment/700/20221128\\_en\\_neurips\\_2022\\_accepted\\_papers.pdf](https://cyber-valley.de/uploads/news/attachment/700/20221128_en_neurips_2022_accepted_papers.pdf) – Date of access 21.10.2023.
8. What is the Internet of Things and how does it work? / RBC trends [Electronic resource]. – Mode of access: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5db96f769a7947561444f118> – Date of access 28.09.2023.
9. More security in the network: joint project develops open and certifiable sensor platform for IoT applications / German Research Center for Artificial Intelligence [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.dfki.de/en/web/news/projekt-saspit-gestartet> – Date of access 28.09.2023.
10. DigiMed Bayern's site [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.digimed-bayern.de/en.html> – Date of access 28.09.2023.
11. Artificial Intelligence / Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action of Germany [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Artikel/Technology/artificial-intelligence.html> – Date of access 29.10.2023.
12. AI in Germany [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.hamburg.com/ai/16059530/ai-in-germany/> – Date of access 29.10.2023.