

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Экономическая безопасность

СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ФАКТОРОВ РОБОТИЗАЦИИ В РОССИИ И ПОЛЬШЕ

Александр Евгеньевич ВАРШАВСКИЙ ^{а*},
Виктория Васильевна ДУБИНИНА ^б

^а доктор экономических наук, кандидат технических наук,
профессор, руководитель лаборатории,
Центральный экономико-математический институт РАН (ЦЭМИ РАН),
Москва, Российская Федерация
varshav@cemi.rssi.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8229-3692>
SPIN-код: 7987-6250

^б младший научный сотрудник,
Центральный экономико-математический институт РАН (ЦЭМИ РАН),
Москва, Российская Федерация
Viktoria@li.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2785-1599>
SPIN-код: 3049-0083

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 314/2021
Получена 27.05.2021
Получена в
доработанном виде
12.06.2021
Одобрена 30.06.2021
Доступна онлайн
15.10.2021

УДК 330.4

JEL: O14, O33

Аннотация

Предмет. Анализ показателей роботизации и экономического развития (плотность роботизации, доля обрабатывающей промышленности и экспорта, валовое накопление основного капитала, инвестиции и т.д.) в России и Польше.

Цели. Выявление тенденций изменения плотности роботизации в обеих странах, а также взаимосвязи между экономическими показателями и плотностью роботизации в целях использования их в дальнейшем для разработки рекомендаций по ускорению развития отечественной робототехники.

Методология. Методология исследования основана на изучении особенностей развития робототехники в России и Польше, а также анализе и моделировании взаимосвязи плотности роботизации с показателями экономического развития Польши.

Результаты. Показано, что в Польше плотность роботизации увеличивалась значительными темпами, благодаря росту объемов производства в обрабатывающей промышленности, в частности производства автомобилей и электроники, в промышленности в целом, а также экспорта товаров и услуг. Как показывает опыт Польши и других восточноевропейских стран, курс на реиндустриализацию экономики России, развитие обрабатывающей, экспорт высокотехнологичной продукции стимулируют использование промышленных роботов и расширение роботизации производства.

Выводы. Внедрение роботизации в производственные процессы повышает конкурентоспособность экономики, что

Ключевые слова:

промышленные
роботы, плотность
роботизации,
обрабатывающая
промышленность

особенно актуально для России в условиях санкций и взятого курса на реиндустриализацию. В Польше основными стимулами использования робототехники являются повышение производительности и снижение затрат, сокращение сроков поставок и повышение качества продукции. В России для повышения плотности роботизации необходимо значительно повысить валовое накопление основного капитала, объем промышленного производства и обрабатывающей промышленности, в первую очередь производства машин и оборудования, станкостроения и электронной промышленности.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Варшавский А.Е., Дубинина В.В. Сопоставительный анализ показателей и факторов роботизации в России и Польше // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. – 2021. – Т. 17, № 10. – С. 1875 – 1902.
<https://doi.org/10.24891/ni.17.10.1875>

Введение

Экономика России претерпела значительные изменения после распада Советского Союза и перехода к рыночной системе. Экономические реформы 1990-х гг., усугубленные процессами глобализации, привели к деиндустриализации, ориентации на экспорт сырьевых товаров, значительному снижению инновационной активности. Зависимость от экспорта сырьевых товаров делает Россию уязвимой перед циклами подъемов и спадов мировых цен на них. Так, сочетание падения цен на нефть, международных санкций и структурных ограничений привело к снижению ВВП России в 2015 г. на 2,8%. В настоящее время взят курс на импортозамещение и реиндустриализацию, подъем обрабатывающих производств, в первую очередь наукоемких.

Одним из показателей этого процесса является использование прогрессивных технологий, в частности, роботизация производства. Однако в России всего установлено около 8 тыс. промышленных роботов (ПР), что значительно меньше по сравнению с наиболее развитыми странами (например, в Германии установлено более 130 тыс. роботов). В 2019 г. плотность роботизации в Польше составляла 46 ед., а в России – 6 ед. (в Польше такое значение показателя было в 2007 г.). Следует отметить, что в 2017 г. в России в структуре ВВП на долю промышленности приходилось 32,4%, а в Польше – 40,2%¹. В структуре польского импорта содержится большая доля инвестиционных товаров и сырья, а в экспорте – высокий

¹ Index Mundi. Poland vs Russia.

URL: <https://indexmundi.com/factbook/compare/poland.russia/economy>

процент готовой продукции и промышленных товаров. В российском экспорте преобладают природный газ, нефть, металлические руды и металлы [1].

Внедрение роботизации в производственные процессы повышает конкурентоспособность экономики, что особенно актуально для России в условиях санкций и взятого курса на реиндустриализацию экономики. В Польше основными стимулами использования робототехники являются повышение производительности и снижение затрат, сокращение сроков поставок, повышение качества продукции за счет устранения человеческих ошибок и усиления конкурентоспособности².

И Россия, и Польша перешли к рыночной системе примерно в одно и то же время. Именно поэтому представляет интерес то, что способствует значительному росту роботизации в Польше, какова там инвестиционная и промышленная политика. В данной статье проводится анализ динамики основных технико-экономических показателей, и на основе моделирования определяются факторы, способствующие ускорению процессов роботизации.

Основные факторы роста роботизации в Польше

Общие показатели экономического развития. Экономика Польши непрерывно развивалась с начала 1990-х гг. По данным Всемирного банка, ВВП Польши за период 1990–2018 гг. вырос на 178,8%, а добавленная стоимость обрабатывающей промышленности за период 2002–2016 гг. – на 186%. За период 1996–2015 гг. инвестиции в обрабатывающую промышленность выросли на 90,4%, в экономику – на 153,1% за тот же период (табл. 1).

Важным фактором роста экономики Польши является экспорт. Объем экспорта продукции в 1991–2018 гг. увеличился более чем в 17 раз – с 14,9 до 264,786 млрд долл. США, импорт за тот же период вырос почти в 18 раз – с 15,5 до 270,2 млрд долл. США. Доля промышленных товаров в экспорте возросла с 55,3% в 1991 г. до 80,2% в 2018 г. [2]. При этом в 2018 г. на долю экспорта продукции машиностроения приходилось 39,9%, продукции химической промышленности – 13,9% и продукции агропромышленного комплекса – 13,3% [3].

Два этапа развития экономики. Можно выделить два этапа развития экономики – до 2004 г. и после, когда Польша была принята в Европейский союз.

² Čtvrtina českých firem plánuje v příštích letech robotizaci.

URL: <https://investicniweb.cz/news-ctvrtina-ceskych-firem-planuje-v-pristich-letech-robotizaci/>

Темпы роста ВВП в 1991–1995 гг. составляли 2,3%. С середины 1990-х гг. объем промышленного производства в Польше систематически увеличивался, однако на первом этапе это был медленный рост.

До 2004 г. прямые иностранные инвестиции (ПИИ) транснациональных корпораций были источником экономического роста Польши. Вступление страны в ЕС в 2004 г. придало дополнительный импульс польской экономике за счет средств из структурных фондов Союза. Страна является крупнейшим получателем фондов развития ЕС, и их циклическое распределение может существенно повлиять на темпы экономического роста. Так, в 2014–2017 гг. реальные темпы роста ВВП Польши превышали 3%.

После вступления в ЕС на территории Польши стали размещаться зарубежные производства крупных транснациональных корпораций (ТНК), в результате чего произошла модернизация обрабатывающей промышленности на основе импортных технологий [3]. Крупнейшими инвесторами были: концерн Fiat (Италия), который инвестировал 1,769 млрд долл. США в производство автомобилей; компания Kronospan Holdings Ltd. (Кипр), вложившая более 1,062 млрд долл. США в производство древесины и изделий из нее; General Motors Corporation (США) – 1,01 млрд долл. США в производство автомобилей Opel; концерн Daewoo (Южная Корея) – 936 млн долл. США в производство автомобилей, а также электрического и оптического оборудования³.

В 2014–2020 гг. Польша из средств ЕС получила 82,5 млрд евро⁴ для развития инфраструктуры и транспорта, сельского хозяйства, здравоохранения, увеличения рабочих мест, а также для других проектов Европейского социального фонда⁵. Основная часть ПИИ в 2019 г. была направлена в сферу производства (42%), финансовых услуг (22,7%), в автотранспорт и связь (12,1%)⁶.

По данным Всемирного банка, прямые иностранные инвестиции в Польшу составляли 3 659 млн долл. США в 1995 г., 9 335 млн долл. – в 2000 г., 18 395 млн долл. – в 2010 г., 15 065 млн долл. – в 2015 г., 12 034 млн долл. США – в 2018 г.

³ Zmiany w przemyśle Polski.

URL: <https://epodreczniki.pl/a/zmiany-w-przemysle-polski/DKjGKWrpH>

⁴ Perspektywy dla Polski. Polska gospodarka w latach 2015–2017 na tle lat wcześniejszych I prognozy na przyszłość: Raport // FOR. Warszawa: Forum Obywatelskiego Rozwoju, 2017. 253 p.

⁵ Poland – EU Budget in My Country. European Commission.

URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/eu-budget_en#projects

⁶ Особенности инвестирования в Польшу.

URL: <https://zagranportal.ru/polsha/biznes-polsha/inwestirovanie-v-polshe.html>

С 2005 по 2019 г. ВВП Польши вырос в 1,7 раза, а добавленная стоимость обрабатывающей промышленности и информационно-коммуникационных технологий – в 2,5 раза [4].

Наиболее успешным для Польши был период до экономического кризиса 2004–2008 гг., который отмечался самыми высокими среднегодовыми темпами прироста ВВП, добавленной стоимости обрабатывающей промышленности, инвестиций в экономику и обрабатывающую промышленность (табл. 2). Интенсивное развитие промышленности связано во многом с вступлением страны в ЕС – открылись новые рынки, увеличились потоки иностранного капитала в страну.

Во время экономического спада 2008–2009 гг. Польша была единственной страной ЕС, избежавшей рецессии. В 2008–2009 гг. мировой кризис замедлил экономическое развитие страны, но в последующие годы снова был отмечен его рост⁷. В 2009 г. он составил 2,8%, и после 2013 г. – 3–5%, что вдвое превысило средний показатель по ЕС.

После снижения среднегодовых темпов прироста показателей экономического развития в 2009–2014 гг. произошел их рост в 2015–2018 гг. В настоящее время промышленность Польши развивается примерно такими же темпами, как и экономика в целом⁶.

В 2019 г. доля промышленности в ВВП составляла 28,83%, сельского хозяйства – 2,15%, сектора услуг – 56,9%. Значительная доля приходится на основные экспортные отрасли – электронику и автомобилестроение; на долю автомобильной промышленности в 2015 г. приходилось 8% в общей ВДС, электронной – 4,9%, машин и транспортного оборудования – 3,6%⁸.

В Польше хорошо развиты все отрасли машиностроения, их динамичное развитие является результатом наличия как внутреннего, так и внешнего рынков сбыта. В 2017 г. около 4,6% ВДС промышленности было создано в машиностроении⁹. Производимые машины и устройства используются в других отраслях, способствуя их развитию.

Численность занятых в обрабатывающей промышленности Польши сократилась на 20,8% за период 1995–2004 гг., а в период с 2007 по 2016 г. она выросла на 5,5%. При этом добавленная стоимость обрабатывающей промышленности за период 1995–2016 гг. выросла на 194% (табл. 3).

⁷ Najlepiej rozwijające się gałęzie przemysłu w Polsce. URL: <https://epodreczniki.pl/a/najlepiej-rozwijajace-sie-galezie-przemyslu-w-polsce/DYtqoHcH5>

⁸ Berger R. Polish Industry Outlook. Tackling the Gap Between Labor Costs and Productivity. 2017.

⁹ Polski przemysł maszynowy. URL: <https://magazynprzemyslowy.pl/artykuly/polski-przemysl-maszynowy-raport>

С тех пор как Польша стала членом Европейского союза, ее экспорт увеличился более чем на 30%. В 2019 г. экспорт товаров составлял 264 млрд долл., а импорт – 262 млрд долл. США (в 2015 г. 198,2 и 192,6, соответственно). Экспорт услуг вырос с 43,4 млрд долл. в 2015 г. до 72 млрд долл. США в 2019 г., а импорт услуг – с 32,5 млрд долл. до 43,7 млрд долл. США за тот же период¹⁰.

Ведущие отрасли машиностроения Польши

Автомобильная промышленность. В 1978–2002 гг. Польша производила собственную марку легкового автомобиля Polonez, затем его производство прекратилось, и с 2002 г. в Польше производятся автомобили других стран¹¹.

Самым крупным в Польше и одним из крупнейших автомобильных заводов в Европе является Fiat. Кроме того, на заводе General Motors Manufacturing Poland выпускаются модели Opel Astra и Opel Cascada; на заводе Volkswagen Poznań – автомобили VW Caddy и Caddy Maxi, а также VW Transporter; на заводе MAN Bus – городские и туристические автобусы.

Важно отметить, что на заводах в Польше производятся узлы и компоненты автомобилей: двигатели, системы охлаждения двигателей, стеклоочистители, системы освещения, автокресла, выхлопные и тормозные системы, подвески и амортизаторы; при этом производимые в стране шасси и каркасы автомобилей отправляются в Германию для окончательной сборки и др. Полностью в Польше собираются грузовики MAN, городские, междугородные и туристические автобусы, а также троллейбусы и трамваи компаний Solaris Bus & Coach S.A, Volvo, Scania.

Особенно следует выделить производство двигателей. В 2019 г. в стране насчитывалось шесть заводов по производству двигателей: Toyota (2 завода), Daimler, Volkswagen, FCA (Fiat-Chrysler Automobile), Peugeot-Citroën¹². Например, Toyota Motor Manufacturing Poland производит двигатели и трансмиссии (механические и полуавтоматические – как для бензиновых, так и для дизельных двигателей) для своих автомобилей, Citroen и Peugeot. В 2018 г. в Польше было произведено 377 тыс. бензиновых двигателей, в 2019 г. – 700,9 тыс. В то же время снижается производство дизельных двигателей (782,4 тыс. ед. в 2019 г., что на 90 тыс.

¹⁰ Nordea. Poland: Economic and Political Overview.

URL: <https://nordeatrade.com/en/explore-new-market/poland/trade-profile>

¹¹ Wikipedia. FSO Polonez. URL: https://pl.wikipedia.org/wiki/FSO_Polonez

¹² *Kierowców W. Fabryki silników w Europie i w Polsce.*

URL: <https://wyborkierowcow.pl/fabryki-silnikow-w-europie-i-w-polsce/>

ед. меньше, чем в 2018 г.)¹³. В 2019 г. был открыт завод Fiat Chrysler Automobiles по производству нового поколения малолитражных двигателей, соответствующих стандарту выбросов Евро 6D¹⁴. На заводе Volkswagen в Познани производятся головки двигателя и корпуса рулевого механизма. Magna Cosma занимается штамповкой кузовных деталей автомобилей, производит узлы, компоненты и модули для кузовов, в том числе для Volkswagen, Audi и Opel.

Электронная промышленность. С начала 1990-х гг. развитие этой отрасли в Польше оказалось в сфере интересов многих иностранных концернов - Schneider Electric, Alcatel-Lucent, Philips. В настоящее время электронная промышленность – один из самых быстрорастущих сегментов экономики¹⁵. В 2017 г. производство электроники в Польше достигло 10,5 млрд долл. (рост на 16,5% по сравнению с 2016 г.). На долю ЖК-телевизоров приходилось 37% от общего объема производства в 2017 г., на долю компьютеров – 23,6%. В 2017 г. производство компьютерного оборудования увеличилось на 24,7%, производство персональных компьютеров увеличилось с 2,94 млн в 2016 г. до 3,73 млн в 2017 г.¹⁶.

Роботизация производства. На первом этапе, до 2004 г., показатели роботизации производства в Польше были низкими – плотность роботизации составляла 1-3 ед. Однако на втором этапе, после 2004 г., плотность роботизации значительно возросла. В настоящее время Польша занимает 25-е место в рейтинге Bloomberg Innovation Index 2020 (Россия – 26-е место). После экономического кризиса темпы роста роботизации замедлились при сокращении инвестиций ЕС, однако в 2018 г. использование роботов выросло на 40% по сравнению с 2017 г.

Количество ежегодно устанавливаемых промышленных роботов (ПР) в Польше за период 2009–2019 гг. выросло в 8 раз – с 322 до 2 642 ед. Так, в 2009 г. в стране было установлено 322 ПР, в 2010 г. – 569, в 2011 г. – 686, в 2012 г. – 725, в 2013 г. – 692, в 2014 г. – 1 267, в 2015 г. – 1 795, в 2016 г. – 1 632, в 2017 г. – 1 891, в 2018 г. – 2 651, в 2019 г. – 2 642 ПР¹⁷. Около 6%

¹³ W Polsce rośnie produkcja silników. URL: <https://glowny-mechanik.pl/2020/01/31/w-polsce-rosnie-produkcja-silni-kow/#:~:text=W%202018%20roku%20w%20Polsce,z%20wynikiem%20ponad%20323%20tys>

¹⁴ Walewska D. Polska zagłębiem produkcji nowoczesnych silników. URL: <https://moto.rp.pl/biznes/18384-polska-zaglebiem-produkcji-nowoczesnych-silnikow>

¹⁵ Polish Investment & Trade Agency. URL: <https://paih.gov.pl/sectors/electronics>

¹⁶ Electronics Industry in Poland. URL: <https://electronics.ca/store/electronics-industry-in-poland.html>

¹⁷ Raport IFR: rekordowa sprzedaż robotów w Polsce. URL: <https://zrobotyzowany.pl/informacje/publikacje/3564/raport-ifr-rekordowa-sprzedaz-robotow-w-polsce>; Roboty przemysłowe w Polsce i na świecie. URL: <https://elektrotechnikautomatyk.pl/artykuly/roboty-przemyslowe-w-polsce-i-na-swiecie>

малых и средних предприятий и 22% крупных компаний Польши использовали роботы (в странах ЕС – 7 и 25% соответственно).

На долю автомобильной промышленности в 2018 г. приходилось 883 робота (33% от общих продаж ПР), производства пластмасс и химических продуктов – 407 ед. (15%), металлургической промышленности и машиностроения – 227 ед. (9%)¹⁸. В 2019 г. на долю автомобильной промышленности приходилось 982 робота (37% в общем объеме продаж), производства пластмасс и химикатов – 386 ед. (15%), металлообработки и машиностроения – 252 ед., электротехнической/электронной промышленности – 192 ед. В секторе продуктов питания и напитков было установлено 135 новых роботов (рост в 111%)¹⁹.

Парк роботов Польши составлял в 1995 г. 493 ед., в 2004 г. – 643, в 2010 г. – 5 452, в 2015 г. – 8 100, в 2019 г. – 15 800 ед.¹⁷.

Промышленные роботы используются в основном в обрабатывающей промышленности (81,5%), в том числе в автомобильной (38,6), химической (18,9) и металлургической промышленности (12,8%). В 2020 г. компания Amazon открыла новый объект в Польше, где работают 1 тыс. сотрудников и 4 тыс. роботов²⁰. На предприятиях банковского, страхового и телекоммуникационного секторов Польши используется до 30–50 роботов, однако есть предприятия с более чем 100 роботами²¹.

В 2014 г. самыми популярными задачами роботов в Польше являлись перемещение (48%) и сварка (27%)²². Всего для перемещения используется более 7 тыс. ед. (из которых 1 400 ед. были проданы в 2018 г.), для сварки – около 500 ед.²³.

В 2018 г. больше всего роботов было закуплено для литья пластмасс – 460 ед., сварки – 440 ед., погрузочно-разгрузочных работ – 291 ед. Кроме того, для обслуживания станков в 2018 г. было продано 200 роботов, паллетирования – 187, упаковки и перемещения – 172, сборки – 98, дозирования – 33, обработки – 10 ед.¹⁸. В 2019 г. на долю операций по

¹⁸ Sprzedaż robotów na świecie wzrosła o 6%, w Polsce o 40%.

URL: <https://plastech.pl/wiadomosci/Sprzedaz-robotow-na-swiecie-wzrosła-o-6-w-Polsce-o-40-14459>

¹⁹ Polska nadgania w obszarze robotyzacji. URL: <https://evertiq.pl/news/26467>

²⁰ POLAND ROBOTICS. URL: <https://trade.gov/market-intelligence/poland-robotics>

²¹ Evertiq. Pandemia przyspiesza robotyzację polskich firm. URL: <https://evertiq.pl/news/25564>

²² Robotyka w liczbach – najnowsze opracowanie International Federation of Robotics. URL: <https://robotyka.com/wiadomosc.php/wiadomosc.1603/robotyka-w-liczbach-najnowsze-opracowanie-international-federation-of-robotics>

²³ Raport IFR: sukces polskiej robotyzacji. URL: <https://magazynprzemyslowy.pl/artykuly/raport-ifr-sukces-polskiej-robotyzacji>

перемещению материалов и обслуживанию оборудования приходилось 59% ПР, сварочных операций – 15, обработки – 3, дозирования – 2%²⁴.

Плотность роботизации растет, хотя медленнее, чем в других странах. В целом за период 1992–2019 гг. *плотность роботизации в обрабатывающей промышленности* выросла в 23 раза (с 2 ед. в 1992 г. до 46 ед. в 2019 г.) [5]. В 1992–2006 гг. данный показатель находился в диапазоне от 1 до 3 ед. на 10 тыс. занятых, однако с 2007 г. он начал увеличиваться и достиг 46 ед. в 2019 г. (рис. 1).

В 2014 г. в автомобильной промышленности Польши было установлено 563 новых робота (53% всех закупок роботов в Польше). Больше всего роботов было приобретено для процессов литья под давлением, транспортировки и погрузочно-разгрузочных работ, сварки, покраски и сборки. В 2019 г. автомобильная промышленность приобрела 982 робота (883 ед. в 2018 г.)²⁵. В 2010 г. плотность роботизации в автомобильной промышленности Польши составляла 54 ед., в 2015 г. – 131, в 2018 г. – 189, в 2019 г. – 190 ед.

В 2019 г. в Польше был построен завод AG Motors по роботизированному производству алюминиевых рам для велосипедов. Производственная мощность предприятия составляет 400 тыс. ед. в год, инвестиции составили более 10 млн евро²⁵.

Эконометрическое исследование взаимосвязи плотности роботизации с показателями экономического развития. За период 1995–2004 гг. добавленная стоимость обрабатывающей промышленности несколько выросла – на 30,7%, а плотность роботизации в обрабатывающей промышленности выросла с 2 до 3 ед.; численность занятых сократилась примерно на 20%. Затем, в 2004–2015 гг., в Польше валовое накопление основного капитала выросло на 94,4%, добавленная стоимость промышленности – на 74,9%, добавленная стоимость производства автомобилей, прицепов и запчастей – на 25,6%. При этом плотность роботизации в обрабатывающей промышленности значительно увеличилась – на 19 ед. (табл. 4).

На основе данных для второго этапа были построены модели зависимости плотности роботизации в обрабатывающей промышленности от валового накопления основного капитала и добавленной стоимости производства автомобилей, прицепов и запчастей (модель 1, 2004–2015 гг.),

²⁴ Antosiuk M. W Polsce przybywa robotów przemysłowych. URL: <https://elmark.com.pl/blog/w-polsce-przybywa-robotow-przemyslowych>

²⁵ Robotized Aluminium Frame Production Starts in Poland. URL: https://bike-eu.com/home/nieuws/2019/08/robotized-aluminium-frame-production-starts-in-poland-10136337?_ga=2.26851966.233760027.1611246075-997803577.1611246075

а также добавленной стоимости промышленности и экспорта товаров и услуг (модель 2, 2007–2015 гг.). В моделях использовались значения плотности роботизации (ед.) и макроэкономических показателей (индекс роста, %, в постоянных ценах 2010 г., млрд долл. США), рассчитанные относительно 2004 г. (2004 г. = 100%).

Модель 1 описывается уравнением:

$$Y = -36,1 + 0,13x_1 + 0,26x_2 - 4,2D_1, R^2 = 0,996,$$

$$(-26,2) (15,9) (13,5) (-11,5),$$

где Y – плотность роботизации, ед.; x_1 – валовое накопление основного капитала (индекс роста), %; x_2 – добавленная стоимость производства автомобилей, прицепов и запчастей (индекс роста), %; D_1 – фиктивная переменная, равная 1 в 2007–2008 гг. и 2011 г. и 0 – в остальные годы. Для данной модели средняя относительная погрешность равна 5,09%.

При росте валового накопления основного капитала на 10 п.п. плотность роботизации увеличивается на 1,3 ед. (при постоянном значении добавленной стоимости производства автомобилей, прицепов и запчастей), а рост добавленной стоимости производства автомобилей, прицепов и запчастей на 10 п.п. увеличивает плотность роботизации на 2,6 ед.

Модель 2 описывается уравнением:

$$Y = -32,15 + 0,142x_1 + 0,22x_2 + 3,66D_2, R^2 = 0,99,$$

$$(-13,3) (2,57) (5,44) (4,96),$$

где Y – плотность роботизации, ед.; x_1 – добавленная стоимость промышленности (включая строительство) (индекс роста), %; x_2 – экспорт товаров и услуг (индекс роста), %; D_2 – фиктивная переменная, равная 1 в 2009 г. и 0 – в остальные годы. Для данной модели средняя относительная погрешность равна 2,94%.

При росте добавленной стоимости промышленности (включая строительство) на 10 п.п. плотность роботизации увеличивается на 1,42 ед. (при постоянном значении экспорта товаров и услуг), а рост экспорта товаров и услуг на 10 п.п. увеличивает плотность роботизации на 2,2 ед.

Таким образом, результаты моделирования показывают, что для повышения плотности роботизации необходим значительный рост валового накопления основного капитала, добавленной стоимости промышленности, в том числе добавленной стоимости производства автомобилей, прицепов и запчастей; этому способствует также рост экспорта промышленных товаров и услуг.

Проблемы ускорения роботизации в России

Общие показатели экономического развития. По данным Росстата, объем ВВП России в 2019 г. составил 110,8% (1990 г. – 100%). Валовое сбережение (% ВВП) снизилось с 38,8 в 1990 г. до 27,6 в 2019 г., валовое накопление – с 36,2 (1991 г.) до 23,1 в 2019 г. В 2019 г. валовое накопление основного капитала (% ВВП) составляло 21, что ниже, чем в 1991 г. (23,2). Инвестиции в основной капитал составляли в 2019 17,6% ВВП. Индекс физического объема инвестиций в основной капитал в 2019 г. составил всего 75,6% от уровня 1990 г. (100%).

Индекс промышленного производства в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2) ОКВЭД2 в 2019 г. составил 103,4% (1991 – 100%). Индекс производства отраслей обрабатывающей промышленности в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности ОК 029-2007 (Кдес Ред. 1.1) ОКВЭД в 2019 г. составил всего 85,8% (1991 – 100%).

Доля ВДС обрабатывающих производств (% ВВП) в 2002 г. составляла 15,2, в 2016 г. 11,9 в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности ОК 029-2007 (Кдес Ред. 1.1) ОКВЭД, и в 2019 г. – 13,1 в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2) ОКВЭД2.

Анализ показателей отдельных отраслей обрабатывающей промышленности показал, что производство транспортных средств и оборудования в 2016 г. составляло 67% от уровня 1991 г., производство кокса и нефтепродуктов – 91%. Metallургическое производство и производство готовых металлических изделий выросло всего на 4%, электрооборудования – на 11%, химическое производство – на 35%. Наиболее существенно выросло производство резиновых и пластмассовых изделий – на 185% [6, 7].

За период 1995–2014 гг. численность занятых в обрабатывающей промышленности России снизилась на 25,3% (в Польше за тот же период сократилась на 10,2%).

По данным Всемирного банка, добавленная стоимость производства машин и транспортного оборудования в процентах к добавленной стоимости обрабатывающей промышленности в целом (*% of value added in manufacturing*) в 2016 г. составляла в России 8,2 (в Польше 23,2), а добавленная стоимость обрабатывающей промышленности в процентах ВВП (*Manufacturing, value added, % of GDP*) – 12 (в Польше 18,1). При этом

доля продукции обрабатывающей промышленности в товарном экспорте (*Manufactures exports, % of merchandise exports*) в 2018 г. в России составляла 20,6%, в Польше – 80,2%, в импорте товаров (*Manufactures imports, % of merchandise imports*) – 83,3 и 76,2% соответственно. Особенностью экономики России является зависимость от импорта продукции станкостроения, электроники, сельскохозяйственного и транспортного машиностроения. Доля импорта машин, оборудования и транспортных средств в общем объеме импорта выросла с 31,4% в 2000 г. до 48,6% в 2017 г., (46,1% – в 2019 г.)²⁶.

Роботизация производства в России. В 1975–1980 гг. промышленность СССР освоила серийный выпуск 40 моделей роботов, а к концу 1985 г. количество *промышленных роботов* (ПР) в стране превышало 40 тыс. ед. На тот момент это составляло 40% от общемирового числа ПР и в несколько раз превосходило число роботов, используемых в США²⁷. По данным World Robotics 2005, в СССР в 1989 г. парк ПР составлял 62 339 ед., в 1990 г. – 64 204 ед.

После распада СССР парк ПР начал резко сокращаться. В 2018 г. парк ПР России оценивался в 5 000 ед. и в 2019 г. – более 6 тыс.²⁸. Количество ежегодно устанавливаемых ПР в России выросло с 21 ед. в 2002 г. до 1 410 ед. в 2019 г., но роботизация производства происходит крайне медленно (в 2004 г. парк роботов в России составлял 5 тыс. ед., в начале 2015 г. – около 8 тыс. ед.), в России ежегодно в течение последних пяти лет закупалось в среднем 460 роботов; для сравнения: в Германии установлено более 130 тыс. роботов, причем в 2016 г. Германия закупила около 20 тыс. ед., а Россия – 359 ед.; пример Польши также показывает значительную разницу в показателях роботизации²⁹ [8, 9]. Стоит отметить, что рост сервисной робототехники в стране опережает рост промышленной [10].

В 2013 г. для выполнения погрузочно-разгрузочных работ использовалось 24% ПР, для сварки – 21%, металлообработки – 17%, покраски – 10%³⁰. В 2019 г. на долю роботов, выполняющих операции по перемещению, приходилось 46%, сварку и пайку – 27%, обработку – 4%²⁹.

²⁶ Российский Статистический Ежегодник 2020. URL: https://gks.ru/bgd/regl/b20_13/Main.htm

²⁷ Потенциал российских инноваций на рынке систем автоматизации и робототехники. Экспертно-аналитический отчет, РВК. М., 2014.

²⁸ Цифры про роботов. Отчет IFR и НАУРР о рынке робототехники. URL: <https://youtube.com/watch?v=NnTjIXNWxKI>

²⁹ Козловская З.Н. Состояние международного рынка робототехники и перспективы его развития: материалы II международной научной конференции «Тенденции экономического развития в XXI веке». Минск: Изд-во Белорусского гос. ун-та, 2020. С. 541–544.

³⁰ Роботизация сварочного производства: мировые тенденции и особенности российского рынка. URL: <https://shtorm-its.ru/info/articles/robotizatsiya-svarochnogo-proizvodstva-tendentsii-i-primery-realizatsii/>

Продажи ПР для перемещения увеличились с 134 ед. в 2016 г. до 398 ед. в 2018 г., а для сварки – с 66 ед. до 233 ед. соответственно (табл. 5). При этом доля ПР для перемещения грузов составила 47%, для упаковки, сортировки и размещения – 23%, обслуживания станков – 11%, паллетирования – 10%, литья пластмасс – 5%, для штамповки,ковки и сгибания – 4%. На долю дуговой сварки приходилось 55% из 233 роботов в 2018 г., точечной – 37%, лазерной – 5%, на другие типы сварки – 3%³¹.

В России плотность роботизации составляла в 2019 г. 6 ед. на 10 тыс. занятых в обрабатывающей промышленности³². При этом около 90% рынка приходится на долю компаний KUKA и Fanuc [11].

На автомобильную промышленность в 2018 г. приходилось 39% продаж роботов – 390 ед. (262 ед. – в 2017 г., 26 ед. – в 2016 г., 61 ед. – в 2010 г.), на машиностроение – 16%, химическую и нефтехимическую промышленность – 1%³³ [12]. Кроме того, в 2017 г. значительный интерес к робототехнике проявился в пищевой промышленности – на ее долю приходилось 4% продаж роботов в 2018 г.³⁴

В 2018 г. на автомобильных заводах России работало 378 ПР, 602 ед. – в других отраслях промышленности, из них 19% – в металлургической³⁵.

О том, на каких операциях используются ПР в *машиностроении* и каков уровень локализации производства, говорят следующие данные.

В автомобильной промышленности России роботы используются в основном для сборки и перемещения грузов; кроме того, они используются и при испытании автомобилей (например, для тестирования эксплуатационных свойств автомобильных сидений на заводе Volvo используются роботы KUKA³⁶).

³¹ Конюховская А. Российский рынок промышленной робототехники. URL: <http://robotrends.ru/pub/1917/konspekty-rossiyskiy-rynok-promyshlennoy-robototekhniki-alisa-konyuhovskaya-naur>

³² Кантышев П. Роботы не приживаются на российских заводах. URL: <https://vedomosti.ru/technology/articles/2016/11/14/664697-roboti-ne-prizhivayutsya>

³³ Использование промышленных роботов: обзор рынка робототехники в России и мире. 2020. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ispolzovanie-promyshlennykh-robotov-obzor-rynka-robototekhniki-v-rossii-i-mire/>; Промышленные роботы в России. URL: https://tadviser.ru/index.php/Статья:Промышленные_роботы_в_России

³⁴ IFR. Five Trends in Russian Robotics. URL: <https://ifr.org/post/five-trends-in-russian-robotics#:~:text=175%20million%20rubles.-,Growing%20market%20for%20industrial%20robots,Korea%20-%20indicates%20great%20growth%20potential>

³⁵ За год в России внедрено 860 промышленных роботов. Всего в мире – 384 тыс. URL: <http://dialog-e.ru/market-news/766/>

³⁶ Рудич К. Роботы KUKA в России: от автоматизации советского автопрома до гаражных манипуляторов. URL: <https://hightech-fm.turbopages.org/hightech.fm/s/2020/01/27/kuka-robots>

Так, роботы KUKA используют на заводах АвтоВАЗ и КАМАЗ (антропоморфные роботы грузоподъемностью до 1 т, которые могут выполнять большинство сборочных операций и паллетирование).

На заводе КАМАЗ по производству каркасов кабин установлено более 120 промышленных роботов, из которых 106 – сварочные³⁷, в 2018 г. было установлено еще два сварочных и два транспортировочных робота. Всего на КАМАЗ в 2018 г. было задействовано 297 роботов, из которых 236 – порталные³⁸. Промышленные роботы участвуют в производстве коробок передач для тяжелых грузовиков. На предприятии используются роботы компаний KUKA (выполняют сборку и паллетирование), Fanuc, ABB и Yaskawa.

На заводах компании «Группа ГАЗ» задействованы более 600 ПР, из которых 100 ед. – роботы KUKA. На линиях сварки боковин, основания, кузова и сборки-сварки дверей автомобилей установлены более 90 роботов Fanuc³⁹.

На заводе LADA роботы используются для сварки основания и каркаса кузова. На линии сварки основания кузова Largus и LADA XRAY работает 13 роботов. В 2020 г. планировалось ввести в строй еще два сварочных робота⁴⁰. Кроме того, на конвейере появилось 8 роботизированных тележек для автоматической доставки комплектующих на сборочные посты⁴¹.

В 2019 г. на заводе Haval в Тульской области было установлено более 70 роботов компании ABB. Для точечной и дуговой сварки, а также перемещения деталей используются роботы серий IRB 6700 и IRB 7600, для штамповки – IRB 6660, для прессования деталей – IRB 6660 PT⁴².

На заводе ПСМА Рус в Калуге ПР выполняют сварочные работы, наносят лакокрасочное покрытие (первый и последний слой), а также клей-герметик на стекла. На заводе ПР выполняют сварочные операции и клеивают лобовое и задние стекла. На предприятии используется 54 сварочных

³⁷ Корпоративный журнал ПАО «КАМАЗ». 2019. № 2(50).

URL: <https://kamaz.ru/upload/iblock/515/515cb54856dd3cefcc2829b78257906a.pdf>

³⁸ Состояние роботизации в России в 2018 г. Ритм машиностроения. URL: <https://ritm-magazine.ru/ru/public/robotizaciya-v-rossii#:~:text=Статистика%20роботизации%20в%20России&text=составил%2027%25,автомобильной%20отрасли%20занято%2038%25%20роботов>

³⁹ ГАЗ. Роботизация производственных площадок. URL: <https://gazgroup.ru/technology/robots/>

⁴⁰ Lada. АВТОВАЗ: модернизация производства. URL: <https://lada.ru/press-releases/117263.html>

⁴¹ Новые роботы: На АВТОВАЗе рассказали о модернизации производства. URL: <https://tlt.ru/vaz/novye-roboty-na-avtovaze-rasskazali-o-modernizacii-proizvodstva/2135636/>

⁴² Тульский автомобильный завод оснащен роботизированными решениями ABB. URL: <http://edurobots.ru/2019/09/haval/>

робота Fanuc⁴³. Уровень локализации составляет не более 40%, поэтому в 2020 г. выпуск автомобилей временно приостанавливался из-за недопоставки комплектующих в связи с пандемией; в 2021 г. предполагается начать производство легкового дизеля Peugeot⁴⁴.

В 2016 г. завод Ford во Всеволожске использовал 6 сварочных роботов KUKA, а также ПР для установки стекол⁴⁵ (в 2019 г. завод закрыт).

Завод «Автофрамос» оснащен 10 покрасочными роботами⁴⁶. В 2018 г. там было установлено еще 46 роботов Fanuc для сварки, их общее число возросло почти вдвое. Также планировалось установить и покрасочные роботы⁴⁷. В 2019 г. на предприятии установили 42 робота в сварочном цехе⁴⁸.

ПР используют также в других отраслях. На Тихвинском вагоностроительном заводе используется более 80 ПР, которые выполняют сварочные работы, покраску, чистку кузовов перед покраской вагонов (например, для сварки двух типов промежуточных балок применяются роботы Fanuc, а для сварки концевых и промежуточных балок экспортных вагонов – роботы KUKA)⁴⁹.

В производстве экскаваторов Hitachi в Тверской области ПР используются для сваривания деталей (поворотная и ходовая рама, стрела, рукоять)⁵⁰. На заводе ДСТ-УРАЛ, где выпускаются бульдозеры, применяются 15 сварочных роботов портального типа; также роботы используются для покраски⁵¹.

⁴³ Владимирский И. На калужском заводе PCMA Rus (Peugeot Citroen Mitsubishi Automotive) запустили производство полного цикла. URL: <https://autoreview.ru/articles/svoimi-glazami/tochka-peresecheniya>

⁴⁴ Ильин С. В России наладят производство легкового дизеля Peugeot. URL: <https://motor.ru/news/peugeot-1.6-hdi-rus-14-11-2020.htm>

⁴⁵ Как собирают автомобили Форд в России. URL: <https://neshitoff.livejournal.com/314156.html>

⁴⁶ Про завод Пежо-Ситроен-Митсубиши в Калуге. URL: <https://smotra.ru/users/yellow8888/blog/177209/>

⁴⁷ Владимирский И. Своими глазами: как московский завод Renault готовится к производству нового кроссовера. URL: <https://autoreview.ru/articles/zavody-i-proizvodstva/renault-moscow-plant-2018>

⁴⁸ В Москве на заводе «Рено» запущен модернизированный цех. URL: <https://sdelanounas.ru/blogs/139620/>

⁴⁹ На смену выходят роботы. Тихвинский вагоностроительный завод. URL: http://tvshz.ru/plant_and_society/2459.html?sphrase_id=61154

⁵⁰ Япония в Твери, или как работает завод Hitachi? URL: <https://exkavator.ru/articles/customer/~id=122664>

⁵¹ Модернизация завода «ДСТ-УРАЛ». URL: <https://hitmachinery.ru/2021/02/26/modernizaciya-zavoda-dst-ural/>

В *металлургической промышленности России* используется примерно 12% от всех промышленных роботов⁵². Для измерения геометрии трубы, нанесения маркировки, ультразвукового контроля диска железнодорожного колеса и перемещения заготовок на Выксунском металлургическом заводе (производство стальных сварных труб и железнодорожных колес) используется 15 роботизированных комплексов. Для вырезания отверстий в трубе на заводе «Трубодетали» применяются роботы KUKA, для сварки – робот Рема. На Благовещенском арматурном заводе роботы используются для обработки корпусных деталей трубопроводной арматуры. На Чусовском металлургическом заводе применяется 5 роботов Fanuc, которые подают рессорные листы в нагревательную печь, затем эти листы передают под пресс, а из прессы помещают в холодильник⁵³.

В *пищевой промышленности* ПР используются для нанесения маркировки, резки, сортировки, упаковки и укладки продуктов в контейнеры (например, роботы используются для паллетирования коробок с готовой продукцией в компании Unilever в Тульской области; на мясоперерабатывающем предприятии группы компаний «Черкизово» применяются робот-паллетайзер, робот-укладчик, а также роботы для обслуживания систем клипсования) [13].

В *нефтехимической* компании СИБУР используются роботы для выгрузки сыпучего сырья; для наклейки этикетки и контроля качества рулонов; для укладки брикетов, паллетирования мешков с сырьем⁵⁴.

Роботы KUKA предполагается использовать и в *банковской сфере*, чтобы автоматизировать процесс подсчета и сортировки банкнот, который кассиры и инкассаторы до сих пор выполняют вручную).

В целом вклад отечественной робототехники в прирост ВВП очень мал и оценивается в размере не более 0,1%. Чтобы достигнуть хотя бы 5%-ного вклада в прирост ВВП с помощью роботизированных технологий, необходимо, по оценке, приведенной в [14], устанавливать не 713 роботов, как в 2017 г., а 35 тыс. роботов в год.

Направления ускорения роботизации в России. По мнению руководителя робототехнического центра фонда «Сколково» А. Ефимова, в России нет потребности в эффективном производстве, много нерешенных проблем, связанных с потерями на производстве, поэтому внедрение

⁵² Галеев А. Человек освобожденный. Чем больше у нас машин, тем больше у нас людей.
URL: <https://journal.omk.ru/journal/06-2020/chelovek-osvobozhdennyy/>

⁵³ Кулагина С. Кто, робот? Машины нас заменят, но не всех и не сразу.
URL: <https://journal.omk.ru/journal/06-2020/kto-robot/>

⁵⁴ Промышленная роботизация в России. Сибур диджитал.
URL: <https://sibur.digital/78-promyshlennaya-robotizatsiya-v-rossii>

робототехники является не самой важной задачей [15]. Предприятиям необходимы вспомогательные налоговые инструменты, особенно позволяющие им в кратчайшие сроки получить преференции. Подобные решения успешно реализованы в странах Азии, в том числе в Сингапуре и Южной Корее, а также во Франции и Италии.

В настоящее время на российском рынке доминируют около 15 производителей промышленных роботов – как зарубежных, так и отечественных, при этом в стадии реализации находится около 10 проектов по производству роботов. Учитывая, что затраты на рабочую силу в России ниже, чем в Европе или Китае, российские производители надеются конкурировать по цене. В стране около 80 интеграторов роботов (2017 г.), но большинство из них не имеют опыта работы с крупными проектами⁵⁵.

Чрезвычайно низкий уровень роботизации производства объясняется не только глобализацией и мировым финансовым кризисом, но, главным образом, внутренними проблемами, препятствующими социально-экономическому и научно-технологическому развитию страны. Очевидно, необходимо значительное ускорение процессов реиндустриализации и импортозамещения.

Как показывает опыт Польши и других восточноевропейских стран, курс на реиндустриализацию экономики России, развитие обрабатывающей, экспорт-высокотехнологичной продукции стимулируют использование ПР и должны сопровождаться роботизацией производства.

В первую очередь необходимо выделить следующие задачи.

1. Значительное повышение валового накопления до 30% ВВП и более, а также валового накопления основного капитала, учитывая, что для этого есть соответствующие возможности – так, в 2018 г. валовое сбережение (30,2%) значительно превышало валовое накопление (22,7%) и валовое накопление основного капитала (21,4%).

2. Значительное повышение объема промышленного производства, и в первую очередь производства отраслей обрабатывающей промышленности, увеличение доли ВДС обрабатывающих производств в ВВП; соответственно, ускоренное восстановление станкостроения и электронной промышленности (в 1990 г. в России было выпущено 74,2 тыс., а в 2017 г. – всего 4 368 металлорежущих станков).

⁵⁵ International Federation of Robotics (IFR). Five Trends in Russian Robotics. URL: <https://ifr.org/post/five-trends-in-russian-robotics#:~:text=175%20million%20rubles-,Growing%20market%20for%20industrial%20robots,Korea%20-%20indicates%20great%20growth%20potential>

3. Повышение доли добавленной стоимости производства машин и транспортного оборудования в добавленной стоимости обрабатывающей промышленности в целом в 2-3 раза, а доли добавленной стоимости обрабатывающей промышленности в ВВП – в 1,5 раза.

4. Значительное увеличение доли продукции обрабатывающей промышленности в товарном экспорте.

5. Реализация соответствующих мер по налоговому стимулированию.

6. Повышение доли внутренних расходов на НИОКР в ВВП в 2–2,5 раза (в настоящее время этот показатель почти в три раза ниже уровня 1990 г.).

7. Значительное повышение внимания к человеческому капиталу [16–19].

Следует отметить, что по нашим оценкам, для увеличения в два раза числа ПР на 10 тыс. занятых требуется повысить долю машиностроительных производств в добавленной стоимости обрабатывающей промышленности в 1,26 раза [20].

Заключение

Таким образом, плотность роботизации в Польше увеличивалась значительными темпами благодаря росту объемов производства в обрабатывающей промышленности, в частности производства автомобилей и электроники, и в промышленности в целом, а также экспорта товаров и услуг. Этот вывод подтверждается результатами моделирования, свидетельствующими о значимой положительной корреляции плотности роботизации с рассмотренными факторами.

При этом на начальном этапе роботизации решающую роль играло увеличение доли обрабатывающей промышленности.

Результаты моделирования для периода ускоренной роботизации производства в Польше позволяют приблизительно оценить скорость роботизации в зависимости от темпов экономического роста. Так, повышение доли добавленной стоимости обрабатывающей промышленности и промышленности в целом (включая строительство) на 10 п.п. приводит к росту плотности роботизации на 1,89 ед. и 1,42 ед. соответственно, повышение добавленной стоимости производства автомобилей, прицепов и запчастей (в постоянных ценах) на 10 п.п. ведет к росту плотности роботизации на 1,7–2,6 ед., увеличение валового накопления основного капитала на 10 пп. приводит к росту плотности роботизации на 1,3 ед. Кроме того, рост доли экспорта товаров и услуг также взаимосвязан с повышением плотности роботизации.

Для повышения плотности роботизации в России необходимо также значительное повышение валового накопления основного капитала, объема промышленного производства, обрабатывающей промышленности, в первую очередь производства машин и оборудования, станкостроения и электронной промышленности, применение мер по налоговому стимулированию, значительное повышение внимания к человеческому капиталу.

Таблица 1

Динамика основных экономических показателей Польши, 1990–2018, % к 1990 г.

Table 1

Changes in the key economic indicators of Poland, 1990–2018, as a percentage over 1990

Год	ВВП	Добавленная стоимость обрабатывающей промышленности	Инвестиции в обрабатывающую промышленность	Инвестиции в экономику
1990	100	...	...	...
1995	111,4	...	...	...
1996	118,1	...	100	100
2000	143,9	...	127,5	146,2
2002	148,7	100	93,9	115,4
2005	167,5	133,1	129	136,7
2010	211,5	212	124,7	223,6
2015	245,5	273,7	190,4	253,1
2016	253	286	...	...
2017	265,2	...	...	...
2018	278,8	...	...	...

Источник: авторская разработка по данным World Bank и EU KLEMS

Source: Authoring, based on the World Bank and EU KLEMS data

Таблица 2**Среднегодовые темпы прироста основных экономических показателей Польши по периодам, %****Table 2****Average annual growth rates of the key economic indicators of Poland by period, percent point**

Период	ВВП	Добавленная стоимость обрабатывающей промышленности	Инвестиции в экономику	Инвестиции в обрабатывающую промышленность	Эластичность инвестиций в экономику по ВВП
1991–1995	2,3	...	...	...	...
1996–2003	4,1	3,1	6,2	...	0,08
2004–2008	5,2	11,5	11,7	11,1	2,19
2009–2014	3	4,9	2,2	1	0,32
2015–2018	4,2	5,9*	6,1	...	1,6*

Примечание. * – 2015–2017 гг.*Источник:* авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 3****Динамика показателей численности занятых, добавленной стоимости обрабатывающей промышленности и ее доли в ВВП Польши, 1995–2016, %****Table 3****Changes in the number of employees, value added of the manufacturing industry, and its share in Poland's GDP, 1995–2016, percentage**

Год	Численность занятых в обрабатывающей промышленности	Добавленная стоимость обрабатывающей промышленности	Доля добавленной стоимости обрабатывающей промышленности в ВВП
1995	100	100	...
2000	90,3	101,5	...
2002	76,6	102,8	100
2005	82,1	136,9	112,2
2010	85,9	217,9	108,3
2015	92,6	281,4	122,6
2016	97,3	294	125,7

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring

Таблица 4

Плотность роботизации (ед.) и экономические показатели (индекс роста в постоянных ценах 2010 г., млрд долл. США), (2004 г. = 100%), 2004–2015

Table 4

Robot-based application density (units) and economic indicators (growth index at 2010 constant prices, billion USD), (2004 = 100%), 2004–2015

Год	Плотность роботизации, ед.	Добавленная стоимость промышленности (включая строительство)	Добавленная стоимость производства автомобилей, прицепов и запчастей	Валовое накопление основного капитала
2004	3	100	100	100
2005	3	104,4	98,3	108,3
2006	3	114,3	87,4	125
2007	4	124,4	96	148,8
2008	6	131	98,3	161,9
2009	9	134,6	96,7	157,6
2010	10	144,7	101,3	157,5
2011	12	158,2	116,5	171,3
2012	15	159,7	109,8	168,3
2013	16	158,7	120,2	166,5
2014	19	167,5	122	183,2
2015	22	174,9	125,6	194,4

Источник: авторская разработка по данным World Bank и IFR

Source: Authoring, based on the World Bank and IFR data

Таблица 5

Продажи ПР в России по операциям, 2016–2018, ед.

Table 5

Sales of industrial robots by operation in Russia, 2016–2018, unit

Тип операции	2016	2017	2018
Перемещение	134	88	398
Сварка	66	156	233
Обработка	...	37	38
Дозирование	26	12	19
Другие операции	132	213	229

Источник: Конюховская А. Конспекты: Российский рынок промышленной робототехники, НАУРР. URL: <http://robotrends.ru/pub/1917/konspekty-rossiyskiy-rynok-promyshlennoy-robototekhniki-alisa-konyuhovskaya-naurr>

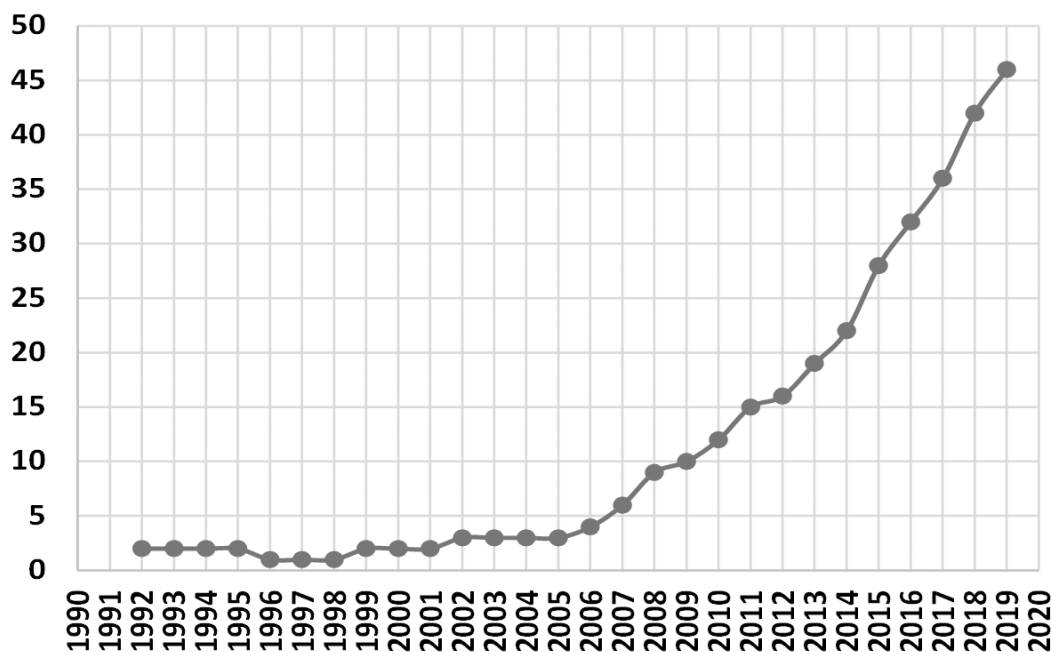
Source: Konyukhovskaya A. *Konspekty: Rossiiskii rynek promyshlennoi robototekhniki, NAURR* [Abstracts: Russian market of industrial robotics, NAURR]. URL: <http://robotrends.ru/pub/1917/konspekty-rossiyskiy-rynok-promyshlennoy-robototekhniki-alisa-konyuhovskaya-naurr> (In Russ.)

Рисунок 1

Динамика плотности роботизации в обрабатывающей промышленности Польши, 1990–2020, ед.

Figure 1

Changes in the robot-based application density in the manufacturing industry in Poland, 1990–2020, unit



Источник: авторская разработка по данным IFR. URL: <http://enfsi.eu/member/member-institute-forensic-research-ifr-krakow-poland/>

Source: Authoring, based on the IFR data (Krakow, Poland).

URL: <http://enfsi.eu/member/member-institute-forensic-research-ifr-krakow-poland/>

Список литературы

1. Dobroczyński M. The Essence of Economic Relations between Poland and Russia // *Ekonomia Journal*. 2003. Vol. 10. P. 3–14.
URL: <http://ekonomia.wne.uw.edu.pl/ekonomia/getFile/514>
2. Габарта А.А. Польша: 30 лет от начала социально-экономических трансформаций и 15 лет членства в ЕС // *Современная Европа*. 2019. № 7. С. 82–92. URL: <http://dx.doi.org/10.15211/soveurope720198292>
3. Габарта А.А. Эволюция внешнеторговых связей Польши в 2004–2018 гг. // *Мировое и национальное хозяйство*. 2019. № 2–3.
URL: <https://mirec.mgimo.ru/upload/ckeditor/files/gabarta-2-3-2019.pdf>
4. Kaczyński P.M. Poland in Europe: Disappointment or Merely Hiccup? // *RIE Working Paper*, 3/2019.

- URL: <http://realinstitutoelcano.org/wps/wcm/connect/8729db99-347a-4b41-8d40-c767613b2b42/WP3-2019-Kaczynski-Poland-Europe-disappointment-merely-hiccup.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=8729db99-347a-4b41-8d40-c767613b2b42>
5. *Fernández-Macías E., Klenert D., Antón J.-I.* Not So Disruptive Yet? Characteristics, Distribution and Determinants of Robots in Europe // *Structural Change and Economic Dynamics*. 2021. Vol. 58. P. 76–89.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.03.010>
 6. *Яркин А.П., Комкина Т.А.* Обзор показателей развития промышленности РФ // *Концепции: научно-практический журнал*. 2018. № 1. С. 107–109.
URL: http://concept.cemi.rssi.ru/concept_1_37_2018.pdf
 7. *Камараева Е.Я., Максимов Н.А., Пьянова М.В.* О налоговых последствиях роботизации // *Национальные интересы: приоритеты и безопасность*. 2017. Т. 13. Вып. 9. С. 1608–1622.
URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.9.1608>
 8. *Шушунова Т.Н.* Перспективы развития отечественного рынка робототехники в условиях цифровой трансформации экономики. В кн.: *Россия: тенденции и перспективы развития: ежегодник*. М.: Институт научной информации по общественным наукам РАН, 2019. С. 567–569.
 9. *Цхададзе Н.В.* Трансформация промышленности в условиях перехода к «Индустрии 4.0» // *Вестник Московского университета МВД России*. 2020. № 7. С. 288–291.
URL: <https://doi.org/10.24411/2073-0454-2020-10432>
 10. *Комкина Т.А., Никонова М.А., Дубинина М.Г.* Технико-экономический анализ отдельных видов сервисных роботов // *Экономический анализ: теория и практика*. 2020. Т. 19. Вып. 10. С. 1965–1986.
URL: <https://doi.org/10.24891/ea.19.10.1965>
 11. *Конюховская А.* Рынок промышленной робототехники в России и мире // *Control Engineering Россия*. 2016. № 3. С. 40–44.
URL: <https://controlengrussia.com/innovatsii/robototekhnika/ry-nok-promyshlennoj-robototekhniki-v-rossii-i-mire/>
 12. *Гурлев И.В.* Цифровизация экономики России и проблемы роботизации // *Вестник Евразийской науки*. 2020. № 4.
URL: <https://esj.today/08ecvn420.html>
 13. *Корнилов И.* Робот на пищевом производстве: возможности и перспективы // *Control Engineering Россия*. 2020. № 4. С. 22–25.
URL: <https://controleng.ru/otraslevye-resheniya/pishhevaya-promyshlennost/robot-na-pishhevom/>

14. *Перепелица А.* Промышленная робототехника в России: видение интерпратора // *Control Engineering Россия*. 2019. № 2. С. 46–49.
URL: <https://controlengrussia.com/innovatsii/robototekhnika/v-rossii/>
15. *Novikov A.V., Barmin A.A., Mudrova A.A., Yasinskaya U.V.* State and Prospects of Industrial Robotics in Shipbuilding // *Journal of Physics: Conference Series*. 2019. Vol. 1333. Iss. 5.
URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1333/5/052029>
16. *Комкина Т.А.* Анализ рисков деиндустриализации в РФ. В кн.: *Анализ и моделирование экономических и социальных процессов. Математика. Компьютер. Образование*. Вып. 26. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2019. С. 39–46.
17. *Яркин А.П., Комкина Т.А.* Обзор показателей развития промышленности РФ: производство транспортных средств и оборудования // *Концепции: научно-практический журнал*. 2019. № 1. С. 88–90.
URL: <https://doi.org/10.34705/КО.2019.23.46.010>
18. *Варшавский А.Е.* Проблемы социально-экономического развития страны после завершения активной фазы борьбы с коронавирусом // *Концепции: научно-практический журнал*. 2020. № 1. С. 3–17.
URL: <https://doi.org/10.34705/КО.2020.39.1.001>
19. *Fedorov G.M., Kuznetsova T.Yu.* Datasets on the GRP of Russian Regions, GRP Sectoral Composition and Growth Rates in 2013–2018 // *Data in Brief*. 2020. Vol. 33. Article 106551.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106551>
20. *Варшавский А.Е.* Проблемы многоплановости задачи ускорения научно-технологического и инновационного развития России // *Вестник ЦЭМИ РАН*. 2018. Вып. 1. URL: <https://doi.org/10.33276/S0000122-7-1>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Economic Security

A COMPARATIVE ANALYSIS OF INDICATORS AND FACTORS OF ROBOTIZATION IN RUSSIA AND POLAND

Aleksandr E. VARSHAVSKII ^{a*},
Viktoriya V. DUBININA ^b

^a Central Economics and Mathematics Institute, RAS (CEMI RAS),
Moscow, Russian Federation
varshav@cemi.rssi.ru
<https://orcid.org/0000-0001-8229-3692>

^b Central Economics and Mathematics Institute, RAS (CEMI RAS),
Moscow, Russian Federation
Viktoria@li.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2785-1599>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 314/2021
Received 27 May 2021
Received in revised
form 12 June 2021
Accepted 30 June 2021
Available online
15 October 2021

JEL classification: O14,
O33

Keywords: industrial
robots, robotic
automation density,
industry,
manufacturing

Abstract

Subject. This article analyzes the indicators of robot-based application and economic development, and explores the particularities of the robot-based application development in Russia and Poland.

Objectives. The article aims to identify trends in the density of robot-based application in both countries, and the relationship between economic indicators and this density in order to use them to develop recommendations for accelerating the development of domestic robotics.

Methods. For the study, we used the methods of analysis and modeling.

Results. The article finds that in Poland, the density of robot-based application got increased at a significant rate due to the growth of production in the manufacturing industry. As the experience of Poland shows, the development of this industry and the export of high-tech products stimulate the use of industrial robots and the expansion of robotic automation of production.

Conclusions. The introduction of robot-based application in production processes increases the competitiveness of the economy. This is especially true for Russia in the context of sanctions and the course for re-industrialization. In Russia, to increase the density of robot-based application, it is necessary to significantly increase the gross accumulation of fixed capital, the volume of industrial production and manufacturing industry, and primarily, the production of machinery and equipment, machine tool construction, and the electronic engineering industry.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Varshavskii A.E., Dubinina V.V. A Comparative Analysis of Indicators and Factors of Robotization in Russia and Poland. *National Interests: Priorities and Security*, 2021, vol. 17, iss. 10, pp. 1875–1902.
<https://doi.org/10.24891/ni.17.10.1875>

References

1. Dobroczyński M. The Essence of Economic Relations between Poland and Russia. *Ekonomia Journal*, 2003, vol. 10, pp. 3–14.
URL: <http://ekonomia.wne.uw.edu.pl/ekonomia/getFile/514>
2. Habarta A.A. [Double anniversary in Poland: 30 years of socio-economic transformation and 15 years of membership in the EU]. *Sovremennaya Evropa = Contemporary Europe*, 2019, no. 7, pp. 82–92. (In Russ.)
URL: <http://dx.doi.org/10.15211/soveurope720198292>
3. Habarta A.A. [Evolution of Poland's foreign trade relations in 2004–2018]. *Mirovoe i natsional'noe khozyaistvo = World and National Economy*, 2019, no. 2-3. (In Russ.) URL: <https://mirec.mgimo.ru/upload/ckeditor/files/gabarta-2-3-2019.pdf>
4. Kaczyński P.M. Poland in Europe: Disappointment or Merely Hiccup? *RIE Working Paper*, 3/2019.
URL: <http://realinstitutoelcano.org/wps/wcm/connect/8729db99-347a-4b41-8d40-c767613b2b42/WP3-2019-Kaczynski-Poland-Europe-disappointment-merely-hiccup.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=8729db99-347a-4b41-8d40-c767613b2b42>
5. Fernández-Macías E., Klenert D., Antón J.-I. Not So Disruptive Yet? Characteristics, Distribution and Determinants of Robots in Europe. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2021, vol. 58, pp. 76–89.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.03.010>
6. Yarkin A.P., Komkina T.A. [Review of indicators of industrial development in Russia]. *Kontseptsii: Nauchno-prakticheskii zhurnal = Concepcii: Scientific and Practical Journal*, 2018, no. 1, pp. 107–109.
URL: http://concept.cemi.rssi.ru/concept_1_37_2018.pdf (In Russ.)
7. Kamaraeva E.Ya., Maksimov N.A., P'yanova M.V. [On tax implications of robotification]. *Natsional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National Interests: Priorities and Security*, 2017, vol. 13, iss. 9, pp. 1608–1622. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ni.13.9.1608>
8. Shushunova T.N. *Perspektivy razvitiya otechestvennogo rynka robototekhniki v usloviyakh tsifrovoi transformatsii ekonomiki. V kn.: Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya: ezhegodnik* [Prospects for the development of the domestic robotics market in the context of digital transformation of the

- economy. In: *Russia: Trends and Development Prospects: a yearbook*. Moscow, INION RAN Publ., 2019, pp. 567–569.
9. Tskhadadze N.V. [Transformation of industry in the conditions of transition to Industry 4.0]. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii = Bulletin of Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*, 2020, no. 7, pp. 288–291. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.24411/2073-0454-2020-10432>
 10. Komkina T.A., Nikonova M.A., Dubinina M.G. [Technical and economic analysis of certain types of service robots]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2020, vol. 19, iss. 10, pp. 1965–1986. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.19.10.1965>
 11. Konyukhovskaya A. [Industrial robotics market in Russia and the world]. *Control Engineering Rossiya = Control Engineering Russia*, 2016, no. 3, pp. 40–44. (In Russ.)
URL: <https://controlengrussia.com/innovatsii/robototekhnika/ry-nok-promyshlennoj-robototekhniki-v-rossii-i-mire/>
 12. Gurlev I.V. [Digitalization of the Russian economy and problems of robotics]. *Vestnik Evraziiskoi nauki = Eurasian Scientific Journal*, 2020, no. 4. (In Russ.) URL: <https://esj.today/08ecvn420.html>
 13. Kornilov I. [Robot in food production: opportunities and prospects]. *Control Engineering Rossiya = Control Engineering Russia*, 2020, no. 4, pp. 22–25. (In Russ.) URL: <https://controleng.ru/otraslevye-resheniya/pishhevaya-promy-shlennost/robot-na-pishhevom/>
 14. Perepelitsa A. [Industrial robotics in Russia: the integrator's vision]. *Control Engineering Rossiya = Control Engineering Russia*, 2019, no. 2, pp. 46–49. (In Russ.)
URL: <https://controlengrussia.com/innovatsii/robototekhnika/v-rossii/>
 15. Novikov A.V., Barmin A.A., Mudrova A.A., Yasinskaya U.V. State and Prospects of Industrial Robotics in Shipbuilding. *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, vol. 1333, iss. 5.
URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1333/5/052029>
 16. Komkina T.A. *Analiz riskov deindustrializatsii v RF. V kn.: Analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i sotsial'nykh protsessov. Matematika. Komp'yuter. Obrazovanie. Vyp. 26* [Analysis of the risks of deindustrialization in the Russian Federation. In: Analysis and modeling of economic and social processes. Mathematics. Computer. Education. Iss. 26]. Izhevsk, NITs Regulyarnaya i khaoticheskaya dinamika Publ., 2019, pp. 39–46.
 17. Yarkin A.P., Komkina T.A. [A review of indicators of industrial development in the Russian Federation: production of vehicles and equipment].

Kontseptsii: Nauchno-prakticheskii zhurnal = Concepcii: Scientific and Practical Journal, 2019, no. 1, pp. 88–90. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.34705/KO.2019.23.46.010>

18. Varshavskii A.E. [Problems of the country's socio-economic development after the completion of the active phase of the fight against coronavirus]. *Kontseptsii: Nauchno-prakticheskii zhurnal = Concepcii: Scientific and Practical Journal*, 2020, no. 1, pp. 3–17. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.34705/KO.2020.39.1.001>
19. Fedorov G.M., Kuznetsova T.Yu. Datasets on the GRP of Russian Regions, GRP Sectoral Composition and Growth Rates in 2013–2018. *Data in Brief*, 2020, vol. 33, Article 106551.
URL: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106551>
20. Varshavskii A.E. [Problems of multidimensionality of the task of accelerating the scientific, technological and innovative development of Russia]. *Vestnik TsEMI RAN*, 2018, iss. 1. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.33276/S0000122-7-1>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.