

Т. В. Сергиевич

**ЭКОНОМИКА РОБОТИЗАЦИИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Минск
БНТУ
2023

УДК 330.341

Сергиевич, Т. В. Экономика роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь / Т. В. Сергиевич. – Минск : БНТУ, 2023. – 351 с. – ISBN 978-985-31-0020-4.

В монографии раскрыты методологические и теоретические основы исследования экономической природы роботизации. Проанализирован зарубежный опыт роботизации экономики и стимулирования этого процесса. Разработаны теоретические основы роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь, установлены внутренние и внешние факторы, детерминирующие этот процесс, выявлены возникающие при этом экономические риски и организационно-экономические проблемы. Предложены направления совершенствования организационно-экономического механизма роботизации национального машиностроительного комплекса.

Представляет интерес для научных работников, преподавателей, докторантов и аспирантов вузов и институтов экономического профиля, работников реального сектора экономики.

Табл. 2. Ил. 30. Библиогр. 321 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом
Белорусского национального технического университета
(протокол № 4 от 21.04.2023 г.)

Рецензенты:

доктор экономических наук, доцент *В. Л. Гурский*;
доктор экономических наук, профессор *Г. А. Шмарловская*;
доктор технических наук, профессор *А. А. Лобатый*

ISBN 978-985-31-0020-4

© Сергиевич Т. В., 2023
© Белорусский национальный
технический университет, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ РОБОТИЗАЦИИ	8
1.1. Методологические основы исследования экономики роботизации.....	8
1.2. Робот как технико-экономический и социально- экономический феномен	21
1.3. Экономическая классификация роботов	42
1.4. Научные подходы к трактовке роботизации как к технико-экономическому феномену	57
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА РОБОТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ.....	80
2.1. Анализ динамики и тенденции мирового рынка промышленных роботов.....	80
2.2. Опыт роботизации экономики Китайской Народной Республики	89
2.3. Опыт роботизации экономики Соединенных Штатов Америки.....	98
2.4. Опыт роботизации экономики Российской Федерации.....	101
ГЛАВА 3. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СТИМУЛИРОВАНИЯ РОБОТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ	114
3.1. Исторический опыт общественно-экономических трансформаций в результате технологизации: луддизм и неолуддизм	114
3.2. Стимулирование роботизации экономики в Китайской Народной Республике.....	126
3.3. Стимулирование роботизации экономики в Соединенных Штатах Америки	136
3.4. Стимулирование роботизации экономики в Российской Федерации	144

ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РОБОТИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА	153
4.1. Общая теория роботизации промышленности	153
4.2. Роботизация в машиностроении.....	165
ГЛАВА 5. ФАКТОРЫ РОБОТИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА	182
5.1. Внутренние факторы, обуславливающие роботизацию национального машиностроительного комплекса	183
5.2. Внешние факторы, обуславливающие роботизацию национального машиностроительного комплекса	196
ГЛАВА 6. ОСОБЕННОСТИ РОБОТИЗАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	209
6.1. Экономический анализ развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь	209
6.2. Институциональные основы роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь	240
6.3. Практика роботизации национального машиностроительного комплекса	260
ГЛАВА 7. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОБОТИЗАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	268
7.1. Экономические риски роботизации национального машиностроительного комплекса	268
7.2. Организационно-экономические проблемы роботизации национального машиностроительного комплекса	276
7.3. Направления совершенствования организационно- экономического механизма роботизации национального машиностроительного комплекса	285
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	296
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	304
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	329

ВВЕДЕНИЕ

Новые геополитические, социально-экономические и технологические условия, цифровизация, информатизация и переход к экономике рисков порождают возникновение принципиально новых вызовов и угроз национальной безопасности Республики Беларусь. Важнейшим компонентом национальной безопасности является экономическая безопасность, которая обеспечивается благодаря функционированию эффективного реального сектора. В международных экономических отношениях сегодня усиливается конъюнктурная нестабильность, порождаемая как ускорением научно-технического развития, так и ростом политико-экономических, экологических, социальных, военно-политических и иных угроз и рисков. В условиях усиления социально-экономической нестабильности возрастает значение не только материальных и финансовых факторов производства, но и человеческих, социальных и природных, что определяет необходимость формирования новых подходов к проведению модернизации. Последняя, в свою очередь, на фоне ускорения технологических и экономических трансформаций из инструмента повышения эффективности производства превратилась в системный процесс целевых изменений экономики и условие выживаемости промышленных предприятий. Исходя из этого, для Республики Беларусь жизненно важной задачей становится модернизация реального сектора экономики для обеспечения устойчивого экономического роста и нивелирования рисков вытеснения нашей страны на мировую технологическую периферию. Только за счет этого может быть обеспечена экономическая безопасность государства как компонент национальной безопасности.

Машиностроительный комплекс Республики Беларусь является ядром экономики страны, а его развитие служит основой устойчивого экономического роста и фактором обеспечения национальной экономической безопасности и социальной стабильности. Современный уровень развития техники и технологий характеризуется повсеместным внедрением роботов и роботизированных систем – как в производственной, так и в непроизводственной сферах, а потенциал роботизации мировой и национальной экономик остается далек от

исчерпания – по оценкам Международной федерации робототехники, полностью автоматизированными в мире сегодня являются менее 10 % рабочих мест. Наряду с экономическими функциями, роботизация промышленности позволяет решить и социальные задачи – повышение уровня производственной безопасности и престижа работы в промышленности, что обладает высокой актуальностью для Республики Беларусь в контексте социально-ориентированных приоритетов развития нашей страны.

Предпосылки и последствия роботизации принципиально различны для экономики и общества стран в зависимости от их места в структуре международного разделения труда, уровня технико-технологического развития, специфики производственной сферы, особенностей рынков труда, а также направлений структурной и промышленной политик государства. Несмотря на реализацию Республикой Беларусь активной промышленной политики, ориентированной на повышение технологичности национального промышленного комплекса и рост производительности труда, уровень роботизации отечественного машиностроения остается низким. Отставание в уровне и темпах роботизации промышленного сектора само по себе не является принципиальной проблемой и даже может снижать некоторые социальные, экономические и технологические риски, а процессы роботизации как таковой не должны становиться самоцелью модернизации промышленного предприятия. Вместе с тем активное участие нашей страны в международном разделении труда и стремление преодолеть инерцию догоняющего развития обуславливает необходимость опережающей модернизации национального машиностроительного комплекса, основанной на внедрении роботов и роботизированных систем.

В научной литературе в последнее время наблюдается рост интереса к исследованию социальных, экономических, философских, технических и иных аспектов роботизации. Генезис и влияние данного феномена на развитие общества и экономики освещается как в отечественных, так и в зарубежных источниках. Вместе с тем существующие по данной тематике исследования, как правило, либо претендуют на наиболее полное описание новой (в связи с роботизацией, цифровизацией, внедрением искусственного интеллекта) картины мира, либо посвящены частным аспектам данных процессов. Скла-

дывающаяся в литературе в рамках тематики роботизации промышленности активная, но вместе с тем несистемная научная дискуссия не дает исчерпывающих ответов относительно проблем категориального определения роботизации как социально-экономического явления.

Еще в меньшей степени исследованы различные аспекты роботизации белорусской промышленности в целом и машиностроительного комплекса в частности – труды, посвященные или затрагивающие данную тематику, представлены весьма ограниченно и эклектично, хотя она представляет значительный научный и практический интерес. В белорусской экономике, несмотря на усилия руководства страны по стимулированию постоянной модернизации национального промышленного комплекса, уровень роботизации многократно отстает от среднемировых показателей, в то время как в Республике Беларусь имеются экономические и институциональные предпосылки роботизации машиностроительного комплекса – развитые отрасли, являющиеся основными потребителями промышленных роботов, развитая цифровая инфраструктура, исторически сложившаяся школа подготовки инженерных кадров в области робототехники, дефицит кадров по рабочим специальностям, организация труда которых имеет потенциал к автоматизации.

Данная монография направлена на заполнение существующего пробела в области методологии и теории экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь, определении экономических рисков и организационно-экономических проблем, возникающих в этом процессе, решение которых будет способствовать совершенствованию организационно-экономического механизма модернизации белорусской экономики и снижению общественных издержек этого процесса.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ РОБОТИЗАЦИИ

1.1. Методологические основы исследования экономики роботизации

Развитие методологических основ экономики роботизации, являясь обязательным этапом научного исследования, предполагает выявление и уточнение того методологического и теоретического аппарата, который в дальнейшем будет использован для описания субстанционально-гносеологической природы экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь и его реально-онтологических форм, а также границ использования разработанного методологического аппарата. Под методологией экономического исследования нами понимается система внутренне не противоречивых принципов и подходов, лежащих в основе построения или развития исследователем теории – приращения знания в конкретной области науки¹. Ученые в области исследования модернизации экономики, признающие фундаментальный (основополагающий) характер методологии, подчеркивают актуальность разработки методологических основ модернизации национальной экономики: «И если о методической базе и организационных принципах разработки национальной модели модернизации в Беларуси сказано достаточно много и содержательно, то методологические основы объединения усилий ученых, деловых кругов и государственных деятелей в интенсификации модернизации в стране нуждаются в широкой дискуссии и творческом развитии»². Основополагающий характер методологии

¹ Сергиевич, Т. В. Развитие методологических и теоретических основ роботизации экономики / Т. В. Сергиевич // Безопасность в профессиональной деятельности : сб. науч. ст. / СПбГЭУ ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Г. В. Лепеша, канд. экон. наук, доц. С. Ю. Александровой, канд. физ.-мат. наук, доц. О. Д. Угольниковой. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2022. – С. 89–99. – С. 91.

² Васюченко, Л. П. Методологические проблемы модернизации в Республике Беларусь (к 50-летию научной школы в области исследования модернизации экономики) / Л. П. Васюченко // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ, Минск. – 2018. – Вып. 8. – С. 5–15. – С. 6. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-8-5-15>

в дальнейшей разработке теории экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь обуславливает постановку цели уточнения методологических основ этого исследования, которая состоит в выработке комплекса внутренне не противоречивых принципов и обоснования ключевых методологических подходов к исследованию и построению теории экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь, что позволит выстроить логику изложения текста, соответствующую поставленным в данной работе задачам и позволяющую их решить.

Важнейшим методологическим принципом разработки теории экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь выступает необходимость строгого определения исходных понятий, которые являются центральными для достижения поставленной цели исследования. Определение исходных понятий не гарантирует, но способствует сохранению методологического единства текста, не допуская его внутренней противоречивости. Необходимость определения исходных понятий, являясь обязательным этапом любого научного исследования³, обусловлена еще и тем, что в научной экономической литературе встречается эклектичное, т. е. без указания внутренней субординации, употребление таких понятий как «модернизация», «механизация», «автоматизация», «роботизация», «цифровизация», «индустриализация» и некоторых других, относящихся к нашему объекту исследования. Отказ от их определения может не только внести методологическую и терминологическую путаницу при интерпретации текста, но и нивелировать гносеологическую ценность работы и снизить практическую значимость разрабатываемых рекомендаций.

Задача определения исходных понятий как обязательный этап научного исследования часто не просто игнорируется, но и не замечается. П. С. Лемещенко справедливо подчеркивает, что «представители же теории экономики, по-прежнему не замечают того обстоятельства, что даже в рамках одной и той же школы возникающие дискуссии часто являются всего лишь следствием неверно понимаемых

³ Модернизация белорусской промышленности в новых технологических и геоэкономических условиях / В. Л. Гурский [и др.] ; науч. ред. С. Ю. Солодовников ; Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 728 с. – С. 257–258.

определений»⁴. Неосознанно создаваемая терминологическая путаница дополняется отличающимися суждениями различных авторов на суть того или иного экономического явления, несовпадением методологических позиций и целей исследования. «Это (разногласица авторов по поводу основных категорий и в отношении отдельных суждений. – *Прим. Т. С.*) – типичное явление, в основе которого не только индивидуальные воззрения пишущих, раскрывающие полноту и многообразие любого явления современного мира, но и не всегда жестко обозначаемые авторами исходные понятия. Восходящая к Декарту формула: "определяйте слова, и вы освободите мир от массы недоразумений" – нигде столь не актуальна, как в обществоведении»⁵. Данная проблема – проблема неосознанно создаваемой терминологической путаницы – усугубляется распространенной в глобализирующемся информационном и научном пространстве практикой терминологических заимствований из иностранного языка, что приводит к возникновению и, порой, распространению новых дублирующих терминов, аналоги которых существуют в русском языке или любом другом языке проведения исследований. В результате некорректного перевода или в погоне за введением в науку новой терминологии авторы, разграничивая понятия и доказывая право введенных ими терминов на существование, наделяют их новыми (часто эфемерными) смыслами. В иных случаях различные экономические категории переводятся с иностранных языков и впоследствии тиражируются как тождественные понятия, что как «пагубную привычку»⁶ еще более века назад охарактеризовал М. И. Туган-Барановский.

Применительно к объекту нашего исследования следует констатировать терминологическую неопределенность в отношении такой его ключевой категории как «роботизация», требующей четкой ин-

⁴ Лемещенко, П. С. Институт идеологии в экономике / П. С. Лемещенко // *Oikonomos: Journal of Social Market Economy*. – 2016. – № 3 (6). – С. 17–38. – С. 23.

⁵ Лексин, В. Н. Искусственный интеллект в экономике и политике нашего времени. Статья 1. Искусственный интеллект как новая экономическая и политическая реальность / В. Н. Лексин // *Российский экономический журнал*. – 2020. – № 4. – С. 3–30. – С. 4. <https://doi.org/10.33983/0130-9757-2020-3-3-30>

⁶ Туган-Барановский, М. И. Основы политической экономии / М. И. Туган-Барановский. – СПб. : Типография акц. общ. «Слово», 1909. – 761 с. – С. 81.

терпретации в результате научного осмысления существующих точек зрения ученых-экономистов. Отсутствие научно обоснованного разграничения механизации, автоматизации, роботизации как экономических явлений и их внутренней субординации, обособления социально-экономических факторов их развития и влияния на экономическую систему общества составляет гносеологическую проблему, на решение которой направлена разработка теории экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь. В результате указанной терминологической неопределенности возникают практические сложности в организационно-экономическом регулировании сферы производства и использования роботов, поскольку в зависимости от контекста и сферы их применения трактовка этих понятий требует уточнения.

Помимо определения исходных понятий, являющихся непосредственно объектом исследования, в предварительном уточнении нуждаются и те из них, которые составляют контекст исследования и используются для выстраивания доказательной базы выдвигаемой гипотезы. Некоторые понятия требуют определения, указания границ их применимости в целях исследования, другие – могут быть взяты за основу в готовом виде в силу относительной однозначности их трактовки или безусловного разделения методологии другого автора в отношении того или иного явления. Такие экономические категории, как «экономическая система общества», «социально-экономический субъект», «интерес», определения которых будут представлены в данном разделе, могут быть взяты в готовом виде у других авторов, поскольку последние уже достаточно разработали их для решения своих исследовательских задач.

Важное значение в исследовании трансформации экономических систем в условиях роботизации имеет использование системного подхода. При этом, как справедливо отмечает С. Ю. Солодовников, «несмотря на то, что в последние двадцать лет в политэкономии (и в ряде иных общественных наук) стало хорошим тоном использовать системный подход, до сих пор налицо отсутствие однозначности и четкости как в понимании самого подхода, так и таких ключевых категорий как "система", "структура", "свойство", "целостность"»⁷.

⁷ Солодовников, С. Ю. Понятие хаоса и его место в развитии сложных систем / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ,

Использование системного подхода часто подменяется декларированием его использования. Советский методолог Э. Г. Юдин писал, что «связь, целостность и обусловленная ими устойчивая структура – таковы отличительные признаки любой системы»⁸. Системный подход в экономической науке предполагает применение совокупности методологических принципов исследования в отношении сложноорганизованных объектов, с использованием которых объект представляется как система со всеми характеристиками, присущими социально-экономическим системам (целостность, структура как совокупность относительно устойчивых, регулярно повторяющихся ординационных и субординационных связей и отношений между элементами системы, иерархия, системообразующий компонент, наличие эмерджентных свойств, определенное функциональное предназначение, самоорганизация). Закономерности последней стали предметом междисциплинарного научного направления синергетики, целью которой является «изучение универсальных, свойственных системам самой разной природы (в том числе социальным), закономерностей самоорганизации и спонтанного порождения»⁹. Системный подход, «знание общесистемных закономерностей и их учет позволяет выявить ошибочные действия людей, если их управленческие решения направлены против существующих природных и общественных закономерностей»¹⁰, – пишет И. В. Прангишвили. Согласимся с названным ученым и в том, что «учет общесистемных, или универсальных, закономерностей помогает выяснить возможности и направления развития (совершенствования и организации) или деградации сложных систем различной природы, а также понять процессы, возникающие в кризисной ситуации, и определить эффектив-

Минск. – 2018. – Вып. 7. – С. 5–18. – С. 6. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-7-5-18>

⁸ Юдин, Э. Г. Системный подход и принцип деятельности / Э. Г. Юдин. – М. : Наука, 1978. – 391 с. – С. 180.

⁹ Солодовников, С. Ю. Понятие хаоса и его место в развитии сложных систем / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ, Минск. – 2018. – Вып. 7. – С. 5–18. – С. 10. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-7-5-18>

¹⁰ Прангишвили, И. В. Энтропийные и другие системные закономерности / И. В. Прангишвили. – М. : Наука, 2003. – 426 с. – С. 75.

ные методы управления сложными системами различной природы»¹¹, не разделяя, однако, его методологический подход относительно парности категорий «развитие» и «деградация».

Экономику роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь следует рассматривать как систему со всеми присущими системам свойствами и одновременно как компонент экономической системы общества, под которой понимается «единый, устойчивый, организационно оформленный, относительно самостоятельный, материально-общественный комплекс, в пределах которого осуществляются внутренне взаимосвязанное производство, присвоение и социально значимое потребление материальных средств и благ для обеспечения физической жизни общества, а также для создания материальной базы, необходимой во всех остальных сферах общественной жизни»¹².

Социальные и социально-экономические системы относятся к разряду самых сложных для исследования системам. «Основным отличием социально-экономических систем от прочих является то, что они состоят из активных субъектов, осуществляющих целенаправленную деятельность в соответствии с принимаемыми ими решениями и способных к рефлексии по поводу своих действий и действий других субъектов»¹³, что говорит о том, что не только субъекты определяют развитие системы, но и внутрисистемные связи и отношения определяют поведение субъектов. Сложность социально-экономических систем и их изучения заключается в высокой степени вариативности направлений активности субъектов данных систем, предсказуемость действий которых уменьшается по мере снижения

¹¹ Прангишвили, И. В. Энтропийные и другие системные закономерности / И. В. Прангишвили. – М. : Наука, 2003. – 426 с. – С. 76.

¹² Герасимов, Н. В. Экономическая система: генезис, структура, развитие / Н. В. Герасимов ; редкол.: Э. А. Лутохина [и др.] ; АН БССР, Ин-т экономики. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 349 с. – С. 25–26.

¹³ Саморазвивающиеся социально-экономические системы: теория, методология, прогнозные оценки : в 2 т. / Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, под общ. ред. А. И. Татаркина. – М. : Экономика ; Екатеринбург : УрО РАН, 2011. – Т.1: Теория и методология формирования саморазвивающихся социально-экономических систем. – 308 с. – С. 15.

уровня агрегированности рассматриваемого субъекта, а также большим количеством разнонаправленных интересов социальных субъектов в пределах одной системы.

Исходя из сказанного, экономику роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь в первом приближении можно определить как систему межсубъектных отношений по поводу производства, присвоения и производственного потребления роботов и робототехнических систем и возникающих при этом отношений присвоения ренты, создаваемой в результате замены ручного, механизированного и автоматизированного труда роботизированным, а также создания экономических и институциональных условий этих процессов.

Роботизацию машиностроительного комплекса Республики Беларусь правомерно рассматривать как внутренний фактор трансформации экономической системы (национальной экономики) в той мере, в которой она является детерминацией, т. е. процессом, «при помощи которого предмет стал тем, чем он является»¹⁴, трансформации экономических отношений в экономической системе общества – отношений собственности, трудовых отношений, потребностных отношений и отношений социально-экономического определения поведения субъектов. Иначе говоря, влияние развития экономики роботизации машиностроительного комплекса распространяется гораздо шире, нежели пределы самого машиностроительного комплекса как компонента (подсистемы) экономической системы общества. Следовательно, при оценке экономической эффективности и принятии управленческого решения относительно целесообразности его роботизации необходимо учитывать не только эндогенные факторы, имеющие внутреннюю по отношению к экономике машиностроительного комплекса природу, но и экзогенные факторы, имеющие внешнее по отношению к ней происхождение, а также находить баланс интересов широкого круга субъектов организационно-экономического механизма роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь.

¹⁴ Бунге, М. Причинность. Место принципа причинности в современной науке / М. Бунге ; пер. с англ. И. С. Шерн-Борисовой, С. Ф. Шушурина ; общ. ред., послесловие Г. С. Васецкого. – М. : Иностранная литература, 1962. – 511 с. – С. 19.

Экономическая система и ее компоненты не могут быть рассмотрены без изучения социально-экономических субъектов, являющихся элементами этой системы, их потребностей и интересов. Под социально-экономическим субъектом, вслед за белорусскими учеными-экономистами, нами будет пониматься «индивид (или группа индивидов), персонифицирующий определенные социальные и экономические функции, обладающий специфическими потребностями и активностью по отношению к иным субъектам <...> Субъектность – это и есть способность проявлять активность, совершать действие и соответственно вступать в отношения»¹⁵. Направление активности социально-экономического субъекта описывается при помощи категории «экономический интерес», который представляет собой «социальную направленность жизненной активности субъектов на создание наиболее благоприятных общественных условий, необходимых для удовлетворения их материальных потребностей и нужд, обеспечения максимально возможной физической и социальной жизненности»¹⁶. Поскольку решение поставленных исследовательских задач невозможно без анализа поведения и интересов отдельных субъектов, то логика исследования требует обратиться к пояснениям по поводу разделяемой автором парадигмы методологического холизма и особенностей его применения для решения поставленных исследовательских задач.

В современной научной литературе развернута широкая дискуссия относительно реальных и искусственно сконструированных противоречий между методологическим индивидуализмом и методологическим холизмом, пределами их использования и возможностями синтеза. «Выбор исследовательских предпочтений между принципами индивидуализма и холизма представляет собой один из наиболее популярных сюжетов методологического анализа в современной экономической теории, – пишут российские ученые по этому поводу. – Оригинальность ситуации заключается в том, что все более

¹⁵ Солодовников, С. Ю. Классы и классовая борьба в постиндустриальном обществе: методологические основы политико-экономического исследования / С. Ю. Солодовников. – Минск : БНТУ, 2014. – 378 с. – С. 33.

¹⁶ Герасимов, Н. В. Экономическая система: генезис, структура, развитие / Н. В. Герасимов ; редкол.: Э. А. Лутохина [и др.] ; АН БССР, Ин-т экономики. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 349 с. – С. 23.

массированной критике со стороны научного сообщества подвергается именно методологический индивидуализм, который в то же время является "рабочим" постулатом господствующего направления экономической теории»¹⁷. Эволюция названных методологических парадигм, сопровождаемая увеличением широты и разнообразия их трактовок, постепенно приводит к их конвергенции – все чаще в научной литературе указывается на «отсутствие непреодолимой стены между индивидуализмом и холизмом как методологическими принципами»¹⁸. В. С. Автономов, выделяя узкую и широкую трактовку методологического индивидуализма в зависимости от учета как индивидуальных, так и социальных аспектов личности человека¹⁹, ссылаясь на Дж. Ходжсона²⁰, приходит к компромиссному заключению, «что ни методологический индивидуализм в узком смысле, ни методологический холизм не могут быть эксклюзивными основополагающими принципами социального исследования. <...> Противопоставление же индивидуализма холизму и наоборот имеет смысл там, где возможны конкурирующие объяснения одних и тех же явлений, основанные на этих альтернативных методологических принципах. <...> Часто же эти подходы не конкурируют, а дополняют друг друга <...>. Такое сочетание подходов в принципе соответствует методологическому индивидуализму в широком смысле, о котором речь шла выше»²¹. Д. П. Фролов призывает вовсе отказаться от противопоставления методологического индивидуализма и мето-

¹⁷ Ведин, Н. В. О теоретико-методологических основах преодоления конкурентно-индивидуалистической парадигмы в современной экономической науке / Н. В. Ведин // Проблемы современной экономики. – 2006. – № 3-4 (19-20). – С. 29–37. – С. 29.

¹⁸ Павленко, Ю. Г. Методологический индивидуализм и холизм в экономике и социологии / Ю. Г. Павленко // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2014. – № 3. – С. 34–44. – С. 43.

¹⁹ Автономов, В. С. Еще несколько слов о методологическом индивидуализме / В. С. Автономов // Общественные науки и современность. – 2014. – № 3. – С. 53–56. – С. 54.

²⁰ Hodgson, G. Meanings of Methodological Individualism / G. Hodgson // Journal of Economic Methodology. – 2007. – Vol. 14, № 2. – P. 211–226.

²¹ Автономов, В. С. Еще несколько слов о методологическом индивидуализме / В. С. Автономов // Общественные науки и современность. – 2014. – № 3. – С. 53–56. – С. 56.

логического холизма при выборе методологии научного исследования: «... Анализ экономических институтов нашего времени целесообразно проводить с помощью сложностно-центричных методологических подходов. Такие подходы исключают ложные методологические выборы, например, между *холизмом и индивидуализмом* (выделено нами. – *Прим. Т. С.*) или между количественными и качественными методами»²². В. Л. Тамбовцев, проведя глубокий критический анализ представленных в обществоведческой литературе попыток интеграции методологического индивидуализма и методологического холизма, приходит к выводу, что «все попытки найти "третий путь" в сфере методологии социальных наук, включая экономическую теорию, приводят к тому или иному принятию МИ (методологического индивидуализма. – *Прим. Т. С.*)»²³. В научной литературе встречается упомянутая нами выше проблема терминологической неопределенности и последующего искажения смысла используемого понятия, поэтому декларация того или иного методологического подхода не всегда означает его применения в практике исследования.

Следует признать правомерность вывода В. Л. Тамбовцева о том, что «базовые варианты МХ и МИ (методологического холизма и методологического индивидуализма. – *Прим. Т. С.*) несовместимы, в то время как последующие трактовки очень близки, так что в какой-либо дополнительной интеграции в целом не нуждаются»²⁴. В результате эволюции парадигм методологического холизма и индивидуализма граница между ними становится менее явной. Вместе с тем эта конвергенция порождает новые вопросы, как то, например, есть ли принципиальное противоречие между применением комбинации методологического индивидуализма и системного подхода, с одной стороны, и следованием принципам методологического холизма – с другой? И в одном, и в другом случае изучаются и институты, и

²² Фролов, Д. П. Постинституционализм в XXI в.: расширяющийся, экспериментирующий, философствующий / Д. П. Фролов // Экономическая наука современной России. – 2021. – № 3 (94). – С. 57–68. – С. 66. [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-3\(94\)-57-68](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-3(94)-57-68)

²³ Тамбовцев, В. Л. Непродуктивность попыток методологического синтеза / В. Л. Тамбовцев // Вопросы теоретической экономики. – 2020. – № 3. – С. 7–31. – С. 24.

²⁴ Там же. – С. 8.

эмерджентные свойства системы, и ее структура. При этом методологический индивидуализм и холизм, с одной стороны, и системный подход – с другой, не могут рассматриваться как однопорядковые категории.

Приверженцы методологического холизма при исследовании поведения субъектов в значительной степени учитывают влияние внеэкономических факторов, в том числе социальных отношений, поскольку человек «не только формирует социальную реальность, но и сам формируется этой реальностью»²⁵. При анализе реальных экономических объектов, а экономика роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь относится к таковым, невозможно абстрагироваться от влияния всех, не чисто экономических факторов. Например, фактор моды действует на экономическое поведение и интересы отдельных агентов (скажем, индивидов в отношении новой одежды или фирм по поводу внедрения новых цифровых или роботизированных технологий) по-разному в зависимости от социальной принадлежности (социального статуса) индивида, совершающего экономический выбор – не только на уровне отдельно взятого индивида, но и на уровне группы индивидов или фирмы. Другой пример – согласно исследованиям китайских ученых, членство генерального директора предприятия в коммунистической партии повышает вероятность внедрения роботов на 2,4 %²⁶. Крайне сложно объяснить эту корреляцию, оставаясь в рамках «базового варианта»²⁷ парадигмы методологического индивидуализма. Не отрицается тот факт, что решения принимаются индивидами, но эти решения могут быть принципиально различны в зависимости от социального контекста лиц, принимающих эти решения, иными словами – некоего надиндивидуального элемента.

²⁵ Ведин, Н. В. О теоретико-методологических основах преодоления конкурентно-индивидуалистической парадигмы в современной экономической науке / Н. В. Ведин // Проблемы современной экономики. – 2006. – № 3-4 (19-20). – С. 29–37.

²⁶ The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88.

²⁷ Тамбовцев, В. Л. Непродуктивность попыток методологического синтеза / В. Л. Тамбовцев // Вопросы теоретической экономики. – 2020. – № 3. – С. 7–31. – С. 8.

Для целей нашего исследования «примирить» оба подхода, учитывая разобшенность точек зрения в литературе относительно самого подхода и нецелесообразности проводить анализ этих точек зрения в данной работе, поскольку это может составить отдельный труд со своей целью и задачами, ограничимся указанием на наличие актуальной научной дискуссии и определением ее вектора. Оставаясь в рамках парадигмы методологического холизма, учитывая продолжающуюся научную дискуссию относительно содержания методологического холизма и индивидуализма, но в то же время не отрицая наличие обуславливающих развитие экономической системы факторов, в основе которых лежат как индивидуальные, так и надындивидуальные действия, оправданным для разработки теории роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь представляется сочетание системного подхода и субъектно-функционального подхода, оформленного советским ученым-экономистом Н. В. Герасимовым²⁸ и в настоящее время развиваемого С. Ю. Солодовниковым²⁹.

Ориентация социально-экономических систем и субъектов на обеспечение своей жизнненности является важнейшим методологическим принципом субъектно-функционального подхода: «Все отношения ориентированы в одном глобальном направлении, подчинены единой цели – обеспечению жизнненности экосистемы (экономической системы. – *Прим. Т. С.*) и субъектов, входящих в ее состав. Поэтому различные группы экосистемных отношений взаимосвязаны, субординированы и обладают определенной целостностью. Исходя из этого, все отношения в известном смысле правомерно рассматривать в качестве различных модификаций одного родового отношения по поводу сохранения и расширенного воспроизведения жизнненности общества и отдельных субъектов»³⁰. Отсюда проистекает основополагающая роль интересов различных субъектов

²⁸ Герасимов, Н. В. Экономическая система: генезис, структура, развитие / Н. В. Герасимов ; редкол.: Э. А. Лутохина [и др.] ; АН БССР, Ин-т экономики. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 349 с.

²⁹ Солодовников, С. Ю. Классы и классовая борьба в постиндустриальном обществе: методологические основы политико-экономического исследования / С. Ю. Солодовников. – Минск : БНТУ, 2014. – 378 с.

³⁰ Герасимов, Н. В. Экономическая система: генезис, структура, развитие / Н. В. Герасимов ; редкол.: Э. А. Лутохина [и др.] ; АН БССР, Ин-т экономики. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 349 с. – С. 31.

как движущей силы развития экономической системы. «Люди, находясь в экосистеме, вступают между собой в определенные отношения по поводу производства, присвоения и использования материальных благ и средств, – писал Н. В. Герасимов. – В отношениях же между субъектами их материальные потребности и нужды трансформируются в материальные интересы, которые представляют собой социальную направленность жизненной активности субъектов на создание наиболее благоприятных общественных условий, необходимых для удовлетворения их материальных потребностей и нужд, обеспечения максимально возможной физической и социальной жизненности»³¹.

Применение субъектно-функционального подхода в рамках парадигмы методологического холизма основывается на посылке существования единых интересов и функций на уровне как отдельного субъекта, в качестве которого могут выступать индивид и группа индивидов, так и группы субъектов. Примером единой функции, выполняемой группами субъектов в экономической системе общества, является обеспечение жизненности системы. И хотя непосредственно реализация этой функции в конечном итоге зависит от действий и решений, принимаемых отдельными индивидами, нельзя абстрагироваться от влияния на поведение субъектов системных факторов – преследование системных интересов, реализация системных функций, ожидаемая «обратная связь» системы, т. е. реакция на принимаемое решение, а также внешнего (по отношению к самой системе) принуждения к определенному поведению.

Получаемый в результате использования парадигмы методологического холизма практический (для целей дальнейшего исследования) вывод заключается в том, что на развитие экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь влияют как системные, то есть надиндивидуальные или неличностные, силы, так и индивидуальные, т. е. зависящие от воли и сознания отдельных индивидов. В дальнейшем при выявлении и описании действия внутренних факторов роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь следует определить и их системное или элементар-

³¹ Герасимов, Н. В. Экономическая система: генезис, структура, развитие / Н. В. Герасимов ; редкол.: Э. А. Лутохина [и др.] ; АН БССР, Ин-т экономики. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 349 с. – С. 23–24.

ное происхождение. Факторы, обуславливающие развитие экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь, не являются исключительно экономическими, а могут лежать на стыках экономических и неэкономических сфер (идеология, технологии, политика, экология, социальные институты и др.).

1.2. Робот как технико-экономический и социально-экономический феномен

С учетом сформулированных в разделе 1.1 монографии методологических замечаний перейдем к исследованию феноменологической природы робота. Первым подходом к определению робота является технократический подход, который объединяет не только ученых инженерно-технического профиля, но и представителей общественных наук, включая экономистов. Среди приверженцев данного подхода следует выделить таких авторов как М. Бартош [M. Bartoš], И. Р. Бегишев, М. Богушик [M. Bohušik], А. В. Боковой, В. Булей [V. Bulej], В. Иванов [V. Ivanov], С. Ю. Кашкин, П. Мацек [P. Macek], Ю. Станчек [J. Stanček], З. И. Хисамова, К. С. Яковлев и др. В основе технократического подхода, который сегодня является наиболее распространенным в литературе, в том числе в научной экономической, лежит техническая коннотация роботов, детерминированная представлением о работе как о механизме с определенными свойствами. Во многом данный подход формируется под влиянием распространения формулировок, предложенных авторитетными международными организациями в области робототехники, а также международными и национальными стандартами в этой сфере. К. С. Яковлев, А. В. Боковой и С. Ю. Кашкин полагают, что «одним из основных источников, претендующих на объективное и точное раскрытие термина "робототехника" и связанных с ним понятий, являются международные и национальные стандарты»³². Признавая,

³² Яковлев, К. С. Анализ терминологических и содержательных аспектов понятий «искусственный интеллект» и «робототехника» в свете необходимости их правового регулирования / К. С. Яковлев, А. В. Боковой, С. Ю. Кашкин // Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ-2019) :

что как международный, так и национальный стандарт в области роботов и робототехнических устройств «можно считать устаревшим»³³, названные авторы тем не менее не предлагают собственного подхода к определению робота.

Хотя экономическое исследование исходных понятий и не должно опираться на нормативные правовые акты и стандарты, но логика изложения сути технократического подхода к пониманию робота требует обращения к данным документам. Наиболее распространенным в экспертном и научном дискурсе определением робота является сформулированный специалистами Международной федерации робототехники подход, согласно которому «робот – это рабочий механизм, программируемый по нескольким осям с некоторой степенью автономности и способный передвигаться в пределах определенной среды, выполняя поставленные задачи»³⁴. Несмотря на то, что в данном определении приведено довольно общее описание роботов, хотя и ограничивающее суть робота пределами понятия «механизм», оно отражает такую принципиальную характеристику роботов как автономность. Кроме того, развивая мысль авторов приведенного определения, можно говорить о самостоятельности роботов в выполнении поставленных задач.

Эксперты лаборатории робототехники Сбербанка дополняют названные характеристики еще одной составляющей – возможностью активного реагирования на изменения внешней среды, описываемой как наличие у робота «способностей к распознаванию изменяющейся ситуации, рефлексии наблюдаемых изменений и активному влиянию на среду, окружающую робота и объекты его деятельности»³⁵. Данные функциональные возможности робота описываются с помощью так называемого «СТА-определения» – от слов Sense (от англ. «ощущать»), Think (от англ. «думать»), Act (от англ.

сборник трудов пятого Всероссийского научно-практического семинара, Санкт-Петербург, 22–24 мая 2019 г. / Переславль-Залесский: Общероссийская общественная организация «Российская ассоциация искусственного интеллекта». – 2019. – С. 253–262. – С. 254.

³³ Там же. – С. 255, 256.

³⁴ International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org>. – Date of access: 14.05.2022.

³⁵ Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019 / А. Ефимов [и др.] ; Сбербанк. Sberbank Robotics Laboratory, 2019. – 272 с. – С. 12.

«действовать»). При одновременном соблюдении всех трех критериев устройство можно назвать роботом. Эксперты Лаборатории робототехники Сбербанка поясняют: «Sense: робот обладает способностью воспринимать окружающий мир с помощью сенсоров. Такими сенсорами могут быть микрофоны (сонары), камеры (всех областей электромагнитного спектра), различные электромеханические сенсоры (акселерометр) и прочее»; «Think: робот обладает способностью интерпретировать (понимать) сигналы, которые он получает от сенсоров, наблюдающих физический мир, строить и адаптировать модели поведения и принимать решения в зависимости от выбранных моделей поведения. Эта способность может быть реализована разными способами: бортовым вычислителем робота, "интеллектуальным" облаком или человеком, который управляет роботом с помощью телеуправления или тактильного интерфейса»; «Act: робот обладает способностью воздействовать на физический мир любым результативным способом»³⁶. Перечисленные способности позволяют роботам «выполнять задачи без внешних стимулов, тем самым придавая им автономность – отличительную черту этой технологии»³⁷, – пишут итальянские ученые.

В ноябре 2021 г. был опубликован обновленный международный стандарт ISO 8373:2021 по робототехнике, в котором робот рассматривается как «запрограммированный приводной механизм, обладающий степенью автономии для выполнения перемещения, манипуляции или позиционирования»³⁸. При этом отмечается, что «робот включает в себя систему управления», а в качестве примеров механической конструкции роботов приводятся: «манипулятор, мобильная платформа и носимый робот»³⁹. Национальный стандарт Российской Федерации «Роботы и робототехнические устройства» ГОСТ Р 60.0.0.4-2019 / ИСО 8373:2012 вводит следующее

³⁶ Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019 / А. Ефимов [и др.]; Сбербанк. Sberbank Robotics Laboratory, 2019. – 272 с. – С. 12.

³⁷ Mapping the Evolution of the Robotics Industry: A cross country comparison / E. Estolatan [et al.] // Department of Economics and Statistics Cognetti de Martiis. Working Papers. – 2018. – № 05. – University of Turin. – 2018. – 32 p. – P. 5.

³⁸ Robotics – Vocabulary [Electronic resource] : ISO 8373:2021(en). – Cancels and replaces the second edition ISO 8373:2012. – Mode of access: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:75539:en>. – Date of access: 15.05.2022.

³⁹ Ibid.

определение робота: «исполнительный механизм, программируемый по двум или более степеням подвижности, обладающий определенной степенью автономности и способный перемещаться во внешней среде с целью выполнения задач по назначению»⁴⁰. По существу данное определение соответствует представленному в международном стандарте подходу и во многом определяет представление о роботах в научных кругах. Например, М. Бартош [M. Bartoš] и др. в целях своего исследования полагают допустимым использовать определение Международной организации по стандартизации (ISO 8373:2012), подчеркивая, что оно «охватывает все ключевые особенности любого промышленного робота»⁴¹, такие как возможность перепрограммирования, многоцелевой характер использования, три и более осей, мобильность.

И. Р. Бегишев и З. И. Хисамова, в своем исследовании ставящие задачу разграничения понятийного аппарата в сфере искусственного интеллекта и робототехники, подчеркивают: «В качестве ключевого свойства "робота" должно все же выступать кибернетическое начало, соответственно, он должен являться неким устройством или механизмом. Сегодня это один из основных критериев, позволяющих с большой долей условности разграничить роботов и, например, программное обеспечение в чистом виде»⁴². Развивая логику технократического подхода к определению робота, названные авторы указывают на несколько его важнейших атрибутов: «В зависимости (от.– *Прим. Т. С.*) сферы использования определения термина "робот" различаются, однако среди ключевых характеристик робота можно выделить несколько общих, которые касаются механизма, физического

⁴⁰ Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения = Robots and robotic devices. Terms and definitions [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 60.0.0.4-2019 / ИСО 8373:12. – Взамен ГОСТ Р ИСО 8373:2014. – Введен 14.02.2019. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200162703?marker=7D20K3>. – Дата доступа: 15.05.2022.

⁴¹ An overview of robot applications in automotive industry / M. Bartoš [et al.] // TRANSCOM 2021: 14th International scientific conference on sustainable, modern and safe transport, 55 (2021). – Pp. 837–844. – P. 838. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.052>

⁴² Бегишев, И. Р. Искусственный интеллект и робототехника: теоретико-правовые проблемы разграничения понятийного аппарата / И. Р. Бегишев, З. И. Хисамова // Вестник Удмуртского университета. – 2020. – Т. 30, Вып. 5. – С. 706–713. – С. 706. <https://doi.org/10.35634/2412-9593-2020-30-5-706-713>

начала, искусственности, наличия автономности действий, программируемости, возможности воспринимать окружающую среду и взаимодействовать с ней, наличия привода. К необязательным характеристикам робота можно отнести способность самообучаться, телеуправление»⁴³. Такие выводы представляются несколько противоречивыми, поскольку причинно-следственная связь между «кибернетическим началом» робота и его безусловным отнесением к механизму, обладающему признаками «физического начала, искусственности» не только не очевидна, но и не вполне правомерна. Как известно, объектом кибернетики являются все управляемые сложные динамические системы вне зависимости от их материальной природы – от искусственно созданного механизма, технического устройства до человеческого общества. Таким образом, и искусственный интеллект, и «программное обеспечение в чистом виде» являются как объектами изучения кибернетики, так и инструментами данной области науки. И. Р. Бегишев, уже в своей персональной статье, представляет более широкий подход к понятию «робот», сохраняя однако технократическую направленность и определяя это понятие как «продукт достижений цифровых технологий (робототехнические устройства, комплексы и системы), управляемый средствами заложенных в него компьютерных программ и способный как к выполнению заранее запрограммированных человеком действий, так и к автономному решению задач»⁴⁴.

Заслугой представителей технократического подхода к интерпретации понятия «робот» является то, что ими предлагается достаточно четкое определение с вполне измеряемыми критериями. Это позволяет решать часть практических задач в сфере регулирования производства и использования роботов, а также упрощает решение некоторых теоретических задач в сфере исследования роботов и роботизации, таких, например, как разработка классификации роботов.

⁴³ Бегишев, И. Р. Искусственный интеллект и робототехника: теоретико-правовые проблемы разграничения понятийного аппарата / И. Р. Бегишев, З. И. Хисмова // Вестник Удмуртского университета. – 2020. – Т. 30, Вып. 5. – С. 706–713. – С. 708. <https://doi.org/10.35634/2412-9593-2020-30-5-706-713>

⁴⁴ Бегишев, И. Р. Цифровая терминология: подходы к определению понятия «робот» и «робототехника» / И. Р. Бегишев // Информационное общество. – 2021. – № 2. – С. 53–66. – С. 61.

Вместе с тем при анализе трудов приверженцев данного подхода прослеживается, что некоторые свойства роботов представляются как априорное знание, что вполне допустимо для нормативных правовых актов и стандартов, но требует научного осмысления и доказательств в исследовательской работе.

Анализ технократического подхода к определению робота позволяет выделить такое свойство робота как автономность, т. е. «способность выполнять задачи по назначению на основе текущего состояния и восприятия внешней среды без вмешательства человека»⁴⁵. При понимании того, что формулировка «без вмешательства человека» не безусловна, следует внести ясность в отношении определения критерия автономности – при каком уровне автономности устройство можно считать роботом. В стандарте ISO 8373:2021 по робототехнике указывается, что «для конкретного применения степень автономности можно оценить по качеству принятия решений и независимости от человека»⁴⁶. Тем самым подчеркивается отсутствие универсального критерия автономности для робототехнических решений в различных сферах применения. Ученые по этому поводу отмечают, что «роботы эволюционируют от запрограммированного автоматизма к полуавтономным и более автономным сложным системам. Полностью автономные системы могут действовать самостоятельно и принимать "решения" без участия человека»⁴⁷. Согласимся с российскими учеными И. А. Бугаковым и А. Н. Царьковым в том, что «способность "самостоятельно действовать" не отрицает возможности действий под управлением извне (дистанционно-управляемый вариант (робота. – *Прим. Т. С.*), в том числе в виде ава-

⁴⁵ Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения = Robots and robotic devices. Terms and definitions [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 60.0.0.4-2019 / ИСО 8373:12. – Взамен ГОСТ Р ИСО 8373-2014. – Введен 14.02.2019. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200162703?marker=7D20K3>. – Дата доступа: 15.05.2022.

⁴⁶ Robotics – Vocabulary [Electronic resource] : ISO 8373:2021(en). – Cancels and replaces the second edition ISO 8373:2012. – Mode of access: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:75539:en>. – Date of access: 15.05.2022.

⁴⁷ Кайснер, Э. Робототехника: прорывные технологии, инновации, интеллектуальная собственности / Э. Кайснер, Дж. Раффо, С. Вунш-Винсент // Форсайт. – 2016. – Т. 10, № 2. – С. 7–27. – С. 8.

тара), причем само проявление этой способности, исходя из определения, не является обязательным»⁴⁸. И далее: «Разница между автономно действующим роботом и дистанционно-управляемой человеком техникой – только в том, что в первом случае созданный человеком алгоритм поведения робота из памяти разработчика переписывается в виде соответствующей ему программы в память робота заранее, предопределяя (детерминированно или вероятно) его поведение в будущем, во втором же случае определяемый конечной целью алгоритм желаемого поведения техники формируется и хранится в памяти оператора, трансформируясь в программу "поведения" техники путем передачи ей (по радио- или проводному каналу) соответствующих команд в "режиме реального времени". Так что автономность поведения в обоих случаях весьма условна»⁴⁹. Кроме того, самостоятельность действий и принятия решений роботами определена заданными человеком границами, которые меняются по мере научно-технических, этических и общественных трансформаций.

Еще одним свойством робота, на которое обращают внимание сторонники технократического подхода к его определению, является наличие собственной перепрограммируемой системы управления. Наличие перепрограммируемой системы управления отличает робот от манипулятора с ручным управлением как средства механизации и от автооператора как средства автоматизации. Перепрограммируемость системы управления предполагает возможность заменять управляющую программу автоматически или при помощи человека. Это свойство роботов как основы гибких производственных систем позволяет с минимальными временными и трудовыми издержками менять тип производимой продукции. Технократический подход к пониманию робота является первым этапом в осмыслении его феноменологической природы и нуждается в дополнении гуманитарным знанием, позволяющим сформировать представление о роботе как о технико-экономическом феномене.

⁴⁸ Бугаков, И. А. Интеллектуализация военной робототехники: терминологическая и технологическая проблемы / И. А. Бугаков, А. Н. Царьков // Известия института инженерной физики. – 2017. – № 3 (45). – С. 87–93. – С. 88.

⁴⁹ Там же. – С. 90.

Вторым подходом к определению робота является антропоцентрический подход, в основе которого лежит антропоморфизм или наделение робота свойствами, присущими человеку. При таком подходе в описании робота делается акцент как на его внешних характеристиках (антропоморфный, человекоподобный образ), так и на функциональных особенностях (использование интеллекта, умение проведения манипуляций, схожих с движением рук и др.). При антропоцентрическом подходе робот может описываться как человекоподобная машина, имитирующая внешность, поведение и (или) функции человека, или как компьютерная программа, имитирующая работу человека. Представителями антропоцентрического подхода являются В. К. Карпов, И. В. Ладыгина, А. И. Ракитов, А. Собчак [A. Sobczak] и др. Следует отметить, что воззрения представителей антропоцентрического подхода не всегда вступают в противоречие с взглядами приверженцев технократического подхода. Напротив, в ряде случаев они дополняют друг друга. Существенным, однако, является то, какой признак робота теми или иными авторами выделяется в качестве основного, определяющего понимание сути исследуемого феномена. Именно на таких позициях стоит А. И. Ракитов, который под роботом предлагает понимать «автоматическое инженерно-техническое устройство, наделенное интеллектуальными способностями, присущими человеку»⁵⁰. В. К. Карпов, также подчеркивая технократическую природу робота, акцентирует внимание на замещении деятельности человека: «Цифровая экономика основана на широком и массовом использовании автоматических систем, приборов и оборудования с использованием вычислительно-управляющих блоков и устройств, способных функционировать без участия человека. При оснащении их исполнительными органами-механизмами они превращаются в роботы, способные непосредственно заменить труд человека или ряд его функций и действий»⁵¹. И. В. Ладыгина высказывает схожие суждения, раскрывающие ее взгляд на содержание понятия «робот» и позволяющие отнести данного

⁵⁰ Ракитов, А. И. Философия, роботы, автоматы и зримое будущее / А. И. Ракитов // Философия и общество. – 2019. – № 3. – С. 35–48. – С. 37. <https://doi.org/10.30884/jfio/2019.03.03>

⁵¹ Карпов, В. К. Роботизация и ее место в цифровой экономике / В. К. Карпов // Агропромышленная политика России. – 2017. – № 8 (68). – С. 32–39. – С. 32.

исследователя к приверженцам антропоцентрического подхода: «Представление о роботе всегда связывается с его возможностями осуществлять самостоятельное "разумное" поведение, т. е. помимо двигательных решать еще и такие задачи, которые относятся к интеллектуальной сфере. Этим робот и отличается от автомата»⁵². В качестве основного признака робота И. В. Ладыгина выделяет осуществление интеллектуальной функции человека: «Роботом в широком смысле называют электронную вычислительную машину, выполняющую операции, ранее считавшиеся привилегией интеллекта человека. Например, говорят "робот-переводчик", "робот-шахматист" и т. п. Здесь тенденция антропоморфизма проявляется уже в проведении аналогии между "интеллектуальной" работой машины и человека при отсутствии (в отличие от промышленного манипуляционного робота) двигательной, механической аналогии»⁵³. В подобном ключе частный случай робота рассматривает и А. Собчак: «Программный робот – это компьютерная программа, работающая по заданному алгоритму и используемая для автоматического выполнения бизнес-процессов или их составляющих, и обычно имитирующая работу человека»⁵⁴. Самостоятельность робота в принятии решений или действиях возможна лишь при наличии механизмов информационного обмена с окружающей средой.

Критикующие антропоцентрический подход российские ученые И. А. Бугаков и А. Н. Царьков подчеркивают: «Очевидно, что антропоморфизм сегодня представляется слишком узким. Современные технические устройства способны в автоматическом режиме воспроизводить различные целенаправленные действия не только человека, но и практически любого другого живого существа (змея, стрекоза, краб и др.). Более того, совмещать в себе поведенческие возможности нескольких живых организмов, а также делать то, что не делают

⁵² Ладыгина, И. В. *Философские основания робототехники* / И. В. Ладыгина // Гуманитарный вектор. Сер. Философия. Культурология. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 28–35. – С. 29.

⁵³ Там же. – С. 33.

⁵⁴ Sobczak, A. *Robotic Process Automation as a Digital Transformation Tool for Increasing Organizational Resilience in Polish Enterprises* / A. Sobczak // *Sustainability*. – 2022. – № 14. – 1333. – P. 2. <https://doi.org/10.3390/su14031333>

и (или) не могут делать последние»⁵⁵. А. Н. Тимофеев и И. В. Шардыко, также разделяющие эту точку зрения, пишут, что «робототехнические системы бывают сходными с различными видами живых существ. Практический интерес представляет подобие роботов: человеку – антропоморфность; приматам – приматоморфность; насекомым – инсектоморфность; змеям – серпентоморфность»⁵⁶. Согласимся с названными авторами в некоторой узости антропоцентрического подхода, что однако не влияет на возможность выделения благодаря его анализу еще одного важного признака робота, а именно имитации активности живого существа. Важно отметить, что значительного противоречия между позицией представителей антропоцентрического подхода и И. А. Бугаковым и А. Н. Царьковым нет, поскольку имитация формы действий (человека или другого живого существа), что лежит на поверхности явления, не означает имитацию функции, а является лишь инструментом для реализации функции человека.

Еще одним важным терминологическим аспектом исследуемой проблематики является корректность использования понятия «имитация» в данном контексте. Исследующий искусственный интеллект В. Н. Лексин полагает, «что использование здесь слова "имитация" (от лат. imitation), означающего по-русски лишь подражание, воспроизводство и даже подделку, неполно характеризует ИИ (искусственный интеллект. – *Прим. Т. С.*), изначально ориентированный не столько на подражание, сколько на замещение наших когнитивных функций; вспомним в связи с этим первые вычислительные машины и установки автопилотов на самолетах. Если "имитация" характеризует многие технологии ИИ, то "замещение" есть его конечная цель – сделать нечто лучше человека и, главное, вместо него»⁵⁷. В этом сле-

⁵⁵ Бугаков, И. А. Интеллектуализация военной робототехники: терминологическая и технологическая проблемы / И. А. Бугаков, А. Н. Царьков // Известия института инженерной физики. – 2017. – № 3 (45). – С. 87–93. – С. 88.

⁵⁶ Тимофеев, А. Н. Проблемы применения в космосе антропоморфных роботов / А. Н. Тимофеев, И. В. Шардыко // *Extreme robotics*. – 2013. – Т. 1, № 1. – С. 213–218. – С. 213.

⁵⁷ Лексин, В. Н. Искусственный интеллект в экономике и политике нашего времени. Статья 1. Искусственный интеллект как новая экономическая и политическая реальность / В. Н. Лексин // *Российский экономический журнал*. – 2020. – № 4. – С. 3–30. – С. 7. <https://doi.org/10.33983/0130-9757-2020-3-3-30>

дует согласиться с В. Н. Лексиним, поскольку роботы призваны выполнять многие когнитивные и физические функции, которые человек выполнить в принципе не способен, поэтому правомерно говорить об имитации активности живых существ со значительным расширением (превосходством) их функционала.

Логика изложения требует ответить на еще один вопрос – правомерно ли говорить об активности вообще, или речь идет лишь о трудовой активности? Например, существуют роботы-художники, роботы-шахматисты, роботы-собаки и т. д., действия которых принято относить к форме творчества, отдыха или коммуникации. Для ответа на этот вопрос следует обратить внимание на основные (устойчивые) функции, выполняемые роботами. Роботы создаются человеком для решения конкретных задач – главным образом, связанных с реализацией трудовых функций человека посредством имитации когнитивных (принятие решений, самообучение, анализ информации, получаемой с датчиков и сенсоров), коммуникативных (передача информации, ответы на вопросы, поддержание беседы) и физических (манипуляции с объектами материального мира) функций человека. Безусловно, в процессе НИОКР проводятся эксперименты и разрабатываются модели, которые могут быть направлены на реализацию функций творчества (роботы-художники), игры (робот-шахматист), коммуникации (робот-собака) и др. Данные разработки можно рассматривать, главным образом, в качестве инструментов в процессе поиска конечных решений, имеющих потенциал коммерциализации, определяемый возможностью использования их при создании потребительных стоимостей – то есть для замещения выполнения трудовой функции.

Заслугой представителей антропоцентрического подхода стало получение научных результатов в осмыслении функционального предназначения роботов, что является важнейшим этапом в исследовании любого явления. Функциональное предназначение робота является важным свойством, позволяющим определить феноменологическую природу робота. Представителями антропоцентрического подхода большое внимание уделяется такой функции роботов как относительно самостоятельное принятие решений. Это становится возможным лишь при наличии механизмов информационного обмена робота с окружающей средой и такого свойства робота как адаптив-

ность. Робот способен получать информацию об окружающей (материально-технической и виртуально-информационной) среде благодаря сенсорам, датчикам, микрофонам, камерам и др. Датчики позволяют контролировать движение робота во время выполнения поставленных задач, его ориентацию в окружающей среде, расположение предметов труда или воздействия. Сложные системы датчиков позволяют получать более полную информацию для выстраивания трехмерных карт окружающей среды робота, что применяется, как правило, в неструктурированных, не предназначенных специально для действия робота сред. Встроенные алгоритмы работы с информацией позволяют обрабатывать полученную информацию и интерпретировать ее. Иногда в обработке информации может принимать участие человек, управляющий роботом дистанционно или с помощью тактильного интерфейса. Все это позволяет реализовывать определенную модель поведения робота на основании самостоятельно принятого решения для выполнения поставленных задач. В этом контексте важным является не то, из какого материала состоит робот, сколькими степенями подвижности он обладает и сколько технических задач может выполнять (все это определяется уровнем научно-технического прогресса), а какую основополагающую функцию он реализовывает, которая имеет социально-экономическую природу или последствия.

Основным функциональным предназначением робота является имитация субъектной активности, позволяющая не просто замещать человека (группу людей), выполняя его когнитивные, коммуникационные и физические функции в производственной, сервисной, медицинской, бытовой и социальной сферах, но и превосходить функциональные возможности человека (или группы людей). Эта функция остается неизменной на протяжении тысячелетий с момента появления первых прототипов роботов. Иными словами, робот берет на себя функции по активному влиянию на окружающую среду – физического воздействия на объекты материального мира, информационного воздействия на объекты виртуального мира, социально-психологического воздействия на сознание людей. Именно это свойство роботов не позволяет провести жесткую грань между феноменологической природой роботов с материальной оболочкой (имеющих аппаратное воплощение) и без нее.

Осмысление основополагающего функционального назначения робота стало предпосылкой формирования рационалистического подхода к пониманию технико-экономической природы робота. Представителями рационалистического подхода являются Н. Н. Апостолова, Н. Н. Зильберман, И. А. Бугаков, А. Н. Царьков и др. Названных исследователей объединяет признание рациональности в поведении робота, обусловленной поставленными перед ним человеком задачами. Создание роботов, по мнению Н. Н. Зильберман, «было мотивировано стремлением человека рационализировать свой труд и назначить роботов для выполнения той или иной работы»⁵⁸, что задает рациональность и в поведении роботов. «Цифровое "сознание", – пишет Н. Н. Апостолова, – сугубо рационально, оно лишено чувственно-эмоциональной составляющей, имеющей в образе мышления людей немаловажное значение <...> Эмоции робота – это всего лишь цифровой навык»⁵⁹. И. А. Бугаков и А. Н. Царьков определяют робот как «способный к совершению автономных целенаправленных рациональных действий в реальной или виртуальной средах искусственный объект. Т. е. роботом может быть как реальный механизм, так и программа, действия которых в реальной или виртуальной среде напоминают действия живых организмов. На это напоминание, связь с живыми организмами указывает заложенная в определение идея рациональности поведения, исключая избыточно лишние, хаотичные, "неэкономные" движения (не соответствующих требованию природного принципа минимальности по минимизации при совершении действий живыми организмами при расходовании ими основных природных ресурсов – пространства, энергии, времени) для достижения цели поведения. При этом робот может как обладать интеллектом, позволяющим ему в соответствии со складывающейся в процессе достижения цели обстановкой формировать новые, не заложенные в него при создании, эффективные алгоритмы и соответствующие им программы поведения, так и не об-

⁵⁸ Зильберман, Н. Н. Социальные роботы-помощники на производстве / Н. Н. Зильберман // Гуманитарная информатика. – 2013. – Вып. 7. – С. 66–71. – С. 68.

⁵⁹ Апостолова, Н. Н. Ответственность за вред, причиненный искусственным интеллектом / Н. Н. Апостолова // Северо-Кавказский юридический вестник. – 2021. – № 1. – С. 112–119. – С. 113. <https://doi.org/10.22394/2074-7306-2021-1-1-112-119>

ладать интеллектом и действовать в строгом соответствии с заложенными в его программу жесткими предписаниями, в основном, вида "если..., то..."»⁶⁰. Развивая свою мысль по поводу рациональности поведения робота, И. А. Бугаков и А. Н. Царьков предлагают собственное определение: «Робот – искусственный объект, реализующий в реальной или виртуальной среде целенаправленное рациональное поведение без непосредственного контакта с человеком»⁶¹. Не вполне очевидно, исходя из чего названные авторы оставили вне сферы охвата роботов, которые действуют непосредственно в контакте с человеком – например, коллаборативных роботов. Ценным в данном подходе является другое – акцент на наличии цели и рационального начала в действиях роботов, что отражает до известной степени их связь с живыми организмами.

Заслугой представителей рационалистического подхода к определению технико-экономической природы робота является то, что им удалось представить робота как носителя активности, деятельность которого носит целесообразный и рациональный характер. Цели и критерии такой рациональности при этом закладываются человеком. Целесообразность и рациональность действий робота позволяют установить более четкую грань между трудом, творчеством и отдыхом как формами функционального предназначения роботов, отводя первому основополагающую роль. Кроме того, представителями рационалистического подхода подчеркивается важная особенность роботов, а именно возможность функционирования как в реальной, так и в виртуальной среде.

В некоторой оппозиции к представителям антропоцентрического и рационалистического подходов находятся приверженцы четвертого – эволюционного – подхода к исследованию природы роботов (В. Н. Лексин, К. Майнцер, А. В. Тимофеев, Х. Дж. Уильсон [H. J. Wilson] и др.). Данные авторы полагают, что роботы создаются и постоянно трансформируются в результате эволюции потребностей общества и научно-технического прогресса, и именно в соответ-

⁶⁰ Бугаков, И. А. Интеллектуализация военной робототехники: терминологическая и технологическая проблемы / И. А. Бугаков, А. Н. Царьков // Известия института инженерной физики. – 2017. – № 3 (45). – С. 87–93. – С. 88–89.

⁶¹ Там же. – С. 90.

ствии с этим нужно подходить к их пониманию и определению. «Характер труда и роль человека в обеспечении его жизнедеятельности постепенно и скачкообразно изменялись за все время нашей истории, и логика этих изменений, их побудительные мотивы и возможности реализации, видимо, должны были подвести к появлению и роботов, и ИИ (искусственного интеллекта. – *Прим. Т. С.*)»⁶², – полагает В. Н. Лексин. В основе любых изменений экономической системы общества лежит совпадение, столкновение и реализация экономических интересов субъектов на различных уровнях. Поэтому и появление, и эволюция роботов – процесс, не случайный, не хаотичный, а служит выполнению определенных функций в экономической системе общества, которые, в свою очередь, также трансформируются.

Следует согласиться с представителями эволюционного подхода к пониманию природы роботов в том, что она должна рассматриваться не в статике, а в динамике. Х. Дж. Уильсон [H. J. Wilson] предлагает определять робота как «искусственно сформированную систему, спроектированную, созданную и внедренную для выполнения задач или услуг для людей»⁶³. Названный автор указывает и на трансформацию самого робота, его отношения с человеком и, соответственно его восприятия и понимания. «Здесь (в определении робота. – *Прим. Т. С.*) есть отголоски первоначального значения слова робот, так как роботы выполняют тяжелую работу. И хотя этот труд исторически был физическим, нам также следует принять во внимание, что роботам не обязательно иметь приводные конечности <...> Даже это широкое определение должно будет развиваться по мере прогресса роботов»⁶⁴. К. Майнцер отмечает, что «роботы должны справляться со все более сложными заданиями, которые люди на каждом шаге их выполнения больше не смогут контролировать, а в итоге (надеемся) развить хотя бы минимальную ответственность. Роботы, которые взаимодействуют с людьми, должны, по идее, обла-

⁶² Лексин, В. Н. Искусственный интеллект и робототехника на рынке труда. Опыт системной диагностики / В. Н. Лексин // Труды ИСА РАН. – 2020. – Т. 70, № 4. – С. 38–48. – С. 39. <https://doi.org/10.14357/20790279200404>

⁶³ Wilson, H. J. What is a robot, anyway? / H. J. Wilson // Harvard Business Review. – Publ. date 15.04.2015. – Mode of access: <https://hbr.org/2015/04/what-is-a-robot-anyway>. – Date of access: 16.05.2022.

⁶⁴ Ibid.

дать *когнитивными способностями*, такими, какие возникли в природе в ходе эволюции»⁶⁵. В отличие от антропоцентрического подхода, в рамках эволюционного подхода интеллект не рассматривается как нечто, присущее исключительно человеку. А. В. Тимофеев, определяя интеллект как «способность мозга решать (интеллектуальные) задачи путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам»⁶⁶, пишет: «Разумеется, интеллектуальная деятельность человека отличается от таковой у животных. Важнейшим отличием человеческого мышления является язык...»⁶⁷. К. Майнцер рассматривает понятие «интеллект» еще шире, по существу наделяя этим свойством сложные системы любого типа: «Мое рабочее определение, – пишет названный автор, – делает интеллект зависимым от способности системы решать проблемы. Система, в соответствие с этим рабочим определением, называется "умной", если она в состоянии эффективно и самостоятельно решать более или менее сложные задачи»⁶⁸. В подтверждение данного критерия отнесения систем к обладающим интеллектом К. Майнцер предлагает показатели его измерения: «Степень интеллекта обуславливают измеряемые, независимые от деятельности человека величины: а) степень самостоятельности (автономии) системы, б) степень эффективности метода решения проблемы и в) степень сложности проблемы»⁶⁹. Данные показатели являются динамичными в зависимости от достигнутого в исторически конкретном обществе уровня научно-технического прогресса, а значит их величины напрямую зависят от деятельности человека.

⁶⁵ Майнцер, К. Исследуя сложность: от искусственной жизни и искусственного интеллекта к киберфизическим системам / К. Майнцер ; пер. Е. Н. Князева // Философия науки и техники. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 85–105. – С. 93.

⁶⁶ Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с. – С. 22.

⁶⁷ Там же. – С. 22.

⁶⁸ Майнцер, К. Исследуя сложность: от искусственной жизни и искусственного интеллекта к киберфизическим системам / К. Майнцер ; пер. Е. Н. Князева // Философия науки и техники. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 85–105. – С. 96.

⁶⁹ Там же. – С. 96.

Отдельно следует остановиться на воззрениях А. В. Тимофеева и пояснить, почему его, на первый взгляд, технократическое определение роботов отнесено нами к эволюционному подходу. Приведем это определение. «Роботами называются универсальные автоматические системы, способные обучаться в процессе активного взаимодействия с окружающей средой и предназначенные для имитации разнообразных операций, совершаемых человеком в процессе физического или умственного труда <...> Отличительными чертами роботов является их универсальность, способность к обучению и адаптации в процессе восприятия (с помощью искусственных органов чувств) и воздействия на окружающую среду (с помощью исполнительных механизмов), а также многоцелевое назначение, связанное с автоматизацией физической и интеллектуальной деятельности человека»⁷⁰. В данном определении, помимо отсылки к техническим свойствам роботов, автор указывает и на выполнение им конкретной функции – замещения труда человека посредством автоматизации его физической или умственной деятельности. Однако далее, развивая свою мысль относительно такого свойства робота как самообучаемость и самообучение, А. В. Тимофеев указывает на автономный эволюционный потенциал роботов: «Говоря об интеллекте роботов, вряд ли можно сомневаться в том, что источником многих понятий и представлений для них послужил окружающий мир. Но, однажды постигнутые, эти понятия и представления (включая модель окружающего мира) могут начать развиваться и совершенно независимо. В частности, они могут, подобно тому, как это произошло у человека, подняться к высотам обобщения и абстракции, освобождаясь от пут своего конкретного (даже, может быть, "примитивного") происхождения. В процессе этой "внутренней" эволюции роботов могут рождаться новые понятия и представления (не заложенные в них человеком!), которые в свою очередь могут чудодейственным и пока непредсказуемым образом повлиять на ход научно-технического

⁷⁰ Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с. – С. 18.

прогресса»⁷¹. И далее: «Эволюция роботов вовсе не означает, что одно поколение роботов последовательно приходит на смену другому <...> Эволюционный процесс совершенствует функциональные возможности и технические характеристики роботов от поколения к поколению. Однако при этом каждое поколение роботов представляет собой семейство роботов различных типов, предназначенных для решения разнообразных прикладных задач»⁷².

Представителям эволюционного подхода к определению робота удалось показать очень важную их особенность – способность к самообучению – то есть способность автономно распознавать, получать, запоминать и преобразовывать информацию и использовать ее в дальнейшей деятельности, адаптируясь и видоизменяя окружающую среду. При этом не вся информация становится полезной и ее использование совершенствует деятельность робота. Напротив, в ряде случаев самообучение направлено на разрушение. И хотя в узком смысле самообучение присуще не каждому роботу, в широком смысле возможности роботов самостоятельно обучаться стимулируют развитие всей робототехники, тем самым до известной степени корректируя процесс эволюции роботов. По мере технической эволюции робота эволюционирует и его экономическая природа, что обусловлено присвоением роботом новых функций.

Таким образом, анализ существующих в научной литературе точек зрения в отношении понятия «робот» позволил выделить и содержательно охарактеризовать четыре подхода к его интерпретации – технократический, антропоцентрический, рационалистический и эволюционный. Ставя задачу исследовать экономическую природу робота, невозможно абстрагироваться от его технической сущности, поскольку робот – это, прежде всего, продукт труда человека (искусственно созданный объект), распространение которого в то же время активно влияет на все подсистемы общественных отношений. Развитие техники и автоматизация сферы производства и потребления направлены на высвобождение человека от тяжелого физического

⁷¹ Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с. – С. 27.

⁷² Там же. – С. 36.

труда, увеличение потенциала его развития и создание благоприятных условий для созидания. Техническую коннотацию вещей Ж. Бодрийяр видит в автоматике: «Если формальная коннотация может быть резюмирована понятием *моды*, то коннотация "техническая" может быть сформулирована одним словом *автоматика* – в нем заключено основное понятие торжествующего механицизма и мифологический идеал современной вещи»⁷³. Если автоматы Ж. Бодрийяр называет симулякрами человека первого порядка, то симулякрами второго порядка, по его мнению, являются роботы – «симулякры человека в его функциональной деятельности»⁷⁴. Ж. Бодрийяр пишет: «Робот по сути представляет собой мифологическое завершение наивной фазы воображаемого, когда осуществляется проецирование непрерывной функциональности. <...> Его дело – служить символом всецело функционализированного и одновременно персонализированного мира, то есть символом во всех отношениях ободряющим, в предельной мере воплощающим абстрактную силу человека, но не впадающим при этом в тождество с ним»⁷⁵. Интерпретируя Ж. Бодрийяра, который нарочито не наделяет робота всеми субъектными характеристиками и относит его к симулякрам второго порядка, не скрывающим отсутствие «обозначаемого», следует подробнее остановиться на выявлении и сущностной характеристике признаков робота как субъекта общественных отношений (носителя активности), обратившись прежде всего к философско-научному осмыслению понятия субъекта.

При констатации субъектных свойств робота следует разделять понятия субъект, экономический субъект, социально-экономический субъект, где понятие «субъект» является родовым по отношению к двум остальным. В литературе отмечается, что «экономический субъект – это субъект, имеющий разносторонние материальные интересы к другим относительно обособленным и ассоциированным субъектам по поводу формирования и удовлетворения материальных потребностей и нужд, воспроизводства и использования рабочей

⁷³ Бодрийяр, Ж. К критике политической экономии знака / Ж. Бодрийяр ; пер. с фр. Д. Кралечкин. – М. : Академический Проект, 2007. – 335 с. – С. 121.

⁷⁴ Там же. – С. 134.

⁷⁵ Там же. – С. 133–134.

силы, социальной принадлежности, присвоения и отчуждения материальных средств и благ»⁷⁶. Ввиду того, что в свое время С. Ю. Солодовников достаточно подробно раскрыл существующие в обществоведении подходы к трактовке социальных и социально-экономических субъектов⁷⁷, остановимся в данной работе лишь на обозначении гносеологически наиболее приемлемого из них. Под социально-экономическим субъектом, как отмечалось выше, нами понимается «индивид (или группа индивидов), персонифицирующий определенные социальные и экономические функции, обладающий специфическими потребностями и активностью по отношению к иным субъектам. Источником названной активности индивида (или общественной группы) выступает его место в социально-экономической системе, выполняемые функции и определенная организованность его (или ее) сознания. Субъектность – это и есть способность проявлять активность, совершать действие и соответственно вступать в отношения»⁷⁸. Разделяя методологию данного определения, отметим, что робот хотя и обладает некоторыми свойствами субъекта (не экономического), но таковым (субъектом) не является. Так, он проявляет активность по отношению к другим субъектам, вызывая их активность (например, чат-боты, вступающие в коммуникацию с клиентами и побуждающие последних совершать какие-либо экономически значимые действия); выполняет определенные социальные (например, роботы-сиделки выполняют функцию помощи людям, нуждающимся в уходе) и экономические функции.

В то же время робот не обладает специфическими, свойственными субъекту, потребностями. Кроме того, выполнение определенной функции не всегда предполагает персонификацию выполняющим ее субъектом. Зачастую функция может выполняться вне зависимости от сознания и воли субъекта. В качестве примера можно привести поведение акторов информационного противостояния, когда пользо-

⁷⁶ Герасимов, Н. В. Экономическая система: генезис, структура, развитие / Н. В. Герасимов ; редкол.: Э. А. Лутохина [и др.] ; АН БССР, Ин-т экономики. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 349 с. – С. 31.

⁷⁷ Солодовников С. Ю. Институциональные матрицы: сущность, персонификация и ее генезис (политико-экономические очерки) / С. Ю. Солодовников. – Минск : Право и экономика, 2006. – 530 с. – С. 137–191.

⁷⁸ Там же. – С. 143.

ватели социальных сетей распространяют нужную манипулятору информацию, размещая контент на персональных страницах, ставя лайки и дизлайки контенту и т. д., часто не осознавая истинной природы и цели этих действий, а также того, чьи политико-экономические интересы такие действия обслуживают. Персонификация функций осуществляется не самим роботом, а его собственником. При этом, в отличие от механизированных и автоматизированных систем, в силу многих факторов происходит размытие персонификации выполняемых роботом функций. Как следствие роста влияния роботов на все типы общественных отношений (трудовые отношения, отношения собственности, потребностные отношения и отношения социально-экономического определения поведения субъектов), наблюдается увеличение в научной литературе исследований, посвященных попыткам определения юридической правосубъектности роботов и искусственного интеллекта, а также установления этических границ при их разработке, внедрении и функционировании. В результате наблюдаются попытки перераспределения этической, экономической и правовой ответственности за действия, совершенные роботом, что становится объектом манипуляций в результате столкновения экономических интересов субъектов рынка роботов (собственников роботов, их производителей, разработчиков программного обеспечения, эксплуатационников и т. д.). В этом контексте в отношении робота правомерно применять понятие «квазисубъектность», что характеризует наличие у робота одних и имитацию других субъектных характеристик. Приставка «квази» указывает на мнимость, имитацию роботом субъектных свойств.

Выделение и анализ научных подходов (технократического, антропоцентрического, рационалистического, эволюционного)⁷⁹ к пониманию робота позволило сформулировать определение робота как технико-экономического феномена: робот – это относительно автономная техническая система, обладающая определенной степенью адаптивности, действующая в материально-технической и (или) вир-

⁷⁹ Сергиевич, Т. В. Теоретические подходы к трактовке социально-экономической природы роботов / Т. В. Сергиевич // Белорусский экономический журнал. – 2022. – № 3. – С. 102–115. <https://doi.org/10.46782/1818-4510-2022-3-102-115>

туально-информационной среде и предназначенная для самостоятельного выполнения поставленных человеком задач на основе принятия решений в результате взаимодействия с внешней средой и реализации способности физического воздействия на объекты материального мира, информационного воздействия на объекты виртуального мира, социально-психологического воздействия на сознание людей.

Как социально-экономический феномен робот представляет собой искусственно созданный объект, действующий в пределах определенной материально-технической и (или) виртуально-информационной среды, основным функциональным предназначением которого является замещение труда человека для повышения социальной и экономической эффективности его деятельности. Важным отличием роботов от традиционных механизированных и автоматизированных систем является размытие персонификации выполняемых им функций. В отличие от существующих подходов, главным образом, фиксирующих влияние научно-технического прогресса на развитие роботов как объектов, имитирующих активность человека, предложенный подход, включающий в себя отражение материально-вещественной и общественной сторон исследуемого явления, позволяет определить роль роботизации в динамике общественно-экономических процессов.

1.3. Экономическая классификация роботов

Современные роботы, применяемые во всех сферах жизнедеятельности человека, характеризуются значительным разнообразием, что обуславливает необходимость их системной, отвечающей уровню развития роботов, классификации. Для разграничения видов роботов необходимо разработать критерии, по которым может быть произведена такая классификация и описаны разновидности роботов. Вне сферы своего внимания оставим чисто технические критерии классификации роботов, воспользовавшись ими в той мере, в которой это необходимо для достижения цели исследования.

Наиболее распространенным – первым – критерием выделения различных типов роботов является их сфера применения. По крите-

рию сферы применения роботов принято разделять на промышленные и сервисные. Критерием классификации в данном случае по существу выступает не столько непосредственно деятельность, где применяются роботы, сколько то, используются они в промышленности или в любой другой сфере. При этом, как правило, в литературе речь идет о роботах с материальной оболочкой. Международным стандартом по робототехнике ISO 8373:2021 в оборот вводится следующее определение промышленного робота: «Автоматически управляемый, перепрограммируемый многоцелевой манипулятор, программируемый по трем или более осям, который можно либо зафиксировать на месте, либо прикрепить к мобильной платформе для использования в решениях автоматизации в промышленной среде»⁸⁰. В Национальном стандарте Российской Федерации «Роботы и робототехнические устройства» ГОСТ Р 60.0.0.4-2019 / ИСО 8373:2012, где отмечается, что «классификация роботов на промышленных роботов или сервисных роботов осуществляется в соответствии с их назначением»⁸¹, под промышленным роботом понимается «автоматически управляемый, перепрограммируемый, реконфигурируемый манипулятор, программируемый по трем или более степеням подвижности, который может быть либо установлен стационарно, либо перемещаться для применения в целях промышленной автоматизации»⁸². Согласно названному стандарту, сервисный робот представляет собой «робот, который выполняет задания, полезные для человека или оборудования, за исключением применений в целях промышленной автоматизации»⁸³. Из последнего определения следует, что к сервисным роботам данным документом относятся все остальные роботы, задействованные вне сферы промышленной автоматиза-

⁸⁰ Robotics – Vocabulary [Electronic resource] : ISO 8373:2021(en). – Cancels and replaces the second edition ISO 8373:2012. – Mode of access: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:75539:en>. – Date of access: 10.05.2022.

⁸¹ Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения = Robots and robotic devices. Terms and definitions [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 60.0.0.4-2019 / ИСО 8373:12. – Взамен ГОСТ Р ИСО 8373-2014. – Введен 14.02.2019.– Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200162703?marker=7D20K3>. – Дата доступа: 01.05.2022.

⁸² Там же.

⁸³ Там же.

ции. При этом названным ГОСТом подчеркивается, что схожие технические устройства могут быть разделены на промышленные и сервисные в зависимости от сферы их применения. Например, «если шарнирные роботы, используемые на производственных линиях, относятся к промышленным роботам, то похожие шарнирные роботы, используемые для подачи еды, относятся к сервисным роботам»⁸⁴. Среди сервисных роботов выделяется персональный сервисный робот (сервисный робот для персонального использования), «используемый в некоммерческих целях, обычно непрофессионалами»⁸⁵. Периодически, по мере научно-технического развития, стандарты пересматриваются и совершенствуются. Так, например, стандарт ISO 8373:2021 по сравнению со своей предыдущей версией 2012 г., был дополнен такими типами роботов как медицинский (англ. medical robot), носимый (англ. wearable robot) и др. Впервые медицинский робот, ранее относимый к профессиональным сервисным роботам, выделяется в качестве самостоятельного, наряду с промышленным и сервисным, типа робота.

Разделение роботов на промышленные и сервисные (или промышленные, сервисные и медицинские), хотя и представляется достаточно удобным для целей стандартизации, не вполне отвечает задачам описания феноменологической природы роботов, поскольку разделение на промышленные, сервисные и медицинские роботы как однопорядковые в зависимости от сферы их применения неоднозначно и недостаточно. Не всегда сфера применения роботов может быть четко определена. Например, силовые экзоскелеты могут использоваться для складского обслуживания и непосредственно в производственном цеху на одном и том же предприятии. Все более размытые границы применения роботов создают высокую степень условности применимости данного критерия разграничения. Несовершенство данной классификации демонстрирует множество примеров, когда технически и функционально принципиально разные

⁸⁴ Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения = Robots and robotic devices. Terms and definitions [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 60.0.0.4-2019 / ИСО 8373:12. – Взамен ГОСТ Р ИСО 8373-2014. – Введен 14.02.2019. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200162703?marker=7D20K3>. – Дата доступа: 01.05.2022.

⁸⁵ Там же.

роботы относятся к одному типу. Например, к одному типу роботов – сервисным – относится робот-разведчик, применяемый в военном деле, и робот-пылесос, используемый в быту. Кроме того, в связи с развитием компьютерных и информационно-коммуникационных технологий уточнения требуют вопросы, связанные с соотношением роботов и роботизированных систем, автоматизирующих бизнес-процессы; проблема соотношения робота и бота; взаимосвязь робота и искусственного интеллекта. В наиболее распространенной в литературе классификации роботов на промышленных, сервисных и медицинских данная задача решается ограничением лишь роботами, имеющими материальную оболочку.

Классификация роботов с точки зрения сферы применения на промышленные, сервисные и медицинские не отвечает уровню развития робототехники, отражая лишь основы многообразия роботов. В этой связи интересной представляется классификация роботов А. В. Тимофеева, который с точки зрения технических характеристик выделял три поколения роботов – программные (роботы с программным управлением), оцувствленные (роботы с более сложными системой внешних и внутренних сенсорных датчиков и системой управления) и интеллектуальные (оснащенные сложной управляющей системой с элементами искусственного интеллекта) роботы. В каждом из этих поколений «в зависимости от назначения и решаемого класса задач»⁸⁶ выделяются такие разновидности роботов как производственные и исследовательские. Согласно данной классификации, «производственные роботы – это роботы, предназначенные для выполнения тяжелой, монотонной, вредной и опасной для здоровья людей физической работы. Для этой группы роботов характерно наличие автоматических исполнительных устройств»⁸⁷. Среди производственных роботов А. В. Тимофеевым выделялись «промышленные, сельскохозяйственные, транспортные, строительные и бытовые роботы»⁸⁸ в зависимости от сферы их применения. Исследовательские роботы, по мнению названного автора, «служат для поиска, сбора, переработки

⁸⁶ Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с. – С. 38.

⁸⁷ Там же. – С. 38.

⁸⁸ Там же. – С. 38.

и передачи информации об исследуемых объектах. К числу таких объектов относятся космическое пространство, поверхности планет, подводное пространство, подземные полости (шахты, пещеры и т. п.), Арктика и Антарктида, пустыни, зараженная местность и другие труднодоступные для человека области»⁸⁹. Данная классификация, вступая в противоречие с наиболее распространенной классификацией роботов на промышленные, сервисные и медицинские, является вполне правомерной, хотя и не охватывает всего разнообразия роботов. В ее основе лежит несколько достаточно четких критериев – техническое развитие и решаемые задачи, что хотя и не решает задачи всеохватывающей классификации роботов, но повышает степень ее практической применимости. Особого внимания заслуживают сервисные роботы, используемые в различных сферах производства и жизнедеятельности человека. Рынок сервисных роботов сегодня демонстрирует сравнительно высокие темпы роста. Сервисные роботы по своему функциональному назначению и технологическому исполнению обладают высоким разнообразием, что обуславливает необходимость разграничения их разновидностей. С учетом этого перейдем к выделению и описанию видов роботов по критерию сферы применения.

По критерию сферы применения целесообразным представляется выделить следующие виды роботов: промышленные, медицинские, боевые, обеспечивающие безопасность, торговые, сельскохозяйственные, транспортные, строительные, исследовательские, социальные, бытовые, образовательные, бизнес-процессовые и прочие роботы⁹⁰. Рассмотрим их.

Промышленный робот – это автоматически управляемый, перепрограммируемый многоцелевой манипулятор, программируемый по трем или более осям, функциональным предназначением которого является замещение физического труда человека в промышленном

⁸⁹ Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с. – С. 38.

⁹⁰ Сергиевич, Т. В. Классификация роботов в целях экономических исследований / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 16. – С. 127–140. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-16-127-140>

производстве. Промышленный робот, как правило, обладает перепрограммируемой системой управления и исполнительным устройством в виде манипулятора, обладающим тремя и более степенями подвижности. Промышленные роботы весьма разнообразны. Они могут работать как в специально предназначенной для роботов ограниченной среде, так и вместе с человеком. Роботы, предназначенные для совместной работы с человеком – это коллаборативные роботы (коботы). Не все из них относятся к промышленным роботам. «Определяющим различием между коллаборативными роботами и традиционными промышленными роботами является прямое взаимодействие с людьми. Использование этого взаимодействия позволяет организациям, по крайней мере теоретически, использовать сильные стороны и выносливость роботов с неявными знаниями и гибкими навыками принятия решений людей»⁹¹. Техническое совершенствование коллаборативных роботов, предназначенных для взаимодействия с человеком в процессе работы в совместном пространстве, позволяет расширять их использование во многих сферах⁹². Промышленные роботы могут быть как стационарными, так и мобильными. Они выступают важнейшим элементом современного гибкого автоматизированного производства и служат для автоматизации сварочных, сборочных, покрасочных и других видов работ. Наиболее часто промышленные роботы используются на промышленных предприятиях в машиностроении – прежде всего, в автомобилестроении и производстве электроники, металлургии, химической и фармацевтической промышленности.

Медицинские роботы используются в сфере здоровья и здравоохранения. Среди медицинских роботов выделяются роботы, функциональным назначением которых является замещение труда врача (диагностические, хирургические, терапевтические и другие роботы) и замещение труда младшего медицинского персонала (роботы для

⁹¹ Knudsen, M. Collaborative Robots: *Frontiers of Current Literature* / M. Knudsen, J. Kaivo-Oja // *Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications*. – 2020. – № 3 (2). – Pp. 13–20. – P. 14. <http://doi.org/10.38016/jista.682479>

⁹² Сергиевич, Т. В. Роботизация и экономическая безопасность промышленного предприятия / Т. В. Сергиевич // *Технико-технологические проблемы сервиса*. – 2020. – № 3 (53). – С. 54–58. – С. 54.

обхода больных, инъекций, забора анализов и т. д.); роботы, предназначенные для реабилитации пациентов после перенесенных травм, операций, заболеваний; роботопротезы (замещающие отсутствующую часть тела или орган); медицинские экзоскелеты (предназначенные для возвращения или поддержания мобильности пациентам с ограниченными возможностями перемещения, для пожилых людей). Пандемия COVID-19 стала драйвером развития медицинской робототехники, обострив объективную необходимость проведения большого количества исследований больных и снижения рисков безопасности медицинского персонала. Частичной автоматизации подлежит осмотр пациентов, измерение физиологических параметров человека, забор материалов, лабораторные исследования и др.

Роботов в сфере военного дела и обеспечения безопасности объединяют опасные условия функционирования. Военные роботы используются для работы в боевых условиях. К ним относятся роботы-разведчики, роботы, осуществляющие разминирование объектов, боевые роботы и др. Вооруженные силы большинства ведущих стран мира увеличивают использование различных типов роботов в сфере военного дела. И если с одной стороны эксперты указывают на то, что «эти качественные изменения позволяют частично компенсировать значительные сокращения личного состава и практически всех видов "традиционной" (не автоматизированной) боевой техники»⁹³, то с другой – подчеркивают необходимость «учитывать серьезные морально-этические и правовые проблемы, возникающие в связи с использованием такого рода систем»⁹⁴. Роботы для обеспечения безопасности человека используются для охраны правопорядка, в тушении пожаров, при разборах завалов, при наводнениях и прочих природных катаклизмах, в поисково-спасательных работах.

Следующим видом роботов с точки зрения сферы применения является торговый робот. Торговый робот или трейдер – это «специализированная компьютерная программа для совершения операций на биржевом рынке», умеющая «анализировать текущее состояние рынка и выбирать из нескольких возможных наиболее оптимальный

⁹³ Трунов, Ф. О. Роботизация вооруженных сил ФРГ: политико-правовые и военно-технические аспекты / Ф. О. Трунов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 25: Международные отношения и мировая политика. – 2017. – № 4. – С. 67–96. – С. 68.

⁹⁴ Там же. – С. 68.

алгоритм совершения сделок»⁹⁵. Основным функциональным предназначением торгового робота является совершение операций на биржевом рынке в результате принятия решений на основе быстрого анализа текущего состояния рынка. В большинстве случаев сегодня человек физически не может конкурировать с торговым роботом в скорости анализа информации и принятия решений при условии реализации относительно стандартных сделок, допускающих действия по определенному алгоритму. Как отмечается в литературе, «даже очень профессиональному трейдеру требуется хотя бы 15–20 секунд для оценки ситуации и совершения сделки, в то время как торговый робот способен проделать то же самое за несколько десятков миллисекунд. Даже по самым скромным оценкам, он может принимать решения в 400–500 раз быстрее человека»⁹⁶. Кроме того, при использовании торговых роботов нивелируется действие человеческого фактора (усталость, сомнения, полагание на интуицию, стресс, эмоции, импульсивность и др.). Вместе с тем, как отмечают эксперты, «пока торговые роботы не могут полностью заменить человека на фондовом рынке, однако они вполне могут использоваться как инструмент для повышения эффективности торговли»⁹⁷. Роботы не могут анализировать специфические факторы, не поддающиеся алгоритмизации, подвержены техническим ошибкам. Поэтому при всех преимуществах торговые роботы не заменяют полностью, а дополняют деятельность человека в сфере торговли.

Сельскохозяйственные роботы – роботы, используемые в животноводстве (функции доения животных, уборки продуктов их жизнедеятельности, кормление животных и др.) и в растениеводстве (удобрение, полив и прополка полей, подготовка почвы и посев сельскохозяйственных культур, сбор урожая, мониторинг сельскохозяйственных угодий, контроль всхожести и роста посевов и др.). Для выполнения вспомогательных операций (транспортировка, уборка, складирование, упаковка и др.) могут использоваться не специфичные для сельского хозяйства роботы. По определению

⁹⁵ Федотова, Г. В. Алгоритмизация торговых стратегий фондового рынка / Г. В. Федотова, А. А. Ермакова, Д. А. Куразова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – № 11. – С. 87–95. – С. 88.

⁹⁶ Там же. – С. 88.

⁹⁷ Там же. – С. 89.

Н. Рамеш Бабу, В. И. Набокова и Е. А. Скворцова, сельскохозяйственный робот – это «автоматическое устройство, предназначенное для осуществления производственных и других операций в сельском хозяйстве, которое действует по заранее заложенной программе и получает информацию о внешнем мире от датчиков, самостоятельно осуществляет производственные и иные операции, обычно выполняемые человеком. При этом робот может как иметь связь с оператором (получать от него команды), так и действовать автономно»⁹⁸. В приведенном определении названные авторы не отражают специфику сельскохозяйственных роботов (за исключением прямого указания сферы его применения), однако содержательно раскрывают ее в дальнейшем при описании особенностей их функционирования: «Сельскохозяйственная робототехника использует системы управления, функционирующие в условиях изменяющихся природно-климатических условий»; «обеспечивает работу с живыми организмами – растениями, животными, оперирует с неотсортированными и неупорядоченными объектами (различными сортами растений, кустарников, плодоносящих деревьев и т. д.)»; «использует инструменты и другое оборудование, предназначенные для работы человека»; «обеспечивает перемещение робота в животноводческих помещениях или открытой местности»; «обеспечивает безопасность для работающих рядом людей и животных»⁹⁹. Выделение сельскохозяйственных роботов в качестве отдельного вида целесообразно по причине специфичности функций, ими выполняемых, особой довольно сложной среды их применения – их используют в не предназначенных напрямую для внедрения роботов, неструктурированных средах, в работе в живыми организмами.

Следующим видом роботов являются транспортные роботы. Помимо перепрограммируемого устройства и одного или нескольких манипуляторов, транспортные роботы характеризуются наличием ходового устройства. Транспортные роботы могут использоваться как для обеспечения внутрицеховой логистики на предприятии, так и в не специфических для роботов условиях – на дорогах общего

⁹⁸ Рамеш Бабу, Н. Классификация и особенности робототехники в сельском хозяйстве / Н. Рамеш Бабу, В. И. Набоков, Е. А. Скворцов // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 2 (156). – С. 82–88. – С. 85.

⁹⁹ Там же. – С. 87.

пользования, тротуарах и т. д., а также в воздушном пространстве. Важное место в структуре транспортных роботов занимают складские роботы, которые служат, главным образом, для перемещения товаров на складе, что позволяет отнести их к числу транспортных роботов. К этому же виду роботов относятся беспилотные автомобили, способные самостоятельно перемещаться в пространстве без непосредственного участия человека. Особую разновидность транспортных роботов составляют и беспилотные летательные аппараты, используемые, главным образом, для доставки объектов (например, товаров). В качестве одного из важнейших факторов развития транспортной (включая логистическо-складскую) робототехники ученые называют «изменение ожиданий потребителей (в связи с развитием электронной коммерции)», что «вынуждает поставщиков услуг внедрять технологии автоматизации. В частности, введение доставки в тот же день (и вытекающее из этого предпочтение потребителей в пользу быстрой доставки) повлекло за собой новые вызовы для управления логистикой и складом»¹⁰⁰. В литературе подчеркивается наличие «значительного интереса к проблеме последней мили»¹⁰¹, связанной с организацией заключительного этапа доставки товаров конечному покупателю от распределительного центра. Решение данной проблемы видится в массовом применении транспортных роботов – мобильных платформ, роботов-дронов и т. д. Еще одной проблемой, потенциалом к решению которой обладают транспортные роботы, – это нехватка рабочей силы в сельской местности, где зачастую располагаются распределительные центры, склады и иные объекты логистической инфраструктуры.

Особый вид роботов – это исследовательские роботы, которые служат целям получения информации, как правило, в сложно доступных или недоступных для человека местах – в космосе, под водой, на дне океана, в условиях высокой радиации, в теле человека. Важной

¹⁰⁰ Mapping the Evolution of the Robotics Industry: A cross country comparison / E. Estolatan [et al.] // Department of Economics and Statistics Cognetti de Martiis. Working Papers. – 2018. – № 05. – University of Turin. – 2018. – 32 p. – P. 22–23.

¹⁰¹ A Roadmap for US Robotics – From Internet to Robotics 2020 Edition / H. I. Christensen [et al.] // Foundations and Trends in Robotics. – 2021. – Vol. 8, № 4. – Pp. 307–424. – P. 311.

особенностью таких роботов является научная или исследовательская функция, сопряженная с получением новой информации. Это отличает их от боевых роботов (например, роботы-разведчики) и от медицинских роботов (например, диагностические роботы), которые также собирают определенные данные.

Сферой функционирования социальных роботов является взаимодействие, коммуникация людей и роботов, выполняемая с различными целями. Сегодня данная область исследований активно развивается и включает в себя симбиоз достижений инженерной мысли, экономики, социологии и психологии. К социальным роботам относятся роботы-сиделки, роботы-няни, а также виртуальные роботы – боты, выполняющие функции коммуникации и производство определенного поведения субъекта, на которого направлено коммуникативное воздействие. Социальные роботы могут иметь материальную оболочку или не иметь ее, действуя исключительно в виртуально-информационной среде. Н. Н. Зильберман пишет, что «с 1990-х гг. наметились новые тенденции, связанные с разработкой сервисных роботов (уборщики, сиделки, няни, гиды и т. п.), что в итоге привело к появлению нового направления – социальной робототехники, делающей акцент на включении робототехнических систем в социальные взаимодействия»¹⁰². Н. Н. Зильберман противопоставляет промышленных и социальных роботов-помощников: «Перед нами два типа роботов: промышленные и социальные роботы-помощники <...> Различия роботов – в сфере их применения и их принципах взаимодействия с человеком. Так, промышленные роботы предназначены для замены человека в производственных процессах и создавались исключительно в функциональных целях как инструмент. Роль человека состоит лишь в управлении и контроле. Социальные же роботы-помощники призваны выполнять сервисные функции и при этом взаимодействовать с человеком в другом качестве, выполняя (в отличие от промышленных или бытовых, например, роботов-пылесосов) определенные социальные роли: коллега, друг, учитель и даже начальник. Социальный робот не заменяет человека, наоборот, находится рядом с ним во многих сферах

¹⁰² Зильберман, Н. Н. Социальные роботы-помощники на производстве / Н. Н. Зильберман // Гуманитарная информатика. – 2013. – Вып. 7. – С. 66–71. – С. 66.

жизни»¹⁰³. В дополнение к рассуждению Н. Н. Зильберман следует отметить, что промышленный робот в ряде случаев не заменяет человека, а создан для выполнения операций вне сферы человеческих возможностей. Робот, будучи квазисубъектом социальных отношений, не может взять на себя истинно социальную роль (присвоить социальную функцию), которая не ограничивается простой коммуникацией в узком смысле слова, а включает в себя эмоционально-чувственную составляющую, основанную на привязанности, признании авторитета, уважении, любви, общем опыте, доверии и т. д. Социальный робот лишь имитирует социальное поведение человека на основе заложенных алгоритмов, дополняемых данными, получаемыми в процессе его самообучения. Социальные роботы-помощники, по мнению Н. Н. Зильберман, «способны осуществлять социальное взаимодействие с человеком: использовать вербальные и невербальные средства коммуникации в соответствии с социальными нормами, распознавать эмоции и, в зависимости от результата, менять стратегии поведения»¹⁰⁴. Социальные нормы, лежащие в основе поведения роботов, формируются либо на основе заложенных человеком принципов (как известно, социальные нормы отличаются в зависимости от конкретного общества, периода его развития, обычаев и традиций, политической конъюнктуры, социально-классовой принадлежности человека и т. д.), либо в результате анализа больших данных и машинного обучения, что также носит субъективный характер. В данном случае у робота отсутствует созидательное начало в коммуникации, что не позволяет говорить о полном замещении социальными роботами людей.

Особое место среди роботов занимают программные (софтовые) роботы для автоматизации бизнес-процессов – RPA-роботы (от англ. *Robotic process automation* – роботизированная автоматизация бизнес-процессов). Термин «программные роботы» в научной литературе наделяется различными смыслами. Например, А. В. Тимофеев под программными роботами предлагал понимать «роботы первого поколения» – «роботы с программным управлением», предназначенные «для выполнения определенной жестко запрограммированной

¹⁰³ Зильберман, Н. Н. Социальные роботы-помощники на производстве / Н. Н. Зильберман // Гуманитарная информатика. – 2013. – Вып. 7. – С. 66–71. – С. 68.

¹⁰⁴ Там же. – С. 66–67.

последовательности операций, диктуемой тем или иным технологическим процессом»¹⁰⁵. Сегодня под программным роботом принято понимать робота без материальной оболочки, представляющего собой программное обеспечение с технологиями искусственного интеллекта и машинного обучения, автоматизирующего выполняемые ранее ручные процессы. В связи с этим терминологическим расхождением считаем целесообразным отказаться от данного термина в пользу дефиниции «бизнес-процессовые роботы» – роботы, способные автоматизировать бизнес-процессы. «Внедрение RPA нельзя отождествлять с внедрением программного обеспечения; вместо этого необходимо рассматривать его в контексте реализации ряда бизнес-изменений и их результатов»¹⁰⁶, – справедливо отмечается в научной литературе. А. Собчак определяет роботизированную автоматизацию бизнес-процессов как «концепцию, охватывающую процесс, содержание и результат организационных изменений, в основе которой лежит автоматизация бизнес-процессов, осуществляемая с использованием программных роботов»¹⁰⁷. Бизнес-процессовые роботы, как правило, имитируют действие человека при работе с информационными системами через пользовательские интерфейсы. Иногда такой тип роботов называют «цифровая рабочая сила». Бизнес-процессовые роботы способны замещать рутинные операции офисных сотрудников в промышленности или в сфере услуг, не требующие экспертной оценки, принятия сложных решений и наличия творческой составляющей труда.

В виду довольно быстрого развития робототехники оставим перечень типов роботов открытым, дополнив его видом «прочие роботы». В данную категорию войдут строительные роботы, к числу которых относятся роботы-демонтажники, роботы-штукатуры, роботы-каменщики, роботы-бурильщики и т. д., замещающие, как правило, физически тяжелый труд, труд в сложных внешних условиях; образова-

¹⁰⁵ Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с. – С. 30.

¹⁰⁶ Sobczak, A. Robotic Process Automation as a Digital Transformation Tool for Increasing Organizational Resilience in Polish Enterprises / A. Sobczak // Sustainability. – 2022. – № 14. – 1333. – P. 4. <https://doi.org/10.3390/su14031333>

¹⁰⁷ Ibid. – P. 4.

тельные роботы, функционирующие в различных областях сферы обслуживания (например, робопациенты – роботы, имитирующие пациента для обучения врачей и младшего медицинского персонала); развлекательные роботы, функционирующие в индустрии развлечений (роботы-гиды) либо персональные роботы (роботы-игрушки); роботы, замещающие работников сферы бытовых услуг, общественного питания, гостиничного бизнеса (роботы-парикмахеры, роботы-бармены, роботы-хостес, роботы-официанты); бытовые роботы, функциональным назначением которых является выполнение бытовых повседневных функций человека (уборка помещений, приготовление пищи, мытье посуды и т. д.) и др. Данные виды роботов в экономике широко не распространены, поэтому пока нет необходимости выделять их в менее агрегированные группы.

Вторым критерием классификации роботов является тип рабочей оболочки, который определяется наличием либо отсутствием материального (аппаратного) воплощения робота. В зависимости от типа рабочей оболочки следует выделять роботов с материальной оболочкой и роботов без материальной оболочки. Поскольку более подробно научная дискуссия относительно роботов с и без материальной оболочки освящена в разделе 4.1, в данном разделе на ней не будем останавливаться.

Третьим критерием классификации роботов является специфика замещаемых им функций. С учетом данного критерия роботы подразделяются на замещающие физические, когнитивные или коммуникационные функции живого существа. Физические функции живого существа заменяют роботы с материальной физической оболочкой. К данной категории относятся, главным образом, промышленные роботы, замещающие рутинный, тяжелый труд человека в производственном процессе. Когнитивные функции живого существа заменяют, главным образом, исследовательские роботы, обладающие искусственным интеллектом и способные решать сложные и сверхсложные задачи. К роботам, замещающим коммуникационные функции живого существа, относятся, в первую очередь, социальные роботы или боты.

Четвертым критерием классификации роботов является степень автономности роботов. По данному критерию роботы подразделяются на дистанционно-управляемые, полуавтономные, автономные.

Дистанционно-управляемые роботы предполагают контроль их поведения человеком, физически находящимся на определенном расстоянии от места нахождения робота. Чаще всего дистанционно-управляемые роботы применяются в неструктурированных и не предназначенных специально для перемещения роботов средах, где требуется дополнительный контроль ситуации со стороны человека. Дистанционно-управляемые роботы «выполняют такие задачи, как проверка труб, аэрофотосъемка и обезвреживание бомб, которые зависят от оператора, управляющего устройством. Эти роботы не автономны; они используют свои датчики, чтобы предоставить оператору удаленный доступ к опасным, удаленным или недоступным местам»¹⁰⁸. Полуавтономные роботы разделяют задачи и принятие решений с человеком – оператором робота. Например, «автопилот дрона стабилизирует полет, а человек выбирает траекторию полета. Робот в трубе может управлять своим движением внутри трубы, пока человек ищет дефекты, которые необходимо устранить»¹⁰⁹. Автономные роботы принимают решения и выполняют задачи самостоятельно.

Пятым критерием классификации роботов является их мобильность. По признаку мобильности роботы бывают стационарные, мобильные и носимые. «Стационарные роботы, – подчеркивают М. Бен-Ари и Ф. Мондада, – это в основном промышленные роботы-манипуляторы, которые работают в четко определенных средах, адаптированных для роботов. Промышленные роботы выполняют определенные повторяющиеся задачи, такие как пайка или покраска деталей на автомобильных заводах»¹¹⁰. Стационарные роботы могут перемещаться, однако их перемещение производится не в процессе выполнения рабочих задач. Применение стационарных роботов, функционирующих в ограниченной, предназначенной специально для робота структурированной среде, более безопасно для робота и человека. Мобильные роботы обладают возможностью перемещения – как в специально отведенных для роботов местах (например,

¹⁰⁸ Ben-Ari, M. Robots and Their Applications. In: Elements of Robotics / M. Ben-Ari, F. Mondada. – Berlin : Springer, 2018. – Pp. 1–20. – P. 4. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62533-1_1

¹⁰⁹ Ibid. – P. 4.

¹¹⁰ Ibid. – P. 1.

складские роботы), так и в неопределенных средах, не предназначенных специально для их использования (роботы-пылесосы, роботы – доставщики еды, беспилотники и др.). К носимым роботам, которые служат совершенствованию движений и улучшению физических способностей человека, относятся главным образом экзоскелеты, используемые в здравоохранении, промышленной и военной деле.

Таким образом, в разделе разработана классификация роботов по пяти критериям – сфера применения, тип рабочей оболочки, специфика замещаемых функций, уровень автономности и степень мобильности. С точки зрения сферы применения выделены такие виды роботов как промышленные, медицинские, в сфере военного дела и обеспечения безопасности, торговые, сельскохозяйственные, транспортные, исследовательские, социальные, бизнес-процессовые и прочие роботы. По типу рабочей оболочки выделяются роботы с материальной оболочкой и без нее. С точки зрения специфики замещаемых функций выделены роботы, замещающие физические, когнитивные и коммуникационные функции человека. По уровню автономности существуют дистанционно-управляемые, полуавтономные и автономные роботы. Наконец, с точки зрения степени мобильности выделены стационарные, носимые и мобильные роботы.

1.4. Научные подходы к трактовке роботизации как к технико-экономическому феномену

Роботизация является относительно новым объектом исследования в экономической науке. Оставаясь долгое время в поле исследований, главным образом, ученых инженерно-технического профиля, роботизация интересовала ученых-экономистов в той мере, в которой ее изучения требовало решение либо довольно узких задач, связанных с оценкой экономической эффективности внедрения роботов или робототехнических систем на предприятии, либо, напротив, – масштабных задач по осмыслению будущего социально-экономического ландшафта роботизированной экономики и места в ней человека¹¹¹. В результате понятия «робот» и «роботизация», содержание

¹¹¹ Сергиевич, Т. В. Роботизация как социально-экономический феномен / Т. В. Сергиевич // Вестник Института экономики НАН Беларуси : сб. науч. ст. / Нац.

которых является интуитивно понятным, а значит, якобы не требует приложения гносеологических усилий для достижения терминологической определенности, не получают должного освещения в научной экономической литературе. В то же время без внесения терминологической ясности относительно феномена «роботизация», без выявления родового понятия к феномену роботизации, не определяя границы этого явления, невозможно исследовать факторы, обуславливающие его развитие, выявить риски, возникающие в ходе роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь, разработать направления и инструменты совершенствования данного процесса и предложить действенные практические рекомендации по их реализации. Определить экономическую природу роботизации – значит показать место данного процесса в системе социально-экономических явлений, выявить силы, движущие роботизацию и препятствующие ей, показать противоречивость ее последствий в трансформации экономики и общества, субординировать данный феномен в системе социально-экономических явлений, имеющих схожие факторы развития и последствия. Исследование роботизации предполагает решение задачи выявления и анализа представленных в литературе точек зрения к трактовке социально-экономической природы данного феномена.

Первым подходом к исследованию роботизации является функциональный подход, в рамках которого роботизация рассматривается как новая, технико-технологически более совершенная, ступень автоматизации, переход к которой осуществляется по мере развития научно-технического прогресса. К представителям данного подхода относятся А. А. Акаев¹¹², Н. Е. Колесников¹¹³, Т. Н. Кошелева¹¹⁴,

акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – 2022. – Вып. 5. – С. 49–61. – С. 49. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2022-5-49-61>

¹¹² Акаев, А. А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики / А. А. Акаев, В. А. Садовничий // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 17. – С. 45–58. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-184-45-58>

¹¹³ Колесников, Н. Е. Промышленные роботы и их комплексы как важнейшая форма высокопроизводительных рабочих мест / Н. Е. Колесников, Т. Н. Кошелева // Экономика и управление. – 2014. – № 10 (108). – С. 29–32.

¹¹⁴ Там же.

В. А. Садовничий¹¹⁵, Ф. Я. Хамхоева¹¹⁶ и др., по мнению которых социально-экономическая природа роботизации, включая факторы, риски и последствия ее становления и развития, близка к автоматизации, поскольку и автоматизация, и роботизация выполняют одну и ту же функцию – замена физического или простейшего интеллектуального труда человека. На формирование функционального подхода большое влияние оказала концепция технологического детерминизма, в рамках которой технико-технологическая основа производства считается наиболее важным фактором социально-экономических изменений. Роботизация сквозь призму функционального подхода сводится к очередному этапу автоматизации производственного процесса, требующему все меньше участия человека, характеризующемуся возрастающей степенью автономности производственных систем и их способностями к самообучению. Приверженцы этого подхода разграничивают, часто лишь условно, понятия «автоматизация» и «роботизация», преимущественно сводя отношения между ними к родовой-видовой иерархии. Эта теоретическая посылка позволяет представителям функционального подхода не разграничивать факторы и социально-экономические последствия автоматизации и роботизации.

Установление родовой-видовой иерархии между автоматизацией и роботизацией прослеживается в трудах Н. Е. Колесникова и Т. Н. Кошелевой, по мнению которых, «роботизация – разработка и внедрение промышленных роботов и их комплексов» – выступает формой «автоматизации производственных процессов»¹¹⁷. Как составляющую более широкого процесса автоматизации роботизацию рассмат-

¹¹⁵ Акаев, А. А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики / А. А. Акаев, В. А. Садовничий // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 17. – С. 45–58. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-184-45-58>

¹¹⁶ Хамхоева, Ф. Я. Преимущества использования автоматизации производства в современных условиях в аспекте управления предприятием / Ф. Я. Хамхоева // Вестник Российского университета кооперации. – 2021. – № 2 (44). – С. 88–91. <https://doi.org/10.52623/2227-4383-2-44-17>

¹¹⁷ Колесников, Н. Е. Промышленные роботы и их комплексы как важнейшая форма высокопроизводительных рабочих мест / Н. Е. Колесников, Т. Н. Кошелева // Экономика и управление. – 2014. – № 10 (108). – С. 29–32. – С. 29.

ривает и Ф. Я. Хамхоева: «Автоматизация – это современный процесс развития производственного предприятия, при котором некоторые функции, выполняемые человеком (например, управление и контроль), начинает выполнять автоматизированное устройство <...> Полная автоматизация производств – процесс сложный, многоэтапный и требует много времени. Интенсивность роботизации различных отраслей будет различной, но наблюдается общая тенденция увеличения количества автоматизированных процессов»¹¹⁸. А. А. Акаев и В. А. Садовничий рассматривают роботизацию одновременно как фактор, наряду с цифровизацией и компьютеризацией, и как новый этап автоматизации производства: «Широкомасштабная цифровизация, компьютеризация и роботизация всех сфер хозяйственной и общественной жизни в ближайшие десятилетия, безусловно, ускорят процесс дальнейшей автоматизации производства и технологического замещения труда капиталом. По сути, начинается новый этап автоматизации машин, способных обучаться и совершенствоваться в процессе производственной деятельности»¹¹⁹. Принципиальным отличием роботизации как нового этапа автоматизации производства, по мнению названных авторов, является способность роботов, в отличие от традиционных средств автоматизации, к самообучению. А. А. Акаев и В. А. Садовничий подчеркивают еще одну важную, в том числе в контексте решаемой нами задачи, особенность роботизации: научно-технический прогресс в области машинного обучения и искусственного интеллекта открывает возможности замещения роботами не только физического, но и интеллектуального труда. «До сих пор автоматизация вытесняла человека из сферы рутинного физического труда»¹²⁰, а «появление интеллектуальных компьютеров и роботов с элементами искусственного интеллекта <...> и их неудержимая экспансия во все сферы общественной

¹¹⁸ Хамхоева, Ф. Я. Преимущества использования автоматизации производства в современных условиях в аспекте управления предприятием / Ф. Я. Хамхоева // Вестник Российского университета кооперации. – 2021. – № 2 (44). – С. 88–91. – С. 89–90. <https://doi.org/10.52623/2227-4383-2-44-17>

¹¹⁹ Акаев, А. А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики / А. А. Акаев, В. А. Садовничий // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 17. – С. 45–58. – С. 49. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-184-45-58>

¹²⁰ Там же. – С. 49.

жизни и экономики создали условия для массовой замены занятых не только физической рутинной работой, но и когнитивной работой рутинного характера»¹²¹. Тем самым сторонники функционального подхода к роботизации вновь сосредотачивают внимание на первичности технологических предпосылок трансформаций социально-экономических отношений.

Сторонники функционального подхода показали примат материально-вещественной стороны роботизации, характеризуемой совершенствованием технико-технологических характеристик автоматизированных устройств, способности внешнего восприятия и реагирования на окружающую среду которых расширяются. Общественная сторона роботизации как нового этапа автоматизации рассмотрена ими лишь в части расширения возможностей замещения труда – в условиях роботизации не только физического, но и простейшего интеллектуального. Заслугой представителей функционального подхода к исследованию роботизации является то, что им удалось произвести достаточно четкую субординацию исследуемых экономических явлений, разграничив автоматизацию и роботизацию как родовое и видовое понятия, представив последнее как новый этап автоматизации производственных систем, характеризующихся автономностью, способностью к самообучению и возможностью замещать как физический, так и интеллектуальный труд человека. Вместе с тем представители функционального подхода не ставили и, следовательно, не решали задачи рассмотрения роли роботизации в трансформации экономической системы общества и анализа факторов не технологической природы, обуславливающих роботизацию производственных систем. Кроме того, роботизация принципиально меняет характер замещения человеческого труда – не только физического, но и интеллектуального, а также выполняет ряд других, не свойственных для автоматизации функций, что не позволяет рассматривать ее в полной мере как форму автоматизации.

Вторым подходом к роботизации является системно-детерминирующий подход, в рамках которого роботизация рассматривается как

¹²¹ Акаев, А. А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики / А. А. Акаев, В. А. Садовничий // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 17. – С. 45–58. – С. 48. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-184-45-58>

одна из важнейших отличительных характеристик нового хозяйственного уклада (М. Айссам [M. Aissam]¹²², М. Бендрахим [M. Benbrahim]¹²³, А. Е. Варшавский¹²⁴, И. Л. Ермолов¹²⁵, М. Н. Каббай [M. N. Kabbaj]¹²⁶, М. Онер [M. Oner]¹²⁷, Ч. Салкин [C. Salkin]¹²⁸, С. А. Толкачев¹²⁹, А. Устундаг [A. Ustundag]¹³⁰, Э. Чевиккан [E. Cevikcan]¹³¹, К. Шваб¹³²). В отличие от функционального подхода, представители которого не разделяют взглядов на роботизацию как на принципиально новый, революционный процесс изменения технологии производства, приверженцы системно-детерминирующего подхода рассматривают роботизацию как одну из кардинально новых технологий, лежащих в основе (наряду с некоторыми другими) перехода экономической системы в качественно новое состояние.

¹²² Aissam, M. Cloud Robotic: Opening a New Road to the Industry 4.0 / M. Aissam, M. Benbrahim, M. N. Kabbaj // *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. – 2019. – Pp. 1–20. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2212-9_1

¹²³ Ibid.

¹²⁴ Варшавский, А. Е. Проблемы развития прогрессивных технологий: робототехника / А. Е. Варшавский // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. – 2017. – Т. 8, № 4. – С. 682–697. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2017.8.4.682-697>

¹²⁵ Ермолов, И. Л. О роли промышленной робототехники в развитии промышленности России / И. Л. Ермолов // *Инновации*. – 2019. – № 10 (252). – С. 127–129.

¹²⁶ Aissam, M. Cloud Robotic: Opening a New Road to the Industry 4.0 / M. Aissam, M. Benbrahim, M. N. Kabbaj // *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. – 2019. – Pp. 1–20. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2212-9_1

¹²⁷ A Conceptual Framework for Industry 4.0 / C. Salkin [et al.] // *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation / A. Ustundag, E. Cevikcan*. – Springer Series in Advanced Manufacturing; Springer International Publishing Switzerland, 2018. – Ch. 1. – Pp. 3–24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_1

¹²⁸ Ibid.

¹²⁹ Толкачев, С. А. Неоиндустриализация как технотронная новая экономика (на примере роботизации промышленности США) / С. А. Толкачев, А. Д. Кулаков // *Мир новой экономики*. – 2015. – № 4. – С. 69–76.

¹³⁰ A Conceptual Framework for Industry 4.0 / C. Salkin [et al.] // *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation / A. Ustundag, E. Cevikcan*. – Springer Series in Advanced Manufacturing; Springer International Publishing Switzerland, 2018. – Ch. 1. – Pp. 3–24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_1

¹³¹ Ibid.

¹³² Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М. : Эксмо, 2016. – 208 с.

Для решения задачи данного этапа исследования, а именно выявить сущность роботизации как социально-экономического феномена, не столь важно, как именно характеризуется новый этап развития экономики и общества – четвертая промышленная революция (К. Шваб¹³³), Индустрия 4.0 как новый хозяйственный уклад (М. Айссам¹³⁴, М. Бендрахим¹³⁵, А. Е. Варшавский¹³⁶, М. Н. Каббай¹³⁷, М. Онер¹³⁸, Ч. Салкин¹³⁹, А. Устунда¹⁴⁰, Э. Чевикан¹⁴¹) или Индустрия 5.0 (С. Нахаванди¹⁴²), неоиндустриальное общество (С. А. Толкачев¹⁴³), новый технологический уклад (И. Л. Ермолов¹⁴⁴) и т. д. Ни в коем случае не рассматривая приведенные концепции как однопорядковые и в рамках решения поставленной задачи оставив вне поля исследовательского интереса дискуссию

¹³³ Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М. : Эксмо, 2016. – 208 с.

¹³⁴ Aissam, M. Cloud Robotic: Opening a New Road to the Industry 4.0 / M. Aissam, M. Benbrahim, M. N. Kabbaj // *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. – 2019. – Pp. 1–20. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2212-9_1

¹³⁵ Ibid.

¹³⁶ Варшавский, А. Е. Проблемы развития прогрессивных технологий: робототехника / А. Е. Варшавский // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. – 2017. – Т. 8, № 4. – С. 682–697. – С. 684. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2017.8.4.682-697>

¹³⁷ Aissam, M. Cloud Robotic: Opening a New Road to the Industry 4.0 / M. Aissam, M. Benbrahim, M. N. Kabbaj // *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. – 2019. – Pp. 1–20. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2212-9_1

¹³⁸ A Conceptual Framework for Industry 4.0 / C. Salkin [et al.] // *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation* / A. Ustundag, E. Cevikcan. – Springer Series in Advanced Manufacturing; Springer International Publishing Switzerland, 2018. – Ch. 1. – Pp. 3–24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_1

¹³⁹ Ibid.

¹⁴⁰ Ibid.

¹⁴¹ Ibid.

¹⁴² Nahavandi, S. Industry 5.0 – A Human-Centric Solution / S. Nahavandi // *Sustainability*. – 2019. – № 11 (16). – 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>

¹⁴³ Толкачев, С. А. Неоиндустриализация как технотронная новая экономика (на примере роботизации промышленности США) / С. А. Толкачев, А. Д. Кулаков // *Мир новой экономики*. – 2015. – № 4. – С. 69–76.

¹⁴⁴ Ермолов, И. Л. О роли промышленной робототехники в развитии промышленности России / И. Л. Ермолов // *Инновации*. – 2019. – № 10 (252). – С. 127–129.

об их соотношении, взаимосвязях и содержательных характеристиках, ограничимся рассмотрением данных концепций в той мере, в которой это касается подходов к феномену роботизации.

В научной литературе выделяется «три технологических направления неоиндустриализации: промышленный Интернет, аддитивное производство и роботизация промышленности»¹⁴⁵. Выводы, полученные представителями системно-детерминирующего подхода, испытывают влияние технологического детерминизма: «Одним из базовых трендов радикального преобразования промышленного производства, наряду с аддитивными технологиями и интернетом вещей, становится активное использование индустриальных роботов»¹⁴⁶. Роботизация рассматривается, прежде всего, как инструмент трансформации промышленности. «Роботизация промышленности как важнейший компонент новой промышленной революции или неоиндустриализации осуществляет решительный переход в фазу полномасштабного реформирования существующего индустриального облика США. На наших глазах в развитых странах происходит формирование действительно "новой" экономики, охватывающей весь индустриальный базис общества, а не только инфокоммуникационной сферы, как это представлялось в совсем недавнем прошлом»¹⁴⁷. Здесь роботизация как инструмент неоиндустриализации по существу противопоставляется цифровизации, которая часто сводится к компьютеризации экономики и общественной жизни.

Приверженцы системно-детерминирующего подхода называют роботизацию одним из важнейших инструментов новых производительных сил: «Промышленные роботы являются одной из ключевых движущих сил Индустрии 4.0 <...> Они становятся более производительными, гибкими, многофункциональными, безопасными и спо-

¹⁴⁵ Толкачев, С. А. Неоиндустриализация как технотронная новая экономика (на примере роботизации промышленности США) / С. А. Толкачев, А. Д. Кулаков // Мир новой экономики. – 2015. – № 4. – С. 69–76. – С. 69.

¹⁴⁶ Толкачев, С. А. Роботизация как направление неоиндустриализации (на примере США) / С. А. Толкачев, А. Д. Кулаков // Мир новой экономики. – 2016. – № 2. – С. 79–87. – С. 80.

¹⁴⁷ Там же. – С. 86.

собными к взаимодействию, создавая таким образом беспрецедентный уровень ценности всей экосистемы»¹⁴⁸. Среди фундаментальных технологий перехода к Индустрии 4.0 в литературе называются: «адаптивная робототехника, анализ данных и искусственный интеллект (аналитика больших данных), моделирование, встроенные системы, связь и сети, такие как промышленный Интернет, облачные системы, аддитивное производство и технологии виртуализации»¹⁴⁹. По существу речь идет о том, что роботизация, наряду с другими технико-технологическими решениями, совершенствуясь и эволюционируя, интенсифицирует становление Индустрии 4.0. Такой подход включает в себя рассмотрение главным образом материально-технической стороны производства. На трансформацию его социальной стороны в процессе роботизации указывает А. Е. Варшавский, подчеркивая, что «сотрудничество человека и робота на производствах будущего, где новые поколения роботов с высокой степенью искусственного интеллекта и человек станут равноправными партнерами», является «центральным звеном в программе Industry 4.0»¹⁵⁰. И хотя А. Е. Варшавский более комплексно подходит к трансформации производства в процессе роботизации, рассматривая обе его стороны, он не выходит за рамки системно-детерминирующего подхода, рассматривая роботизацию как основу Индустрии 4.0. Затрагивает социальную сторону роботизации и С. Нахаванди, который, описывая суть Индустрии 5.0, в расширении использования роботов видит основу трансформации производственных систем. «Интеллектуальные роботы и системы проникнут в производственные цепочки поставок и производственные цеха на беспрецедентном уровне. Это станет воз-

¹⁴⁸ Aissam, M. Cloud Robotic: Opening a New Road to the Industry 4.0 / M. Aissam, M. Benbrahim, M. N. Kabbaj // *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*. – 2019. – Pp. 1–20. – P. 17. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2212-9_1

¹⁴⁹ A Conceptual Framework for Industry 4.0 / C. Salkin [et al.] // *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation* / A. Ustundag, E. Cevikan. – Springer Series in Advanced Manufacturing; Springer International Publishing Switzerland, 2018. – Ch. 1. – Pp. 3–24. – P. 5. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_1

¹⁵⁰ Варшавский, А. Е. Проблемы развития прогрессивных технологий: робототехника / А. Е. Варшавский // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. – 2017. – Т. 8, № 4. – С. 682–697. – С. 684. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2017.8.4.682-697>

возможным благодаря внедрению более дешевых и высокопроизводительных роботов, изготовленных из современных материалов, таких как углеродное волокно, и легких, но прочных материалов, работающих на высокооптимизированных аккумуляторных блоках, устойчивых к кибератакам, с более мощными процессами обработки данных (т. е. большие данные и искусственный интеллект), а также сетями интеллектуальных датчиков»¹⁵¹, – пишет названный автор и дополняет: «Большое количество рабочих мест будет создано в области интеллектуальных систем, программирования искусственного интеллекта и робототехники, обслуживания, обучения, планирования, перепрофилирования и изобретения нового поколения производственных роботов»¹⁵².

К. Шваб в качестве драйверов четвертой промышленной революции выделяет «четыре основных физических проявления преобладающих технологических мегатрендов», среди которых «беспилотные транспортные средства, 3D-печать, передовая робототехника, новые материалы»¹⁵³. Как инструмент перехода к новому технологическому укладу внедрение промышленных роботов рассматривается И. Л. Ермоловым: «Применение промышленных роботов является неотъемлемой частью формирования современного высокотехнологичного производства, обеспечивает технологический суверенитет государства и переход национальной экономики к следующему технологическому укладу»¹⁵⁴. И. Л. Ермолов рассматривает внедрение промышленных роботов как фундаментальную технологию нового типа производства.

Несмотря на различие методологических подходов в осмыслении особенностей современного общества, приверженцев системно-детерминирующего подхода объединяет то, что роботизация представляется ими как важный технологический процесс трансформации

¹⁵¹ Nahavandi, S. Industry 5.0 – A Human-Centric Solution / S. Nahavandi // Sustainability. – 2019. – № 11 (16). – 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>

¹⁵² Ibid.

¹⁵³ Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М. : Эксмо, 2016. – 208 с. – С. 16.

¹⁵⁴ Ермолов, И. Л. О роли промышленной робототехники в развитии промышленности России / И. Л. Ермолов // Инновации. – 2019. – № 10 (252). – С. 127–129. – С. 129.

промышленного производства, определяющей новый облик экономической системы общества. Примат производительных сил над производственными отношениями определяет воззрения данных ученых, сделавших очень важные с точки зрения осмысления места роботов и роботизации в переходе к новому хозяйственному укладу научные выводы.

Третьим подходом к характеристике роботизации, дополняющим системно-детерминирующий подход, является трудоцентристский подход. К представителям данного подхода относятся Т. Бергер [Th. Berger]¹⁵⁵, Э. Далин [E. Dahlin]¹⁵⁶, В. В. Еремин¹⁵⁷, С. П. Земцов¹⁵⁸, С. Михневич¹⁵⁹, К. Б. Фрей [C. B. Frey]¹⁶⁰, Ч. Чен [Ch. Chen]¹⁶¹, которые сконцентрировались на общественной, а в частности социально-трудовой, стороне роботизации. К отличительным особенностям воззрений названных исследователей относится то, что роботизация в их работах представлена не просто как инструмент повышения производительности труда, а как основной фактор трансформации структуры занятости. Научные исследования в рамках данного подхода сосредоточены, главным образом, на выявлении динамики и последствий роботизации на трансформацию трудовых отношений, анализе рынков труда сквозь призму качественных изменений структуры спроса и предложения труда, оценке масштабов порождаемой роботизацией технологической безработицы. «Прогнозы

¹⁵⁵ Frey, C. B. Political machinery: did robots swing the 2016 US presidential election? / C. B. Frey, Th. Berger, Ch. Chen // *Oxford Review of Economic Policy*. – 2018. – Vol. 34, № 3. – Pp. 418–442. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gry007>

¹⁵⁶ Dahlin, E. Are Robots Stealing Our Jobs? / E. Dahlin // *Socius: Socius: Sociological Research for a Dynamic World*. – 2019. – Vol. 5. – Pp. 1–14. <https://doi.org/10.1177/2378023119846249>

¹⁵⁷ Еремин, В. В. Роботизация и занятость: отложенная угроза / В. В. Еремин // *Мир новой экономики*. – 2019. – № 13 (1). – С. 25–35. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-1-25-35>

¹⁵⁸ Земцов, С. П. Смогут ли роботы заменить людей? Оценка рисков автоматизации в регионах России / С. П. Земцов // *Инновации*. – 2018. – № 4 (234). – С. 2–8.

¹⁵⁹ Михневич, С. Роботизация экономики: источник роста или фактор усиления социальной напряжённости? / С. Михневич // *Общество и экономика*. – 2019. – № 7. – С. 12–20.

¹⁶⁰ Frey, C. B. Political machinery: did robots swing the 2016 US presidential election? / C. B. Frey, Th. Berger, Ch. Chen // *Oxford Review of Economic Policy*. – 2018. – Vol. 34, № 3. – Pp. 418–442. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gry007>

¹⁶¹ Ibid.

высвобождения значительной части трудовых ресурсов в результате автоматизации и роботизации производственных процессов и сервисных функций в различных отраслях и сферах экономики, – подчеркивают российские ученые, – актуализируют задачу изучения факторов и последствий трансформации параметров рынка труда, в частности его прекаризации, развития новых форм занятости и т. д».¹⁶² В этом ключе роботизация часто ставится в один ряд с цифровизацией, поскольку последствия обоих процессов схожим образом сказываются на рынках труда, высвобождая часть работников и интенсифицируя устаревание профессионально-квалификационных характеристик и компетенций работников.

Приверженцы трудоцентристского подхода часто обращаются к использованию историко-генетического метода и метода научной аналогии. Изучение истории промышленных революций не позволяет рассматривать технологическую безработицу, порождаемую роботизацией, как явление уникальное, характерное исключительно для нынешней эпохи. Напротив, история изобилует примерами, когда новые технологии ставили под реальную угрозу исчезновения большое количество рабочих мест и в результате приводили к масштабным изменениям структур занятости, сопровождаемым носившем массовый характер высвобождением работников, многим из которых так и не удалось найти свое место в новой экономике. Еще в 1931 г. Дж. М. Кейнс писал: «Нас одолевает болезнь, о которой отдельные читатели, возможно, еще и не слышали, но которую в ближайшие годы будут много обсуждать – технологическая безработица. Она возникает потому, что скорость с какой мы открываем трудосберегающие технологии, превосходит нашу способность находить новое применение высвобожденному труду»¹⁶³. И если по поводу самого факта технологической безработицы, порождаемой роботизацией, в экономическом научном сообществе единогласие практически достигнуто, то оценки ее масштабов, последствий,

¹⁶² Василенко, Н. В. Человеческий капитал цифровой экономики: сущность и проблемы развития / Н. В. Василенко, М. М. Хайкин // Развитие экономики и менеджмента в условиях цифровизации : сборник трудов научно-практической конференции с международным участием / Под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2018. – С. 22–36. – С. 24.

¹⁶³ Keynes, J. M. *Essays in Persuasion* / J. M. Keynes. – New York : W. W. Norton & Company, 1963. – 376 p. – P. 358.

направлений преодоления или смягчения влияния на общество кардинально разнятся. Основное поле для дискуссий составляют вопросы, обладает ли технологическая безработица, порождаемая роботизацией, радикально новым по сравнению с предыдущими периодами развития человечества и технологий характером и требуются ли принципиально отличные инструменты ее преодоления или смягчения последствий.

Представители трудоцентристского подхода, которых объединяют умеренные взгляды на масштаб преобразования социально-трудового ландшафта общества в условиях роботизации, склонны проявлять сдержанность относительно потенциальной степени замещения труда капиталом и оптимистично оценивать масштабы возникновения новых профессий и рабочих мест на новом этапе развития экономики, характеризующемся массовой роботизацией труда. По их мнению, изменения, которые влечет за собой роботизация экономики, схожи по своему типу с теми, что проявлялись под влиянием предшествующих промышленных революций. Ученые, исследующие автоматизацию американской промышленности, пишут, что «до сих пор экономические траектории эпохи автоматизации очень напоминают траектории британской промышленной революции. Но любые будущие выгоды от автоматизации зависят от политики. Чтобы избежать дальнейшего популистского бунта и надвигающейся негативной реакции на саму технологию, правительства должны найти способы сделать выгоды от автоматизации более доступными»¹⁶⁴. Промышленные перевороты, связанные с революционными скачками в развитии технологий и их внедрением в сферу производства, порождали масштабную технологическую и структурную безработицу, серьезные социально-трудовые кризисы и вызвали кардинальные сдвиги в структуре занятости. Эти трансформации структур занятости были связаны как со снижением или исчезновением общественной потребности в одних видах деятельности, так и с появлением и ростом потребностей в других. Соответственно этому исчезали одни и появлялись другие профессии и рабочие места. Тем не менее, несмотря на алармистские заявления о «конце

¹⁶⁴ Frey, C. B. Political machinery: did robots swing the 2016 US presidential election? / C. B. Frey, Th. Berger, Ch. Chen // *Oxford Review of Economic Policy*. – 2018. – Vol. 34, № 3. – Pp. 418–442. – P. 440. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gry007>

эпохи труда», сопровождавшие всю историю промышленных революций, что ученые не без оснований указывают на «спекулятивный характер» большинства прогнозов о негативном влиянии процесса роботизации на рынок труда¹⁶⁵. Стоит заметить, что появление новых сегментов рынка труда и соответствующих рабочих мест не всегда обуславливало повышение требований к квалификации работников. Достаточно вспомнить, как в годы первой промышленной революции массовый низкоквалифицированный труд на ткацких фабриках, в том числе, а в ряде случаев и главным образом, женский и детский, вытеснил высококвалифицированный, до того времени уникальный по компетенциям, ручной труд ткачей, длительный период обучения которых в Англии в XVIII в. составлял около семи лет.

Роботизации подвержен рутинный физический и интеллектуальный труд человека. Сегодня «многие из новых технологий являются подрывными, т. е. приведут к ликвидации или существенной трансформации целых отраслей экономики, а соответственно и рынков труда. Последнее связывается и с активными процессами роботизации»¹⁶⁶, – подчеркивает С. П. Земцов. В числе преимуществ замены ручного труда роботизированным чаще всего отмечается то, что роботы могут выполнять работу практически без перерыва, не нуждаются в отпусках, больничных, не могут уволиться, потребовать повышения заработной платы, комфортных условий труда (температуры, освещения, удобного месторасположения и т. д.), гибки в части объемов выпускаемой продукции или обрабатываемой информации. В то же время роботизация стимулирует возникновение и востребованность большого числа и разнообразия новых профессий и рабочих мест в области НИОКР, инжиниринга, аналитики, искусственного интеллекта и др. Чаще всего роботизации подлежит рутинный труд, не требующий творчества и принятия большого количества разнообразных решений, труд, сопряженный с опасными и некомфортными для человека условиями, а также труд, требующий высокой

¹⁶⁵ Михневич, С. Роботизация экономики: источник роста или фактор усиления социальной напряженности? / С. Михневич // Общество и экономика. – 2019. – № 7. – С. 12–20. – С. 20.

¹⁶⁶ Земцов, С. П. Смогут ли роботы заменить людей? Оценка рисков автоматизации в регионах России / С. П. Земцов // Инновации. – 2018. – № 4 (234). – С. 2–8. – С. 2.

оплаты. При этом следует оговориться, что, как справедливо отмечает Э. Далин, «большинство рабочих мест содержат как рутинные, так и нестандартные задачи, вне зависимости от того, обозначена ли профессия как требующая высокой, средней или низкой квалификации. В результате вероятность замены всей профессии в результате роботизации или автоматизации обычно переоценивается»¹⁶⁷. Данный ученый в результате построения регрессионных моделей, отражающих влияние промышленных роботов на занятость на примере США в 2010–2015 гг., приходит к выводу, что «количество роботов положительно сказывается на занятости, требующей высокой квалификации», а также «положительно влияет на работников среднего уровня квалификации, которые с большей вероятностью выполняют рутинные и требующие ручного труда задачи»¹⁶⁸. В результате доля работников высокой квалификации в структуре занятости растет. Эксперты Венского института международных экономических исследований, готовивших справочные документы для главы 2 Доклада ЮНИДО о промышленном развитии за 2020 год «Роботизация, занятость и промышленный рост в контексте глобальных цепочек создания стоимости», проанализировали влияние роботов на рынки труда с применением эконометрической модели и пришли к выводу, что «установки новых роботов не оказывают статистически значимого влияния на рост занятости в промышленности в период 2000–2014 гг., в то время как общее влияние на рост реальной добавленной стоимости в промышленности в мире является положительным и значительным»¹⁶⁹.

Результаты эмпирических исследований являются достаточно противоречивыми, поскольку зависят от большого количества разнообразных факторов, оказывающих влияние на исследуемый объект, от которых в эконометрических моделях приходится абстрагироваться. Кроме того, последствия роботизации для экономически

¹⁶⁷ Dahlin, E. Are Robots Stealing Our Jobs? / E. Dahlin // *Socius: Socius: Sociological Research for a Dynamic World*. – 2019. – Vol. 5. – Pp. 1–14. – P. 11. <https://doi.org/10.1177/2378023119846249>

¹⁶⁸ Ibid. – P. 11.

¹⁶⁹ Robotization, Employment, and Industrial Growth Intertwined across Global Value Chains / M. Ghosli [et al.] // Working Paper No. 177 Background Paper for Chapter 2 of UNIDO's Industrial Development Report 2020. – Vienna : The Vienna Institute for International Economic Studies, 2020. – 63 p. – P. 1.

и промышленно развитых, развивающихся и других стран будут отличаться. Например, В. В. Еремин, исследующий влияние роботизации на занятость в кратко-, средне- и долгосрочной перспективах, делает вывод о том, что «в среднесрочном периоде времени роботизация не представляет угрозу рынку труда развитых стран. Она изменит его структуру <...> Общее увеличение (рабочих мест. – Прим. Т. С.) превысит сокращение за счет решоринга производства и мультипликативных эффектов, в результате чего развитые страны столкнутся с нехваткой трудовых ресурсов. Но для экономики развивающихся стран роботизация является серьезной угрозой уже сейчас, вызывая миграцию производства из этих стран в развитые <...> Экономический разрыв между этими странами усилится, мир станет более поляризованным по уровню благосостояния и экономического развития»¹⁷⁰. В долгосрочном периоде в экономически развитых странах, как прогнозирует В. В. Еремин, «будет наблюдаться рост безработицы, сопровождаемый соответствующим мультипликативным эффектом, усиливающим этот рост и перемещающим его за границы роботизируемых секторов экономики»¹⁷¹. В условиях развитой мировой торговли следует ожидать снижения потребительского спроса как реакция на падение доходов в результате решоринга производств из развивающихся стран. «Перенос производства приведет к падению доходов населения развивающихся стран, в результате чего они сократят потребление даже достаточно дешевых товаров, производимых робофабриками развитых стран. Что также будет сопровождаться усиливающими и искажающими мультипликативными эффектами»¹⁷². Таким образом, модели, прогнозирующие поведение рынков труда в результате роботизации, носят довольно условный характер, поскольку при их построении приходится абстрагироваться от многих других факторов, а те из них, которые учитываются, носят конкретно исторический, довольно узкий характер.

Безусловной заслугой представителей трудоцентристского подхода стало то, что они внесли значительный вклад в исследование

¹⁷⁰ Еремин, В. В. Роботизация и занятость: отложенная угроза / В. В. Еремин // Мир новой экономики. – 2019. – № 13 (1). – С. 25–35. – С. 31. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-1-25-35>

¹⁷¹ Там же. – С. 32.

¹⁷² Там же. – С. 32.

роботизации не как технико-технологического феномена, характеризующего очередной этап автоматизации производства или принципиально новую стадию развития производительных сил, а произвели попытку системно исследовать трансформацию трудовых отношений, обусловленную роботизацией, связанную со структурными сдвигами занятости.

Четвертым подходом к характеристике роботизации как экономического феномена является социально-факторный подход. Его представители – Д. Аджемоглу¹⁷³, А. А. Акимов¹⁷⁴, О. Ю. Луговой¹⁷⁵, В. С. Мартьянов¹⁷⁶, Ст. Минтер¹⁷⁷, П. Рестрепо¹⁷⁸, О. П. Чекмарев¹⁷⁹, М. Р. Форд¹⁸⁰, – прогнозирующие возможные будущие революционные изменения занятости и рынков труда, видят в роботизации кардинально новый этап развития экономической системы общества, характеризующийся полной перестройкой системы общественных отношений, связанной с массовым высвобождением труда и снижением потребности в труде человека как таковом. «Мы вступаем в эру фундаментального сдвига во взаимоотношениях работни-

¹⁷³ Acemoglu, D. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets / D. Acemoglu, P. Restrepo // *Journal of Political Economy*. – 2020. – Vol. 128, № 6. – Pp. 2188–2244.

¹⁷⁴ Акимов, А. А. Робототехника и развитие / А. А. Акимов // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2017. – Т. 61, № 12. – С. 74–81. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2017-61-12-74-81>

¹⁷⁵ Луговой, О. Ю. Роботизация и перспективы занятости / О. Ю. Луговой // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. – 2020. – № 9. – С. 76–80.

¹⁷⁶ Мартьянов, В. С. Наше рентное будущее: глобальные контуры общества без труда? / В. С. Мартьянов // *Социологические исследования*. – 2017. – № 5. – С. 141–153.

¹⁷⁷ Minter, St. Apocalypse Soon, Industry Week [Electronic resource] / St. Minter // *Industry Week*. – Publ. date 3 Jun. 2015. – Mode of access: http://www.industryweek.com/technology/apocalypse-soon?NL=NED-19&Issue=NED-19_20150615_NED-19_960&sfvc4enews=42&cl=article_1_2 &elqTrack=true. – Date of acces: 15.08.2022.

¹⁷⁸ Acemoglu, D. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets / D. Acemoglu, P. Restrepo // *Journal of Political Economy*. – 2020. – Vol. 128, № 6. – Pp. 2188–2244.

¹⁷⁹ Чекмарев, О. П. Трудовая теория стоимости и роботизация экономики / О. П. Чекмарев // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 47. – С. 188–196.

¹⁸⁰ Ford, M. R. The Lights in the Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future / M. R. Ford. – Acculant™ Publishing, 2009. – 253 p.

ков и машин, – пишет Ст. Минтер. – До сих пор машины рассматривались как средства повышения производительности труда работников. Теперь же машины сами превращаются в работников. Рубеж, разделяющий труд и капитал, размывается как никогда ранее»¹⁸¹. Особенностью современного этапа технологического развития общества является его беспрецедентное влияние на занятость. В отличие от предыдущих эпох, когда в результате замещающего труд технологического прогресса, «находились новые рабочие места и профессии, которые обеспечивали ведущее место человека в системе общественного производства»¹⁸², сегодня появляется большое количество видов производственной деятельности, непосредственно не требующих приложения живого труда. «Такая ситуация, – отмечает А. А. Акимов, – кардинально меняет сложившуюся систему социальных и экономических отношений и заставляет взглянуть на технологии не с производственной точки зрения, а с социальной, в первую очередь в плане их влияния на занятость»¹⁸³. Роботы и робототехника относятся к тем технологическим достижениям в сфере трудосбережения, которые полностью вытесняют труд человека из производственного процесса. Д. Аджемоглу и П. Рестрепо, исследующие влияние роботизации на уровень занятости, также подчеркивают революционный характер изменений, полагая, что роботы «оказывают принципиально иное влияние на рынок труда, чем общее увеличение капитала и другие типы технологических изменений»¹⁸⁴. Данные ученые объясняют это действием эффекта замещения – «роботы напрямую замещают работников в задачах, которые они выполняли ранее»¹⁸⁵. В результате происходит не просто изменение структуры занятости,

¹⁸¹ Minter, St. Apocalypse Soon, Industry Week [Electronic resource] / St. Minter // Industry Week. – Publ. date 3 Jun. 2015. – Mode of access: http://www.industryweek.com/technology/apocalypse-soon?NL=NED-19&Issue=NED-19_20150615_NED-19_960&sfvc4enews=42&cl=article_1_2 &elqTrack=true. – Date of access: 15.08.2022.

¹⁸² Акимов, А. А. Робототехника и развитие / А. А. Акимов // *Мировая экономика и международные отношения*. – 2017. – Т. 61, № 12. – С. 74–81. – С. 74. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2017-61-12-74-81>

¹⁸³ Там же. – С. 74.

¹⁸⁴ Acemoglu, D. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets / D. Acemoglu, P. Restrepo // *Journal of Political Economy*. – 2020. – Vol. 128, № 6. – Pp. 2188–2244.

¹⁸⁵ Ibid.

сопровожаемое масштабным высвобождением труда с последующим его поглощением в других отраслях экономики, а глобальное снижение общественной потребности в труде.

Переход к автоматизированной экономике, по мнению М. Р. Форда, сопряжен с тем, что «потребление в значительной степени отделено от индивидуального участия в производстве»¹⁸⁶, т. е. со снижением роли труда как фактора производства. Потенциальное появление в будущем больших масс высвобожденных безработных людей актуализирует дискуссию о введении так называемого безусловного базового дохода и переходе к рентному обществу. Идею введения безусловного базового дохода в ответ на роботизацию производств сегодня обсуждают многие ученые. О. Ю. Луговой подчеркивает, что «теоретическим условием исчезновения занятости может явиться сочетание таких обстоятельств, как 1) тотальное превращение производства в автономные автоматизированные (роботизированные) комплексы массового производства (производство с положительным эффектом масштаба), 2) формирование безусловного (автономного от участия в производстве) базисного дохода для незанятых в производстве ("непроизводительного класса")»¹⁸⁷. Некоторые ученые в этой связи предлагают развитие механизмов не перераспределения доходов, а «распределения прав собственности на самих роботов между населением. Обладание рассредоточенными средствами производства позволит более гибко решать проблему получения и распределения дохода, сделает этот процесс в меньшей степени зависящим от решений государственного аппарата, а следовательно, сохранит рыночную идеологию в экономических отношениях и повысит их эффективность»¹⁸⁸. Такой вывод представляется несколько парадоксальным, поскольку предлагаемый О. П. Чекмаревым механизм перераспределения прав собственности на средства производства (роботов) носит нерыночный характер.

¹⁸⁶ Ford, M. R. *The Lights in the Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future* / M. R. Ford. – Acculant™ Publishing, 2009. – 253 p. – P. 205.

¹⁸⁷ Луговой, О. Ю. Роботизация и перспективы занятости / О. Ю. Луговой // *Вестник Алтайской академии экономики и права*. – 2020. – № 9. – С. 76–80. – С. 78–79.

¹⁸⁸ Чекмарев, О. П. Трудовая теория стоимости и роботизация экономики / О. П. Чекмарев // *Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 47. – С. 188–196. – С. 194.

В отличие от предыдущих технологических сдвигов, современный этап НТП характеризуется принципиально иными последствиями роботизации для занятости. «Автоматизация и роботизация опровергают привычные схемы индустриальной экономики, в которых экономический рост предполагал и действительно вызывал эффект постоянного увеличения количества занятых в экономике людей»¹⁸⁹, – категорично заявляет В. С. Мартьянов. В этой связи актуализируется и дискуссия о производительных классах в обществе. Преобладание в структуре занятости доли сферы услуг «свидетельствует вовсе не о достижении идеального постиндустриального состояния и креативности экономики, а о том, что большая часть занятых обслуживает второстепенные или фиктивные потребности, которые легко исчезают, и/или являются объектом конъюнктуры, моды и пр.»¹⁹⁰. Появление идеи безусловного базового дохода повышает роль государства как субъекта экономической системы общества: «Необходимость обеспечения рентой все больших социальных групп ведет к неуклонному росту роли государства и доли государственных расходов в национальных ВВП. <...> Фактически вместо свободных рынков ключевым производителем и распределителем общественных ресурсов и разнообразных рент все уверенней становится государство»¹⁹¹. Эти тенденции позволяют говорить о роботизации как факторе развития пострыночных отношений.

Любые трансформации общественной системы вызываются и сопровождаются разнообразными проявлениями изменения социально-классовой структуры общества. В то же время революционные технологические изменения всегда приводят к формированию деклассированных групп общества, утративших прежнее место в социальной структуре. Сегодня деклассированные в результате изменений занятости группы составляют так называемый прекариат – социально-экономические группы, не имеющие традиционной гарантированной занятости, постоянного дохода и социально-трудо-

¹⁸⁹ Мартьянов, В. С. Наше рентное будущее: глобальные контуры общества без труда? / В. С. Мартьянов // Социологические исследования. – 2017. – № 5. – С. 141–153. – С. 145.

¹⁹⁰ Там же. – С. 145.

¹⁹¹ Там же. – С. 146.

вых гарантий. В. С. Мартьянов подчеркивает, что «национальные политические элиты пытаются манипулировать прекариатом, срамливая его части друг с другом посредством ксенофобии, националистических и расистских идеологий, представляя классовые конфликты как этнические, религиозные, культурные различия. Эту задачу облегчает то обстоятельство, что у прекариата слабо выражена классовая принадлежность, а идентичность является зыбкой и текучей»¹⁹². Деклассификация социально-классовых групп, реализация экономических интересов которых становится затруднена, сглаживает проявление этих политико-экономических противоречий, назревших в современном обществе. В то же время поддерживать и оправдывать господствующую рыночную идеологию, обслуживающую интересы правящих классов и финансовых элит, в условиях, когда рыночная экономика все чаще демонстрирует внутренние противоречия и провалы, становится все сложнее.

Довольно смелые идеи представителей социально-факторного подхода позволяют в первом приближении оценить потенциальные политико-экономические изменения в современном обществе по мере роботизации экономики. Научные исследования в развитие социально-факторного подхода могут быть направлены на смягчение негативных социальных эффектов, порождаемых технологической и структурной безработицами, вызываемых роботизацией.

Идея введения безусловного базового дохода для населения по мере роботизации и снижения общественной потребности в труде может иметь политико-экономические основания, связанные с реализацией интересов крупных собственников капитала и финансовых элит. В литературе, посвященной исследованию последствий цифровизации и роботизации экономики, отмечается, что «снижение реальных доходов населения, вызванное непрерывным сокращением рабочих мест и снижением заработной платы, приведет к устойчивому падению потребительского спроса для большей части населения США. Впоследствии это приведет к падению производства и замедлению экономического роста»¹⁹³. Введение безусловного базового

¹⁹² Мартьянов, В. С. Наше рентное будущее: глобальные контуры общества без труда? / В. С. Мартьянов // Социологические исследования. – 2017. – № 5. – С. 141–153. – С. 149.

¹⁹³ Akaev, A. A. Social and Economic Consequences of Large-scale Digitization and

дохода позволит обеспечить совокупный спрос на уровне ожидаемого выпуска товаров и услуг. Современное промышленное производство нуждается в массовом платежеспособном спросе, и если для его воспроизводства необходим институт безусловного базового дохода, то он будет выработан. Для иллюстрации этой зависимости приведем цитату Ж. Бодрийяра: «На стадии индустриализации рабочая сила вымогается за наименьшее вознаграждение, без всякого управления: для извлечения прибавочной стоимости нет потребности в активации потребностей. Затем капитал, столкнувшись со своими противоречиями (перепроизводство, тенденция к понижению процента прибыли), вначале попытался преодолеть их, активизируя накопление на базе массового разрушения, дефицита и банкротства, то есть избегая перераспределения богатств, которое поставило бы под вопрос производственные отношения и структуры власти. Лишь достигнув точки разрыва, капитал в конечном счете пробуждает индивида как потребителя, а не раба как рабочую силу. Он производит его как такового. Поступая так, он просто открывает некий новый тип служителя, а именно, индивида как потребительную силу»¹⁹⁴. И в этом смысле введение безусловного базового дохода является не свидетельством перехода к утопичному рентному обществу благоденствия, в котором нет места труду и есть место лишь безграничному потреблению благ, а средством сохранения капиталистической системы хозяйствования.

С учетом разработанного нами подхода к определению понятия «робот» как технико-экономического и социально-экономического феномена, а также на основе сложившихся в научной экономической литературе подходов к трактовке роботизации, нами предлагается использовать воспроизводственный подход к исследованию роботизации как социально-экономического феномена. Воспроизводственный подход позволяет рассмотреть роботизацию как фактор воспро-

Robotization of the Modern Economy / A. Akaev, A. Rudskoy, T. Devezas // The Economics of Digital Transformation. Studies on Entrepreneurship, Structural Change and Industrial Dynamics / T. Devezas, J. Leitão, A. Sarygulov (Eds.). – Springer Nature Switzerland AG, 2021. – Ch. 2. – Pp. 5–24. – P. 22–23. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59959-1>

¹⁹⁴ Бодрийяр, Ж. К критике политической экономии знака / Ж. Бодрийяр ; пер. с фр. Д. Кралечкина. – М. : Академический Проект, 2007. – 335 с. – С. 100–101.

изводства системы общественных отношений, в зависимости от сложившегося баланса социально-экономических интересов (или активной стадии борьбы интересов, сопровождаемой крайне неустойчивыми социальными структурами, переходными формами систем и т. д.) усиливающий или снижающий жизнеспособность экономической системы любого уровня – общества, государства, отрасли, предприятия. Роботизация нарушает сложившуюся диспозицию интересов в экономической системе, усиливая положение одних групп субъектов и снижая – других. В основе движущих сил общественного прогресса лежат противоречия и взаимодействие социально-экономических интересов, и от решения этих противоречий зависит то, в каком направлении и с какой интенсивностью реализуется процесс роботизации экономики, как сглаживаются его социально-экономические последствия, какими социальными субъектами присваиваются положительные эффекты роботизации. Социально-экономическое содержание роботизации заключается в революционном процессе замещения труда капиталом, обуславливающим трансформацию трудовых отношений, отношений собственности, потребностных отношений и отношений социально-экономического определения поведения субъектов в процессе воспроизводства экономической системы. Социально-экономическая специфика роботизации заключается в ее принципиально новых функциях – в отличие от механизации и автоматизации, роботизация позволяет создавать принципиально новый продукт, кардинально менять организацию производства и труда, полностью высвобождая человека от физически тяжелого и рутинного интеллектуального труда.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА РОБОТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

2.1. Анализ динамики и тенденции мирового рынка промышленных роботов

Исследование зарубежного опыта роботизации экономики следует начать с анализа мирового рынка промышленных роботов¹⁹⁵, включающего в себя характеристики как со стороны спроса, так и со стороны предложения, выявление субъектов этого рынка, его динамики и факторов развития. Это позволит установить основные тенденции роботизации мировой экономики и сконцентрировать исследовательский интерес на странах – лидерах в производстве и применении роботов или странах, обладающих близкими к Республике Беларусь институциональными условиями роботизации, опыт которых может быть использован или учтен при разработке научного сопровождения роботизации машиностроения Республики Беларусь.

Основным источником статистических данных, позволяющих провести анализ мирового рынка робототехники, являются отчеты Международной федерации робототехники, которые содержат информацию о числе устанавливаемых ежегодно роботов в мире с разбивкой по регионам, странам, структуре отраслей – основных потребителей роботов, а также о соотношении роботов и трудовых ресурсов в обрабатывающей промышленности отдельных стран. Детальная классификация роботов для экономических исследований нами была произведена в разделе 1.3 монографии, однако использование данных Международной федерации робототехники в целях анализа динамики мирового рынка промышленных роботов обуславливает необходимость для достижения этой задачи следовать подходу, принятому данной организацией, согласно которому роботы подразделяются на промышленные и сервисные. Для целей данной главы монографии роботизацию экономики будем понимать как «процесс массового внедрения и использования роботов всех типов

¹⁹⁵ Сергиевич, Т. В. Анализ мирового рынка промышленных роботов / Т. В. Сергиевич // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 6–14.

для замещения труда человека, способных выполнять его когнитивные, коммуникационные и физические функции в производственной, сервисной, медицинской, бытовой, социальной и иных сферах»¹⁹⁶. Такой подход подразумевает анализ опыта расширения использования промышленной и сервисной робототехники. Последняя включает в себя роботов для профессионального и персонального использования. Вместе с тем считаем целесообразным особое внимание уделить анализу расширения использования промышленных роботов, поскольку именно этот процесс в большей степени, чем рост использования сервисной робототехники, влияет на экономическое развитие страны. При этом следует учитывать, что «на современных промышленных предприятиях при переходе к "умному производству" роботизации подлежит не только непосредственно процесс производства, но и ряд бизнес-процессов, что также оказывает значительное влияние на эффективность промышленного предприятия и является составляющей частью роботизации промышленности»¹⁹⁷.

Согласно данным, ежегодно представляемым Международной федерацией робототехники, парк промышленных роботов в мире растет из года в год¹⁹⁸. В результате активного научно-технического развития и интенсификации мировой технологической гонки, обусловленной новой ролью КНР на международной экономической и технологической арене, за десятилетие он увеличился почти в три раза, – если в 2012 г. в мире эксплуатировалось 1,2 млн промышленных роботов, то в 2021 г. – почти 3,5 млн (рис. П1 Приложения). Следует отметить, что особенности методики подсчета парка используемых роботов, которая применяется Международной федерацией робототехники, позволяют говорить о фактически более высоких

¹⁹⁶ Сергиевич, Т. В. Теоретические подходы к трактовке социально-экономической природы роботов / Т. В. Сергиевич // Белорусский экономический журнал. – 2022. – № 3. – С. 102–115. – С. 112. <https://doi.org/10.46782/1818-4510-2022-3-102-115>

¹⁹⁷ Сергиевич, Т. В. Некоторые актуальные аспекты исследования роботизации промышленности / Т. В. Сергиевич // Тенденции и тренды в сфере бизнес-аналитики : сборник научных трудов по итогам проведения круглого стола, Москва, 21 сентября 2022 г. / Под ред. Т. Ф. Морозовой [и др.]. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2022. – С. 126–129. – С. 128.

¹⁹⁸ International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org/>. – Date of access: 25.05.2022.

показателях, нежели это представлено в статистике. Эксперты Международной федерации робототехники в своих расчетах прибегают к усредненному показателю срока службы роботов, в обосновании чего ссылаясь на собственные исследования 2000 г. Это обусловлено целым комплексом причин. Во-первых, на практике не представляется возможным ежегодно рассчитывать число фактически используемых роботов. Во-вторых, универсального срока эксплуатации роботов не существует в виду разнообразия сфер применения и видов роботов, а также особенностей национальных налоговых законодательств. В-третьих, срок фактической эксплуатации роботов зачастую превышает установленный изначально срок службы, а этот факт в расчет не принимается. При оценке количества используемых роботов эксперты статистического отдела Международной федерации робототехники, исходя из среднего срока службы роботов в 12 лет с немедленным выводом из эксплуатации по истечении этого срока, рассчитывают парк роботов как сумму их установок за 12 лет.

Далее логика изложения требует отразить ежегодное число устанавливаемых роботов, которое представлено на рис. П2 Приложения. Для анализа данного показателя следует вновь обратиться к методике подсчета, используемой Международной федерацией робототехники. Точное количество фактически установленных роботов за определенный промежуток времени в мире подсчитать невозможно, поскольку отгрузка товаров (роботов), отчетность по которой широко используется для целей оценки числа устанавливаемых роботов, не всегда означает их незамедлительную установку и использование – установка может осуществляться (и часто осуществляется) в последующих периодах. Кроме того, на практике возникают случаи, когда компания-поставщик или компания-интегратор без ведома производителя устанавливает робота в стране, отличной от страны первоначальной поставки. Иногда в СМИ появляются подтверждения подобных случаев. Например, в 2015 и в 2019 гг. роботы производства шведско-швейцарской компании АВВ были замечены на фотографиях предприятий КНДР, несмотря на наличие в отношении

этой страны торговых санкций, запрещающих поставку промышленного оборудования¹⁹⁹. Полную цепочку поставок промышленных роботов проследить практически невозможно, равно как и получить достоверную информацию относительно их конечного использования, поэтому имеющиеся в распоряжении данные о пострановой статистике числа установленных роботов могут быть несколько искажены.

Помимо этого, статистику Международной федерации робототехники составляют преимущественно данные самых основных (крупных) поставщиков роботов, которые предоставляют информацию о продажах и отгрузках напрямую в статистический отдел Международной федерации робототехники. Некоторые национальные ассоциации робототехники, анализируя местные рынки, также снабжают своими результатами названную организацию, что позволяет, с одной стороны, проверить достоверность полученных напрямую от поставщиков робототехники данных, а с другой – дополнить их данными от локальных поставщиков, не предоставляющих информацию напрямую в статистический отдел Международной федерации робототехники. Среди таких национальных ассоциаций – Корейская ассоциация робототехники, Японская ассоциация робототехники, Ассоциация развития автоматизации (АЗ), предоставляющая данные по Северной Америке, Альянс робототехнической промышленности Китая и некоторые другие, в том числе европейские, ассоциации. Таким образом, пострановые данные Международной федерации робототехники могут быть занижены, если, например, в стране существуют локальные производители и поставщики роботов, которые не отчитываются перед данной федерацией или местной ассоциацией, или местная ассоциация не сотрудничает с Международной федерацией робототехники в части предоставления данных. Данные могут быть занижены и в случае, если прямые поставки роботов в страну затруднены вследствие, например, санкций, запрещающих или ограничивающих такие поставки. В этом случае даже при фактическом ввозе в страну (например, посредством параллельного импорта) и ис-

¹⁹⁹ ABB Robotics [Электронный ресурс] // TADVISER. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:ABB_Robotics. – Дата доступа: 15.10.2022.

пользовании роботов, достоверные количественные сведения получить практически невозможно. Тем не менее на сегодняшний день данные Международной федерации робототехники относительно мирового рынка робототехники являются наиболее релевантными.

Согласно рис. П2 Приложения, число ежегодно устанавливаемых роботов в целом имеет тенденцию к росту. Если в 1995 г. в мире было установлено всего 69,3 тыс. промышленных роботов, в 2005 г. – 120,1 тыс., в 2015 г. – 254 тыс., то в 2022 – уже 553 тыс. Начиная с 2010–2011 гг. можно говорить об устойчивой тенденции автоматизации производства на основе внедрения промышленных роботов. В 2010–2022 гг. динамика их продаж колебалась от падения на 9,5 % в 2019 г. до роста на 37 % в 2011 г. По данным Международной федерации робототехники, в 2021 г. было отгружено на 34,9 % больше, чем годом ранее. Наибольший рост в 2021 г. (33 %) продемонстрировали рынки Азии и Австралии, которые, главным образом, за счет Китая, и следом с большим отрывом Японии и Республики Кореи, вносят наибольший вклад в использование промышленных роботов в мире, обладая, наряду с США и Германией, наиболее емкими рынками роботов. В частности, в 2021 г. в Китае было установлено 268,2 тыс. промышленных роботов (рост по сравнению с 2020 г. на 51 %), 9,6 тыс. – на Тайване (+31 %), в Японии – 47,2 тыс. (+22 %), США – 35 тыс. (+14 %), Республике Корея – 31,1 тыс. (+2 %). В пятерку стран – лидеров по числу установленных промышленных роботов в 2021 г. также вошла Германия с 23,8 тыс. промышленных роботов (+6 %) (рис. П3 Приложения).

В 2022 г. пятерка стран – лидеров по числу устанавливаемых роботов не изменилась – в Китае было установлено 290,3 тыс. промышленных роботов и на Тайване – 7,8 тыс., Японии – 50,4 тыс., США – 39,6 тыс., Республике Корея – 31,7 тыс., Германии – 25,6 тыс. промышленных роботов. На КНР приходится больше половины мировых продаж промышленных роботов, а остальные страны, входящие в пятерку мировых лидеров по установкам промышленных роботов в 2022 г. (Япония, США, Республика Корея и Германия) образуют всего 26,6 % мирового рынка. Все названные страны осуществляют государственную поддержку роботизации их экономик, сочетая рыночные и нерыночные меры стимулирования расширения использования роботов. Далее в рейтинге величины рынка промышленных роботов в 2022 г. с отрывом следуют Италия

(11,5 тыс. промышленных роботов), Франция (7,4 тыс.), Мексика (6 тыс.), Сингапур (5,9 тыс.), Индия (5,4 тыс.), Испания (3,8 тыс.), Турция (3,7 тыс.), Таиланд (3,3 тыс.) и Канада (3,2 тыс. промышленных роботов).

Еще одним показателем, характеризующим уровень роботизации, является плотность роботов в обрабатывающей промышленности – количество установленных роботов на 10 тыс. работников. По данному показателю в пятерку стран-лидеров в 2021 г. вошли Республика Корея с 1000, Сингапур с 670, Япония с 399, Германия с 397 и Китай с 322 промышленными роботами. Среднемировой показатель – 141 установленных роботов на 10 тыс. работников обрабатывающей промышленности.

Отраслями – основными потребителями промышленных роботов в мире являются производство электроники, автомобилестроение, металлургия и машиностроение, пищевая промышленность. На производство электроники и автомобилестроение приходится около половины мирового спроса на промышленных роботов. Сведения о числе установленных промышленных роботов в 2020 г. подтвердили выдвигаемую нами гипотезу о том, что «пандемия коронавируса, оказавшая негативное воздействие на мировой спрос на автомобили, стала новым фактором, сдерживающим развитие автомобилестроения, что препятствует восстановлению спроса на промышленную робототехнику в данном секторе в текущем периоде. По итогам 2020 г. ожидать прироста продаж промышленных роботов в основном сегменте рынка не приходится. Сегмент производства электроники, напротив, может стать источником роста спроса на промышленную робототехнику. Перевод коммуникаций в онлайн, новые условия труда и распространение дистанционных форм занятости стимулируют рост спроса на электронику»²⁰⁰. Действительно, производство электроники с 29 % мирового спроса на промышленных роботов в 2020 г., опередив автомобилестроение с 21 % по потреблению роботов, стало драйвером развития робототехнической отрасли. Элек-

²⁰⁰ Сергиевич, Т. В. Социально-экономическая обусловленность роботизации экономики / Т. В. Сергиевич // Вестник Института экономики НАН Беларуси : сб. науч. ст. / Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси. – Минск, 2020. – Вып. 1. – С. 68–77. – С. 71.

ронная промышленность сохранила свое лидерство и в 2021 г., несмотря на рост потребления промышленных роботов в обеих отраслях. В 2021 г. все отрасли – лидеры по числу установок промышленных роботов продемонстрировали рост их потребления. В 2021 г. в электронной промышленности было установлено 137 тыс. промышленных роботов (рост на 19 %), в автомобилестроении – 119 тыс. (рост на 42 %), в металлургии и машиностроении – 57 тыс. (рост на 45 %), в производстве пластмассовых изделий и химической промышленности – 24 тыс. (рост на 26 %), пищевой промышленности – 15 тыс. промышленных роботов (рост на 25 %). Операции, которые чаще всего выполняют промышленные роботы, – обработка, сварочные работы, сборка и др.

При анализе мирового рынка роботов следует выделить основных субъектов данного рынка. К субъектам рынка роботов относятся, во-первых, машиностроительные предприятия, производящие роботов, являясь в то же время и крупным потребителем роботов²⁰¹. Во-вторых, предприятия, производящие компоненты роботов (корпуса роботов, редукторы, серводвигатели, контроллеры и т. д.). Среди производителей роботов выделяются крупнейшие мировые игроки рынка (KUKA, ABB, Kawasaki, Comau, Fanuc, Fuji Ace, Gudel, Hyundai, Mitsubishi, Motoman, OTC Daihen, Panasonic, Schunk, Toshiba, Universal Robots, Yamaha и др.). В-третьих, компании-интеграторы – предприятия, которые занимаются внедрением роботов и робототехнических комплексов в производственный процесс, кастомизируя роботов под потребности конкретного предприятия. В-четвертых, компании – разработчики программного обеспечения для роботизации производства и использования роботов. В-пятых, нишевые компании (стартапы), как правило, занимающие узкую нишу в сфере робототехники. В-шестых, государство как экономический субъект, который выступает заказчиком разработок и продукции в сфере робототехники и разработчиком направлений модернизации.

²⁰¹ Сергиевич, Т. В. Машиностроительные предприятия как субъекты роботизации национальной экономики / Т. В. Сергиевич // Цифровизация: экономика и управление производством : материалы 87-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 февраля 2023 г. / Белорус. гос. технол. ун-т ; отв. за изд. И. В. Войтов. – Минск, 2023. – С. 133–136.

На развитие рынка робототехники большое влияние оказывают также научно-исследовательские и образовательные центры в области робототехники. Они могут выступать в качестве самостоятельных субъектов или являться структурными подразделениями предприятий, технопарков, университетов (например, German Research Center Artificial Intelligence, DFKI), выполняя НИОКР в сфере робототехники в форме оказания внутренних услуг или предоставляя услуги третьим сторонам.

Кроме того, в сфере робототехники функционируют некоммерческие организации (международные и национальные ассоциации и федерации робототехники, консультационные советы, промышленно-исследовательские альянсы, общественные организации), в круг задач которых входит продвижение робототехники в мире, интеграция науки и промышленности, получение синергетических эффектов от взаимодействия участников робототехнической отрасли. Некоммерческие организации могут создаваться и для институционального оформления возможности государственного финансирования научной, информационно-консультативной, аналитической и иной деятельности в сфере робототехники. Например, в 2012 г. Европейская комиссия приняла решение инициировать создание Государственно-частного партнерства в области робототехники (Public-Private Partnership in Robotics, SPARC) с целью «сохранить и расширить лидерство Европы и обеспечить экономическое и социальное влияние на Европу»²⁰². В результате в соответствии с бельгийским законодательством и с местонахождением в Брюсселе была основана некоммерческая организация в форме ассоциации. Институционально это позволило получить «Европейскому сообществу робототехники юридическое лицо для заключения контракта с Европейской Комиссией»²⁰³ и финансирования проектов.

Годом позднее, в апреле 2013 г., в Китае был основан Альянс робототехнической промышленности Китая (China robot industry alliance, CRIA) – некоммерческая организация, включающая в состав своих членов предприятия, университеты, научно-исследователь-

²⁰² SPARC [Electronic resource]. – Mode of access: https://eu-robotics.net/divi_overlay/sparc/. – Date of access: 10.03.2022.

²⁰³ Ibid.

ские институты, региональные или местные робототехнические ассоциации, а также другие финансируемые государством организации в области исследований и разработок, производства, внедрения и сопутствующих услуг в области робототехники в Китае. Альянс робототехнической промышленности был создан с целью «формирования платформы сотрудничества для промышленности, колледжей и университетов, научно-исследовательских институтов и пользователей, следуя национальной отраслевой политике и требованиям рынка; для укрепления возможностей членов в области исследований и разработок, производства, интеграции, приложений и обслуживания клиентов, а также чтобы способствовать применению роботов в различных областях, совершенствовать цепочку производства роботов в Китае, вносить вклад в развитие здравоохранения и повышение конкурентоспособности китайской индустрии роботов»²⁰⁴. Сегодня данная организация насчитывает более 430 участников.

Основным драйвером развития мирового рынка промышленных роботов является активная государственная политика КНР, ориентированная на опережающее развитие собственной робототехнической отрасли, обеспечивающей рост производства и внедрения робототехники. Развитие собственной науки и в кооперации с зарубежными научно-исследовательскими центрами, масштабные диверсифицированные внутренние и внешние инвестиции, обеспечивающие доступ к высоким технологиям по всему миру, стимулирование собственного производства роботов позволяют говорить о потенциале Китая стать лидером не только в потреблении роботов, но и в их производстве (в том числе технологическим лидером), охватывающем всю цепочку создания стоимости. Новая роль Китая в производстве и потреблении промышленных роботов позволила полностью трансформировать мировой рынок менее чем за десятилетие. Помимо КНР, в число лидеров по числу устанавливаемых промышленных роботов входят Япония, США, Республика Корея и Германия, а к наиболее роботизированным экономикам мира относятся Республика Корея, Сингапур, Япония, Германия. Основными потребителями промышленных роботов являются производство электроники, автомобиле-

²⁰⁴ CRIA. China Robot Industry Alliance [Electronic resource]. – Mode of access: <http://cria.mei.net.cn/English/AboutCRIA.asp>. – Date of access: 10.03.2022.

строение, металлургия и машиностроение, пищевая промышленность. Несмотря на алармистские заявления части ученых и экспертов относительно полной замены труда человека роботами и «будущего без труда» в результате роботизации, резервы роботизации мировой промышленности остаются далеки от исчерпания. Для того, чтобы на модернизацию промышленности на основе роботизации не оказывала влияние мировая технологическая гонка и техномода на определенные инновации, на национальном уровне должно быть обеспечено системное научное сопровождение этого процесса.

2.2. Опыт роботизации экономики Китайской Народной Республики

Сегодня мировой рынок промышленных роботов разделился надвое – КНР и остальной мир²⁰⁵. В 2013 г. Китай стал крупнейшим в мире потребителем промышленных роботов, заняв более половины рынка. В 2020 г. количество установленных промышленных роботов в Китае достигло 178 тыс. В 2021 г., по предварительным данным Международной федерации робототехники, число установленных промышленных роботов в Китае увеличилось на 51 % по сравнению с предыдущим годом, достигнув 268,2 тыс., а в 2022 г. составило 290,3 тыс. В 2022 г. Китай занял 52,5 % мирового рынка промышленных роботов, а вместе с Тайванем с его 7,8 тыс. – 53,9 %. Активный рост внедрения промышленных роботов в Китае произошел за последние шесть лет (рис. П4 Приложения). Как отмечает И. Н. Комисина, «традиционно основными потребителями промышленных роботов в КНР выступают предприятия со 100%-ным иностранным капиталом <...>, а также совместные с иностранными компаниями. Они, как правило, имеют более высокий уровень автоматизации, что обеспечивает их повышенный спрос на промышленные роботы. Собственно китайские компании медленнее внедряют их в производство,

²⁰⁵ Сергиевич, Т. В. Опыт и перспективы роботизации промышленности КНР / Т. В. Сергиевич // Стратегия развития экономики Беларуси : вызовы, инструменты реализации и перспективы : сборник научных статей. В 2 т. Т. 1 / Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси; ред. кол.: Д. В. Муха [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2022. – С. 449–453.

однако с ростом стоимости рабочей силы ситуация начинает меняться»²⁰⁶. Являясь лидером в темпах роботизации промышленности, Китай в 2021 г. впервые вошел в пятерку мировых лидеров по показателю плотности роботов, обогнав Швецию и США. Китай, обладая большим количеством трудовых ресурсов, очень быстро сумел войти в число стран, обладающих наиболее роботизированной обрабатывающей промышленностью. Так, в 2020 г. на 10 тыс. работников обрабатывающей промышленности в Китае приходилось 246 установленных роботов, на Тайване – 248, в Гонконге – 275 при среднемировом уровне 126. Уже в 2021 г. количество роботов на 10 тыс. работников обрабатывающей промышленности в Китае достигло 322 (в Гонконге – 304, на Тайване – 276) при среднемировом уровне 141.

Как отмечают ученые, исследующие роботизацию в КНР, «рост числа роботов в Китае совпадает со снижением роста населения трудоспособного возраста и ростом заработной платы»²⁰⁷. Обращение к эмпирическим данным позволило им установить, что «подъем роботов начался в 2003 г., когда прирост населения трудоспособного возраста начал снижаться, и ускорился с 2010 г., увеличившись еще быстрее с 2015 г., когда численность населения трудоспособного возраста резко сократилась»²⁰⁸. Размер среднемесячной заработной платы в КНР в этот период возрастал, что также стимулировало китайских производителей осуществлять роботизацию производств. Ученые и эксперты, исследующие роботизацию мировой экономики, чаще всего указывают на такие факторы роботизации как увеличение цены рабочей силы и сокращение трудовых ресурсов. Действие этих факторов в большей степени проявляется в странах с развитыми экономиками, высоким уровнем заработной платы и проблемой старения населения. Поскольку во многом именно эти страны оказывают значительное влияние на мировой научный дискурс, действие фактора роста заработной платы и сокращения трудовых ресурсов в роботизации экономик других стран несколько переоценено.

²⁰⁶ Комиссина, И. Н. Современное состояние и перспективы развития робототехники в Китае / И. Н. Комиссина // Проблемы национальной стратегии. – 2020. – № 1 (58). – С. 123–145. – С. 130.

²⁰⁷ The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88. – P. 72.

²⁰⁸ Ibid. – P. 76.

Помимо роста цены рабочей силы, по мнению китайских ученых, на увеличение внедрения роботов «влияет множество факторов, таких как институциональная среда, производительность фирмы и отраслевая робототехника. Учитывая разнообразие китайской экономики по этим параметрам, модели внедрения роботов должны различаться на уровне компаний»²⁰⁹. Это оказывает влияние на разный уровень производительности и ее динамику в отдельных отраслях и компаниях. Как отмечают по этому поводу эксперты, «после десятилетий роста, увеличение заработной платы начинает поглощать прибыль и вытеснять производство в Юго-Восточную Азию»²¹⁰. Поэтому в результате роботизация становится для Китая инструментом, препятствующим деиндустриализации экономики. С этой же целью в Китае стимулируется собственное производство роботов. В частности, если в 2015 г. в Китае было установлено всего 20 тыс. промышленных роботов собственного производства (или 29 %), то в 2020 г. – уже 45 тыс. (или 27 %). К 2025 г. этот показатель планируется увеличить до 70 %. Таким образом, темпы роста собственного производства промышленных роботов и их импорта в Китае близки, а доля отечественных роботов остается относительно постоянной. По данным Государственного статистического управления Китая, в 2016 г. в стране было произведено 72 тыс. промышленных роботов, в 2020 г. – уже 212 тыс. промышленных роботов, что на 20,7 % больше, чем годом ранее²¹¹, а в 2021 г. – 366 тыс. промышленных роботов²¹². В 2022 г. в Китае

²⁰⁹ Fan, H. Labor costs and the adoption of robots in China / H. Fan, Y. Hu, L. Tang // *Journal of Economic Behavior & Organization*. – 2021. – № 186. – Pp. 608–631. <http://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.11.024>

²¹⁰ Bateman, J. Why China Is Spending Billions to Develop an Army of Robots to Turbocharge Its Economy [Electronic resource] / J. Bateman // CNBC, 28 June, sec. The Edge. 2018. – Mode of access: <https://www.cnbc.com/2018/06/22/chinas-developing-an-army-of-robots-to-reboot-its-economy.html>. – Date of access: 15.05.2022.

²¹¹ Statistical Communiqué of the People's Republic of China on the 2020 National Economic and Social Development [Electronic resource] // National Bureau of Statistics of China. – Mode of access: http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202102/t20210228_1814177.html. – Date of access: 15.05.2022.

²¹² Statistical Communiqué of the People's Republic of China on the 2021 National Economic and Social Development [Electronic resource] // National Bureau of Statistics of China. – Mode of access: http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202202/t20220227_1827963.html. – Date of access: 15.05.2022.

было произведено 443 тыс. промышленных роботов, что на 21 % выше, чем в 2021 г.²¹³ Официальная статистика Государственного статистического управления Китая идет в разрез с данными Международной федерацией робототехники, что объясняется описанными выше ограничениями сбора и интерпретации этих данных.

Основными потребителями промышленных роботов в Китае являются производство электроники и электротехники, автомобилестроение, металлургия и машиностроение, далее с большим отрывом следуют производство резиновых и пластмассовых изделий, пищевая промышленность, фармацевтическая и косметическая промышленность. По данному показателю китайская экономика соответствует общемировым трендам и не выделяется среди стран – лидеров в роботизации. Китай сегодня является лидером мирового автомобилестроения – каждый третий произведенный в 2020 г. автомобиль в мире китайский. По данным 2019 г., плотность роботизации в китайском автопроме составляла 500 роботов на 10 000 работников, в то время как «в большинстве других производственных секторов использовалось менее 50 роботов на 10 000 работников»²¹⁴. Кроме того, КНР является безусловным лидером в области электронной и электротехнической промышленности. Поддержка и развитие этих отраслей будет в дальнейшем поддерживать спрос на промышленных роботов в Китае на высоком уровне. Если в 2019 г. в китайском производстве электроники и электротехники было установлено 42 тыс. промышленных роботов, в 2020 г. – 64 тыс., то в 2021 г. – уже 88 тыс. В автомобилестроении Китая, в большей степени, чем производство электроники и электротехники, испытавшем влияние пандемических шоков, в 2019 г. было установлено 32 тыс. промышленных роботов, в 2020 г. – 31 тыс., в 2021 г. – 62 тыс. Резкий рост спроса на промышленные роботы со стороны автомобилестроения Китая связан с интенсивным развитием производства электромобилей в стране.

²¹³ Statistical Communiqué of the People's Republic of China on the 2022 National Economic and Social Development [Electronic resource] // National Bureau of Statistics of China. – Mode of access: http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202302/t20230227_1918979.html. – Date of access: 01.11.2023.

²¹⁴ Renéry, B. The Robotics Industry in China [Electronic resource] / B. Renéry // 1421 Consulting Group. 13 May 2019. – Mode of access: <https://www.1421.consulting/2019/05/the-robotics-industry-in-china>. – Date of access: 15.05.2022.

Интерес представляет оценка китайскими исследователями отношения общества к роботам, поскольку именно социальные и этические аспекты развития робототехники сегодня приобретают большое место в научном дискурсе. В этом контексте целесообразно упомянуть сохранение в мире определенной негативной коннотации в отношении роботов, «которая и сегодня продолжает оказывать определенное влияние на эмоционально-психологическое восприятие робота человеком»²¹⁵. Китайские же авторы указывают, что «в отличие от негативного отношения к роботам во многих странах по причине их потенциала к замещению рабочих мест, общее восприятие роботов в Китае всегда было положительным. Угроза замещения рабочих мест редко упоминается в правительственных документах, стимулирующих внедрение и производство роботов. Вместо того, чтобы беспокоиться о замещении роботами рабочих мест, правительство делает упор на их внедрение как на способ решения проблем на рынке труда. Одна из причин, по которой китайцы рассматривают робототехнику (и автоматизацию) как положительное явление, заключается в том, что многие считают, что достижения в области науки и техники необходимы для подъема Китая как мировой державы»²¹⁶. Такое отношение связано не только с тем, что правительство формирует положительную коннотацию внедрения роботов как инструмента производственной модернизации Китая. Исследования, проводимые китайскими учеными, показывают, что роботизация в Китае сопровождается освобождением работников от тяжелых условий труда с возможностью повышения своих компетенций и роста должностей на модернизированном или на других предприятиях²¹⁷. Ч. Н. Фокачи в исследованиях данных Китая и Республики Кореи за

²¹⁵ Солодовников, С. Ю. Теоретико-методологические предпосылки исследования роботизации экономики / С. Ю. Солодовников, Т. В. Сергиевич // Экономика и управление. – 2022. – Т. 28, № 6. – С. 538–548. – С. 543. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-6-538-548>

²¹⁶ The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88. – Pp. 77–78.

²¹⁷ He, L. The Migration of Industries from the Pearl Delta Region to Inland Areas: Can the Migrant Workers Stay Employed? [Electronic resource] / L. He // People's Daily. – Publ. date 12 June 2016 [in Chinese]. – Mode of access: <http://finance.people.com.cn/n1/2016/0612/c1004-28425817.html>. – Date of access: 15.05.2022.

период 2008–2018 гг. приходит к выводу, что «в Китае и Корее внедрение роботов, по-видимому, даже уменьшило количество уволенных рабочих благодаря программам обучения, предлагаемым сотрудникам, чтобы они могли сосуществовать со своими новыми автоматизированными коллегами. Создание надлежащей инфраструктуры в области технологий и робототехники также проложило путь для более подготовленной рабочей силы»²¹⁸. Таким образом, роботизация экономики в Китае становится фактором не снижения занятости, а трансформации ее структуры, уменьшая долю низкоквалифицированного труда. Важную роль в роботизации китайской экономики играет формирование позитивной национальной экономической идеологии. Нами ранее подчеркивалось, что «без государственной идеологии, патриотизма не может быть социальной стабильности и эффективной экономики. Инертность индивидов и хозяйственных субъектов при проведении модернизации промышленности – во многом следствие их недостаточной адаптивности к быстро меняющейся цифровой экономике, преодолению которой будет способствовать развитие позитивной национальной экономической идеологии»²¹⁹. В случае Китая вера населения в экономическую и технологическую мощь страны является фактором, позитивно влияющим на модернизацию промышленности и экономики в целом, снижая общественные издержки этих процессов.

Сегодня Китай, который, по справедливому замечанию китайских и японских исследователей, «больше не является мировой "фабрикой", а благодаря быстрой модернизации промышленности превратился в экономическую "сверхдержаву"»²²⁰, увеличивает свою экономическую власть во многих сферах. Хао Сяо, Бо Мэн, Цзябай Е и Шаньтун Ли подчеркивают, что «это, несомненно, изменит эконо-

²¹⁸ Focacci, Ch. N. Technological unemployment, robotisation, and green deal: A story of unstable spillovers in China and South Korea (2008–2018) / Ch. N. Focacci // *Technology in Society*. – 2021. – № 64. – 101504. – P. 7.

²¹⁹ Модернизация белорусской промышленности в новых технологических и геоэкономических условиях / В. Л. Гурский [и др.] ; науч. ред. С. Ю. Солодовников ; Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 728 с.

²²⁰ Are global value chains truly global? / H. Xiao [et al.] // *Economic Systems Research*. – 2020. – Vol. 32, Iss. 4. – Pp. 540–564. <http://doi.org/10.1080/09535314.2020.1783643>

мическую карту мира и кроме того, может перераспределить международную политическую власть»²²¹. Как пишут белорусские ученые, в Китае «наблюдается переориентация инновационной политики, изменение подхода к стимулированию субъектов инновационной системы и значительное смещение акцентов в сторону бизнес-структур»²²². Дальнейшее развитие экономики Китая становится критично зависимо от доступа к мировым высоким технологиям. С этой целью, как отмечается в литературе, «участвуя в приобретении крупных высокотехнологичных мировых компаний в альянсе с другими передовыми компаниями, занимающимися созданием робототехники, Китай ускоряет роботизацию страны, получая инновационные технологии»²²³. В 2016 г. китайская компания – производитель бытовой техники и коммерческих кондиционеров Midea установила контроль над одним из крупнейших мировых производителей промышленных роботов – немецкой компанией KUKA AG (выручка от продаж KUKA AG в 2021 г. составила 3,3 млрд евро), выкупив часть акций на сумму более 4 млрд. долл. По оценкам экспертов²²⁴, около 95 % акций KUKA AG принадлежит компании Midea. В том же 2016 г. китайская компания Wanfeng, занимающаяся производством автозапчастей, роботизированной автоматизацией и авиацией, приобрела американскую компанию Paslin, специализирующуюся на оборудовании для роботизации производства за 302 млн долл. По данным экспертов института китаеведения MERICS, «китайские венчурные инвестиции вливаются в европейские технологические стартапы. В 2021 г. китайские венчурные инвестиции в Европе выросли более чем вдвое и достигли рекордного уровня в 1,2 млрд евро. Они

²²¹ Are global value chains truly global? / H. Xiao [et al.] // *Economic Systems Research*. – 2020. – Vol. 32, Iss. 4. – Pp. 540–564. <http://doi.org/10.1080/09535314.2020.1783643>

²²² Совершенствование механизма коммерциализации инноваций в Беларуси с учетом опыта Китая / В. И. Бельский [и др.]; под ред. В. И. Бельского, Д. В. Мухи; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 357 с. – С. 172.

²²³ Гусарова, С. А. Китай: роботизация и развитие экономики / С. А. Гусарова, И. В. Гусаров // *Экономические науки*. – 2019. – № 178. – С. 157–160. – С. 158.

²²⁴ Бойко, А. KUKA Robotics – Производители промышленных роботов [Электронный ресурс] / А. Бойко // *RoboTrends*. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/kuka-robotics>. – Дата доступа: 15.05.2022.

были сконцентрированы в Великобритании и Германии и ориентированы на несколько секторов, включая электронную коммерцию, финтех, игры, искусственный интеллект и робототехнику»²²⁵.

В роботизации китайской экономики большое значение имеют и обратные потоки инвестиций. Крупные мировые производители роботов осуществляют инвестиции как в производство средств производства в КНР (роботов), так и в в производство предметов потребления, произведенных на роботизированных фабриках²²⁶. Одним из важнейших инвесторов в сфере робототехники в Китай является мировой лидер в производстве роботов – компания АВВ, которая в период с 1992 по 2018 гг. инвестировала в экономику Китая 2,4 млрд долл. США²²⁷. В 2018 г. между правительством г. Шанхай и АВВ был подписан меморандум о строительстве передового роботизированного предприятия по производству роботов, которое имеет «инновационный, гибкий план размещения оборудования, основанный на взаимосвязанных островах автоматизации, а не на фиксированных сборочных линиях»²²⁸. АВВ инвестировала в проект 150 млн долл. США, и в конце 2022 г. полностью автоматизированное предприятие по производству роботов с крупным научно-исследовательским центром было введено в эксплуатацию. Компанией АВВ планировалось, что «новый завод будет поставлять высокотехнологичные производственные решения для Азии и станет частью комплексной цепочки создания стоимости группы в Китае: от исследований до продаж и услуг»²²⁹. Кроме того, в начале 2022 г. АВВ заявила о создании совместного с крупным китайским поставщиком

²²⁵ Chinese FDI in Europe: 2021 Update [Electronic resource] // MERISC. Mercator Institute for China Studies. – Mode of access: <https://www.merics.org/en/report/chinese-fdi-europe-2021-update>. – Date of access: 15.05.2022.

²²⁶ Сергиевич, Т. В. Анализ мирового рынка промышленных роботов / Т. В. Сергиевич // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 6–14. – С. 9.

²²⁷ АВВ построит самую передовую в мире фабрику робототехники в Шанхае [Электронный ресурс] // АВВ. – Опубл. 30.10.2018. – Режим доступа: <https://new.abb.com/news/ru/detail/9592/avv-postroit-samuiu-pieriedovuiu-v-mirjie-fab-riku-robototiekhniki-v-shankhaie>. – Дата доступа: 24.05.2022.

²²⁸ Там же.

²²⁹ Nan, Zhong. ABB to open \$150m robotics factory in Shanghai [Electronic resource] / Zhong Nan // ChinaDaily.com.cn. – Publ. date 02 Febr. 2022. – Mode of access:

автомобильных запчастей HASCO предприятия для развития умного производства нового поколения в автомобильной промышленности Китая. Во многом этот проект стал реакцией на рост производства электромобилей в КНР и обусловленную им необходимость перехода к гибкому производству автозапчастей, способному подстраиваться под изменения динамичной внешней среды. Все это свидетельствует об активной реализации намерений Китая стать ведущей мировой державой в области робототехники и роботизации промышленности.

КНР будет продолжать быстрыми темпами наращивать объемы производства и использования роботов в промышленности, имея значительные резервы для замещения труда роботами. Современный этап роботизации промышленности Китая не формирует новые проблемы на рынке труда, а является средством решения сложившихся проблем. Роботизация является и инструментом промышленной политики Китая по борьбе с вытеснением производств в другие страны Юго-Восточной Азии (вторая волна аутсорсинга), обладающие ценовыми преимуществами факторов производства. Развитие высокотехнологичных автомобилестроения, производства электроники и электротехники и других отраслей создает емкий внутренний рынок промышленных роботов в Китае. Развитие собственной науки и в кооперации с зарубежными научно-исследовательскими центрами, масштабные диверсифицированные внутренние и внешние инвестиции, обеспечивающие доступ к высоким технологиям по всему миру, стимулирование собственного производства роботов позволяют говорить о потенциале Китая стать лидером не только в потреблении роботов, но и в их производстве (в том числе технологическим лидером), охватывающем всю цепочку создания стоимости.

2.3. Опыт роботизации экономики Соединенных Штатов Америки

В 2021 г. рынок промышленных роботов в США стал третьим по величине в мире после Китая и Японии. Количество установленных в этой стране промышленных роботов, по данным Международной федерации робототехники, в 2021 г. увеличилось на 14 % по сравнению с 2020 г. и достигло 35 тыс., что составляет почти 70 % американского рынка, а в 2022 г. возросло до 39,6 тыс. И хотя данный показатель превышает допандемийный уровень 2019 г. в 33 тыс. промышленных роботов, он все же не достиг максимального показателя 2018 г. – 40 тыс. промышленных роботов (рис. П5 Приложения). В 2022 г. рынок промышленных роботов США демонстрирует стремительный рост. По данным Ассоциации развития автоматизации США, на фоне дефицита трудовых ресурсов заказы на промышленных роботов в первом квартале 2022 г. выросли на 40 %, по итогам года рост продаж составил немногим более 13 %. По данным опроса, проведенного АВВ среди 1610 руководителей в США и Европе, «62 % американских компаний <...> будут инвестировать в робототехнику и автоматизацию в ближайшие три года»²³⁰. По данным Международной федерации робототехники, если в 1993 г. на 10 тыс. работников обрабатывающей промышленности в США насчитывалось 25 установленных промышленных роботов, то в 2021 г. – 274, что почти в два раза превышает среднемировой показатель.

Промышленные роботы распределены в экономике США не равномерно. Основными их потребителями в экономике США являются автомобилестроение (28 % от общего числа установленных промышленных роботов в 2021 г. в США), металлургия и машиностроение (11 %), химическая промышленность и производство пластмассовых изделий (10 %), пищевая промышленность (9,7 %), электронная и электротехническая промышленность (8 %). Основной вклад в положительную динамику роста рынка промышленных роботов в США в 2021 г. внесли металлургия и машиностроение (рост на 66 %), что

²³⁰ Эрмант, Е. АВВ: 62 % компаний США планируют инвестировать в робототехнику [Электронный ресурс] / Е. Эрмант // Robotforum. – Оpubл. 12.07.2022. – Режим доступа: <http://robotforum.ru/novosti-texnologij/abb-62-kompanij-ssha-planiruyut-investirovat-v-robototexniku.html>. – Дата доступа: 15.08.2022.

позволило отрасли стать вторым в стране потребителем промышленных роботов. Рост наблюдался также и в химической промышленности и производстве пластмассовых изделий, а также в пищевой промышленности. Вместе с тем место установки и эксплуатации еще около 20 % промышленных роботов в США пока не определено, что обусловлено невозможностью получить достоверные данные на протяжении всей цепочки поставок промышленных роботов, а также наличием временного лага в получении и обработке уточненных данных.

По мнению американских экспертов, роботизация экономики США благоприятно сказывается на конкурентоспособности предприятий и на занятости, повышая производительность труда и создавая новые рабочие места: «Роботы поддерживают конкурентоспособность промышленности США, позволяя им улучшать качество продукции, повышать производительность, быстрее выводить продукцию на рынок и снижать общие затраты. В результате рабочие места на производстве растут по мере того, как в США внедряется все больше роботов. С 2010 г. (по 2019 г. – *Прим. Т. С.*) около 180 000 роботов были поставлены американским компаниям, за тот же период было создано 1,2 млн новых рабочих мест в промышленности»²³¹. Внешними факторами роботизации американской экономики являются рост цены труда в Китае и других странах Юго-Восточной Азии и усиление напряженности китайско-американских политических и экономических отношений. Эти факторы стимулируют возвращение производств из Юго-Восточной Азии в США и Европу, где в результате частичной деиндустриализации в конце XX и начале XXI в. возник дефицит высококвалифицированных рабочих кадров. Эксперты отмечают, что «сегодня американские производственные компании сталкиваются с двумя проблемами: старением населения и нехваткой квалифицированных рабочих. В результате конкурентоспособность нашего (американского. – *Прим. Т. С.*) производства находится под угрозой»²³².

²³¹ A Roadmap for US Robotics – From Internet to Robotics 2020 Edition / Н. I. Christensen [et al.] // Foundations and Trends in Robotics. – 2021. – Vol. 8, № 4. – Pp. 307–424. – P. 316.

²³² Ibid. – P. 315.

Обострение борьбы за мировое технологическое лидерство также обуславливает целесообразность повышения локализации производств и производственного самообеспечения, особенно по критически важным элементам. Так, например, летом 2022 г. представители Министерства обороны США выразили обеспокоенность, что «до 98 % микроэлектронной продукции, которая требуется ведомству (Министерству обороны США. – *Прим. Т. С.*), выпускаются или тестируются на территории Азии. Intel постарается решить эту проблему, в обозримом будущем создав на имеющихся предприятиях в Аризоне линию по тестированию и упаковке полупроводниковых компонентов для Министерства обороны США. Ведомство ежегодно закупает чипов на сумму \$3 млрд <...> Министерство обороны США станет первым клиентом Intel, который во второй половине 2024 года сможет получить от компании выпущенные по технологии 18А полупроводниковые чипы»²³³. Американские опасения по поводу возможности сохранения своей мировой технологической гегемонии выглядят оправданными, и на фоне экономического и политического ослабления Европейского союза Китай становится основным претендентом на мировое технологическое и экономическое господство. В ходе XX-го съезда правящей Коммунистической партии Китая высшее руководство страны четко обозначило свое видение перспектив в этой сфере. В своей вступительной речи Си Цзиньпин пообещал «решительно победить в битве за ключевые базовые технологии»²³⁴.

Таким образом, в отличие от сегмента сервисной робототехники, производство и потребление промышленных роботов США не демонстрирует сколь видимых прорывов, несмотря на большую емкость рынка. В условиях ужесточения мировой политико-экономической и технологической конкуренции в США наблюдаются тенденции к рещорингу в стремлении получить конкурентные

²³³ Разин, А. Военные США первыми получают передовые чипы, выполненные по техпроцессу Intel 18А [Электронный ресурс] / А. Разин // 3DNews. Daily. Digital. Digest. – Оpubл. 01.10.2022. – Режим доступа: <https://3dnews.ru/1075113/ministerstvo-oboroni-ssha-stanet-pervim-klientom-intel-poluchayushchim-izdeliya-vipushchennie-potehnologii-18a>. – Дата доступа: 02.10.2022.

²³⁴ В Китае прошел съезд партии. Как его итоги повлияют на акции и экономику [Электронный ресурс] // РБК. – Оpubл. 23.10.2022. – Режим доступа: <https://quote.rbc.ru/news/article/6352bcff9a7947fce14be36f>. – Дата доступа: 23.10.2022.

преимущества за счет размещения роботизированных предприятий в непосредственной близости к потребителям и обеспечить научно-технологическую безопасность в промышленной сфере. Щедрые государственные субсидии промышленному сектору способствуют этим процессам. Тем не менее США лидируют в Америке по емкости рынка промышленных роботов, что обеспечивается устойчивым спросом на них со стороны автомобилестроения, металлургии и машиностроения, химической промышленности и производства пластмассовых изделий, пищевой промышленности, электронной и электротехнической промышленности. В ближайшей перспективе рынок робототехники в США будет продолжать расти, причем сегмент сервисной робототехники сохранит свое ключевое значение.

2.4. Опыт роботизации экономики Российской Федерации

Помимо исследования особенностей роботизации экономик США и Китая, интерес представляет рассмотрение опыта роботизации экономики Российской Федерации. Поскольку роботизация российской экономики не столь масштабна, как в США и КНР, самого по себе исследования данных о темпах и уровне роботизации, состоянии и динамике рынка не достаточно. Поэтому в исследовании роботизации российской экономики в большей степени сосредоточимся не на рынке роботов, а на становлении институциональной базы, направленной на развитие индустрии робототехники²³⁵.

В 2015 г. в России в целях «развития рынка робототехники в России, укрепления международных связей и популяризации робототехники»²³⁶ была создана Национальная ассоциация участников рынка робототехники (далее – НАУРР). Ее участниками стали производители промышленных и сервисных роботов и их компонентов, инте-

²³⁵ Сергиевич, Т. В. Исследование опыта роботизации экономики Российской Федерации / Т. В. Сергиевич // Право. Экономика. Психология. – 2023. – № 1 (29). – С. 53–60.

²³⁶ Национальная ассоциация участников рынка робототехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotunion.ru/association/about>. – Дата доступа: 15.06.2022.

градаторы промышленных роботов, разработчики программного обеспечения, научно-исследовательские и образовательные центры и другие. НАУРР является одним из немногих источником данных и аналитики в сфере робототехники в России.

В 2018 г. в России было установлено 1 007 промышленных роботов, а общий парк промышленных роботов в стране составил 5 тыс. Плотность роботизации российской обрабатывающей промышленности в 2018 г. была на уровне 5 роботов на 10 000 занятых работников²³⁷, в то время как среднемировой показатель достигал в 2018 г. 99. В 2019 г., когда на российских предприятиях было установлено 1410 промышленных роботов (рис. П6 Приложения), показатель плотности роботизации вырос до 6, в то время как общемировой – до 113. Данный показатель, однако, следует скорректировать в сторону повышения с учетом оговоренных выше особенностей методики учета, применяемой Международной федерацией робототехники. Кроме того, в России довольно активно развивается рынок сервисной робототехники, а также производство роботов специального назначения²³⁸.

Основным потребителем промышленных роботов в России является автомобилестроение, которое обеспечивает около 40 % продаж роботов. По оценкам экспертов, в автомобилестроении «для контроля работы 10 роботов требуется 1 специалист. В других отраслях специалист обслуживает значительно меньшее число роботов»²³⁹. Такая специфика, в свою очередь, влияет и на эффективность робо-

²³⁷ Информационная справка о нехватке кадров промышленных предприятий для задач использования робототехнических комплексов [Электронный ресурс] // НАУРР. – Оpubл. 15.07.2020. – Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1OggBUWGPghwwnV_3rsgFIQkzivFoyHfZ/view. – Дата доступа: 15.06.2022.

²³⁸ Ильина, В. Путин поручил повысить уровень роботизации в госкорпорациях [Электронный ресурс] / В. Ильина // Российская газета. – Оpubл. 09.10.2023. – Режим доступа: <https://rg.ru/2023/10/09/putin-poruchil-povysit-uroven-robotizacii-v-goskorporacii.html>. – Дата доступа: 25.10.2023.

²³⁹ Информационная справка о нехватке кадров промышленных предприятий для задач использования робототехнических комплексов [Электронный ресурс] // НАУРР. – Оpubл. 15.07.2020. – Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1OggBUWGPghwwnV_3rsgFIQkzivFoyHfZ/view. – Дата доступа: 15.06.2022.

тизации предприятия в зависимости от вида экономической деятельности, и на показатели плотности роботизации. Как подчеркивает исполнительный директор НАУРР О. Мудрова, «автопром представлен локализованными предприятиями. Привозят общий план самого завода, с общей идеей, какое оборудование должно стоять»²⁴⁰. Это отражается и на происхождении внедряемых роботов – как правило, до последних нескольких лет речь шла преимущественно о готовых технико-технологических решениях, основанных на интеграции роботов и робототехнических систем зарубежного производства.

Российская робототехническая индустрия развивается, хотя и довольно инерционно. Эксперты отрасли указывают на значительный потенциал роста, обусловленный повышением внимания со стороны государства в отношении робототехники, увеличением спроса на образовательную робототехнику, ростом рынков сервисной и промышленной робототехники, а также появлением новых бизнес-моделей в отрасли, позволяющих открыть доступ к роботам для нового числа участников²⁴¹. Как отмечается в экспертной среде в области робототехники, «государство охотно выделяет средства на разработку инновационных решений, потому и компаний-разработчиков так много, а вот с внедрением все только начинается сдвигаться с мертвой точки»²⁴². В последние годы робототехническая отрасль испытывает действие крупных шоков, начиная от пандемии коронавируса и заканчивая беспрецедентными санкциями ряда западных стран в отношении российской экономики. Несмотря на это довольно высокий уровень адаптивности российских предприятий в сфере робототехники позволяет оптимистично смотреть на будущее отрасли.

В январе 2021 г. НАУРР провела опрос среди своих членов (52 компаний в сфере робототехники) с целью определить, «как повлиял

²⁴⁰ «Все упирается в деньги»: как в России пытаются наладить производство роботов [Электронный ресурс] // НТВ. – Оpubл. 09.09.2022. – Режим доступа: <https://www.ntv.ru/novosti/2722944/>. – Дата доступа: 20.09.2022.

²⁴¹ Koniikhovskaia, A. Five Trends in Russian Robotics [Electronic resource] / A. Koniikhovskaia // IFR. – Publ. date 27 Aug. 2019. – Mode of access: <https://ifr.org/post/five-trends-in-russian-robotics>. – Date of access: 15.04.2022.

²⁴² «Все упирается в деньги»: как в России пытаются наладить производство роботов [Электронный ресурс] // НТВ. – Оpubл. 09.09.2022. – Режим доступа: <https://www.ntv.ru/novosti/2722944/>. – Дата доступа: 20.09.2022.

кризис, вызванный эпидемией COVID-19, на состояние робототехнической отрасли в России»²⁴³. Результаты опроса показали, что «несмотря на коронакризис, в робототехнических компаниях не только сохранялся, но даже рос уровень занятости. В том числе изменилось в большую сторону медианное число сотрудников компаний – с 12 человек для 2019 г. до 13 сотрудников в 2020 и 2021 гг.»²⁴⁴ Во многом такая ситуация объясняется наличием внутреннего спроса на результаты деятельности российских робототехнических компаний. Внутренний рынок Российской Федерации, очевидно, обладает большой емкостью и пока еще очень далек от насыщения. Эксперты отмечают, что «почти весь российский сегмент робототехники – это производство на заказ»²⁴⁵. Наличие частных долгосрочных контрактов на разработку и реализацию комплексных решений по роботизации производств или логистическо-складских систем, с одной стороны, позволили многим компаниям в области робототехники выжить в условиях коронакризиса. С другой стороны, сохранение такой бизнес-модели, предполагающей работу на заказ в условиях фактического отсутствия серийного производства, одновременно выступает и фактором, сдерживающим потенциал развития и масштабирования предприятий отрасли.

НАУРР приводит интересные результаты своего исследования, касающиеся экспортной стратегии российских производителей роботов, – «большинство опрошенных (58 %), – по данным НАУРР, – не экспортируют свои решения и пока не планируют выходить на зарубежные рынки. В то же время 22 % заявили о намерении развивать это направление в 2021 году, а 20 % опрошенных уже экспортируют

²⁴³ Коронакризис 2020 года и его последствия для российских робокомпаний. Результаты опроса участников НАУРР [Электронный ресурс] // НАУРР. – Режим доступа: <https://robotunion.ru/koronakrizis-2020-goda-i-ego-posledstviya-dlya-rossijskikh-robokompanij>. – Дата доступа: 28.09.2022.

²⁴⁴ Там же.

²⁴⁵ «Все упирается в деньги»: как в России пытаются наладить производство роботов [Электронный ресурс] // НТВ. – Опубл. 09.09.2022. – Режим доступа: <https://www.ntv.ru/novosti/2722944/>. – Дата доступа: 20.09.2022.

свои товары и услуги за рубеж»²⁴⁶. Что касается привлечения инвестиций, «более половины опрошенных (62 %) не привлекали инвестиции в 2020 году. Почти четверть (24 %) опрошенных сообщили, что обращались к различным государственным мерам поддержки, 12 % рассказали, что привлекали инвестиции из частных источников»²⁴⁷. В целом для участников отрасли характерен довольно низкий уровень привлечения внешнего финансирования. Опрос НАУРР продемонстрировал, что, «несмотря на коронакризис, у большинства робокомпаний (почти 68 %) продолжала расти выручка. А также увеличивалось число сотрудников – в совокупности с 991 до 1103 человек (на 11 %)»²⁴⁸. Таких результатов отрасль смогла достигнуть благодаря высокому уровню адаптивности. В этой связи показателен пример крупнейшего производителя автономных сервисных роботов в России и Европе Promobot: «В 2020-м, когда началась пандемия, компания (Promobot. – Прим. Т. С.) перестроила бизнес и избежала кризиса, создав решения для борьбы с Covid-19: например, сделала умную стойку регистрации для бесконтактного измерения температуры»²⁴⁹. Таким образом, влияние пандемии на развитие российской индустрии робототехники было двояким – с одной стороны, «пандемия привела к общему замедлению бизнес-процессов на российских предприятиях, отложенному спросу на модернизацию производства, уменьшению объема оборотных средств у частного бизнеса»²⁵⁰,

²⁴⁶ Коронакризис 2020 года и его последствия для российских робокомпаний. Результаты опроса участников НАУРР [Электронный ресурс] // НАУРР. – Режим доступа: <https://robotunion.ru/koronakrizis-2020-goda-i-ego-posledstviya-dlya-rossijskikh-gobokompanij>. – Дата доступа: 28.09.2022.

²⁴⁷ Там же.

²⁴⁸ Там же.

²⁴⁹ Резникова, К. Робот-помощник и мультикуб: как живет российский инновационный бизнес [Электронный ресурс] / К. Резникова, А. Бойко, Л. Хомутова // РБКСтиль. – Оpubл. 14.07.2022. – Режим доступа: <https://style.rbc.ru/life/62a0a0959a79470d1b211e5f>. – Дата доступа: 16.08.2022.

²⁵⁰ Промышленные роботы в России [Электронный ресурс] // Tadviser. – Оpubл. 23.06.2022. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Промышленные_роботы_в_России#.D0.9E.D1.81.D0.BE.D0.B1.D0.B5.D0.BD.D0.BD.D0.BE.D1.81.D1.82.D0.B8_.D0.B7.D0.B0.D0.BA.D1.83.D0.BF.D0.BE.D0.BA_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.BC.D1.8B.D1.88.D0.BB.D0.B5.D0.BD.D0.BD.D1.8B.D1.85_.D1.80.D0.BE.D0.B1.D0.BE.D1.82.D0.BE.D0.B2. – Дата доступа: 15.10.2022.

а с другой – открыла новые ниши бизнеса и сформировала стимулы замены трудовых ресурсов роботами.

Антироссийские санкции 2022 г. стали новым вызовом для робототехнической отрасли России, поскольку импорт промышленного оборудования ряда стран, из которых ранее ввозились промышленные роботы (Германия, Япония, Швейцария, Южная Корея), оказался под прямым запретом. Однако полностью исключить возможность импорта в Россию промышленных роботов невозможно. Как отмечают участники рынка роботов, например, «после прекращения вендором (компанией KUKA. – *Прим. Т. С.*) поставок в Россию некоторые интеграторы самостоятельно ввозят его продукцию из "дружественных стран" (Турция, Китай. – *Прим. Т. С.*)»²⁵¹. То же самое касается и других производителей промышленных роботов – запрет прямых поставок роботов не исключает расширяющихся возможностей параллельного импорта. Некоторые трудности в связи с санкциями возникают на стадии интеграции оборудования и последующего обслуживания, которые, впрочем, решаются благодаря высокой квалификации российских инженерных кадров и традиционной находчивости в решении нестандартных сложных задач. В связи с этим в качестве важнейших задач, стоящих сегодня перед российской робототехнической отраслью, эксперты называют «формирование запасов комплектующих и запасных частей, а также обеспечение замены программных продуктов, если в продлении лицензий будет отказано. <...> здесь важна работа над формированием собственных производственных мощностей, в том числе по направлениям ремонта оборудования и обеспечения потребностей рынка в комплектующих, деталях и узлах, переход на отечественное ПО (программное обеспечение. – *Прим. Т. С.*), а также создание новых международных коопераций по созданию соответствующих компетенций»²⁵².

²⁵¹ Промышленные роботы в России [Электронный ресурс] // Tadviser. – Оpubл. 23.06.2022. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Промышленные_роботы_в_России#.D0.9E.D1.81.D0.BE.D0.B1.D0.B5.D0.BD.D0.BD.D0.BE.D1.81.D1.82.D0.B8_.D0.B7.D0.B0.D0.BA.D1.83.D0.BF.D0.BE.D0.BA_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.BC.D1.8B.D1.88.D0.BB.D0.B5.D0.BD.D0.BD.D1.8B.D1.85_.D1.80.D0.BE.D0.B1.D0.BE.D1.82.D0.BE.D0.B2. – Дата доступа: 15.10.2022.

²⁵² Там же.

Безусловно, в новых условиях часть представителей отрасли выражает опасения по поводу будущего роботизации: «С началом санкций международные партнеры закрыли взаимодействие с Promobot. Развитие внутри России тоже туманно из-за смены государственных приоритетов от инноваций к "импортонезависимости", опасается Алексей (председатель совета директоров Promobot Алексей Южаков. – *Прим. Т. С.*). Есть риски, что амбициозные задачи России по замещению ручного труда в сферах 4D (Dull, Dirty, Dangerous, Dear – рутинная, грязная, опасная и дорогая работа) уйдут на второй план»²⁵³. Однако сегодня есть веские основания полагать, что приоритет импортонезависимости не заменяет, а дополняет приоритет стимулирования развития высокотехнологичных отраслей российской экономики – традиционные меры поддержки дополняются новыми, а российская экономика в новых геополитических и экономических реалиях проявляет адаптивность и достаточно высокую устойчивость, что подтверждается макроэкономическими показателями и активным поиском правительством и министерствами эффективных решений стимулирования высокотехнологичного развития экономики. Так, по итогам заседания Совета по стратегическому развитию и национальным проектам, состоявшегося 22 августа 2023 г. Правительству Российской Федерации в срок до 1 марта 2024 г. было поручено «принять решения, направленные на установление обязательных требований по повышению уровня роботизации в государственных корпорациях, компаниях с государственным участием и в их аффилированных организациях, обратив особое внимание на обеспечение такого повышения при реализации данными юридическими лицами инвестиционных проектов по расширению и модернизации производственных мощностей, а также по созданию новых рабочих мест»²⁵⁴.

²⁵³ Резникова, К. Робот-помощник и мультикуб: как живет российский инновационный бизнес [Электронный ресурс] / К. Резникова, А. Бойко, Л. Хомутова // РБКСтиль. – Оpubл. 14.07.2022. – Режим доступа: <https://style.rbc.ru/life/62a0a0959a79470d1b211e5f>. – Дата доступа: 16.08.2022.

²⁵⁴ Перечень поручений по итогам заседания Совета по стратегическому развитию и национальным проектам [Электронный ресурс] // Президент России. – Оpubл. 08.10.2023. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/72467>. – Дата доступа: 25.10.2023.

Индустрия робототехники России представлена производителями промышленных и сервисных роботов, поставщиками программного и аппаратного обеспечения, компонентов, а также компаниями-интеграторами, адаптирующими роботов, главным образом, зарубежного производства, к потребностям конкретного предприятия. Основными поставщиками промышленных роботов в России выступали крупнейшие мировые производители – KUKA, FANUC и ABB. По данным НАУРР, в 2019 г. из 958 проданных в России роботов только 4,8 % были отечественного производства²⁵⁵. В последние годы внутреннее производство робототехники прирастает опережающими темпами – «в 2022 году прирост внутреннего производства робототехники в стране Минпромторг России оценил в 30 процентов»²⁵⁶. Среди российских производителей роботов можно выделить такие компании как Эйдос-Робототехника, ЭкзоАтлет, ALFA Robotics, Agipix Robotics, Роботех, Рекорд-Инжиниринг, Норма-ИС, Битроботикс, Невлабс, АРКОДИМ-Пр, Андроидная Техника, Ronavi, АвангардПласт, АСГАРД, Завод роботов и др.

Российские предприятия в сфере робототехники вовлечены в роботизацию горной добычи (проект по созданию роботизированного бурового комплекса при участии «Газпром нефть», «Газпром бурение», «Уралмаш НГО Холдинг», Yandex Cloud и ООО «Битроботикс»); проект НЦ «Цифровые технологии» Кузбасского государственного технического университета по беспилотному управлению карьерными самосвалами в рамках проекта «Разработка и создание высокотехнологичного производства автономных тяжелых платформ для безлюдной добычи полезных ископаемых в системе "Умный карьер"» в контексте комплексной научно-технической программы «Чистый уголь – зеленый Кузбасс»; проект белорусского БелАЗа и российской «Цифра роботикс» по созданию роботизированной системы грузоперевозок и др.); логисти-

²⁵⁵ Национальная ассоциация участников рынка робототехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotunion.ru/association/about>. – Дата доступа: 15.06.2022.

²⁵⁶ Ильина, В. Путин поручил повысить уровень роботизации в госкорпорациях [Электронный ресурс] / В. Ильина // Российская газета. – Оpubл. 09.10.2023. – Режим доступа: <https://rg.ru/2023/10/09/putin-poruchil-povysit-uroven-robotizacii-v-goskorporacii.html>. – Дата доступа: 25.10.2023.

ческо-складских систем (шаттловая система хранения от Центра робототехники Сбера SberShuttle; складские роботы стартапа Astabot; автоматизированная логистическая система INTEC группы компаний ИНТЭК; пилотный проект роботизации склада Faberlic компаниями Ronavi Robotics и RMS, входящих в группу компаний «Техно-Спарк» инвестиционной сети Фонда инфраструктурных и образовательных программ РОСНАНО Группы ВЭБ.РФ); литейного и металлургического производства (опыт роботизации компании Северсталь); автомобилестроения (опыт роботизации компаний КАМАЗ, АвтоВАЗ); пищевой промышленности (опыт роботизации компаний «Эконива», «Ролтон», «Danon») и др.; в производство коллаборативной робототехники (НПО «Андроидная техника» создало кобота CR5) и наземных беспилотных транспортных средств (роботакси и робокурьеры от Яндекса).

К сильным сторонам российской робототехнической отрасли эксперты Лаборатории робототехники Сбербанка относят такие как «отечественная инженерная школа: конструирование и программирование», «умение решать сложные и уникальные технические задачи», «технократическое население», «роботы помощники, а не конкуренты»²⁵⁷. Кроме того, российская структурная политика, понимаемая нами как система «мер, направленных на формирование таких межотраслевых, внутриотраслевых и региональных пропорций, которые позволяют обеспечить сбалансированное развитие экономики, повышение ее конкурентоспособности на основе использования достижений научно-технической революции с целью содействия успешной реализации проводимой государством социально-экономической политики»²⁵⁸, ориентирована на укрепление промышленного сектора, что позволяет говорить о высоком потенциале роста внутреннего рынка робототехнической отрасли, а низкий уровень роботизации промышленных предприятий – о наличии значительных резервов для внедрения робототехники. Ограничение деятельности зарубежных производителей промышленных роботов на

²⁵⁷ Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019 / А. Ефимов [и др.] ; Сбербанк. Sberbank Robotics Laboratory, 2019. – 272 с. – С. 141.

²⁵⁸ Солодовников, С. Ю. Современная структурная политика и кризис нанопромышленности / С. Ю. Солодовников // Право. Экономика. Психология. – 2017. – № 3 (8). – С. 42–48. – С. 44.

территории Российской Федерации будет выступать в качестве фактора развития отечественных производителей в случае, если удастся эффективно сосуществовать, основываясь на комбинировании конкуренции и сотрудничества, с китайскими производителями, готовыми занять освободившиеся ниши на российском рынке.

Участники рынка робототехники говорят о проблемах, без преодоления которых невозможно полностью локализовать в России производство и внедрение роботов. «Дело в том, что никто не хочет вкладывать деньги в разработку, все хотят уже получить готовый образец»²⁵⁹, – отмечает главный конструктор Специального конструкторско-технологического бюро прикладной робототехники А. Батанов. Недостаточное развитие российского машиностроения выделяется А. В. Акимовым как фактор, препятствующий роботизации экономики. «В работе Акимова А. В.²⁶⁰ <...> показаны проблемы роботизации в России. В качестве главных причин отставания России по уровню роботизации автор (А. В. Акимов. – *Прим. Т. С.*) назвал слабое развитие российского машиностроения по сравнению с мировым уровнем и введение экономических санкций стран Запада против России»²⁶¹. Эксперты Лаборатории робототехники Сбербанка к слабым сторонам российской робототехнической отрасли относят такие как: «низкая скорость и высокая стоимость прототипирования», «дефицит мощностей отечественного передового производства», «недостаток молодых квалифицированных преподавательских кадров и устаревание образовательных программ вузов», «низкая культура промышленного дизайна», «миграционная политика и низкая соцзащита трудящихся», «слабое проникновение лучших мировых практик роботизации в народное хозяйство»²⁶². Еще одним фактором, сдерживающим роботизацию экономики России, являются

²⁵⁹ «Все упирается в деньги»: как в России пытаются наладить производство роботов [Электронный ресурс] // НТВ. – Опул. 09.09.2022. – Режим доступа: <https://www.ntv.ru/novosti/2722944/>. – Дата доступа: 20.09.2022.

²⁶⁰ Акимов, А. В. Робототехника: состояние и перспективы развития в мире и России / А. В. Акимов // Поиск. Альтернативы. Выбор. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 114–125.

²⁶¹ Варшавский, А. Е. Мировые тенденции и направления развития промышленных роботов / А. Е. Варшавский, В. В. Дубинина // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2020. – Т. 11, № 3. – С. 294–319. – С. 296.

²⁶² Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019 / А. Ефимов [и др.] ; Сбербанк. Sberbank Robotics Laboratory, 2019. – 272 с. – С. 141.

относительно низкие затраты на трудовые ресурсы по сравнению с затратами на приобретение, внедрение и эксплуатацию роботов. Генеральный директор ООО «Аркодим» А. Барахтин убежден: «Робот должен стоить дешево, чтобы он имел окупаемость в 2–3 года. А чтобы робот стоил дешево, нужны дешевые кредиты, субсидирование»²⁶³. В результате преимущества традиционно сильных российских инженерных научных школ и мотивации к научно-техническому творчеству, подкрепляемые государственной поддержкой НИОКР, сдерживаются на этапе трансфера инноваций в производство – государственная поддержка модернизации промышленности оказывается недостаточной. По мнению экспертов на этот счет, «получается парадокс: компаний-разработчиков и интеграторов в стране – около 500, это очень много, при этом на 400 роботов в мире приходится лишь один в России»²⁶⁴. Трудности, связанные с внедрением комплексных роботизированных решений при проведении модернизации, анализируются не только в экспертной, но и в научной среде: «Устаревший технологический цикл подавляющего большинства отечественных предприятий не позволяет встраивать роботы в технологическую цепочку без серьезных затрат на ее модернизацию, – подчеркивают российские ученые. – Зачастую проще приобрести новое готовое комплексное решение, чем модернизировать имеющееся, но это <...> чрезвычайно дорого. Эта проблема могла бы быть решена низкими ставками по кредитам и широкой доступностью венчурных инвестиций, однако на деле Россия не проводит активную налоговую политику, направленную на стимулирование развития робототехники. Медленно развиваются технологии, и еще медленнее происходит их коммерциализация. Остро стоит и кадровая проблема: наблюдается нехватка высококвалифицированных робототехников»²⁶⁵.

А. В. Бабкин, Д. Д. Буркальцева, Ш. Б. Хамбазаров и А. С. Тюлин в качестве ключевых проблем развития робототехники в Российской

²⁶³ «Все упирается в деньги»: как в России пытаются наладить производство роботов [Электронный ресурс] // НТВ. – Оpubл. 09.09.2022. – Режим доступа: <https://www.ntv.ru/novosti/2722944/>. – Дата доступа: 20.09.2022.

²⁶⁴ Там же.

²⁶⁵ Лопота, А. В. Программы развития робототехники / А. В. Лопота, Б. А. Спаский // Робототехника и техническая кибернетика. – 2021. – № 9 (1). – С. 5–16. – С. 12. <https://doi.org/10.31776/RTCJ.9101>

Федерации выделяют такие как: «проблема развития науки», «дефицит финансирования области», «недостаток собственных технологий производства», «отсутствие целостной политики и системной поддержки», «отсутствие глобальных конкурентоспособных отечественных игроков на мировом уровне», «разрыв между имеющимся потенциалом и коммерциализацией (отечественное производство не покрывает потребности большого потенциала российского рынка робототехники)», «высокая вероятность оттока кадров в страны с более развитым рынком робототехники из-за невозможности реализовать свой потенциал внутри страны», «отсутствие специализированной инновационной инфраструктуры затрудняет запуск новых проектов в области робототехники»²⁶⁶. По мнению И. В. Гурлева, «основными препятствиями в использовании роботов являются <...> низкая заработная плата рабочих и высокая стоимость роботов, компьютеров и программного обеспечения, особенно иностранного производства, что делает нерентабельной их закупку. Кроме того, внедрение роботов требует перестройки технологических процессов производства и переобучения персонала, что требует значительных материальных вложений и временной остановки производства, на что не идут многие владельцы и руководители предприятий. <...> также <...> низкая степень импортозамещения комплектующих элементов в электронной начинке компьютеров»²⁶⁷. Проблемы и риски, связанные с трудовыми ресурсами, называются экспертами в числе первоочередных, в то время как учеными неоднократно подчеркивалась необходимость в условиях цифровизации достижения того, чтобы «развитие человеческого капитала стало приоритетным направлений, а важнейшей стратегической задачей белорусского общества стало обеспечение высококачественного уровня челове-

²⁶⁶ Анализ рынка робототехники в России: проблемы и перспективы развития в условиях цифровизации / А. В. Бабкин [и др.] // Экономика и управление. – 2019. – № 8 (166). – С. 34–44. – С. 40–41. <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2019-8-34-44>

²⁶⁷ Гурлев, И. В. Цифровизация экономики России и проблемы роботизации [Электронный ресурс] / И. В. Гурлев // Вестник Евразийской науки. – 2020. – Т. 12, № 4. – С. 7–8. – Режим доступа: <https://esj.today/PDF/08ECVN420.pdf>. – Дата доступа: 25.09.2022.

ского капитала как на макро-, так и на микроуровне хозяйствования»²⁶⁸. Сказанное совершенно справедливо можно отнести и к приоритетам развития российского общества в условиях роботизации экономики.

Таким образом, Российская Федерация обладает большим внутренним потенциалом развития робототехнической отрасли и роботизации экономики. В стране наблюдается рост емкости рынка робототехники, что обуславливает необходимость разработки мер его стимулирования и регулирования. Участники рынка робототехники и эксперты по-прежнему в качестве важнейшей проблемы, препятствующей роботизации экономики Российской Федерации, называют недостаток денежных средств на разработку роботов, масштабирование и выход на серийное производства, и, наконец, модернизацию предприятий – потребителей роботов. Развитию роботизации экономики Российской Федерации способствовала бы системная поддержка всей цепочки – от разработки роботов до их внедрения и эксплуатации на промышленных предприятиях.

²⁶⁸ Богатырева, В. В. Перспективы и риски, связанные с появлением новых форм человеческого капитала и мотивации труда в условиях развития цифровой экономики в Республике Беларусь / В. В. Богатырева, М. Ю. Бобрик, Ю. Ш. Салахова // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 15. – С. 7–14. – С. 11–12. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-7-14>

ГЛАВА 3. ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СТИМУЛИРОВАНИЯ РОБОТИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

3.1. Исторический опыт общественно-экономических трансформаций в результате технологизации: луддизм и неолуддизм

Роботизация экономики и промышленности в частности в различных странах не может проистекать по схожим траекториям – ее вектор определяет специфика тех или иных экономических систем, конкретно исторических, цивилизационных, политико-экономических, институциональных, технологических, геоэкономических и иных условий. Система стимулирования роботизации промышленности, включая соответствующие институты, формируется под влиянием достигнутого в конкретной экономической системе консенсуса политико-экономических интересов социально-классовых групп и доминирования тех или иных из них, до известной степени воздействующих и на факторы и проявления законов роботизации экономики. Такое умозаключение обусловлено тем, что радикальная трансформация отношений труда и капитала, в том числе порождаемая роботизацией, сопровождается столкновением разнонаправленных политико-экономических интересов социальных субъектов.

Достаточно вспомнить движение луддитов, охватившее Англию второй половины XVIII в. – первой четверти XIX в. и представляющее интерес «как эпизод из эпохи кардинальных изменений общественных отношений»²⁶⁹. В процессе перехода от простого мелкотоварного производства, базирующегося на ручном труде работников мануфактур или квалифицированных самозанятых, к фабричному производству с его машинами и наемным трудом большое количество людей теряло источники к существованию, будучи не в силах конкурировать с машинным трудом. Это привело к масштабным протестам против формирования новой, социально несправедливой си-

²⁶⁹ Подольский, В. А. Анализ различий между традиционализмом и консерватизмом на примере луддитского движения / В. А. Подольский // Социум и власть. – 2018. – № 4 (72). – С. 28–40. – С. 31.

стемы общественных отношений, сопровождаемого усилением концентрации капитала в руках малочисленной группы людей, интересы которых начинали доминировать в английском обществе того времени. Для поддержания механизмов реализации этих интересов английская правовая система предусматривала жесткие санкции против участников движения луддитов – от трудовых ссылок в Австралию вплоть до смертной казни за разрушение машин. Для подавления восстаний луддитов массово использовались военные²⁷⁰. Движение луддитов, безусловно, не являло собой образец панического страха работников перед техникой и прогрессом, а было выражением противоречия межклассовых интересов и перераспределения прав. Машины уничтожались луддитами как символы угрозы не просто безработицы, но и полного их разорения и последующей голодной смерти самих потенциальных безработных и членов их семей. В результате социально-классовая структура английского общества переживала радикальную трансформацию – капиталисты еще в большей степени вытесняли землевладельцев с точки зрения места в иерархии объемно-правовых отношений. Ремесленники стремительно превращались в деклассированные группы: утрачивая владение средствами производства, они теряли устоявшееся место в отношениях собственности и в системе трудовых отношений. Впоследствии из этих деклассированных групп начал формироваться класс наемных рабочих, обладающих кардинально иным экономическим, профессиональным и политическим положением в социальной структуре общества.

Впоследствии луддизм как явление начал трактоваться достаточно широко, не ограничиваясь узко историческим событийным рядом. Однако, несмотря на то, что луддизм как феномен представлял собой, прежде всего, форму выражения общественной реакции на социально-экономические изменения в результате механизации производства, технико-технологическая коннотация этого понятия сохраняется и по сей день. Своеобразный ренессанс исследовательского интереса к данной тематике²⁷¹ произошел в результате приближения

²⁷⁰ Diederich, J. The Psychology of Artificial Superintelligence / J. Diederich. – Springer, 2021. – 147 p. – P. 74. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71842-8>

²⁷¹ Klein, L. Luddism for the twenty-first century / L. Klein // International Journal of Human-Computer Studies. – 2001. – № 55 (4). – Pp. 727–737.

к тем социально-экономическим трансформациям общественного устройства, риск которых заложен в роботизации промышленности – массовое высвобождение труда.

Сегодня в связи с интенсивной роботизацией экономики и прогрессом в научном осмыслении этих процессов, в т. ч. связанных с рисками масштабной технологической безработицы, даже в научной литературе все чаще звучат идеи неолуддизма как попытка описать реакцию части общества на технологические изменения. Технологизация всех сфер жизнедеятельности человека, переход от общества, где компьютер являлся помощником человека, к системе, где человек становится придатком цифрового устройства, актором цифрового мира, – это один из аспектов изменений общественной жизни. «Сам капитализм трансформируется, принимает новые черты: его называют "подглядывающим капитализмом", "капитализмом всеобщей слежки", "цифровым концлагерем", "финансово-цифровым капитализмом" и т. п. Таким "всевидящим", "большим братом" капитализм стал потому, что это позволяют глобальный капитал и новые цифровые технологии»²⁷², – справедливо подчеркивает Т. Н. Юдина. Вместе с тем компьютеризация, автоматизация и роботизация меняют и самого человека. П. Д. Тищенко выделяет «две мощные тенденции новоевропейской культуры. Машины как доминирующие средства производства очеловечиваются и становятся все более антропоморфными. В свою очередь, человек все более машинизируется в своем человеческом существе»²⁷³. Еще один аспект изменений общественной жизни под влиянием развития технологий связан с трансформацией трудовых отношений и ее социально-экономическими последствиями, среди которых наблюдается рост технологической безработицы, прекаризация труда, увеличение социально-экономической

<https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0487>; Randall, A. The "lessons" of Luddism / A. Randall // Endeavour. – 1998. – № 22 (4). – Pp. 152–155.
[https://doi.org/10.1016/s0160-9327\(98\)01145-4](https://doi.org/10.1016/s0160-9327(98)01145-4)

²⁷² Юдина, Т. Н. От экономического к технологическому, информационно-цифровому детерминизму и «технологической предопределенности» / Т. Н. Юдина // Теоретическая экономика. – 2021. – № 2. – С. 29–33. – С. 30.

²⁷³ Тищенко, П. Д. Россия 2045: котлован для аватара (размышления в связи с книгой «Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция») / П. Д. Тищенко // Вопросы философии. – 2014. – № 8. – С. 181–186. – С. 181.

дифференциации населения, рост концентрации капитала и т. д. Эти характеристики современного общества свидетельствуют о неизбежном обострении противоречий политико-экономических интересов наемных работников, собственников капитала, топ-менеджеров крупных корпораций и других социальных субъектов современной экономической системы.

Однако лишь в немногих исследованиях неолуддизм рассматривается сквозь призму противоречий интересов социально-классовых групп и не сводится к таким его проявлениям как отказ некоторых сообществ и отдельных индивидов от технологических новинок как от чего-то небезопасного, влекущего за собой негативные последствия для общества в целом, отдельных индивидов или групп лиц. Неолуддизм может восприниматься как «общественное движение»²⁷⁴. По мнению А. Г. Горбачевой, «к "неолуддитам" можно отнести активистов движения "Greenpeace", технофобов, политиков-карьеристов, спекулирующих на человеческих страхах перед антиутопическим техногенным будущим, обычных людей, стремящихся оградить детей от злоупотребления компьютером и сетью Интернет»²⁷⁵. В. А. Емелин определяет неолуддизм не как «целостную доктрину», а как «разрозненный спектр политических движений (например, анархо-примитивисты или зеленые), а также индивидуалов, пытающихся оградить себя и своих детей от воздействия Интернета, телевидения, смартфонов и других небезопасных с их точки зрения технологических новинок»²⁷⁶. Стоит подчеркнуть, что и само движение луддитов не представляло собой «целостную доктрину», а было лишь формой выражения социального протеста определенных групп

²⁷⁴ Горбатенко, Д. Н. Неолуддизм: навязываемый образ жизни или необходимость в современных реалиях / Д. Н. Горбатенко, Д. Д. Сопощко // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. – 2020. – Т. 10, № 4 (32). – С. 98–105.

²⁷⁵ Горбачева, А. Г. О социально-экономических последствиях внедрения конвергирующих технологий в жизнь человека / А. Г. Горбачева // Человек.RU. – 2016. – № 11. – С. 96–105. – С. 99.

²⁷⁶ Емелин, В. А. От неолуддизма к трансгуманизму: сингулярность и вертикальный прогресс или утрата идентичности? / В. А. Емелин // Философия науки и техники. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 103–115. – С. 105. <https://doi.org/10.21146/2413-9084-2018-23-1-103-115>

населения, интересы которых перестали учитываться, порой приобретающего радикальные очертания. Ведь до распространения фабричного машинного производства в Англии права ткачей были законодательно защищены: с 1563 г. количество мастеров и их учеников было строго ограничено, что позволяло сохранять относительно высокий социальный и экономический статус ткачей. Поэтому не страх перед машинами как таковыми и не отрицание технического прогресса толкало луддитов на активное противостояние новому порядку, а ущемление их экономических интересов в пользу крупных собственников капитала для технического и промышленного развития страны.

В отличие от оснований движения луддитов, причины и особенности неолуддизма, по мнению многих современных исследователей, более разрознены и не столь однозначны (хотя на это суждение в определенной мере влияет проблема аберрации дальности при исследованиях сложных социально-экономических явлений в исторической перспективе). «И все же, – пишет В. А. Емелин, – в большей степени в основе современного неолуддизма лежат алармистские футурологические прогнозы, почерпнутые из фантастических романов и кинофильмов и связанные с угрозой покорения человека роботами»²⁷⁷. С этим утверждением можно согласиться, однако лишь частично. Было бы неверным утверждать, что неолуддизм, хотя частично и подпитываемый страхом перед слишком технологическим будущим, не имеет под собой политико-экономических оснований. Н. В. Дулатова рассматривает неолуддизм как проявление борьбы с технологиями на уровне изменения структуры частного потребления: «Сегодня отрицание или самостоятельное добровольное ограничение современных технологий может выражаться в отсутствии у человека гаджета или телефонных приложений. Такие люди называют себя "неолуддитами" или "цифровыми анархистами (нигилистами)". Они проявляют критичность по отношению к

²⁷⁷ Емелин, В. А. От неолуддизма к трансгуманизму: сингулярность и вертикальный прогресс или утрата идентичности? / В. А. Емелин // *Философия науки и техники*. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 103–115. – С. 105. <https://doi.org/10.21146/2413-9084-2018-23-1-103-115>

научно-техническому прогрессу, в частности, в области компьютерных технологий»²⁷⁸. Распространен взгляд на неолуддизм как на движение, прежде всего, против уничтожения природы как последствия распространения новых технологий²⁷⁹. Гораздо шире неолуддизм представляют себе М. Кришук и М. Венцель, выделившие его четыре направления: во-первых, экономические неолуддиты (поддерживают реаграризацию и деиндустриализацию для предотвращения безработицы и социального упадка, возврат к социальной рыночной экономике с сильным вмешательством государства); во-вторых, романтико-пасторальные неолуддиты (выступают за экологию, вегетарианство, природный эскапизм); в-третьих, духовно-идеологические неолуддиты (разделяют скептицизм в отношении господствующей науки, технологий и социального прогресса); и, наконец, в-четвертых, анархические неолуддиты (разделяют радикальный, иногда насильственный отказ от современного порядка использования инструментов, предлагаемых техносферой)²⁸⁰. Заслугой М. Кришука и М. Венцеля является то, что они представили достаточно обоснованную классификацию современных общественных течений, которые, по мнению названных авторов, можно отнести к неолуддизму.

Вместе с тем слишком широкий взгляд на неолуддизм не позволил увидеть общность интересов его представителей и политико-экономических оснований его возникновения. В большинстве публикаций на тематику неолуддизма превалирует не исследование противоречия и общности экономических интересов отдельных социально-классовых групп, а описательное исследование идей индивидов или их групп, критикующих отдельные проявления и последствия научно-технического прогресса в различных сферах жизнедеятельности человека. Истоком этой критики, по мнению многих исследо-

²⁷⁸ Дулатова, Н. В. Неолуддизм: историко-правовое размышление / Н. В. Дулатова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 56–60. – С. 37. <https://doi.org/10.14529/law220109>

²⁷⁹ George, A. Luddite and proud: the spirit of the 19th-century textile worker lives on, if vainly / A. George // *New Scientist*. – 2011. – № 212 (2844). – Pp. 40–41. – P. 40. [https://doi.org/10.1016/s0262-4079\(11\)63152-7](https://doi.org/10.1016/s0262-4079(11)63152-7)

²⁸⁰ Kryszczuk, M. D. Neo-Luddism: Contemporary work and beyond / M. D. Kryszczuk, M. Wenzel // *Przegląd Socjologiczny*. – 2017. – Vol. LXVI, Iss. 4. – Pp. 45–65. – P. 45, 61. <https://doi.org/10.26485/PS/2017/66.4/3>

вателей, служат беспокойство и страх либо перед новыми технологиями: «Опорной идеей "неолуддизма" являются опасения (возможно, не всегда искренние), что, как в фантастических рассказах, в будущем машины захватят власть над людьми и миром в целом»²⁸¹, либо перед теми социальными изменениями, которые наступят в результате НТП: «Постоянное беспокойство по поводу новых технологий заключается в том, что они создадут более неравный мир, снизят заработную плату и увеличат разрыв между имущими и неимущими. Эти опасения приобрели паническую актуальность с быстрым внедрением робототехники и искусственного интеллекта»²⁸². Но даже второй подход не отражает полную картину персонификации социальных изменений, сопровождающих НТП, а значит, истинные политико-экономические противоречия интересов, возникающих при этом, игнорируются.

Тем не менее попытки навесить ярлык реакционеров на категории людей, кого сегодня причисляют к неолуддитам, не охватывают весь спектр исследований на данную тематику. Как верно подчеркивают австралийские ученые, «присвоение технологии значит больше, чем характеристики технологии <...>. Мы используем, внедряем и адаптируем технологию определенным образом для достижения определенных целей, которые находятся в пределах социально предопределенных возможностей и вероятностей <...>. Разоблачение отношений, предложенное Марксом, есть обличение борьбы за власть в отношении того, как технология присваивается и чьи интересы при этом преобладают»²⁸³. Дж. Дидерих рассматривает концепцию неолуддизма на примере отношения общества к развитию искусственного интеллекта: «По-видимому, в западном обществе происходят

²⁸¹ Горбачева, А. Г. О социально-экономических последствиях внедрения конвергирующих технологий в жизнь человека / А. Г. Горбачева // Человек.RU. – 2016. – № 11. – С. 96–105. – С. 99.

²⁸² Дулатова, Н. В. Неолуддизм: историко-правовое размышление / Н. В. Дулатова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 56–60. – С. 58. <https://doi.org/10.14529/law220109>

²⁸³ Coulthard, D. Technophilia, neo-Luddism, eDependency and the judgement of Thamus / D. Coulthard, S. Keller // Journal of Information, Communication and Ethics in Society. – 2012. – Vol. 10, Iss 4. – Pp. 262–272. – Pp. 266–267. <http://dx.doi.org/10.1108/14779961211285881>

два процесса, которые в настоящее время находятся на пути столкновения. С одной стороны, существует тенденция вернуться к более простому образу жизни по духовным или экологическим причинам или из-за опасений по поводу постоянно растущей роли технологий. С другой стороны, правительства и частные организации инвестируют миллиарды долларов в развитие искусственного интеллекта, включая военные приложения»²⁸⁴. В данных работах в первом приближении рассматривается противоречие, возникающее между обществом в целом (при сохранении низкого уровня агрегированности социальных субъектов) – с одной стороны – и частным бизнесом и государством, представляющим его интересы, – с другой.

Сквозь призму социально-классовых интересов рассматривает противоречия современного общества А. В. Бузгалин. В статье «Желтые жилеты: новые луддиты или вызов будущего? (краткие заметки о социально-экономических причинах и требованиях движения)» на примере французского движения желтых жилетов названный ученый показывает социально-экономические предпосылки «протеста против неолиберального капитализма»²⁸⁵, раскрывая «во-первых, причины возникновения движения (желтых жилетов. – Прим. Т. С.), среди которых выделяет (А. В. Бузгалин. – Прим. Т. С.), прежде всего, десоциализацию капитализма, нарастание не только социального неравенства, но и остальных форм отчуждения; во-вторых, его социально-классовые основы (в частности, формирование такого прото-класса, как прекариат); в-третьих, основные противоречия движения»²⁸⁶. Движение желтых жилетов, которое, помимо Франции, распространилось и на территории других стран, по существу стало протестом против социальной несправедливости, распада и обнищания европейского среднего класса, усиливающейся дифференциации между богатыми и бедными слоями населения, укоренения системы преимущественной реализации интересов имущих классов, веками оправдываемой англосаксонской либерально-рыночной

²⁸⁴ Diederich, J. The Psychology of Artificial Superintelligence / J. Diederich. – Springer, 2021. – 147 p. – P. 92. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71842-8>

²⁸⁵ Бузгалин, А. В. Желтые жилеты: новые луддиты или вызов будущего? (краткие заметки о социально-экономических причинах и требованиях движения) / А. В. Бузгалин // Альтернативы. – 2019. – № 1. – С. 43–47. – С. 45.

²⁸⁶ Там же. – С. 43.

идеологией. «...Новый европейский обыватель, вооруженный идеями протестантского фундаментализма и "общечеловеческими" ценностями, не заметил, что социальные лифты в ЕС давно перестали работать, а децильные коэффициенты достигли заоблачных высот <...> Золотой век в Западной Европе закончился, закончился в ней и период латентных экономических конфликтов. Общественные науки и, в том числе, теоретическая экономика, занятые выполнением социального заказа высших социальных классов (всеми способами поддерживать и совершенствовать либерально-рыночную идеологию, основанную на идеях протестантского фундаментализма), не заметили радикальных политико-экономических изменений – возникновение и быстрое развитие экономики рисков»²⁸⁷. Несмотря на определенное снижение латентности классовой борьбы в Европе, серьезных результатов движению желтых жилетов добиться так и не удалось. К тому же, масштабные ограничения по перемещению людей, введенные правительствами большинства стран Европы в связи с пандемией, пришлись «как нельзя кстати».

В качестве еще одного примера современного неолуддизма можно назвать протесты таксистов против перехода системы услуг такси к цифровым платформам, принадлежащим международным корпорациям. В результате распространения он-лайн приложений для вызова такси и новых методов ценообразования многие локальные таксопарки по всему миру разорились. Доходы от данной деятельности начали перераспределяться в пользу международных корпораций, работники служб такси подверглись резкому сокращению доходов, у многих из них критически снизилась конкурентоспособность в новых условиях, что вынудило их покинуть профессию. В ряде стран деятельность такси традиционно лицензировалась, что позволяло защищать права добросовестных участников рынка и сдерживать объем предложения. Приход Uber с его механизмами обхода законодательства (например, запуск так называемых «сервисов совместного использования»), что позволяло уйти от необходимости иметь лицензию и страховку водителя такси; оплата не услуг такси, а расходов на перевозку и т. д.) повлек протесты таксистов в ряде

²⁸⁷ Солодовников, С. Ю. Экономика рисков / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 8. – С. 16–55. – С. 46. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-8-16-55>

стран – Италии, Бельгии, Франции, Швейцарии, Испании, Нидерландах, Чехии, Греции, Великобритании и мн. др. В некоторых странах протестующим удалось добиться прекращения или ограничений работы Uber: в ряде европейских стран была прекращена или ограничена деятельность отдельных сервисов Uber, а в 2018 г. президент Турции объявил о прекращении работы цифровой платформы Uber для поддержки местных участников рынка. Однако социальное напряжение сохраняется – после опубликованных в июле 2022 г. результатов расследования, раскрывающего факты лоббизма и коррупции между цифровой платформой Uber и известными европейскими политиками, новый виток протестов таксистов охватил Европу (Францию, Италию, Бельгию и другие страны).

Протесты таксистов против цифровых платформ имеют более четкий социально-классовый каркас, чем протесты желтых жилетов, поскольку участники объединены схожим местом в социально-классовой структуре общества, в отличие от желтых жилетов, объединивших разные группы людей, у которых, как пишет А. В. Бузгалин, «разные профессии, разный возраст, но есть одна общая черта: в богатой Франции, которую еще недавно называли "государством всеобщего благосостояния", формируется класс новых бедных. Он многообразен, но состоит по преимуществу из людей с достаточно высоким уровнем квалификации»²⁸⁸. В этом смысле участникам движения желтых жилетов сложнее согласовать свои экономические интересы, найти в них общность, на которой может базироваться классовая стратегия. Не последнюю роль здесь играют и действия европейских элит по социальной атомизации и размыванию классовой общности – сегодня социальная реальность оказывается сведена «к формальным характеристикам потребления»²⁸⁹, – пишет Ж. Бодрийяр. И далее: «На самом деле вся эта ложная динамика (потребления. – Прим. Т. С.) проникнута инертностью социальной системы, неизменной в том, что касается разделения реальной власти»²⁹⁰. Протесты же

²⁸⁸ Бузгалин, А. В. Желтые жилеты: новые луддиты или вызов будущего? (краткие заметки о социально-экономических причинах и требованиях движения) / А. В. Бузгалин // Альтернативы. – 2019. – № 1. – С. 43–47. – С. 44.

²⁸⁹ Бодрийяр, Ж. К критике политической экономии знака / Ж. Бодрийяр ; пер. с фр. Д. Кралечкин. – М. : Академический Проспект, 2007. – 335 с. – С. 61.

²⁹⁰ Там же. – С. 63.

таксистов имели более узкие и конкретные требования, в основе которых лежала реакция на понижение их объемно-правового и имущественного статусов, прекаризацию их занятости со всеми вытекающими последствиями (нестабильность и неустойчивость занятости; отсутствие социальных гарантий в виде оплачиваемого отпуска, поддержки при рождении детей, болезнях; отсутствие возможностей профессиональной карьеры; временный или эпизодический характер труда; нестабильные или скрытые формы оплаты труда и т. д.²⁹¹), поэтому частично увенчались успехом там, где напрямую не затрагивали интересы правящих элит. Реакции же со стороны правительств ЕС на опубликованные в июле 2022 г. данные о лоббизме и коррупции европейских политиков и последующие протесты фактически так и не последовало.

Технологизация производства – это процесс, проистекающий в конкретно исторических формах, но характерный для всех этапов развития промышленности. На определенных этапах развития общества, связанных с ростом технологической безработицы в результате массового внедрения революционных технико-технологических решений (паровые машины, конвейер, роботы и т. д.), усиливается общественная реакция на процесс перераспределения общественного дохода. Например, в 1902 г. французским депутатом-социалистом Ж. Кутаном на рассмотрение в парламент был внесен законопроект, согласно которому предлагалось «учредить национальную кассу страхования на случай безработицы и для получения средств на это страхование обложить каждую паровую силу 5 франк. в год (налогом. – *Прим. Т. С.*)»²⁹². Логика введения налога на паровую силу состояла в том, что по мере распространения паровых машин в производстве технологическая безработица возрастала, а уволенный рабочий никак не был социально защищен. При подготовке данного законопроекта Ж. Кутан исходил из того, что «с развитием употреб-

²⁹¹ Тощенко, Ж. Т. Новое социально-экономическое явление: прекариат / Ж. Т. Тощенко // Ноономика и ноообщество. Альманах трудов ИНИР им. С. Ю. Витте. – 2022. – Т. 1, № 1. – С. 146–161. – С. 152–155. <https://doi.org/10.37930/2782-618X-2022-1-1-146-161>.

²⁹² Сувилов, Н. И. Безработица и страхование от ее последствий в Западной Европе / Н. И. Сувилов. – СПб. : тип. т-ва «Обществ. польза», 1907. – 212 с. – С. 156.

ления машин непрерывно растет безработицы; справедливость требует обложить машину в пользу безработного <...> При капиталистическом режиме <...> последствием этого необычайного роста употребления машин является тот факт, что экономическое могущество все в большей и большей степени переходит к ограниченному числу предпринимателей, а простому рабочему <...> делается все менее и менее возможным стать самостоятельным, независимым, приобрести собственность; ему остается только безработица»²⁹³. По существу речь шла о новых механизмах перераспределения общественного дохода, основанных на принципах социальной справедливости. Однако «вследствие финансовых соображений»²⁹⁴ законопроект так и не был принят. Предложенный Ж. Кутаном «налог на паровые машины» в случае его введения снижал бы экономическую эффективность механизации производства, что сдерживало бы научно-технический прогресс. Но главное, это противоречило бы экономическим интересам предпринимателей, которым пришлось бы уплачивать дополнительный налог, перераспределяемый впоследствии в пользу формирующегося рабочего класса.

Схожие идеи – идеи обложения налогом роботов – повсеместно звучат и сегодня из уст авторитетных ученых-экономистов²⁹⁵ как инструмент сохранения занятости или восстановления социальной справедливости в условиях развитого капитализма. Кардинальные изменения в характере труда, на которые указывают многие представители обществоведческих наук, происходящие в результате цифровизации экономики и роботизации промышленности и связанные с увеличением доли творческого и интеллектуального содержания труда, неизбежно будут сопровождаться формированием оппортунистического поведения у части населения и появлением деклассифицированных социальных групп. Попытки построения рентного общества, основанного на введении института безусловного базового дохода, вероятно, лишь усилят названные риски.

²⁹³ Сувилов, Н. И. Безработица и страхование от ее последствий в Западной Европе / Н. И. Сувилов. – СПб. : тип. т-ва «Обществ. польза», 1907. – 212 с. – С. 155.

²⁹⁴ Там же. – С. 157.

²⁹⁵ Acemoglu, A. Does the US tax Code Favor Automation? / D. Acemoglu, A. Manera, P. Restrepo // *Brookings Papers on Economic Activity*. – Spring, 2020. – Pp. 231–300. <https://doi.org/10.1353/eca.2020.0003>

Процесс роботизации промышленности порождает возникновение новых вызовов и рисков для общественной системы. Частью научного сообщества строятся прогнозы по поводу перехода к будущему обществу без труда, что возрождает дискурс относительно сути общественной реакции на технико-технологический прогресс и последующие потенциальные изменения экономической системы общества. В этом контексте возникают параллели с историческим движением луддитов, формируется концепция неолуддизма, охватывающая широкий спектр форм общественной реакции на современный научно-технический прогресс.

На организационно-экономические механизмы внедрения новых технологий в экономике, особенности протекания этих процессов, урегулирование социально-экономических противоречий, которые неизбежно при этом возникают, и минимизации негативных социальных экстерналий, влияет баланс политико-экономических интересов, сложившийся в конкретной экономической системе. Соотношение этих интересов до известной степени определяет и критерии эффективности внедрения новых технологий. Из этого следует, что использование зарубежного опыта, а также применение конкретных механизмов и инструментов стимулирования роботизации экономики во многом зависит от того, какие группы интересов (их взаимодействие и согласование) преобладают в основе динамики развития экономической системы общества. Только с учетом этого целесообразно рассматривать зарубежный опыт стимулирования роботизации экономики, формировать направления и инструменты совершенствования модернизации промышленности на основе роботизации, а также разрабатывать практические рекомендации по их внедрению.

3.2. Стимулирование роботизации экономики в Китайской Народной Республике

Для того, чтобы понять, как сегодня действуют механизмы стимулирования роботизации в экономических системах разного типа, рассмотрим их на примере КНР и США. Такой выбор обусловлен тем, что как Китайская Народная Республика, так и Соединенные Штаты Америки сформировали обширную систему мер, направленных на стимулирование роботизации экономики. Обе страны входят в

тройку мировых лидеров по количеству установок промышленных роботов в 2022 г. (КНР – 290,3 тыс. и США – 39,6 тыс. промышленных роботов)²⁹⁶. И хотя роботизация экономики не сводится нами к расширению внедрения промышленных роботов, но именно роботизация производства, основанная на использовании промышленных роботов как средств производства, является базой роботизации экономики, задающей устойчивые траектории ее дальнейшего экономико-технологического развития. Наконец, как КНР, так и США открыто и решительно претендуют на мировое господство в сфере технологий разработки и производства роботов, что становится новой ареной столкновения интересов обеих держав. Как уже отмечалось в разделе 2.2, во вступительной речи на XX-м съезде правящей Коммунистической партии Китая Си Цзиньпин пообещал «решительно победить в битве за ключевые базовые технологии»²⁹⁷, и программные документы Китая, в свою очередь, называют робототехнику одной из ключевых отраслей, в которых страна рассчитывает добиться мирового лидерства. В Дорожной карте для робототехники США «От Интернета к робототехнике» издания 2020 г. же заявляется, что «настоящий документ представляет собой краткое изложение основных выявленных социальных возможностей, связанных с ними вызовов по поиску желаемых решений, и представлением усилий, которые необходимо предпринять для обеспечения того, чтобы США продолжали оставаться лидером в области робототехники (выделено нами. – Прим. Т. С.) с точки зрения исследовательских инноваций, внедрения новейших технологий и реализации соответствующей политики, обеспечивающей ответственное использование технологий»²⁹⁸. На фоне сохранения экономической, производственной и технологической взаимозависимостей КНР и США рассмотрение инструментов обеих стран по достижению желаемого мирового технологического лидерства представляет научный интерес и обладает

²⁹⁶ International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org/>. – Date of access: 25.10.2023.

²⁹⁷ В Китае прошел съезд партии. Как его итоги повлияют на акции и экономику [Электронный ресурс] // РБК. – Опул. 23.10.2022. – Режим доступа: <https://quote.rbc.ru/news/article/6352bcff9a7947fce14be36f>. – Дата доступа: 25.11.2022.

²⁹⁸ A Roadmap for US Robotics – From Internet to Robotics 2020 Edition / Н. I. Christensen [et al.] // Foundations and Trends in Robotics. – 2021. – Vol. 8, № 4. – Pp. 307–424. – P. 307.

высокой актуальностью. Данный сравнительный анализ дополним исследованием стимулирования роботизации экономики в Российской Федерации как страны со схожими с белорусскими институциональными условиями роботизации.

Исследуя зарубежный опыт стимулирования роботизации экономики, следует учитывать, что «меры содействия заключаются не только в программах государственного финансирования <...>, но также проявляются во включении таких мер в государственные планы развития на обозримые временные периоды, в активном внедрении государством продукции отрасли в производство, использовании ее в государственном аппарате, в наложении обязанности на предприятия по внедрению роботов до определенного процентного показателя и т. д.»²⁹⁹. При этом следует также понимать, что механизмы стимулирования роботизации экономики являются лишь одним из направлений исследования роботизации экономики. Последнее включает в себя, помимо прочего, такие важные аспекты, как выявление предпосылок, условий и причин роботизации экономики, анализ особенностей протекания этих процессов, исследование субъектов роботизации экономики и т. д.

В 2013 г. Китай обошел Японию и стал обладателем крупнейшего в мире рынка промышленных роботов. По прогнозу международной исследовательской и консалтинговой компании International Data Corporation (IDC), китайский рынок робототехники (куда включаются расходы конечных пользователей на роботов и связанные с ними аппаратные компоненты, прикладное программное обеспечение, услуги консалтинга и системной интеграции) будет расти со среднегодовым темпом роста в 26,2 % и в 2023 г. достигнет 103,6 млрд долл. США³⁰⁰. Анализ китайского опыта в роботизации экономики был представлен в главе 2 монографии, что позволит в данном разделе сконцентрироваться на исследовании механизмов стимулирования роботизации экономики КНР.

²⁹⁹ Основы государственной политики в сфере робототехники и технологий искусственного интеллекта / А. Бутримович [и др.] ; под ред. А. В. Незнамова. – М. : Инфотропик Медиа, 2019. – 184 с. – С. 2.

³⁰⁰ China Robotics Market Forecast, 2019–2023 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.marketresearch.com/IDC-v2477/China-Robotics-Forecast-13093321>. – Date of access: 11.10.2022.

Важный вклад в развитие роботизации китайской экономики внесла реализация государственных программных документов, таких как Руководство по развитию робототехники (2013 г.), План развития индустрии робототехники на 2016–2020 гг., Руководство по развитию искусственного интеллекта (2017 г.) и др., а также ряд региональных программ. Опыт Китая представляет собой образец мощной государственной поддержки развития роботостроения и внедрения роботов в экономику страны. Китайские ученые пишут, что «правительство Китая определило отрасль робототехники как стратегически важный сектор (наряду с искусственным интеллектом и автоматизацией) и инициировало различные программы и субсидии для поощрения использования роботов как способа преобразования и модернизации обрабатывающей промышленности Китая»³⁰¹. Большинство китайских программных документов называет роботизацию в числе важнейших направлений развития. Сегодня Китай имеет настолько большое влияние на мировую экономику, что несмотря на то что эта «страна достаточно поздно включилась в широкое масштабное производство промышленных роботов, <...> проводимая руководством страны масштабная роботизация автомобильной, текстильной, химической промышленности, логистики, производства электроники, продуктов питания и бытовой техники в перспективе существенно переформирует не только национальное, но и мировое производство»³⁰². Обновление средств производства в ключевых отраслях промышленности ведущей экономики мира и соответствующее повышение производительности труда и качества изготавливаемой продукции, что является следствием роботизации, окажет большое влияние на трансформацию мировых рынков, на многих из которых изменив расстановку экономических сил.

Анализ китайского опыта стимулирования роботизации экономики следует начать с рассмотрения национального стратегического плана КНР по развитию конкурентоспособного производственного сектора «Сделано в Китае 2025», где робототехника названа одной из

³⁰¹ The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88. – P. 72.

³⁰² Комиссина, И. Н. Современное состояние и перспективы развития робототехники в Китае / И. Н. Комиссина // Проблемы национальной стратегии. – 2020. – № 1 (58). – С. 123–145. – С. 141.

ключевых отраслей, в которых Китай рассчитывает добиться мирового лидерства. В названном документе заявлено, что в сфере робототехники планируется «активно исследовать новые продукты и продвигать стандартизацию роботов и модульность рыночных приложений, чтобы удовлетворить спрос на промышленных роботов в автомобилестроении, машиностроении, электронике, химической и легкой промышленности, специальных роботов и сервисных роботов для лечения, бытовых услуг, образования и развлечений», а также «устранить узкие места в производстве основных запасных частей»³⁰³. Под узкими местами в производстве основных запасных частей имеется в виду производство компонентов промышленных роботов, таких как корпуса роботов, редукторы, серводвигатели, контроллеры и др., которые сегодня по-прежнему приходится импортировать. На момент принятия данного стратегического плана даже собственно китайские производители промышленных роботов критически зависели от иностранных поставщиков ключевых компонентов – всего 27 % структуры стоимости промышленных роботов создавалось в КНР, в то время как 73 % – за рубежом.

По мнению американских экспертов, принятый план «Сделано в Китае 2025» и иные планы и программные документы в области робототехники в Китае «отражают сильное желание китайских экономических и политических лидеров продвинуться вверх по цепочке создания стоимости, полагаясь на инвестиции в робототехнику как на средство повышения производительности, качества и экономической эффективности»³⁰⁴. Поставленная в Плане «Сделано в Китае 2025» задача увеличения доли промышленных роботов отечественного производства в Китае до 70 % обеспечивается за счет многомиллиардных инвестиций в отрасль, что позволяет поддержать развитие собственного предпринимательства в сфере робототехники. В КНР «в 2016 г. 40 % чистой прибыли четырех публичных робототехнических компаний – SIASUN Robot & Automation, Estun Automation,

³⁰³ Made in China 2025, State Council, July 7, 2015 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.cittadellascienza.it/cina/wp-content/uploads/2017/02/IoT-ONE-Made-in-China-2025.pdf>. – Date of access: 25.10.2022.

³⁰⁴ China's Industrial and Military Robotics Development / J. Ray [et al.] // Research Report Prepared on Behalf of the U.S.-China Economic and Security Review Commission ; Defense Group Inc. Center for Intelligence Research and Analysis. – October 2016. – 134 p. – P. 107.

Guangdong Topstar Tech и Shanghai Step Electric Corporation – были получены за счет государственных субсидий»³⁰⁵, – отмечается экспертами. Государственное финансирование робототехнической отрасли осуществляется на различных уровнях: «Многие местные органы власти поддерживают покупку роботов с субсидиями в размере от 15 до 30 процентов от продажной цены. В некоторых случаях комбинированные субсидии для производителей и пользователей составляют до 100 процентов от цены»³⁰⁶.

Вместе с тем сами по себе даже масштабные инвестиции не способны обеспечить качественный рывок в производстве и внедрении роботов. В качестве риска, возникающего при государственных инвестициях в сфере робототехники, эксперты называют риск рентоискательства. «Избыток государственных субсидий привел к колоссальному увеличению числа китайских робототехнических компаний. В Китае зарегистрировано более 800 китайских робототехнических компаний (по данным на 2016 г.; при этом только за 2017 г. число компаний в сфере производства робототехники выросло до 6500³⁰⁷. – *Прим. Т. С.*), примерно половина из них в 2015 г. Большинство этих компаний еще не вышли на стадию массового производства. Многие из них просто вымогают ренту для получения государственных субсидий и не приносят никакой прибыли»³⁰⁸. На это же указывают и китайские ученые: «Как обычно, политическая экономика, вероятно, имеет значение. Предоставление субсидий создает больше возможностей для поиска ренты, чем такие альтернативы,

³⁰⁵ The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88. – P. 76.

³⁰⁶ Made in China 2025: The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries / J. Wübbeke [et al.] // MERICS Papers on China ; Cl. Wessling ed. – Berlin : Mercator Institute for China Studies, 2016. – № 2. – 74 p. – P. 44.

³⁰⁷ Renéry, B. The Robotics Industry in China [Electronic resource] / B. Renéry // 1421 Consulting Group. – Publ. date. 2019. 13 May. – Mode of access: <https://www.1421.consulting/2019/05/the-robotics-industry-in-china/>. – Date of access: 13.10.2022.

³⁰⁸ Made in China 2025: The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries / J. Wübbeke [et al.] // MERICS Papers on China ; Cl. Wessling ed. – Berlin : Mercator Institute for China Studies, 2016. – № 2. – 74 p. – P. 44.

как обучение»³⁰⁹. В качестве еще одного риска масштабной роботизации экономики следует назвать высвобождение трудовых ресурсов и потенциальные проблемы занятости. Однако, как отмечается учеными, в Китае «сохранение сильной централизованной власти, обеспечивающей перераспределительные процессы в обществе, служит предпосылкой создания механизма, способного решать проблемы занятости при использовании трудосберегающих технологий»³¹⁰. Системная политика Китая направлена на сглаживание потенциальных проблем в сфере занятости, обусловленных роботизацией.

В 2021 г. Министерство промышленности и информационных технологий Китайской Народной Республики совместно с четырнадцатью другими государственными ведомствами (Национальная комиссия по развитию и реформам, Министерство науки и технологий, Министерства общественной безопасности, Народный банк Китая и др.) выпустило документ, определяющий направления развития робототехники в стране на период 14-й пятилетки – 2021–2025 гг., пришедший на смену первому Плану развития индустрии робототехники в Китае, действующему в 2016–2020 гг. В принятом на 14-ю пятилетку плане развития индустрии робототехники отмечается, что «являясь важным носителем новейших технологий и ключевого оборудования современных отраслей, роботы возглавляют цифровое развитие и интеллектуальную модернизацию отраслей, создавая новые отрасли и новые бизнес-модели. В качестве важного инструмента для производства и жизни человека и важного помощника в борьбе со старением населения роботы продолжают способствовать повышению уровня производства и качества жизни, а также эффективно способствуют устойчивому экономическому и социальному развитию»³¹¹. В декабре 2021 г. были опубликованы толкования Ми-

³⁰⁹ The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88. – P. 77.

³¹⁰ Акимов, А. А. Робототехника и развитие / А. А. Акимов // Мировая экономика и международные отношения. – 2017. – Т. 61, № 12. – С. 74–81. – С. 78. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2017-61-12-74-81>

³¹¹ “十四五”机器人产业发展规划 [План развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке] [Электронный ресурс] // Государственный совет Китайской Народной Республики. – Режим доступа: <http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/5664988/files/7cee5d915efa463ab9e7be82228759fb.pdf>. – Дата доступа: 25.10.2022.

нистерства промышленности и информационных технологий Китайской Народной Республики к Плану развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке, в которых отмечается, что «робототехническая промышленность открывает возможности для модернизации и скачкообразного развития»³¹². Перед Китаем поставлена задача к 2035 г. достичь мирового инновационного лидерства в робототехнической отрасли. Для реализации этой задачи к 2025 г. планируется «совершить прорыв в основных технологиях робототехники и высокотехнологичной продукции», «достигнуть международного уровня в производительности и надежности ключевых компонентов», «достичь годовых темпов роста прибыли на уровне более 20 %», «удвоить плотность промышленных роботов»³¹³.

Положения Плана развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке на 2021–2025 гг. подтверждают мнения экспертов о том, что «сегодня Китай хочет превратиться из мировой фабрики в мировую научно-исследовательскую лабораторию»³¹⁴. В частности, запланировано «укреплять исследования в области основных технологий, совершать прорывы в общих технологиях, таких как разработка роботизированных систем и операционных систем, разрабатывать передовые технологии, такие как бионическое восприятие и познание, а также биомеханическая интеграция, а также способствовать интеграции и применению новых технологий, таких как искусственный интеллект, 5G, большие данные и облачные вычисления с робототехникой»³¹⁵. Планируется расширение производства различных типов роботов для удовлетворения «потребностей производства, добычи

³¹² «“十四五”机器人产业发展规划》解读 [Толкования пятилетнего плана развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке] [Электронный ресурс] // Министерство промышленности и информационных технологий Китайской Народной Республики. – Режим доступа: https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcjd/art/2021/art_6f24f676f3a14720afe05c93109b22a7.html. – Дата доступа: 25.10.2022.

³¹³ Там же.

³¹⁴ Hanson, G. Who Will Fill China's Shoes? The Global Evolution of Labor-Intensive Manufacturing / G. Hanson // *East Asian Economic Review*. – 2020. – Vol. 24, № 4. – Pp. 313–336.

³¹⁵ «“十四五”机器人产业发展规划》解读 [Толкования пятилетнего плана развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке] [Электронный ресурс] // Министерство промышленности и информационных технологий Китайской Народной Республики. – Режим доступа: https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcjd/art/2021/art_6f24f676f3a14720afe05c93109b22a7.html. – Дата доступа: 25.10.2022.

полезных ископаемых, строительства, сельского хозяйства и других отраслей, а также бытовых услуг, государственных услуг, медицины и здравоохранения, ухода за пожилыми людьми и инвалидами, специальных экологических операций и других»³¹⁶. В названном документе подчеркивается необходимость стимулировать не только производителей роботов и компонентов, то и компании-интеграторы, отвечающие за внедрение и адаптацию роботов, а также компании по продвижению робототехники.

Для реализации поставленных в Плане развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке задач предлагается несколько основополагающих мер, а именно: во-первых, «укрепление общего планирования и координации»; во-вторых, «увеличение налоговой и финансовой поддержки, включая поддержку крупных национальных научно-технических проектов и ключевых национальных планов по НИОКР в области робототехники», в т. ч. путем введения «дополнительных отчислений на расходы на НИОКР»; в-третьих, «создание благоприятной рыночной среды», в т. ч. путем усиления защиты прав интеллектуальной собственности и ужесточения наказаний в этой сфере; в-четвертых, «поддержка университетов и научно-исследовательских институтов в развитии талантов <...>, остро необходимых для промышленного развития»; в-пятых, «углубление международных обменов и сотрудничества в области технологий, стандартов, испытаний и сертификации, прав интеллектуальной собственности и обучения персонала»³¹⁷. Для организационного развития отрасли планируется использовать разнообразные инструменты, такие как создание инновационных кластеров с международным участием, поощрение совместных проектов университетов и реального сектора экономики, создание так называемых «маленьких гигантов» (小巨人 xiǎo jù rén) – инновационных узкоспециализированных малых и средних предприятий, способных занять нишевые рынки и интегрироваться в производственные цепочки в сфере робототехники. В Плане

³¹⁶ «“十四五”机器人产业发展规划》解读 [Толкования пятилетнего плана развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке] [Электронный ресурс] // Министерство промышленности и информационных технологий Китайской Народной Республики. – Режим доступа: https://wap.miit.gov.cn/zwggk/zcjd/art/2021/art_6f24f676f3a14720afe05c93109b22a7.html. – Дата доступа: 25.10.2022..

³¹⁷ Там же.

развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке применяется системный подход, учитывающий все аспекты развития робототехнической отрасли в Китае и не ограничивающийся непосредственно внедрением роботов в производство или другие отрасли экономики. Данный документ характеризуется широтой охвата, включая в себя область популяризации науки в целом и наук в сфере робототехники в частности, создание собственных научно-исследовательских институтов и учебных центров в Китае и за рубежом, стимулирование сотрудничества университетов и предприятий, исследование этики и права в сфере робототехники и другие сферы.

Таким образом, государственными программными документами Китая робототехника определена как стратегически важный сектор в экономическом и научно-техническом развитии страны. Успехи Китая в роботизации экономики являются прямым следствием широчайшей системы мер государственного стимулирования развития производства и производственного потребления роботов в стране. Основополагающую роль при этом сыграло принятие и практическая реализация стратегического плана «Сделано в Китае 2025», согласно которому были поставлены амбициозные задачи по достижению мирового лидерства в сфере роботизации и определены конкретные механизмы, направленные на стимулирование собственных инноваций и их внедрение в отечественное производство и снижение технологической зависимости от внешнего мира. Меры государственного стимулирования роботизации экономики Китая характеризуются системностью, многоуровневым подходом, широтой охвата, долгосрочной перспективой, масштабностью. Наиболее распространенными экономическими формами стимулирования роботизации китайской экономики являются государственное многоуровневое субсидирование предприятий в сфере робототехники, а также налоговые льготы. Все это повлияло на быстрый рост числа предприятий в сфере НИОКР и производства роботов в КНР и последующее снижение зависимости китайской робототехники от импорта иностранных компонентов.

Однако несмотря на предпринятые меры стимулирования и значительный рост собственного производства роботов, китайская робототехника по-прежнему отстает в уровне технологичности от зарубежных конкурентов – лидеров в роботизации. Поэтому еще одним направлением стимулирования внутренней роботизации китайской

экономики стали масштабные зарубежные инвестиции (частные и государственные) в приобретение высокотехнологичных иностранных предприятий с целью обеспечения доступа к беспрепятственному трансферу технологий, осуществлять которые в условиях эскалации санкционных и торговых войн становится все сложнее, поскольку американское и европейские правительства препятствуют подобным сделкам, иногда прибегая к прямым запретительным механизмам. Предпринимаемые меры стимулирования роботизации экономики Китая реализуются на фоне роста стоимости рабочей силы в стране, нехватки кадров рабочих специальностей и старения населения, что повышает потенциал получения положительного эффекта от их реализации.

Перспективы дальнейшей роботизации китайской экономики и связанного с ним развития собственного производства роботов очень высоки в силу следующих причин: во-первых, большая емкость внутреннего рынка, что обуславливает значительный потребительский и производственный спрос; во-вторых, доступ к внутренним источникам сырьевых ресурсов, необходимых для развития производства робототехники, включая наличие собственных запасов редкоземельных элементов; в-третьих, высокий уровень индустриализации и продолжающаяся модернизация экономики Китая, что обеспечивает спрос на роботов; в-четвертых, большие неиспользованные резервы замещения ручного труда при одновременном старении населения и росте цены труда; в-пятых, наличие многоуровневой системы государственного финансирования и других инструментов государственной поддержки развития робототехники.

3.3. Стимулирование роботизации экономики в Соединенных Штатах Америки

Наращивание производственной мощи Китая, в том числе в сфере робототехники, рассматривается США как серьезная угроза своему мировому экономическому доминированию и технологическому господству. В новой Стратегии национальной безопасности США, принятой 12 октября 2022 г. подчеркивается, что «КНР является единственным конкурентом, имеющим как намерение изменить международный порядок, так и все большую экономическую,

дипломатическую, военную и технологическую мощь для этого»³¹⁸. В исследовательском отчете, подготовленном по поручению Комиссии по обзору экономики и безопасности США и Китая, отмечается, что «долгосрочной задачей для Соединенных Штатов будет сохранение своих производственных преимуществ, особенно в сфере высокотехнологического производства. Соединенные Штаты были ведущим производителем промышленных товаров более века, но в следующие пять-десять лет достижения в производственном секторе Китая могут подрвать давние преимущества. Китайские лидеры и политики запускают некоторые из самых амбициозных на сегодняшний день программ Китая по совершенствованию высокотехнологического производства, в основном за счет внедрения и производства промышленной робототехники. Будущее повышение точности, контроля качества и эффективности в сочетании с относительно дешевой рабочей силой может сделать китайскую высококачественную продукцию более конкурентоспособной по сравнению с американскими аналогами»³¹⁹. В частности, развитие сферы робототехники в Китае рассматривается США как угроза своей экономической и научно-технологической, а значит и национальной, безопасности. При этом следует учитывать специфичность понимания США своей национальной безопасности, которая уже традиционно воспринимается самими США не как обеспечение защищенности от внешних и внутренних угроз, а как мировая экономическая, военная и технологическая гегемония этой страны, основанная на примате собственной исключительности. «Глобальная технологическая гегемония, – отмечает по этому поводу А. Белоусов, – нужна США ради устойчивого воспроизводства своей валютно-монетарной и военно-технической

³¹⁸ National Security Strategy [Electronic resource] // The White House, Washington. – 2022. – 48 p. – P. 23. – Mode of access: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>. – Date of access: 17.10.2022.

³¹⁹ China's Industrial and Military Robotics Development / J. Ray [et al.] // Research Report Prepared on Behalf of the U.S.-China Economic and Security Review Commission ; Defense Group Inc. Center for Intelligence Research and Analysis. – October, 2016. – 134 p. – P. 107.

гегемонии, дабы по-прежнему диктовать свой миропорядок»³²⁰. По этому быстрый рост экономической и технологической мощи Китая, в том числе опережающее развитие сферы робототехники, которая в самих США также является одним из приоритетов технологического (в том числе военно-технологического) и экономического развития, повлек за собой подобную реакцию США.

Активная фаза стимулирования роботизации экономики в США началось раньше, чем в Китае. В 2009 г. по инициативе участников конференции «Robotics Science and Systems (RSS)» в Атланте при поддержке Консорциума вычислительного сообщества США силами ученых и представителей промышленных кругов была представлена первая Дорожная карта для робототехники США, цель принятия которой заключалась в том, чтобы подготовить «всестороннее представление об использовании робототехники, основных препятствиях для ее развития, а также определение ключевых компетенций, способствующих трансформации <...> чтобы гарантировать, что фундаментальные исследования направлены на решение ключевых проблем, которые позволят американским компаниям играть ведущую роль в развитии будущих поколений роботов»³²¹. Впоследствии в 2011 г. была создана Национальная инициатива по робототехнике (NRI) – межведомственная организация, деятельность которой направлена на аккумуляцию и распределение финансовых средств на проведение исследований в области робототехники с целью повысить конкурентоспособность США в этой сфере, а также приняты Дорожные карты для робототехники США в 2013 г., 2016 г. и в 2020 г.

В Дорожной карте для робототехники США, принятой в 2020 г., подчеркивается необходимость использования преимуществ робототехники для повышения производительности труда и обеспечения конкурентоспособности американской экономики, обусловленных «нехваткой рабочей силы в ключевых высокотехнологичных производственных секторах; необходимостью компенсировать дефицит

³²⁰ Белоусов, А. Микропроцессоры правят миром, а не нефть / А. Белоусов // Экономист. – 2022. – № 9. – С. 20–25. – С. 20.

³²¹ A Roadmap for US Robotics, May 21-22, 2009 [Electronic resource] // Computing Community Consortium. – Mode of access: <https://cra.org/ccc/events/a-roadmap-for-us-robotics/>. – Date of access: 17.10.2022.

рабочей силы за счет повышения производительности труда; получением технологического мультипликатора для сохранения лидерства на более конкурентном экспортном рынке»³²². Большое внимание экспертами, готовившими названную Дорожную карту, уделяется развитию взаимосвязи науки и производства: «Целенаправленные инвестиции национального масштаба в преобразование ранних этапов исследований и разработок в сфере робототехники и автоматизации в ключевые производственные секторы, представляющие национальный интерес, – аэрокосмическая промышленность, производство одежды, электроника, машиностроение и автомобилестроение – создадут значительные возможности для повышения производительности»³²³. В целом для США характерна масштабная целевая государственная поддержка отраслей, определенных как важные с точки зрения глобального доминирования и технологического развития. Институциональной формой этой государственной поддержки преимущественно выступает финансирование научно-исследовательских работ и размещение государственных заказов Министерством обороны США, что часто оказывает гораздо больший стимулирующий эффект для развития предприятий, отраслей и рынков, чем практика прямого государственного владения предприятиями, что не характерно для хозяйственной модели США. Несмотря на сложившееся в результате длительной апологетики либерально-рыночной парадигмы восприятие США как образца системы «истинного» «"свободного предпринимательства" [free enterprise], в которой конкуренция обеспечивает эффективность и динамичность развития фирм»³²⁴, порождающих экономический рост, хозяйственная модель именно этой страны демонстрирует очень развитые и действенные механизмы государственной поддержки целых отраслей и отдельных предприятий и разнообразие инструментария активного вмешательства государства в функционирование экономики. Американский

³²² A Roadmap for US Robotics – From Internet to Robotics 2020 Edition / Н. I. Christensen [et al.] // Foundations and Trends in Robotics. – 2021. – Vol. 8, № 4. – Pp. 307–424. – P. 308.

³²³ Ibid. – P. 308.

³²⁴ Флигстин, Н. Государство, рынки и экономический рост / Н. Флигстин ; пер. Е. Б. Головляничиной; науч. ред. В. В. Радаев, М. С. Добрякова // Экономическая социология. – 2007. – Т. 8, № 2. – С. 41–60. – С. 41.

экономист Н. Флигстин справедливо отмечает, что «в действительности движущие силы [хозяйственного развития] оказываются сложнее (чем самостоятельное эффективное и динамичное развитие предпринимательского сектора при нормативной роли государства. – *Прим. Т. С.*). С самого начала американское федеральное правительство и власти штатов были напрямую вовлечены в организацию хозяйства»³²⁵. На примере Силиконовой долины США Н. Флигстин последовательно описывает «роль государства в появлении волны изобретений, создавшей целые отрасли – компьютерной техники, программного обеспечения, телекоммуникаций и Интернет-технологий»³²⁶, а также роль США в развитии самой Силиконовой долины и доказывает, что появление и бурный рост этих технологий, а также институциональная основа их развития была бы невозможна без прямого вмешательства государства в лице Министерства обороны США, которое выступало (и продолжает активно выступать) как заказчиком и инвестором НИОКР, формируя предложение на новых рынках, так и основным потребителем продукции, формируя спрос. Среди технологических компаний, получавших государственное финансирование Министерства обороны США и государственные военные заказы, Н. Флигстин называет такие как «Hewlett Packard», «Varian Associates», «Lockheed», «Fairchild Semiconductor» и др.³²⁷.

США всячески стараются минимизировать риски трансфера технологий в КНР, накладывая ограничения на китайские инвестиционные и потенциальные обратные технологические потоки. Комитет по иностранным инвестициям США (the Committee on Foreign Investment in the United States – CFIUS), будучи межведомственным комитетом, рассматривающим сделки, связанные с иностранными инвестициями в США в контексте их влияния на национальную безопасность страны, особое внимание уделяет предприятиям, разрабатывающим или внедряющим новые технологии. Например, в 2020 г. названный комитет запретил калифорнийскому предприятию Ekso

³²⁵ Флигстин, Н. Государство, рынки и экономический рост / Н. Флигстин ; пер. Е. Б. Головланичиной; науч. ред. В. В. Радаев, М. С. Добрякова // Экономическая социология. – 2007. – Т. 8, № 2. – С. 41–60. – С. 41.

³²⁶ Там же. – С. 50.

³²⁷ Там же. – С. 50–51.

Bionics, занимающемуся производством экзоскелетов для медицинского и промышленного использования, создавать совместное предприятие с китайскими инвесторами. В качестве причины запрета были названы опасения, что «экзоскелеты могут использоваться в военных целях, и робототехника может быть квалифицирована как критически важная технология»³²⁸. В то же время американские компании в сфере производства самих роботов, программного обеспечения и компонентов для них продолжают получать щедрое государственное финансирование и военные заказы (Boston Dynamics, iRobot, Intel и др.). Именно поэтому на специфику исследований и, соответственно, производства американских компаний в сфере робототехники оказывают влияние в большей степени не рыночные факторы, а возможность получить государственную ренту, ориентируя и адаптируя вектор своей деятельности под военные нужды.

В октябре 2018 г. в США была принята Стратегия американского лидерства в области передового производства (Strategy for American Leadership in Advanced Manufacturing), подготовленная Комитетом по технологиям Национального совета по науке и технологиям США и ставящая задачи сроком выполнения в течение четырех лет. В данном документе внимание акцентируется на необходимости расширения применения коллаборативных интеллектуальных роботов, обеспечивающих «совместную работу человека и робота, тем самым снижая умственную и физическую нагрузку на работников, снижая производственные затраты, повышая качество и обеспечивая быстрое реагирование на меняющиеся требования клиентов»³²⁹. Стратегией американского лидерства в области передового производства называются и ключевые отрасли промышленности, которые должны выиграть от внедрения следующего поколения робототехники –

³²⁸ Rafaelof, E. Unfinished Business: Export Control and Foreign Investment Reforms / E. Rafaelof // U.S.-China Economic and Security Review Commission. Issue Brief. – June 1, 2021. – 13 p. – P. 6.

³²⁹ Strategy for American leadership in advanced manufacturing [Electronic resource] // A Report by the Subcommittee on advanced manufacturing Committee on technology of the National science & technology council, October 2018. – 35 p. – P. 9. – Mode of access: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf>. – Date of access: 20.11.2022.

«аэрокосмическая, автомобильная, электронная, биотехнологическая и текстильная»³³⁰. Роботы рассматриваются здесь как облегчающие и дополняющие труд человека. По мнению С. М. Пястолова, с принятием рассматриваемого документа наступил «переломный момент в Стратегии американского лидерства, – то, что отличает ее от предыдущих стратегических нормативных разработок: основные ресурсы должны быть найдены внутри страны»³³¹. Данная стратегия была принята во время президентства Д. Трампа и в целом вписывается в контекст реализации им промышленной политики возрождения американской промышленности, создания новых рабочих мест и локализации цепочек создания стоимости в США.

Стратегией американского лидерства в области передового производства предусмотрена Национальная инициатива «Робототехника 2.0: повсеместные коллаборативные роботы» (National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots (NRI-2.0), за реализацию которой ответственность возложена на Национальный научный фонд при поддержке Министерства сельского хозяйства США, Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (НАСА), Национального института по охране труда и промышленной безопасности. Задачей Национальной инициативы «Робототехника 2.0: Повсеместные коллаборативные роботы» (NRI-2.0) была заявлена поддержка фундаментальных исследований в США, которые ускорили бы разработку и внедрение коллаборативных роботов (коботов). «В центре внимания программы NRI-2.0 находится повсеместное распространение, что в данном контексте означает бесшовную интеграцию коботов для помощи людям во всех аспектах жизни»³³². Заявленная сумма финансирования была на

³³⁰ Strategy for American leadership in advanced manufacturing [Electronic resource] // A Report by the Subcommittee on advanced manufacturing Committee on technology of the National science & technology council, October 2018. – 35 p. – P. 9. – Mode of access: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf>. – Date of access: 20.11.2022.

³³¹ Пястолов, С. М. Новый курс: стратегия американского лидерства в области передового производства / С. М. Пястолов // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2020. – № 15-1. – С. 171–174. – С. 172.

³³² National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots (NRI-2.0) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.nsf.gov/pubs/2020/nsf20522/nsf20522.htm>. – Date of access: 20.11.2022.

уровне 22–32 млн долл. США. Позднее, в 2021 г., на смену этой программе пришла новая – Национальная инициатива «Робототехника 3.0: Инновации в интеграции робототехники» (NRI-3.0), которая расширила тему предыдущей программы, включив в себя «исследования робототехники, которые не обязательно особое внимание уделяют сотрудничеству»³³³. К ведомствам, поддерживающим предыдущую версию инициативы, присоединились Министерство транспорта и Национальные институты здравоохранения. Предполагаемая сумма финансирования исследований – от 12,5 до 14,1 млн долл. США. Данные программы направлены на финансирование фундаментальных исследований в области робототехники силами некоммерческих научно-исследовательских и образовательных организаций.

Таким образом, стимулирование роботизации экономики США предполагает активное государственное вмешательство в функционирование рынков в сфере робототехники, начиная от масштабного финансирования научных исследований на данную тематику и заканчивая тесным сотрудничеством предпринимательского сектора с Министерством обороны США. Во многом это предопределяет вектор исследований и направление развития американской робототехнической индустрии. Помимо этого, в США активно развивается сфера сервисной робототехники, беспилотных транспортных средств и летательных аппаратов, коллаборативных роботов, а также разработки необходимого для роботизации экономики программного обеспечения. Опасаясь КНР как главного конкурента на мировой арене, США пытаются лидировать в области научных исследований и генерирования прорывных инноваций в сфере робототехники, для чего создают институциональную основу, обеспечивающую широкий доступ организаций к государственной грантовой поддержке исследований и получение государственных заказов на разработку и производство роботов.

³³³ National Robotics Initiative 3.0: Innovations in Integration of Robotics (NRI-3.0) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.nsf.gov/pubs/2021/nsf21559/nsf21559.htm>. – Date of access: 20.11.2022.

3.4. Стимулирование роботизации экономики в Российской Федерации

В Российской Федерации сегодня активно создается институциональная основа развития робототехнической отрасли³³⁴. На уровне государственного управления признается, что стимулирование отечественной робототехники и развитие рынка роботов и сопутствующего технико-технологического и программного обеспечения является фактором критически необходимой модернизации российской промышленности в контексте обеспечения экономической безопасности, о чем свидетельствует все большее внимание к развитию индустрии робототехники в стране. Так, Президент Российской Федерации В. В. Путин поручил Правительству до 1 июля 2023 г. утвердить федеральный проект по развитию робототехники в России, а до 1 марта 2024 г. – обеспечить условия повышения уровня роботизации в государственных корпорациях, компаниях с государственным участием и в их аффилированных организациях, в особенности при расширении и модернизации производственных мощностей. Интерес к роботизации промышленности отражен и в программных, концептуальных и стратегических документах Российской Федерации. Рассмотрим наиболее значимые из них.

В Государственной программе Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» отмечается, что «на обслуживание интересов промышленности и обеспечение ее средствами производства ориентированы следующие отрасли: станкостроение; легкая промышленность; тяжелое машиностроение; энергомашиностроение; *робототехника* (выделено нами. – *Прим. Т. С.*); аддитивные технологии и технологии "цифрового производства"; промышленное программное обеспечение»³³⁵. И далее: «Для

³³⁴ Сергиевич, Т. В. Институциональные условия развития российской робототехнической отрасли в контексте обеспечения экономической безопасности / Т. В. Сергиевич // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. – 2023. – Т. 14, вып. 4 (61). – С. 130–137.

³³⁵ Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [Электронный ресурс] : утв. Постановление Правительства РФ, 15 апреля 2014 г., № 328, изм. и доп. от: 31.03.2017 г., 10.02.2018 г., 30.03.2018 г., 01.10.2018 г., 29.03.2019 г., 05.12.2019 г., 27.12.2019 г., 31.03.2020 г., 28.01.2021 г., 31.03.2021 г., 12.11.2021 г., 12.02.2022 г., 02.06.2022 г.,

отраслей, ориентированных на создание новых видов инновационной продукции, в том числе производств новых видов материалов (композиты, редкие и редкоземельные металлы) и оборудования (*робототехника* (выделено нами. – *Прим. Т. С.*), технологии "цифрового производства", аддитивные технологии, инженерное программное обеспечение), необходимо создать полноценную инфраструктуру, включая пилотные, опытно-промышленные, промышленные предприятия, инжиниринговые компании и центры отработки технологий применения инновационных продуктов и технологий, обеспечить локализацию в Российской Федерации инновационных производств и исследовательских центров ведущих международных технологических корпораций, сформировать эффективную систему поддержки спроса на продукцию новых отраслей, создать новые рабочие места в отраслях, требующих высококвалифицированных кадров»³³⁶. Конкретные механизмы реализации этих мер в отношении робототехники, однако, не сформированы.

Робототехника и сенсорика отнесены Национальной программой «Цифровая экономика Российской Федерации» к основным сквозным технологиям, регулируемых данной программой³³⁷. Реализация программы «Цифровая экономика Российской Федерации» направлена на «создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, <...>; создание необходимых и достаточных условий институционального и инфраструктурного характера, устранение имеющихся препятствий и ограничений для создания и (или) развития высокотехнологических бизнесов и недопущение появления новых препятствий и ограничений как в традиционных отраслях экономики, так и в новых отраслях и высокотехнологичных рынках; повышение конкурентоспособности на глобальном рынке как отдельных

24.08.2022 г., 06.10.2022 г. – Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>. – Дата доступа: 15.10.2022.

³³⁶ Там же.

³³⁷ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительством Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>. – Дата доступа: 15.10.2022.

отраслей экономики Российской Федерации, так и экономики в целом»³³⁸. В рамках реализации Федерального проекта «Цифровые технологии» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» 10 октября 2019 г. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации выпустило Дорожную карту «сквозной» цифровой технологии «Компоненты робототехники и сенсорики»³³⁹. Данный документ охватывает описание технологий и субтехнологий робототехники и сенсорики, их внутреннюю субординацию, возможные экономические, социальные и технологические эффекты, драйверы, ограничители и тенденции развития этих технологий, а также предлагает перечень направлений и инструментов по достижению сформулированных в самой дорожной карте целевых показателей. Среди прочего, предлагаются меры грантовой поддержки, субсидирования процентной ставки по кредиту и другие меры.

В 2020 г. группой ученых и экспертов, в состав которых вошли представители бизнеса, университетов, органов государственной власти, научно-исследовательских институтов и общественных организаций, был разработан План мероприятий («дорожная карта») «ТЕХНЕТ 4.0» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы³⁴⁰. Данный документ пришел на смену дорожной карты «ТЕХНЕТ» (2017–2020 гг.), в рамках которой был реализован ряд мероприятий и проектов по созданию и внедрению в производство передовых технологий, а также создан центр компетенций Национальной технологической инициативы по технологиями компонентов робототехники и мехатроники. Дорожная

³³⁸ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительством Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>. – Дата доступа: 15.10.2022.

³³⁹ Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Компоненты робототехники и сенсорики» [Электронный ресурс] // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – 10.10.2019. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6666/>. – Дата доступа: 17.09.2022.

³⁴⁰ План мероприятий («дорожная карта») «ТЕХНЕТ 4.0» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы. – Санкт-Петербург – Москва, 2020. – 235 с.

карта «ТЕХНЕТ 4.0», в свою очередь, предусматривает ряд мероприятий, связанных с развитием робототехники в России, в частности касающихся расширения отечественной компонентной базы (различных типов высокотехнологичных захватов, приводов и т. д.), отечественных робототехнических платформ (мобильные платформы для внутрицеховой и межцеховой логистики, программное обеспечение для проектирования робототехнического производства и разработки управляющих программ промышленных роботов, системы телеуправления, роботы-манипуляторы), создания роботизированных решений на основе матричного производства и прочих решений для реального сектора экономики³⁴¹. В качестве ключевых технологических трендов, которые будут формировать вектор развития роботизации и сенсорики в мире и Российской Федерации в 2020–2025 гг., разработчики Дорожной карты «ТЕХНЕТ 4.0» называют: «удешевление технологий роботизации; упрощение интерфейсов взаимодействия робота и человека; создание программного обеспечения для автоматического программирования роботов; повышение гибкости производственных процессов (возможность производства разной продукции на одном производственном участке, снижение стоимости переналадки роботизированного технологического комплекса); расширение сфер применения робототехники, в частности для мелкосерийного производства; использование бизнес-модели "Робототехника как услуга"; использование автономных мобильных роботов в логистической сфере; использование технологии виртуальной и дополненной реальности для моделирования/программирования робототехнических процессов»³⁴².

Робототехнике уделяется внимание большинством общих и отраслевых стратегий. Согласно Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, «достижение цели научно-технологического развития Российской Федерации осуществляется путем решения следующих задач: <...> развитие перспективных высоких технологий (нанотехнологии, *робототехника* (выделено нами. –

³⁴¹ План мероприятий («дорожная карта») «ТЕХНЕТ 4.0» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы. – Санкт-Петербург – Москва, 2020. – 235 с. – С. 222–228.

³⁴² Там же. – С. 100.

Прим. Т. С.), медицинские, биологические, геномной инженерии, информационно-коммуникационные, квантовые, искусственного интеллекта, обработки больших данных, энергетические, лазерные, аддитивные, создания новых материалов, когнитивные, природоподобные технологии), суперкомпьютерных систем...»³⁴³. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы относит робототехнику к основным направлениями развития российских информационных и коммуникационных технологий³⁴⁴.

Робототехника рассматривается как одна из наиболее перспективных технологий, способных обеспечить качественное развитие отдельных отраслей промышленности. Например, как приоритетное направление технологического развития станкоинструментальной промышленности в России в 2020–2035 гг. Стратегией развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года определено «развитие организационных инноваций в части повышения автоматизации производства (в том числе развитие робототехники и интернета вещей»³⁴⁵. Промышленные роботы в названном документе рассматриваются как одно из средств интеллектуальной автоматизации производства, используемое как основное или вспомогательное оборудование в зависимости от степени автоматизации. «Технологии автоматизации и роботизации транспортных средств»³⁴⁶ рассматри-

³⁴³ Стратегия национальной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента Российской Федерации, 2 июля 2021 г., № 400. – Режим доступа: <http://actual.pravo.gov.ru/text.html#pnun=0001202107030001>. – Дата доступа: 15.09.2022.

³⁴⁴ Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента Российской Федерации, 9 мая 2017 г., № 203. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420397755>. – Дата доступа: 15.09.2022.

³⁴⁵ Стратегия развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 05 ноября 2020 г. № 2869-р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/566218409>. – Дата доступа: 15.09.2022.

³⁴⁶ Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 апреля 2018 г. № 831-р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/557299378>. – Дата доступа: 15.09.2022.

ваются в качестве приоритетных направлений инновационного развития автомобилестроения Стратегией развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года. В то же время в Стратегии развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 года роботизации отведено скромное место – лишь отмечается, что «направлениями для дальнейшего технического и технологического развития отрасли машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности являются: развитие производственно-технологической базы ...», включающей в себя «повышение доли современного производственного оборудования (станков с числовым программным управлением, лазерной резки, сварочных роботов) ...», а также «развитие технологической базы», включающей в себя «повышение автоматизации производственных процессов...»³⁴⁷. В Стратегии развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года³⁴⁸ указывается на то, что робототехника и сенсорика относятся к «формирующимся рынкам будущего», а в качестве одного из мероприятий до 2030 года по реализации данной стратегии называется «создание технологического задела в виде программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих реализацию сквозных технологий: большие данные, нейротехнологии и искусственный интеллект, системы распределенного реестра, квантовые технологии, компоненты робототехники и сенсорика, промышленный интернет, технологии беспроводной связи, технологии виртуальной и дополненной реальности»³⁴⁹. Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года также относит робототехнику и сенсорикку к «формирующимся рынкам будущего», а «технологии

³⁴⁷ Стратегия развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 августа 2019 г. № 1931-р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/561135328>. – Дата доступа: 15.09.2022.

³⁴⁸ Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. № 20-р. – Режим доступа: <https://government.ru/docs/38795>. – Дата доступа: 15.09.2022.

³⁴⁹ Там же.

производства и автоматизации» отнесены к «ключевым, определяемым общими технологическими трендами и процессами формирования спроса межотраслевым направлениям»³⁵⁰. Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, утвержденное 6 ноября 2021 г., ставит задачу внедрения, среди прочего, робототехники и сенсорики как «сквозных цифровых технологий», которые «будут применены в целях обеспечения достижения "цифровой зрелости" ключевых отраслей экономики социальной сферы»³⁵¹. Примечательно, что в отношении искусственного интеллекта уже применяется Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации», утвердивший Национальную стратегию развития искусственного интеллекта на период до 2030 года. Данной стратегией робототехника причислена к смежным областям использования искусственного интеллекта, к которым относятся технологии и технологические решения, в которых искусственный интеллект используется в качестве обязательного элемента³⁵².

19 августа 2020 г. распоряжением Правительства Российской Федерации была утверждена Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 года. Данный документ направлен в большей степени на формирование регуляторной, прежде всего, нормативно-правовой, среды и в качестве приоритетной цели регулирования отношений в сфере искусственного интеллекта и робототехники на данном этапе их развития называет «стимулирование разработки,

³⁵⁰ Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 06 июня 2020 г. № 1512-р. – Режим доступа: <https://government.ru/news/39844>. – Дата доступа: 15.09.2022.

³⁵¹ Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 06 ноября 2021 г. № 3142-р. – Режим доступа: <https://government.ru/news/43743>. – Дата доступа: 15.09.2022.

³⁵² О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490. – Режим доступа: <https://kremlin.ru/acts/bank/44731>. – Дата доступа: 15.09.2022.

внедрения и использования таких технологий, создания систем искусственного интеллекта и робототехники в доверенном и безопасном исполнении, которое будет способствовать достижению высоких темпов экономического роста, повышению благосостояния и качества жизни граждан, обеспечению национальной безопасности и правопорядка, достижению устойчивой конкурентоспособности российской экономики, в том числе лидирующих позиций в мире в области искусственного интеллекта»³⁵³.

Таким образом, в Российской Федерации в последние годы наблюдается рост рынка робототехники, что обуславливает необходимость разработки мер его стимулирования и регулирования. Программные, концептуальные и стратегические документы национального уровня свидетельствуют о перспективности развития робототехнической отрасли и понимании необходимости ее развития на самом высоком уровне государственного управления. Вместе с тем анализ данных документов показал в ряде случаев несистемный подход к регулированию и стимулированию роботизации в Российской Федерации. По-прежнему наблюдается нехватка и непроработанность конкретных механизмов, которые бы могли применяться массово или масштабно и обеспечили бы качественный скачок российской экономики в сфере роботизации.

Несмотря на это, государственная поддержка роботизации российской экономики уже оказывается. Например, Фондом развития промышленности предоставляются займы до 500 млн руб. на срок до 5 лет на покупку роботов и робототехнических систем. При этом применяется базовая процентная ставка на уровне 5 % годовых, которая может быть снижена до 1 % в случае приобретения отечественного софта на сумму более чем 50 % от объема займа, либо привлечения российского системного интегратора (в том числе не являющегося дочерним предприятием нерезидента России). В ближайших планах Министерства экономического развития Российской Федерации – внедрить в законодательство понятие «технологическая

³⁵³ Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 года [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 августа 2020 г. № 2129-р. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202008260005>. – Дата доступа: 15.09.2022.

компания» и разработать четкие критерии поддержки технологических компаний. В качестве одного из потенциальных механизмов финансовой поддержки рассматривается «кредитование высокотехнологических компаний под 3 %»³⁵⁴. Достаточно низкие процентные ставки кредитования (от 2,5 %) на инвестиционные, оборотные цели и рефинансирование ранее полученных займов малого и среднего бизнеса предлагаются в рамках ряда льготных государственных программ кредитования малых и средних предприятий (например, «1764», «ПСК» и др.). Предлагается грантовое софинансирование и менторская поддержка инновационных проектов, в том числе в сфере робототехники (например, грант в размере 4 млн руб. сроком на 12 месяцев от инновационного хаба госкорпорации «Росатом»). Существуют федеральные и региональные фонды, нацеленные на компенсацию затрат на уплату процентов по кредитам.

Вместе с тем эти меры не являются достаточными и системными, а участники рынка робототехники и эксперты по-прежнему в качестве важнейшей проблемы, препятствующей роботизации экономики Российской Федерации, называют недостаток денежных средств на разработку роботов, масштабирование и выход на серийное производство, и, наконец, модернизацию предприятий – потребителей роботов. Новым импульсом развития робототехнической отрасли может стать принятый федеральный проект «Развитие производства средств производства», предусматривающий бюджет в размере 300 млрд руб. на период до 2030 г. на развитие аддитивных технологий и робототехники в России.

³⁵⁴ Минэкономразвития разработает критерии для технологических компаний [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. – Оpubл. 21.09.2022. – Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_razrabotaet_kriterii_dl_ ya_tehnologicheskikh_kompaniy.html. – Дата доступа: 15.10.2022.

ГЛАВА 4. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РОБОТИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

4.1. Общая теория роботизации промышленности

Разработка теоретических основ роботизации промышленности требует использования единства исторического и логического подходов³⁵⁵, что обуславливает необходимость обратиться к первым признакам роботизации промышленности в XX в. Однако прежде следует отметить, что идеи создания человекоподобных механических существ и определенные попытки их воплощения, безусловно, существовали давно – возникновение первых прообразов роботов историки связывают с Древним Китаем, где, по некоторым данным, впервые была создана механическая копия человека в натуральную величину, способная двигаться и издавать некоторые звуки, а также с Древней Грецией, где изобретатель Архит Тарентский в V в. до н. э. создал деревянного голубя, способного летать. Большую известность приобрел человекоподобный механизм, технология которого была разработана Л. да Винчи в конце XV в. и впоследствии получила название «робот-рыцарь Леонардо да Винчи».

История изобилует примерами технического воплощения идей по созданию устройств, способных к автономному проявлению активности, включая имитацию действий человека. В круг поставленных нами в данной работе задач не входит углубление в историю воплощения идей автоматизации вообще и антропоморфной автоматизации в частности, поскольку история изучения данного вопроса могла бы составить отдельный труд ученого-историка. Однако нашей задачей является фиксация того факта, что идеи создания роботов существовали задолго до момента их трансформации в образы, более привычные для современного восприятия роботов и роботизированных

³⁵⁵ Солодовников, С. Ю. Теоретико-методологические предпосылки исследования роботизации экономики / С. Ю. Солодовников, Т. В. Сергиевич // Экономика и управление. – 2022. – Т. 28, № 6. – С. 538–548. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-6-538-548>

систем, и возникли они гораздо ранее, чем первая четверть XX в., когда слово «робот» вошло в литературный обиход. Само понятие «робот» впервые было употреблено в 1920 г. чешским писателем К. Чапеком в пьесе «Р.У.Р.» («Россумские универсальные роботы») и являлось производным от чешского слова «robota» – в переводе «подневольный труд». Как отмечается в литературе, «в контексте "Р.У.Р." робот является не столько символом научно-технического прогресса, сколько метафорой искусственно созданного помощника, слуги и раба, которая, хотя и имеет ряд предвестников в средневековом и античном (традиционном) культурном наследии, именно у К. Чапека впервые формулируется в модернистском ключе»³⁵⁶. В литературе 1920–1930 гг. тема роботов стала достаточно популярной, сохраняя однако негативную коннотацию, которая и сегодня продолжает оказывать определенное влияние на эмоционально-психологическое восприятие робота человеком.

В художественно-литературном смысле понятие «робот» все же принято связывать с именем А. Азимова, который в своих произведениях научно-фантастического жанра (рассказы «Робби», «Лжец», «Хоровод» 1940–1941 гг. и др.) ввел термин «robotics» (роботехника, роботика, робототехника, наука о роботах), популяризировал данную тематику и сформулировал ставшие впоследствии известными три закона робототехники. Несмотря на то, что они сформулированы не в научной, а в художественной литературе, считаем оправданным процитировать их в данном исследовании, поскольку тематика робототехники охватывает не только инженерно-технические и экономические, но и не в меньшей степени социально-этические и философские аспекты общественной жизни. Три закона робототехники гласят: «Робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинен вред. Робот должен повиноваться всем приказам, которые дает человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому Закону. Робот должен заботиться о своей безопасности в той мере, в которой это не противоречит Первому или Второму Законам».

³⁵⁶ Толстов, И. Е. Культурологический аспект эволюции представлений о роботах / И. Е. Толстов, А. С. Сергеева // Новый взгляд. Международный научный вестник. Культурология. – 2015. – № 9. – С. 46–57. – С. 47.

Несмотря на то, что с момента появления термина «робот» прошло более ста лет и для человека он стал вполне обыденным, как было показано в разделе 1.2, общепринятого определения робота нет. Во многом это обусловлено тем, что большинство авторов, исследующих роботизацию, оперирует восприятием робота не как технико-экономического феномена, а как инженерно-технического устройства. Экономическая теория, как известно, есть результат научного осмысления практики хозяйствования и развития экономических систем. Экономические системы, постоянно эволюционируя, снабжают экономическую науку богатым эмпирическим материалом, требующим постоянного исследования и углубления научного поиска. Изменение силы действия факторов эволюции экономических систем, появление новых и угасание существующих факторов требует постоянного научного осмысления, на первый взгляд, уже изученных в экономической науке явлений. В результате научно-технического прогресса в области робототехники за последние сто лет технические характеристики робота также постоянно совершенствовались. «То, что мы подразумеваем под "роботом" сегодня, – пишет К. Даутенхан [K. Dautenhahn], – будет сильно отличаться от того, что мы будем подразумевать под "роботом" через сотни лет. Понятие "робот" – это движущаяся цель, мы постоянно изобретаем то, что считаем "роботом"»³⁵⁷. Роботы и робототехнические системы усложняются, приобретая новые функции и технические возможности и расширяя сферы своего применения. Как следствие, технократическое понимание робота также трансформируется, что не может не оказывать влияния на осмысление его роли в экономических процессах³⁵⁸.

³⁵⁷ Dautenhahn, K. Human-robot interaction / K. Dautenhahn // The Encyclopedia of human-computer interaction / M. Soegaard, R. F. Dam (Eds.). – 2nd ed. – Aarhus, Denmark : The Interaction Design Foundation. – 2014. – Ch. 38.

³⁵⁸ Сергиевич, Т. В. Теоретико-методологические предпосылки определения роботизации экономики [Электронный ресурс] / Т. В. Сергиевич // Перспективы инновационно-технологического и экономического развития минерально-сырьевого комплекса: материалы XX Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию Факультета горного дела и инженерной экологии Белорусского национального технического университета, Минск, 5 апреля 2022 г. В 2-х т. / редкол.: А. А. Кологривко [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Т. 1. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 84–87.

Единой позиции в научных кругах относительно возникновения первого промышленного робота и робототехники как индустрии не существует. Учитывая довольно размытые границы самого понятия «робот» и стремление различных государств мира к занятию более привлекательных позиций в технологической гонке, не удивительно, что многие из них приписывают своим достижениям появление первых роботов. В 1932 г. в Японии был произведен первый робот-игрушка «Лилипут» – заводная игрушка высотой 15 см, способная ходить. В 1937–1938 гг. «Westinghouse Electric Corporation» создали антропоморфного робота ELEKTRO, который передвигался в результате голосовых команд, разговаривал (мог произнести 700 слов с помощью проигрывателя с частотой вращения 78 об/мин), курить, надувать воздушные шары, двигать головой и руками. Робот ELEKTRO был впервые представлен на всемирной выставке в Нью-Йорке в 1939 г. В 1938 г. американцами У. Поллардом и Г. Роузландом был разработан первый программируемый механизм распыления краски для компании «DeVilbiss Co.», запатентованный в 1942 г.³⁵⁹ «В разработку механических рук и ног большой вклад внес Уильям Уолтер (William Walter), сконструировавший первого автономного робота в конце 1940-х гг.»³⁶⁰. В 1954 г. Дж. Девол изобрел автоматическую автоматическую программируемую руку-манипулятор и назвал его «Юнимейт» (от англ. UNIMATE – «Universal Automation» универсальная автоматика или универсальная автоматизация). В 1956 г. Дж. Девол и Дж. Энгельбергер основали, как отмечается в литературе, «первую в мире компанию по производству роботов» – «Unimation». В 1961 г. первый промышленный робот «Юнимейт» был введен в эксплуатацию. Именно с этими событиями в литературе связывают «прорыв, обусловивший появление робототехники как индустрии»³⁶¹. Некоторыми авторами считается³⁶², что с этого момента началось коммерческое применение промышленных роботов. Отечественные ученые также относили зарождение новой

³⁵⁹ Кайснер, Э. Робототехника: прорывные технологии, инновации, интеллектуальная собственность / Э. Кайснер, Дж. Раффо, С. Вунш-Винсент // Форсайт. – 2016. – Т. 10, № 2. – С. 7–27. – С. 9.

³⁶⁰ Там же. – С. 9.

³⁶¹ Там же. – С. 9.

³⁶² Rosheim, M. E. Robot Evolution: The Development of Anthropotics / M. E. Rosheim // New York: John Wiley & Sons, Inc. – 1994.

промышленной автоматизации к этому периоду: «Можно считать, что промышленная история гибкой автоматизации началась с появления станков с ЧПУ, т. е. в 1955 г.»³⁶³, а «в 1962 г. появился <...> компонент гибкой автоматизации – промышленные роботы. В результате возникла перспектива перейти от систем "человек-машина" к системам "человек-робот-машина" и возможность полностью изъять человека из технологического процесса»³⁶⁴.

Робототехника развивалась и в других странах – Японии, Швеции, Великобритании, ФРГ, Италии, Франции и, конечно же, СССР. Важнейшим драйвером развития робототехники во второй половине XX в. стал научно-технический прогресс в области электроники, а именно появление микропроцессорного управления в 1970-х гг., что, помимо новых технических возможностей развития роботов, повлекло за собой значительное снижение затрат на электронику в их стоимости. «Резко снизилась стоимость систем ЧПУ (в среднем с 50 до 20 % от стоимости включенного в них оборудования) и повысилась надежность, без чего вообще нельзя ставить вопрос о комплексной автоматизации производства»³⁶⁵. В свою очередь, снижение стоимости роботов послужило экономическим стимулом их массового внедрения в промышленности. Этому способствовала и политика трудосбережения в интенсивно растущих экономиках второй половины XX в., поскольку внедрение роботов способствовало росту производительности труда и высвобождению трудовых ресурсов. «Применение ПР (промышленных роботов. – *Прим. Т. С.*) обеспечивает значительную экономическую эффективность: позволяет увеличить производительность труда на 20–40 %, уменьшить расходы на обслуживание, улучшить ритмичность производства, повысить коэффициент сменности работы оборудования до 1,5–1,9 и качество выпускае-

³⁶³ Юревич, Е. И. Состояние и перспективы развития гибких автоматизированных производств и робототехники / Е. И. Юревич // Использование робототехники и манипуляторов – важный фактор повышения эффективности производства : материалы городской научно-практической конференции, Минск, 1983. – Минск : БелНИИНТИ, 1984. – С. 20–31. – С. 23.

³⁶⁴ Там же. – С. 23.

³⁶⁵ Там же. – С. 23.

мой продукции, высвободить рабочих от физически тяжелых, вредных и монотонных операций»³⁶⁶, – отмечалось в научной литературе по этому поводу.

В СССР на государственном уровне большое внимание уделялось внедрению промышленных роботов. В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981–1985 годы и на период до 1990 года указывалось на необходимость широкого применения автоматически манипуляторов (промышленных роботов), встроенных систем автоматического управления с использованием микропроцессоров и микро-ЭВМ, создания автоматизированных цехов и заводов³⁶⁷. В тот же период была принята Комплексная государственная научно-техническая программа «Создать и освоить автоматические манипуляторы на 1981–1990 годы». В научной литературе того времени отмечалось, что «развитие робототехники обусловлено реальными потребностями производства в комплексной и гибкой автоматизации, включая заводы – автоматы с новой "безлюдной" технологией. Следует отметить, что парк ПР (промышленных роботов. – *Прим. Т. С.*) в мире ежегодно увеличивается в среднем на 40 % и в 1985 г. он составит более 80 тыс. шт.»³⁶⁸. Примечательно, что «в 1980 году в СССР насчитывалось 6 тыс. роботов (20 % от мирового объема), а в 1985 году – 40 тыс. роботов (40 % мирового рынка роботов)»³⁶⁹. В литературе отмечалось, что «если сравнивать страны по количеству ПР (промышленных роботов. – *Прим. Т. С.*) на душу населения, то они расположатся примерно в таком же порядке, как и по уровню роботизации: в Швеции в 1980 г. на 100 тыс. жителей приходилось примерно 15 роботов, в Японии – 7, в США – 3, а в СССР –

³⁶⁶ Тонкович, С. Н. Разработка и применение робототехники в отраслях промышленности / С. Н. Тонкович. – Минск : БелНИИНТИ, 1983. – 11 с. – С. 10.

³⁶⁷ Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981–1985 годы и на период до 1990 года : материалы XXVI съезда КПСС. – М. : Политиздат, 1981.

³⁶⁸ Тонкович, С. Н. Разработка и применение робототехники в отраслях промышленности / С. Н. Тонкович. – Минск : БелНИИНТИ, 1983. – 11 с. – С. 2.

³⁶⁹ Комков, Н. И. Перспективы и условия развития робототехники в России / Н. И. Комков, Н. Н. Бондарева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 8–21. – С. 9. [http:// doi.org/10.18184/2079-4665.2016.7.2.8.21](http://doi.org/10.18184/2079-4665.2016.7.2.8.21)

2,5 работа»³⁷⁰. Н. И. Комков и Н. Н. Бондарева справедливо отмечают, что «именно в этот период мировой рынок роботов активно формировался, и СССР имел все шансы занять и удержать на нем лидирующее место, опережая в несколько раз объемы роботов в США»³⁷¹, а распад СССР и нарушение сложившегося к тому времени баланса политико-экономического и технологического лидерства повлекли за собой утрату большого количества «секретной информации по роботостроению, которая в дальнейшем была запатентована и коммерциализована в других странах мира»³⁷². Межстрановая расстановка технико-технологических сил, динамика и перспективы развития робототехники и широкого внедрения роботов в промышленности свидетельствуют о высочайшем уровне развития науки и техники в СССР в исследуемой сфере.

Сегодня, как показывает практика и соответствующие ей статистические данные, часто роботизация промышленности сводится к расширению внедрения промышленных роботов на предприятии как новому этапу его автоматизации. О. Сухарев говорит о «высоком разнообразии и неоднородном охвате автоматизацией процессов современного производства. Причем степень охвата новой технологией зависит от технологической структуры капитала, то есть от исходной технологической базы и ее состояния»³⁷³. Однако разнообразие современных роботов и потенциальные возможности роботизации производственных и бизнес-процессов выходят далеко за рамки расширения использования промышленных роботов. На современных промышленных предприятиях при переходе к «умному производству»

³⁷⁰ Юревич, Е. И. Состояние и перспективы развития гибких автоматизированных производств и робототехники / Е. И. Юревич // Использование робототехники и манипуляторов – важный фактор повышения эффективности производства : материалы городской научно-практической конференции, Минск, 1983. – Минск : БелНИИНТИ, 1984. – С. 20–31. – С. 28.

³⁷¹ Комков, Н. И. Перспективы и условия развития робототехники в России / Н. И. Комков, Н. Н. Бондарева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 8–21. – С. 9. <http://doi.org/10.18184/2079-4665.2016.7.2.8.21>

³⁷² Там же. – С. 9.

³⁷³ Сухарев, О. Промышленность России: методы исследования и задачи развития / О. Сухарев // Общество и экономика. – 2021. – № 2. – С. 60–81. – С. 64. <https://doi.org/10.31857/S020736760013641-4>

роботизации подлежит не только непосредственно процесс производства, но и ряд бизнес-процессов, что также оказывает значительное влияние на эффективность промышленного предприятия и является составляющей частью роботизации промышленности³⁷⁴. Наряду с расширением использования промышленных роботов, роботизация промышленности охватывает внедрение транспортных, бизнес-процессовых и других видов роботов, а также сопутствующую этому перестройку производственных, логистических и бизнес-процессов предприятия.

Больше всего разногласий в научной экономической литературе, посвященной роботизации, присутствует в отношении наличия материального (аппаратного) воплощения как обязательного признака робота. «Основное противоречие, – рассуждает Дж. Пирсон [J. Pearson], – возникает между роботом как чем-то, имеющим тело, и роботом как "системой", в меньшей степени связанной с материальным воплощением»³⁷⁵. В большинстве существующих определений робот представляется как «механизм» («внутреннее устройство (система звеньев) машины, прибора, аппарата, приводящее их в действие»³⁷⁶) или «устройством» («рукотворный объект со сложной внутренней структурой, созданный для выполнения определенных функций, обычно в области техники»³⁷⁷). Тем самым исследователями фактически устанавливается граница между роботом как устройством – физическим объектом – и роботом, существующим и выполняющим функции исключительно в виртуально-информационной среде. И хотя по-прежнему большинство исследователей в сфере робототехники игнорируют необходимость такого разграничения, не

³⁷⁴ Сергиевич, Т. В. Некоторые актуальные аспекты исследования роботизации промышленности / Т. В. Сергиевич // Тенденции и тренды в сфере бизнес-аналитики : сборник научных трудов по итогам проведения круглого стола, Москва, 21 сентября 2022 г. / под ред. Т. Ф. Морозовой [и др.]. – М. : ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2022. – С. 126–129. – С. 128.

³⁷⁵ Pearson, J. The Sheer Difficulty of Defining What a Robot Is [Electronic resource] / J. Pearson // Motherboard. Tech by Vice. – Publ. date 17.04.2015. – Mode of access: <https://www.vice.com/en/article/5394v5/the-sheer-difficulty-of-defining-what-a-robot-is>. – Date of access: 10.04.2022.

³⁷⁶ Механизм [Электронный ресурс] // Академик. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ogegova/278000>. – Дата доступа: 15.03.2022.

³⁷⁷ Устройство [Электронный ресурс] // Академик. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1659472>. – Дата доступа: 15.03.2022.

ставя перед собой задачу определения круга исходных понятий, отнесение к роботам исключительно роботов с материальной оболочкой, сложившееся исторически под влиянием НТП, сегодня не представляется столь однозначным. Х. Дж. Уильсон [H. J. Wilson] по этому поводу отмечает, что «сегодня большая часть работы представляет собой интеллектуальный труд, поэтому определение робота должно распространяться даже на автоматизированные компьютерные программы, включая когнитивные вычисления, представляющие собой ИТ-системы, способные ощущать, понимать и действовать»³⁷⁸. Те же ученые, объектом исследования которых изначально является робот без материального (аппаратного) воплощения, как правило, ограничиваются краткой оговоркой относительно применяемой в рамках их исследования терминологии. Например, исследующая особенности телефонного взаимодействия с оператором-человеком и автоматизированным оператором А. С. Максимова последнего называет роботом, делая оговорку, что «автоматизированный оператор представляет автономно работающую программу, но не "робота" в строгом смысле слова. У него нет физического "тела", корпуса, для пользователей он представлен лишь звуковыми реакциями на их реплики»³⁷⁹, хотя и четко не поясняя, в чем заключается понимание робота «в строгом смысле слова» и какими признаками, помимо наличия физической оболочки, он обладает.

Категоричную позицию относительно наличия материальной оболочки как признака робота заявляют М. Асада [M. Asada], К. Ф. МакДорман [K. F. MacDorman], Х. Исигуро [H. Ishiguro] и Я. Куниёси [Y. Kuniyoshi], полагающие, вслед за Р. А. Бруксом³⁸⁰, что «физиче-

³⁷⁸ Wilson, H. J. What is a robot, anyway? [Electronic resource] / H. J. Wilson // Harvard Business Review. – Publ. date 15.04.2015. – Mode of access: <https://hbr.org/2015/04/what-is-a-robot-anyway>. – Date of access: 12.04.2022.

³⁷⁹ Максимова, А. С. Опыт пользователя телефонной справочной службы: взаимодействие с оператором-человеком и роботом / А. С. Максимова // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2019. – № 22 (6). – С. 44–68. – С. 46. <https://doi.org/10.31119/jssa.2019.22.6.4>.

³⁸⁰ Brooks, R. A. Elephants don't play chess / R. A. Brooks // P. Maes (Ed.) ; Cambridge : Designing Autonomous Agents, MIT Press; Amsterdam : MA/Elsevier Science, 1991. – Pp. 3–15.

ское воплощение необходимо для проектирования структуры интеллектуальных систем»³⁸¹. А. В. Тимофеев, описывая отличие роботов от программ, акцентирует внимание на обязательном наличии исполнительного механизма роботов: «Именно способность к обучению путем активного взаимодействия с реальным миром отличает роботов от разного рода автоматов и программ, служащих для автоматизации тех или иных операций. Если программы, реализуемые на вычислительных машинах, имеют дело лишь с символьными системами переработки информации, то роботы обязаны, используя свои искусственные органы чувств, соотносить эти символьные системы с реальным физическим миром и воздействовать на него с помощью исполнительных механизмов»³⁸². Таким образом А. В. Тимофеев выстраивает границу между роботами и программами – характер взаимодействия с внешней средой, опосредованный наличием или отсутствием материальной оболочки.

Однако является ли физическое воздействие на окружающую среду принципиально отличным от, например, информационного воздействия на внешний мир при анализе разграничения роботов в целях экономических исследований? В. В. Василькова, Н. И. Легостаева и В. Б. Радушевский, исследующие роль ботов – «субъектов коммуникации особой гибридной природы» – в современном социальном взаимодействии, приводят определение социальных ботов. Под последними в широком смысле названные авторы со ссылкой на³⁸³ понимают «программы, которые автоматически создают контент и взаимодействуют с другими пользователями, продвигая данный контент»³⁸⁴, в узком

³⁸¹ Cognitive developmental robotics as a new paradigm for the design of humanoid robots / M. Asada [et al.] // *Robotics and Autonomous Systems*. – 2001. – № 37. – Pp. 185–193. – P. 187.

³⁸² Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с. – С. 15–16.

³⁸³ The rise of social bots / E. Ferrara [et al.] // *Communications of the ACM*. – 2016. – № 59 (7). – Pp. 96–104.

³⁸⁴ Василькова, В. В. Тематический ландшафт бот-пространства социальной сети «ВКонтакте» / В. В. Василькова, Н. И. Легостаева, В. Б. Радушевский // *Журнал социологии и социальной антропологии*. – 2019. – № 22 (4). – С. 202–245. – С. 203.

смысле со ссылкой на³⁸⁵ – «автоматизированные программные комплексы, которые имитируют поведение реальных пользователей социальных сетей»³⁸⁶. В данном случае не вполне четким представляется разграничение широкого и узкого понимания социальных ботов, поскольку в приведенных определениях речь идет о различных аспектах их функционирования – во-первых, проявление активности путем создания и продвижения контента, что является функциональным предназначением социальных ботов, и во-вторых, имитация поведения реальных пользователей, что описывает механизм достижения поставленной цели. Однако все это позволяет заключить, что отличие ботов (в том числе социальных) от других программ состоит в имитации субъектной активности, и именно эта особенность создает основания отнесения ботов к роботам, а в частности к роботам без материальной оболочки.

Иначе обстоит дело с искусственным интеллектом, который так же, как и боты, не имеет материального (аппаратного) воплощения. «Искусственный интеллект – самостоятельная область теории вычислительных машин и систем, изучающая возможности создания устройств, способных принимать разумные решения. В этом их принципиальное отличие от полностью автономных устройств, хотя и отчасти размытое. Некоторые специалисты относят искусственный интеллект к сфере робототехники, но все же чаще его выделяют в самостоятельное направление, хотя и способное оказать значительное влияние на робототехнику. Подобная точка зрения основана на предположении, что искусственный интеллект может не иметь аппаратного воплощения, а существовать самостоятельно, без привязки к какому-либо устройству»³⁸⁷. Влияние искусственного интеллекта на робототехнику заключается в том, что он, являясь инструментом для

³⁸⁵ The Socialbot Network: When Bots Socialize for Fame and Money [Electronic resource] / Y. Boshmaf [et al.] // Proceedings of the 27th Annual Computer Security Applications Conference, Orlando, Florida USA, 5–9 Dec. 2011. – Mode of access: <http://lerssdl.ece.ubc.ca/record/264/files/264.pdf>. – Date of acces: 08.06.2022.

³⁸⁶ Василькова, В. В. Тематический ландшафт бот-пространства социальной сети «ВКонтакте» / В. В. Василькова, Н. И. Легостаева, В. Б. Радусевский // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2019. – № 22 (4). – С. 202–245. – С. 203.

³⁸⁷ Кайснер, Э. Робототехника: прорывные технологии, инновации, интеллектуальная собственности / Э. Кайснер, Дж. Раффо, С. Вунш-Винсент // Форсайт. – 2016. – Т. 10, № 2. – С. 7–27. – С. 9

роботов, позволяет существенно расширить функциональные возможности и эффективность последних. Искусственный интеллект является инструментом, позволяющим роботу повышать степень своей автономности и адаптивности, не обладая сам по себе достаточной степенью автономности, самостоятельным функциональным предназначением, целесообразностью и рациональностью действий для того, чтобы отнести его к роботам.

Роботизация промышленного предприятия создает условия для использования новых цифровых инструментов оптимизации производственной и хозяйственной деятельности, – промышленный интернет вещей, большие данные, облачные вычисления, цифровые двойники. Цифровые двойники предприятия создаются как на этапе его проектирования для моделирования оптимального производственного процесса, так и при модернизации уже действующего предприятия. Цифровые двойники позволяют осуществлять перепрограммирование роботов в офлайн режиме – в то время как выполняется заказ, инженеры перепрограммируют робототехнику для выполнения следующего заказа, что значительно снижает временные затраты на переналадку оборудования. Роботизированное предприятие, обладающее цифровым двойником, с его мелкосерийным гибким производством получает дополнительные конкурентные преимущества, имея возможность быстро подстраиваться под запросы клиента, модифицируя ассортимент выпускаемой продукции.

С учетом вышеназванного, можно заключить, что наличие материальной оболочки не является обязательным признаком робота, а по критерию типа рабочей оболочки можно выделить роботов с материальной оболочкой и роботов без нее. Роботизация промышленности предполагает расширение использования роботов как с материальной оболочкой (например, промышленные, транспортные и другие роботы), так и без нее (бизнес-процессовые, социальные и другие роботы). Роботы с материальной оболочкой предназначены для функционирования в материальной рабочей среде, а роботы без материальной оболочки функционируют в виртуально-информационной среде. Роботизация промышленности предполагает расширение использования обоих типов роботов. Четкого разграничения требуют роботы без материальной оболочки и искусственный интеллект. Последний является инструментом, расширяющим возможности и повышающим эффективность роботов.

4.2. Роботизация в машиностроении

В научной литературе наиболее распространен подход к описанию машиностроительного комплекса с акцентом на его структурные характеристики: «Машиностроительный комплекс <...> объединяет предприятия автомобиле-, тракторо- и сельхозмашиностроительной отраслей. Приборостроение, в свою очередь, включает ряд подотраслей: радиотехническую, радиоэлектронную, оптико-механическую, электротехническую и микроэлектронную»³⁸⁸. Исследователи подчеркивают близкий, технически сложный характер выпускаемой продукции отраслей, относящихся к машиностроению: «Высокотехнологичный промышленный комплекс, в первую очередь машиностроительное производство, – пишет П. А. Кохно, – это совокупность производств машин, оборудования, приборов, комплектующих деталей и изделий, электрических машин, электронных компонентов и транспортных средств»³⁸⁹. А. В. Богатырев и А. А. Касимов, расширяя свое определение машиностроения за пределы производственной системы или совокупности таких систем, относят к машиностроению «комплекс отраслей промышленности, а также интеллектуальный потенциал работников машиностроительной отрасли, изготавливающих средства производства, транспорт, предметы потребления, оборонную технику»³⁹⁰. Использование понятия «комплекс» в данном контексте служит цели подчеркнуть наличие тесных внутренних хозяйственных и производственных взаимосвязей в машиностроении. Интенсивность этих взаимосвязей, характеризующая масштаб структуры машиностроительного комплекса, обусловлена потребностями одних отраслей этого комплекса в продуктах производства других. Наличие устойчивой структуры позво-

³⁸⁸ Пратасеня, В. С. Маркетинговая концепция модернизации машиностроения / В. С. Пратасеня // Белорусский экономический журнал. – 2005. – № 4 (33). – С. 102–113. – С. 102.

³⁸⁹ Кохно, П. А. Алгоритм финансовой устойчивости высокотехнологичного производства / П. А. Кохно // Экономика высокотехнологичных производств. – 2021. – Т. 2, № 4. – С. 293–312. – С. 293.

³⁹⁰ Богатырев, А. В. Вопросы привлечения инвестиций в машиностроительный комплекс / А. В. Богатырев, А. А. Касимов // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2009. – № 3. – С. 194–198. – С. 194.

ляет условно отграничить отрасли машиностроения от других отраслей промышленности, представив совокупность первых как систему: «Машиностроительные отрасли изначально создавались как единые хозяйственные комплексы, объединявшие в своем составе предприятия, родственные по характеру выпускаемой продукции, технологическим процессам, сложившимся хозяйственным связям»³⁹¹. Такое положение дел характерно и для современного машиностроения как комплекса, объединяющего в себе экономически и технологически взаимосвязанные подотрасли, выпускающие, главным образом, средства производства, наряду с предметами потребления.

Как указывается на официальном сайте Президента Республики Беларусь, «машиностроение является ведущей отраслью, опорой и движущей силой экономики страны, играет важную роль в социально-экономическом и интеллектуальном развитии государства и по праву считается фундаментом всего промышленного комплекса. В стране работают сотни предприятий, которые производят автомобили и автокомпоненты, сельскохозяйственные машины и станки, сложные приборы, оптику, электротехническое оборудование, лифты, бытовую технику и электронику. Все это – машиностроительная отрасль Республики Беларусь»³⁹². Для экономического анализа развития машиностроения, основанного на использовании статистического метода, может быть использован подход, согласно которому «собирабельная группировка "Машиностроение" включает следующие виды экономической деятельности: "Производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры", "Производство электрооборудования", "Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки" и "Производство транспортных средств и оборудования"»³⁹³, соответствующие подсекциям CI, CJ,

³⁹¹ Оценка и повышение конкурентоспособности российских машиностроительных комплексов / В. В. Криворотов [и др.] // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. – 2013. – № 4. – С. 61–76. – С. 64.

³⁹² Машиностроение [Электронный ресурс] // Президент Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://president.gov.by/ru/belarus/economics/osnovnyye-otrasli/promyshlennost/mashinostroenie>. – Дата доступа: 15.08.2022.

³⁹³ Промышленность Республики Беларусь, 2022 : статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 44 с. – С. 34.

СК и СК Общегосударственного классификатора Республики Беларусь ОКРБ 005-2011 «Виды экономической деятельности».

Машиностроение играет основополагающую роль в развитии экономики стран со структурной политикой, ориентированной на формирование «сверхиндустриального промышленного уклада»³⁹⁴, к числу которых относится Республика Беларусь. Модернизация машиностроительной отрасли, характеризующейся активными потребностями в продуктах труда других видов экономической деятельности и продукция которой потребляется всеми видами экономической деятельности (производство средств производства, в том числе для производства средств производства) и важна для обеспечения жизнедеятельности каждого человека (производство предметов потребления), напрямую влияет на интенсификацию развития национальной экономики и способствует росту качества жизни населения. Обращаясь к тематике замкнутых воспроизводственных цепочек в экономике, А. А. Быков и В. А. Пархименко так описывают место машиностроения в экономической системе: «Чтобы нарастить объем выпуска определенной продукции конечного потребления, нужно сначала создать технологическое оборудование (средства производства для выпуска средств производства), на котором будет создаваться другое технологическое оборудование (средства производства для выпуска предметов потребления), которое затем непосредственно будет производить все необходимые предметы потребления»³⁹⁵. Соглашаясь с названными учеными, технико-технологическое развитие машиностроения, являющегося базой для производства средств производства (в том числе для производства средств производства), можно рассматривать как фактор, определяющий уровень технологического развития экономики страны. Причем в условиях нарастания внешнего санкционного давления и ограничения доступа к некоторым зарубежным технологиям действие этого

³⁹⁴ Солодовников, С. Ю. Новая структурная политика и изменение институциональной динамики наноиндустрии / С. Ю. Солодовников // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. – 2018. – № 1 (11). – С. 5–10. – С. 5.

³⁹⁵ Быков, А. А. Обоснование стратегий развития обрабатывающей промышленности: теоретические подходы и инструментарий / А. А. Быков, В. А. Пархименко // Труды БГТУ. Серия 5. – 2022. – № 1 (256). – С. 132–144. – С. 135.

фактора усиливается. Морально устаревшее оборудование не позволяет производить высокотехнологичные средства производства, используемые в дальнейшем во всех отраслях национальной экономики или предназначенные для конкурентоспособного экспорта. Напротив, обновление средств производства (в том числе для производства средств производства) может служить фактором повышения технологичности и конкурентоспособности национальной экономики в целом, стимулируя возникновение мультипликационных эффектов экономического роста и увеличения технологичности экономики в результате действия эффекта домино (как в случае с распространением цифровых технологий³⁹⁶). Именно поэтому научное сопровождение модернизации промышленности в качестве важнейшего и наиболее актуального направления предполагает исследование роботизации машиностроения как основной отрасли национальной экономики, служащей базисом национального технологического суверенитета и экономической безопасности страны. Роботизация является одним из важнейших направлений модернизации современного промышленного производства, позволяющего повысить социальную и экономическую эффективность предприятия. Будущий облик национального машиностроительного комплекса зависит от успешности проведения его технико-технологической и организационно-управленческой модернизации, которая сегодня основывается на расширении производства и внедрения роботов и соответствующих трансформаций организационно-управленческих отношений на предприятиях и в отрасли.

Предприятия машиностроения являются важнейшими субъектами роботизации экономики, поскольку именно на них сконцентрировано производство промышленных роботов и их компонентов (корпуса роботов, редукторы, серводвигатели, контроллеры и т. д.). В то же время машиностроительный комплекс является и основным потребителем промышленных роботов. Как подчеркивает исполнительный директор российской Национальной ассоциации участников

³⁹⁶ Сергиевич, Т. В. Влияние цифровизации экономики и общества на трансформацию бизнес-моделей промышленных предприятий / Т. В. Сергиевич // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2021. – № 2 (56). – С. 95–101. – С. 100.

рынка робототехники (далее – НАУРР) О. Мудрова, «машиностроение <...> – это одно из ключевых направлений, которое активно всегда роботизировалось, поскольку имело серьезную емкость рынка, имело потенциал, имело потребителя и имело большое количество производителей, объединяющихся в концерны <...>. Сейчас роботизация связана с тем, что наша задача – изменить условия самого процесса машиностроения как минимум <...> роботизация как активный драйвер в машиностроении все больше и больше включается в сферы нашей жизни в России»³⁹⁷. Глобальная тенденция роста роботизации машиностроения, показанная нами в главе 3 монографии на примере КНР и США, характерна для большинства промышленно развитых стран мира. По данным Международной федерации робототехники³⁹⁸, отраслями – основными потребителями промышленных роботов в мире являются производство электроники, автомобилестроение, металлургия и машиностроение, пищевая промышленность. На производство электроники и автомобилестроение приходится около половины мирового спроса на промышленных роботов.

Автомобилестроение является традиционным потребителем промышленных роботов. «Производство автомобилей требует высокой точности и при этом состоит из автоматизируемых операций с высокой степенью алгоритмизации. Фактически, чем проще производственный процесс разбивается на операции и чем легче эти операции автоматизировать, тем выгодней применение робототехнических решений»³⁹⁹. Для автомобилестроения характерно наличие большого количества рутинных, физически тяжелых операций, требующих точности исполнения и выполняемых в высокорисковой для человека внешней среде. Техническое усложнение производимых автомобилей, включая рост мирового интереса к производству и исполь-

³⁹⁷ RusWeld 2022: Сессия – Тренды роботизации машиностроительных предприятий. НАУРР [Электронный ресурс] // НАУРР. Конференция «Технологии роботизации в машиностроении». – Оpubл. 28 окт. 2022. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=d5esQaewTFU>. – Дата доступа: 10.11.2022.

³⁹⁸ International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org/>. – Date of access: 25.05.2022.

³⁹⁹ Перспективные направления применения робототехники в бизнесе / Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций ; Национальная Ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР). – Москва, 2020. – 74 с. – С. 7.

зованию электротранспорта, что требует «больших капиталовложений как в научные исследования и разработки, так и в производственную инфраструктуру»⁴⁰⁰, обуславливает технологическое и организационно-экономическое совершенствование автомобильного производства, которое становится все более сложным и требующим применения квалифицированного труда. Наиболее роботизируемыми процессами в автомобильной промышленности являются «общая обработка, дуговая и точечная сварка, автоматическая сборка, напыление краски, герметизация швов, визуальный осмотр и контроль качества»⁴⁰¹. Вновь создаваемые предприятия в области автомобилестроения, как правило, высоко- или полностью роботизированы. Роботизация автомобилестроения направлена на рост производительности труда, повышение уровня качества производимой продукции, улучшение условий труда для работников, способствуя высвобождению человека от выполнения физически тяжелых, рутинных, опасных операций.

В 2020 г. по числу устанавливаемых промышленных роботов автомобилестроение уступило производству электроники, формирующему сегодня треть мирового рынка промышленных роботов со стороны спроса. Как отмечалось в разделе 2.1 монографии, во многом это произошло в результате действия пандемийного фактора, стимулирующего спрос на электронику по всему миру и одновременно оказавшего сдерживающее влияние на потребление и, соответственно, производство автомобилей. В электронной промышленности роботы применяются для автоматизации процессов сборки, пайки, тестирования и контроля, а также упаковки изделий. Помимо повышения производительности, что является общей и наиболее распространенной задачей, решаемой посредством роботизации произ-

⁴⁰⁰ Солодовников, С. Ю. Развитие электротранспорта в Республике Беларусь на основе государственно-частного партнерства в условиях новых геоэкономических вызовов и угроз / С. Ю. Солодовников, Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2021. – Вып. 14. – С. 21–28. – С. 22. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2021-14-21-28>

⁴⁰¹ An overview of robot applications in automotive industry / M. Bartoš [et al.] // TRANSCOM 2021: 14th International scientific conference on sustainable, modern and safe transport. – 2021. – Vol. 55. – Pp. 837–844. – P. 839. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.052>

водства, предприятия электронной промышленности, исходя из специфики производственного процесса (требующего точности в работе с очень мелкими деталями и особых условий производства – стерильной чистоты оборудования, включая самих роботов, рабочих поверхностей и помещения, качества воздуха, влажности, температуры, давления и т. п.), стремятся к повышению и строгому соблюдению стабильности качества продукции, что также достигается благодаря роботизации. Роботы, выполняя одно и то же действие, практически не допускают ошибок, отклонений, неточностей, что снижает уровень брака изготавливаемой продукции.

Как и роботизация промышленности в целом, так и роботизация машиностроения в частности, в литературе часто сводится к внедрению промышленных роботов на предприятиях как новому этапу автоматизации. Такая точка зрения доминирует среди представителей функционального подхода к феномену роботизации, в рамках которого роботизация рассматривается как новая, технико-технологически более совершенная, ступень автоматизации (более подробно рассмотрено к разделу 1.4 монографии). Однако разнообразие современных роботов и потенциальные возможности роботизации производственных и бизнес-процессов выходят далеко за рамки расширения использования промышленных роботов на машиностроительном предприятии.

Научно-технический прогресс в области робототехники и искусственного интеллекта и расширение сфер их применения свидетельствует о том, что роботы могут выполнять растущее число и разнообразие функций, в том числе и нерутинного характера, замещая все больше трудовых функций человека. Сегодня так называемая концепция 5D (от англ. *dul, dirty, dangerous, dear, difficult*) в роботизации, согласно которой роботизации подлежит, прежде всего, не требующая интеллектуальных усилий, грязная, опасная, дорогостоящая и тяжелая работа, трансформируется. Роботы все чаще привлекаются к выполнению нерутинных ответственных задач – например, медицинская диагностика, исследование дна океана, проведение хирургических вмешательств и т. д. Расширяется и спектр применения роботов на промышленном производстве, в машиностроении в частности, не ограничиваясь внедрением промышленных роботов. Для машиностроительного предприятия характерно использование различных

видов роботов – промышленные, коллаборативные, автоматизированные управляемые транспортные средства, автоматизированные системы хранения и поиска, RPA-роботы и другие. Наиболее распространенным типом промышленных роботов являются роботы-манипуляторы, которые предназначены для выполнения операций, связанных с изменением положения и ориентации предметов труда в пространстве (перемещение грузов, сортировка и упаковка продукции, сварочные и покрасочные работы, сборка и обработка предметов труда и др.). На предприятиях машиностроения роботизации подлежат, прежде всего, такие задачи как точечная и дуговая сварка, горячая штамповка и литье под давлением, покрасочные работы, сборочные операции, а также вспомогательные операции загрузки и разгрузки.

Целесообразным представляется отказаться от подхода, согласно которому роботизация является наивысшей стадией автоматизации промышленного предприятия по мере увеличения числа установленных промышленных роботов, в пользу подхода, согласно которому роботизация промышленного предприятия сопровождается постепенной заменой труда человека роботизированным и приводит в конечном итоге к передаче различным типам роботов когнитивных, физических и коммуникационных функций работника и переходу к безлюдному типу производства. Охватывая не только сферу материального производства, но и сопутствующие организационно-управленческие отношения, роботизация промышленного предприятия является видовым понятием к родовому понятию модернизации вообще – в единстве ее технико-технологической и организационно-управленческой составляющих.

Принятие решения о целесообразности роботизации машиностроительного предприятия происходит под влиянием большого числа разнокачественных факторов. Поскольку основным функциональным предназначением робота является имитация субъектной активности, позволяющая не просто замещать человека (группу людей), выполняя его когнитивные, коммуникационные и физические функции в производственном, сервисном, медицинском, бытовом и социальном пространстве, но и превосходить функциональные возможности человека (или группы людей), постольку решение о роботизации машиностроительного предприятия зависит, в первую очередь, от наличия, состава и доступа к необходимым трудовым ресурсам.

В случае если условия доступа предприятия к необходимым трудовым ресурсам ухудшаются, что может происходить в результате повышения цены труда, межотраслевой конкуренции на рынке труда, трудовой миграции, институциональных изменений в сфере подготовки кадров и на рынке труда, демографической динамики, снижения престижа работы в промышленности, то при прочих равных условиях начинает действовать эффект замещения, предполагающий замену труда другими факторами производства. Относительно нашего объекта исследования действие эффекта замещения будет стимулировать расширение использования роботов на предприятии машиностроительного комплекса. И наоборот, в случае ухудшения условий доступа промышленного предприятия к технико-технологическим ресурсам (обновлению капитала), что может быть обусловлено повышением цены на средства производства, введением санкций, запрещающих или ограничивающих доступ к промышленному оборудованию, ростом цены денег, неизбежно требующихся для модернизации предприятия, при прочих равных предпочтение будет отдаваться расширению использования труда. При этом замещение труда капиталом более эластично, чем замещение капитала трудом. Как показывает мировая практика, в случае кризиса первыми подлежат сокращению именно расходы на труд.

Ученые и эксперты⁴⁰² сходятся во мнении, что расширение использования роботов в машиностроении позволяет значительно сократить издержки предприятия на рабочую силу, что способствует повышению производительности труда. Сокращение издержек предприятия достигается за счет повышения эффективности использования рабочего времени оборудования (по оценкам⁴⁰³, благодаря роботизации использование рабочего времени оборудования возрастает до 98 %) в результате существенного снижения временных потерь, характерных для производственного процесса с участием человека.

⁴⁰² RusWeld 2022: Сессия – Тренды роботизации машиностроительных предприятий. НАУРР [Электронный ресурс] // НАУРР. Конференция «Технологии роботизации в машиностроении». – Оpubл. 28 окт. 2022. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=d5esQaewTFU>. – Дата доступа: 10.11.2022.

⁴⁰³ Промышленные роботы в машиностроении. Роботизация производственных процессов [Электронный ресурс] // 4ne. – Оpubл. 7 мая 2023 г. – Режим доступа: <http://www.4ne.ru/stati/robotetxnika/promyshlennye-roboty-v-mashinostroenii-robotizaciya-proizvodstvennyx-processov.html>. – Дата доступа: 11.01.2022.

Как нами подчеркивалось выше, роботы не проявляют оппортунистическое поведение, могут выполнять работу практически без перерыва, в том числе ночью, не опаздывают на работу, не нуждаются в отпусках, больничных, не могут уволиться, потребовать повышения заработной платы, комфортных условий труда (температуры, освещения, удобного месторасположения, чистоты и т. д.), гибки в части объемов выпускаемой продукции. Ученые отмечают что «преимущество работы людей с роботами заключается в том, что каждый из них может выполнять то, что у него получается лучше всего: роботы выполняют повторяющиеся или опасные задачи, в то время как люди выполняют более сложные шаги и определяют общие задачи робота, поскольку они быстро распознают ошибки и возможности оптимизации»⁴⁰⁴. В ряде случаев роботы выполняют те действия, которые человек выполнить не способен, сопряженные с непосильной для человека физической нагрузкой или выполняемые в условиях, в которых человек находиться не может (слишком высокая или низкая температура, загрязненный вредными или токсичными веществами воздух, шум, радиация и т. д.). Снижается зависимость производственного процесса от человеческого фактора, что особенно важно, поскольку человек-оператор и экспертами⁴⁰⁵, и учеными⁴⁰⁶ называется «узким местом» на производстве или «одним из самых слабых звеньев производственной цепочки». В результате роботизация повышает устойчивость производственной подсистемы предприятия.

Снижение зависимости производственного процесса от человеческого фактора проявляется и в получении положительного экономического эффекта роботизации машиностроительного предприятия за

⁴⁰⁴ Ben-Ari, M. Robots and Their Applications. In: Elements of Robotics / M. Ben-Ari, F. Mondada. – Berlin : Springer, 2018. – Pp. 1–20. – P. 4. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62533-1_1

⁴⁰⁵ Тимофеев, Р. Решиться на роботизацию в кризис: аргументы за и против [Электронный ресурс] / Р. Тимофеев // RusWeld 2022: Сессия – Тренды роботизации машиностроительных предприятий. НАУПР. Конференция «Технологии роботизации в машиностроении». – Оpubл. 28 окт. 2022. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=d5esQaewTFU>. – Дата доступа: 10.11.2022.

⁴⁰⁶ An overview of robot applications in automotive industry / M. Bartoš [et al.] // TRANSCOM 2021: 14th International scientific conference on sustainable, modern and safe transport, 55 (2021). – Pp. 837–844. – P. 839. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.052>

счет повышения качества производимой продукции при росте точности выполняемых операций и обеспечении его стабильности, а также уменьшении уровня брака. Использование высокотехнологического роботизированного оборудования позволяет нивелировать действие человеческого фактора и минимизировать ошибки, сказывающиеся на качестве производимой продукции, требования к которому возрастают. По оценкам экспертов, в результате автоматизации «60–70 % экономического эффекта получается благодаря более высокой производительности автоматизированного оборудования по сравнению с неавтоматизированным; 15–20 % – за счет повышения и стабилизации качества и лишь 10–15 % – благодаря экономии фонда заработной платы»⁴⁰⁷. Невозможно обеспечить стабильно интенсивный уровень работы, внимательности и вовлеченности в трудовой процесс человека на протяжении рабочего дня, что влечет за собой дополнительные затраты для предприятия, связанные с исправлением допущенных ошибок. При наличии брака предприятие несет и репутационные издержки. Снижение зависимости производственного процесса от человеческого фактора означает и повышение возможностей контроля процессов предприятия, который также автоматизируется по мере роботизации машиностроительного предприятия. Алгоритмизация выполняемых задач позволяет использовать исключительно количественно измеримые результаты их реализации.

Экономическая целесообразность роботизации машиностроительного предприятия дополняется социальной обусловленностью. «Изменение состава трудовых ресурсов вследствие роста образовательного уровня и социальных ожиданий нового поколения кадров повышает требования к условиям и характеру труда»⁴⁰⁸. Почти каждое машиностроительное предприятие имеет рабочие места, характеризующиеся тяжелыми или опасными условиями труда – загрязненный вредными веществами воздух, шум, слишком высокая или низкая температура, пыль, высокий темп работы, высокая физическая

⁴⁰⁷ Пешкова, И. «Люди на заводах все еще боятся роботов». Что происходит на рынке промышленной роботизации в России [Электронный ресурс] / И. Пешкова. – Опул. 19.03.2020. – Режим доступа: <https://rb.ru/longread/industrial-robotics/>. – Дата доступа: 20.08.2020.

⁴⁰⁸ Рамеш Бабу, Н. Классификация и особенности робототехники в сельском хозяйстве / Н. Рамеш Бабу, В. И. Набоков, Е. А. Скворцов // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 2 (156). – С. 82–88. – С. 84.

нагрузка, повышенные риски получения производственных травм. Такие рабочие места подлежат роботизации в силу социальных причин (в результате государственного или корпоративного принуждения к социальной ответственности) или экономических причин в случае нехватки трудовых ресурсов, готовых выполнять физически тяжелую рутинную или опасную работу. В силу этих причин роботизация машиностроительного предприятия становится инструментом снижения рисков для здоровья работников, улучшением условий труда.

Роботизация предприятия способствует снижению производственного травматизма. Так, например, по оценкам ирландской консалтинговой компании Accenture, в Великобритании автоматизация и роботизация могут обеспечить значительную экономическую выгоду в ближайшие 10 лет, среди которых «211,14 млрд долл. США (183,6 млрд фунтов стерлингов) стоимости для промышленности Великобритании; 17,25 млрд долл. США (15 млрд фунтов стерлингов) экономии средств, передаваемых потребителям; предотвращение 127 000 травм на рабочих местах»⁴⁰⁹. В результате роботизации, позволяющей «повысить престиж работы в промышленности»⁴¹⁰, недостаток которого является сдерживающим фактором для расширенного воспроизводства человеческого капитала на предприятиях машиностроительного комплекса, эти предприятия повышают свою привлекательность на рынке труда.

Роботы являются важнейшей составляющей современного гибкого относительно автономного интеллектуального автоматизированного производства. По сравнению с классическими средствами автоматизации роботы обладают принципиально более высоким уровнем автономности, что в сочетании с применением технологий искусственного интеллекта и возможностью дистанционного управления благодаря системе датчиков, сенсоров и камер позволяет осу-

⁴⁰⁹ World Robotics R&D Programs : Information Paper, 2022 (Update December 2022) ; Supervisor Jong-Oh Park. – Frankfurt : International Federation of Robotics, 2022. – 279 p. – P. 12.

⁴¹⁰ Ермолов, И. Л. О роли промышленной робототехники в развитии промышленности России / И. Л. Ермолов // Инновации. – 2019. – № 10 (252). – С. 127–129. – С. 128. <https://doi.org/0.26310/2071-3010.2019.252.10.015>

ществлять переход предприятия к безлюдным умным производственным системам. Благодаря этому предприятие может работать круглосуточно и без выходных, в том числе часть времени – практически в автономном режиме. Дополнительные конкурентные преимущества могут быть получены за счет экономии на доплаты за работу в ночное время, праздничные и выходные дни, а также дифференциации тарифов на электроэнергию и отопление в зависимости от времени суток и дней недели. Машиностроительные промышленные предприятия могут переходить к бизнес-моделям «lights out (manufacturing)» или производств без освещения. Такое название получили полностью автоматизированные предприятия, не требующие участия человека в производственном процессе или даже его присутствия, где «роботы продолжают производить продукцию без освещения и отопления, в то время как персонал ушел домой»⁴¹¹. Предприятия могут использовать такую форму организации производства круглосуточно или в ночные периоды (между рабочими сменами или как отдельную смену), что позволяет отказаться от работы в выходные и праздничные дни, а также от ночных смен для работников в случае круглосуточного производственного процесса, тем самым улучшив условия труда.

Переход к гибкому роботизированному производству позволяет машиностроительному предприятию не только оптимизировать рабочее пространство, снижать расходы на трудовые ресурсы, работу кондиционеров, электроэнергию, отопление и т. д., но и использовать новые инструменты управления объемом производства. Преимуществом промышленных роботов и робототехнических систем по сравнению с классическими средствами автоматизации является многоцелевой характер их использования, достигаемый за счет возможности перепрограммирования для выполнения роботом различных видов работ. Перепрограммирование роботов может осуществляться как между выполнением роботом отдельных задач, так и во время работы роботов. Возможность осуществлять перепрограммирование роботов под решение последующих задач в офлайн режиме появляется при создании цифрового двойника (отдельных ячеек, линий,

⁴¹¹ Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic / M. A. Kamarul Bahrin [et al.] // Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering). – 2016. – Vol. 78, Iss. 6-13. – Pp. 137–143. – P. 142. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285>

участков, цехов и целых предприятий). В то время как робот выполняет текущий заказ, инженер предприятия в цифровом двойнике программирует и балансирует работу оборудования для выполнения следующего заказа. По оценкам экспертов, благодаря использованию цифровых двойников время переналадки сокращается с более чем 2 часов до 15–18 минут⁴¹², тем самым значительно увеличивая время полезного использования оборудования, что особенно ценно в условиях расширения номенклатуры изделий и снижения серийности производства. Гибкость производства, достигаемая за счет перепрограммирования роботов и быстрой переналадки оборудования позволяет предприятию подстраиваться под существующий или потенциальный спрос, снижая возможный отрицательный эффект от масштаба, возникающий при расширении номенклатуры изделий и уменьшении серий, характерных для современного машиностроения. Председатель правления НП «Кластер высоких, наукоемких технологий и инжиниринга "Креономика"» А. Кораблев отмечает: «Цифровые двойники сейчас востребованы в машиностроении <...> На стадии проработки проектного решения того или иного производства, создания нового производства или модернизации действующего цифровой двойник сегодня – незаменимый инструмент, который может позволить выстроить производственный процесс, проиграть различные сценарии организации производства, насыщения его тем или иным оборудованием»⁴¹³, например, – отечественным или импортируемым, сравнить альтернативные варианты импорта, оценив потенциальные экономические показатели при каждом варианте организации производства с учетом всех рисков. Ю. М. Осипов, Т. Н. Юдина и И. З. Гелисханов пишут, что «проведение многократных испытаний новых продуктов на базе цифровых двойников» направлено на то, «чтобы успешное испытание физического аналога

⁴¹² Кораблев, А. Цифровые двойники роботизированных производств [Электронный ресурс] / А. Кораблев // RusWeld 2022: Сессия – Тренды роботизации машиностроительных предприятий. НАУРР. Конференция «Технологии роботизации в машиностроении». – Оpubл. 28 окт. 2022. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=d5esQaewTFU>. – Дата доступа: 10.11.2022.

⁴¹³ Там же.

проходило с первого раза, тем самым существенно снижая различные издержки, связанные с этапами разработки, испытания и внедрения продуктов»⁴¹⁴.

В текущих условиях нарастания глобальной технологической конкуренции, в том числе в сфере робототехники, разворачивающейся на фоне торговых войн, ведущихся всевозможными способами, не исключая противоречащих действующему международному праву, становится все сложнее делать выбор в пользу тех или иных технико-технологических решений. Многие из них являются, в первую очередь, инструментом борьбы за мировое технологическое доминирование. «Продвигая свои технологии (например, через технические стандарты, принимаемые в качестве эталонных в остальных странах мира), страны получают не только основную часть прибыли, создаваемую новыми технологиями, но и возможность контролировать дальнейшее экономическое развитие иных стран (то есть получают доступ к ресурсам других стран), по крайней мере до следующего технологического витка»⁴¹⁵. Бесперебойность работы современных роботов обеспечивается лишь частично непосредственно качественным «железом», помимо которого производитель предоставляет системную интеграцию робототехники и инжиниринговые услуги, сопутствующую документацию, обучение работников, сервисную поддержку, запасные части, программные продукты и их обновление, консультирование. Поэтому очень важно при выборе технико-технологического решения в области роботизации учитывать надежность и потенциальную долгосрочность сотрудничества с поставщиком оборудования. Сложность такого выбора обусловлена тем, что в турбулентных условиях нестабильности глобальных процессов становится недостаточно полагаться исключительно на факторы экономической эффективности и технико-технологические по-

⁴¹⁴ Осипов, Ю. М. Информационно-цифровая экономика: концепт, основные параметры и механизмы реализации / Ю. М. Осипов, Т. Н. Юдина, И. З. Гелисханов // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2019. – № 3. – С. 42–61. – С. 55.

⁴¹⁵ Мелешко, Ю. В. Индустрия 4.0 как инструмент достижения технологического лидерства Германии: эволюция подходов к реализации / Ю. В. Мелешко // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2019. – Вып. 10. – С. 79–93. – С. 79. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2019-10-79-93>

казатели. Значение приобретает то, как выбранное технико-технологическое решение может повлиять в дальнейшем на экономическую безопасность предприятия с учетом долгосрочного горизонта планирования и экономическую безопасность страны, то есть на национальную безопасность. Сегодня «сложно провести границу между экономической безопасностью Беларуси и экономической безопасностью промышленных предприятий. Эти два процесса не только переплетены и взаимообусловлены <...> экономическая безопасность промышленных предприятий выступает важнейшей компонентой экономической безопасности страны. Внешние угрозы, вызовы экономической безопасности страны зачастую реализуются через механизмы подрыва конкурентоспособности промышленных предприятий»⁴¹⁶, что в последние годы отчетливо наблюдается на практике.

Концепция национальной безопасности Республики Беларусь, утвержденная Указом Президента Республики Беларусь от 9 ноября 2010 г. № 575, в качестве одного из внутренних источников угроз национальной безопасности в экономической сфере называет «устаревшие технологии и основные средства, обуславливающие высокую энергоемкость и материалоемкость производства, низкое качество выпускаемой продукции»⁴¹⁷. В то же время в качестве одного из основных внешних источников угроз национальной безопасности в экономической сфере, реализацией которой уже нанесен ущерб национальным интересам Республики Беларусь, данным документом названо «принятие зарубежными государствами протекционистских мер, установление барьеров и дискриминационных условий осуществления экспортно-импортных операций»⁴¹⁸. При понимании того, что модернизация национального машиностроительного комплекса сегодня невозможна без расширения использования роботов

⁴¹⁶ Солодовников, С. Ю. Парадигмальный кризис белорусской экономической науки, цифровизация и проблемы подготовки кадров в сфере обеспечения национальной безопасности / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2019. – Вып. 10. – С. 182–194. – С. 192. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2019-10-182-194>

⁴¹⁷ Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 09 ноябр. 2010 г., № 575 / Министерство обороны Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.mil.by/ru/military_policy/basic/koncept. – Дата доступа: 01.01.2023.

⁴¹⁸ Там же.

и робототехнических систем, а технологическая зависимость промышленного предприятия (особенно градо- или системообразующего) от поставщиков оборудования из «недружественных стран» повышает риски национальной безопасности, оценка реализации функций роботизации должна производиться в том числе сквозь призму ее влияния на национальную экономическую безопасность. С учетом этого должна выстраиваться внутренняя политика развития отечественной робототехнической отрасли и кооперации с зарубежными партнерами в данной сфере, полностью обойтись без которой сегодня невозможно.

ГЛАВА 5. ФАКТОРЫ РОБОТИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Исследование факторов, обуславливающих роботизацию национального машиностроительного комплекса, предполагает выявление и содержательную характеристику социально-экономических явлений, которые оказывают влияние на динамику этого процесса – как стимулирующее, так и сдерживающее⁴¹⁹. Принимая во внимание сложную внешнюю среду, а также наличие многоуровневых внутрисистемных взаимосвязей и взаимозависимостей, имманентных национальному машиностроительному комплексу, условно разделим факторы, обуславливающие роботизацию последнего, на внутренние и внешние по отношению к нему факторы. Условность такого разделения, приемлемого только в рамках теоретического решения поставленной задачи, объясняется тем, что экономической системе общества присуще свойство единства, предполагающего взаимообусловленность протекающих в ней процессов. Допустимым при этом представляется объединять некоторые из факторов в группы в соответствие с особенностями их возникновения и действия по отношению к национальному машиностроительному комплексу.

При решении поставленной задачи следует избегать методологической неточности, рассматривая факторы, обуславливающие роботизацию национального машиностроительного комплекса, и факторы, обуславливающие роботизацию предприятия, как совпадающие или однопорядковые. Движущие силы этих процессов определяются реализацией интересов различных субъектов, которые могут совпадать, совпадать частично либо противоречить друг другу. Вместе с тем, поскольку в основе материально-вещественной стороны роботизации национального машиностроительного комплекса лежит внедрение роботов на предприятиях, то факторы, обуславливающие роботизацию предприятия, влияют и на роботизацию национального машиностроительного комплекса и экономики в целом.

⁴¹⁹ Сергиевич, Т. В. Факторы роботизации экономики в условиях новых технологических и геоэкономических реалий / Т. В. Сергиевич // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. – 2023. – № 1 (63). – С. 83–87. <https://doi.org/10.52928/2070-1632-2023-63-1-83-87>

5.1. Внутренние факторы, обуславливающие роботизацию национального машиностроительного комплекса

Внутренние факторы, обуславливающие роботизацию машиностроительного комплекса Республики Беларусь, являются факторами внутреннего по отношению к названному комплексу происхождения и действуют на фоне и до известной степени под влиянием внешних факторов. В качестве основных внутренних факторов роботизации национального машиностроительного комплекса следует выделять: цифровизацию производственных и бизнес-процессов входящих в него предприятий; состояние технико-технологической базы; состояние и динамику трудовых ресурсов; эволюцию организационно-институциональной структуры национального машиностроительного комплекса; роль машиностроительного предприятия в обеспечении национальной безопасности⁴²⁰.

Первым внутренним фактором роботизации национального машиностроительного комплекса является цифровизация производственных и бизнес-процессов входящих в него предприятий. Цифровизация и роботизация национального машиностроительного комплекса – взаимосвязанные и, что еще важнее, взаимообуславливающие процессы, оказывающие стимулирующее влияние друг на друга. Цифровизацию и роботизацию не связывает родово-видовая иерархия, установить таковую можно только в узких целях конкретного исследования при четком смысловом ограничении данных понятий. Некоторые авторы однозначно подчеркивают обусловленность роботизации цифровизацией. Например, В. С. Осипов называет цифровизацию обязательным условием роботизации: «Цифровизация позволяет собственникам предприятий проводить модернизацию производств, роботизировать их и, таким образом, минимизировать затраты на живой труд»⁴²¹. Вместе с тем не всегда представляется возможным однозначно определить, что первично и

⁴²⁰ Сергиевич, Т. В. Внутренние факторы, обуславливающие роботизацию машиностроительного комплекса Республики Беларусь / Т. В. Сергиевич // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. – Минск, 2023. – Вып. 7. – С. 59–66

⁴²¹ Осипов, В. С. Политика цифровизации: необходимость защиты живого труда / В. С. Осипов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – № 6. – С. 42–46. – С. 44.

что является главным фактором трансформации промышленного предприятия – цифровизация стимулирует расширение использования роботов, но в то же время справедливо и обратное утверждение. Выбор обусловленного и обуславливающего процесса определяется постановкой теоретической задачи исследователя.

Современные промышленные роботы и робототехнические системы, обладая свойством перепрограммируемости, не могут функционировать без соответствующих цифровых технологий⁴²². Многие из них оснащены искусственным интеллектом, действующим исключительно в цифровой среде, используют облачные сервисы для хранения или обработки информации. «Появление искусственного интеллекта и машинного обучения позволило роботам функционировать с использованием алгоритмов обучения и когнитивного принятия решений, а не традиционного программирования»⁴²³. Цифровизация производственных процессов на основе внедрения промышленного интернета вещей и создания киберфизических систем, цифровизация бизнес-процессов и в конечном итоге постепенный переход предприятия к цифровой бизнес-модели формирует цифровую инфраструктуру предприятия, частично снижая потенциальные издержки на проведение роботизации и тем самым повышая ожидаемые экономические эффекты. В результате конвергенция реальных и виртуально-цифровых процессов, в которых задействованы роботы, формирует интеллектуальную смешанную сетевую инфраструктуру производства, открывая новые источники повышения производительности.

К. Шваб пишет: «Если раньше роботы программировались через автономные устройства, то теперь они могут получать информацию в удаленном режиме при помощи облачных технологий, соединяясь

⁴²² Сергиевич, Т. В. Цифровизация предприятия как эндогенный фактор роботизации национального машиностроительного комплекса / Т. В. Сергиевич // Тенденции экономического развития в XXI веке : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 1 марта 2023 г. В. 2 ч. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. А. Королёва (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – Ч. 1. – С. 453–456.

⁴²³ Internet of Robotic Things Intelligent Connectivity and Platforms / O. Vermesan [et al.] // Front. Robot. AI. – 2020. – Vol. 7. – 104. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00104>

с сетью других роботов»⁴²⁴. Комбинация внедрения роботов с технологиями промышленного интернета вещей означает переход к так называемому «интернету роботов» (IoR, от англ. Internet of Robots) или «интернету роботизированных вещей» (IoRT, от англ. Internet of Robotic Things). Интернет роботов представляет собой систему взаимосвязанных между собой материальных и виртуальных роботов, обладающую технологиями автономного внутрисетевого взаимодействия и взаимодействия с внешней средой, способную самообучаться и не требующую участия человека для относительно самостоятельного принятия решений и реализации поставленных задач. Интернет роботов подразумевает не только совокупность взаимодействий для решения непосредственно производственных задач, но и совместное машинное обучение на основе обмена аккумулируемой отдельными роботами в облачных сервисах информацией. Технологическую базу интернета роботов составляют: «автономные роботизированные системы с интернетом вещей / промышленным интернетом вещей, интеллектуальное подключение, распределенные и объединенные системы / облачные вычисления, искусственный интеллект (AI), цифровые двойники (DT), технологии распределенного реестра (DLT), виртуальную / дополненную реальность (VR/AR) и роевые технологии»⁴²⁵. Для обеспечения взаимодействия может использоваться как Интернет, так и другие сетевые протоколы подключения.

Благодаря распространению цифровых технологий роботы становятся более «интеллектуальными», мобильными, автономными, расширяются сферы их применения. Роботы постепенно превращаются в активных участников производственного процесса, обретая субъектные свойства. Робот как квазисубъект производственного процесса (на субстанционально-гносеологическом уровне субъект может быть охарактеризован как носитель активности) благодаря сопряжению с цифровыми технологиями способен принимать решения в динамичной производственной смешанной сетевой среде и корректировать свои действия, учитывая весь контекст происходящих процессов. Цифровые технологии позволяют расширять возможности

⁴²⁴ Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М. : «Эксмо», 2016. – 208 с. – С. 17.

⁴²⁵ Internet of Robotic Things Intelligent Connectivity and Platforms / O. Vermesan [et al.] // Front. Robot. AI. – 2020. – Vol. 7. – 104. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00104>

реагирования роботов на изменения внешней среды (например, корректировка алгоритма действий в результате поломки другого робота в системе и потенциально создания узкого места на производстве), тем самым добавляя учет фактора времени в работе робота, когда решения принимаются не по заданной программе (алгоритму), а автономно, в процессе действий могут вноситься корректировки.

Российские ученые Ю. М. Осипов, Т. Н. Юдина и И. З. Гелисханов пишут, что «в широком смысле информационно-цифровую экономику <...> можно определить как глобальную сложноорганизованную систему институтов и экономических, технологических, социальных и иных отношений и квазиотношений между различными акторами – людьми, компаниями, роботами, машинами, системами, платформами, – в которой главным производительным ресурсом и фактором производства информационно-цифровых благ становятся нематериальные активы в цифровом виде: данные, большие данные, информация, знания»⁴²⁶. Тем самым названные авторы справедливо подчеркивают суть цифровой трансформации в изменении, прежде всего, системы общественных (межсубъектных) отношений по поводу производства нового типа благ – информационно-цифровых, ресурсную базу для которого составляют нематериальные цифровые активы. П. С. Лемещенко справедливо говорит о «современной "новой экономике", которая характеризуется специфическим и активным этапом влияния на ее развитие информационно-цифровых технологий и изменяющихся под этим влиянием производственно-экономических процессов, отношений»⁴²⁷. Цифровизация и роботизация производственных и бизнес-процессов закладывает основу необратимых качественных изменений механизма воспроизводства потребительной стоимости на предприятии, что свидетельствует о существенной трансформации его бизнес-модели, формируя новые комбинации используемых ресурсов с вовлечением в процесс производства нового – информационно-цифрового – ресурса.

⁴²⁶ Осипов, Ю. М. Информационно-цифровая экономика: концепт, основные параметры и механизмы реализации / Ю. М. Осипов, Т. Н. Юдина, И. З. Гелисханов // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2019. – № 3. – С. 42–61. – С. 45.

⁴²⁷ Лемещенко, П. С. Институциональные аспекты этапа цифровизации политэкономического и социального развития / П. С. Лемещенко // Теоретическая экономика. – 2019. – № 12 (60). – С. 34–37. – С. 35.

Цифровизация производственных и бизнес-процессов стимулирует роботизацию национального машиностроительного комплекса, формируя цифровую инфраструктуру и среду для последующего внедрения роботов, повышая при этом экономическую эффективность роботизации за счет того, что некоторые издержки списываются на цифровую модернизацию предприятия. Все чаще цифровизация становится обязательным условием роботизации – например, при создании цифровых двойников роботизированных производств, интернета роботов и т. д., – что формирует интеллектуальную смешанную адаптивную сетевую инфраструктуру производства с новыми источниками роста производительности. Использование создаваемого в результате цифровизации и роботизации информационно-цифрового ресурса служит фактором трансформации бизнес-модели промышленного предприятия.

Вторым внутренним фактором роботизации национального машиностроительного комплекса является состояние его технико-технологической базы. «В условиях НТП, – пишет Б. Я. Татарских, – технология является наиболее динамичным технико-организационным фактором машиностроительного производства»⁴²⁸. В условиях многоукладности экономики задел, возможности и потенциал роботизации отдельных предприятий, входящих в национальный машиностроительный комплекс, оказывается принципиально разным. На это же указывают и российские ученые. Так, в качестве ограничителя масштаба «распространения автоматизации и электронизации производств» О. Сухарев выделяет «состояние технологической базы и технического строения капитала»⁴²⁹. В зависимости от того, какие средства производства на предприятии используются, какое число работников соответствующей квалификации для них требуется, потенциал дальнейшей роботизации будет выстраи-

⁴²⁸ Татарских, Б. Я. НТП – основной фактор повышения технологического потенциала российского машиностроения / Б. Я. Татарских // Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями : межвузовский сборник научных трудов / Самарский государственный экономический университет. – Самара, 2017. – № 2. – С. 205–214. – С. 209.

⁴²⁹ Сухарев, О. Промышленность России: методы исследования и задачи развития / О. Сухарев // Общество и экономика. – 2021. – № 2. – С. 60–81. – С. 69. <https://doi.org/10.31857/S020736760013641-4>

ваться по относительно уникальной траектории. Технологическая отсталость отраслей, традиционно выступающих драйверами роботизации, может служить ограничителем роботизации, поскольку экономическая целесообразность последней определяется тем, насколько может увеличиться общая производительность предприятия. Внедрение отдельных роботизированных элементов производства может приводить к созданию новых узких мест при незначительном увеличении общей производительности. На это указывают и результаты оценки влияния роботизации на эффективность предприятия на основе моделирования: «Локальная роботизация отдельных технологических процессов оказывает незначительное влияние на экономические показатели предприятия»⁴³⁰, – подчеркивает В. П. Ельсуков.

Параметры производимой продукции – технологичность, серийность и наукоемкость – также определяются состоянием техноконструктивной базы предприятия национального машиностроительного комплекса. «Автоматизации подлежат наилучшим образом поточные производства, выпускающие однородную продукцию и перерабатывающие такой же однородный ресурс, – пишет О. Сухарев. – <...> Однако повышение наукоемкости производства, его дифференциация и изготовление штучных или мелкосерийных изделий ограничивает масштаб автоматизации и электронизации»⁴³¹. Рассматривая роботизацию машиностроительного предприятия под таким углом, можно заметить важнейшее отличие роботизации от классической автоматизации производства – роботам присуща гибкость и многофункциональность, что позволяет относительно быстро (а при наличии цифровых двойников и возможности офлайн перепрограммирования роботов на выполнение новых задач – практически моментально) и с небольшими затратами перенастраивать производство на выпуск нового вида продукции, подстраиваясь под постоянные изменения спроса и сохраняя его экономическую эффективность

⁴³⁰ Ельсуков, В. П. Влияние роботизации на эффективность и структуру предприятия: оценки на основе моделирования / В. П. Ельсуков // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. – Минск, 2022. – Вып. 6. – С. 25–32. – С. 31.

⁴³¹ Сухарев, О. Промышленность России: методы исследования и задачи развития / О. Сухарев // Общество и экономика. – 2021. – № 2. – С. 60–81. – С. 69. <https://doi.org/10.31857/S020736760013641-4>

при снижении серийности выпуска. При переходе к гибким автоматизированным производствам, основанным на промышленной роботизации, возникают новые возможности экономически обоснованного масштабирования – предприятие становится более адаптивным и чувствительным к изменению спроса – снижение или увеличение объемов производства не требует затрат, связанных с наймом, увольнением, отпусками работников.

Состояние технико-технологической базы национального машиностроительного комплекса является важным фактором его роботизации, поскольку служит отправной точкой при оценке затрат на технологическую модернизацию предприятия и определяет возможности потенциального выпуска продукции, что непосредственно влияет на оценку экономической эффективности, а значит, и на принятие соответствующего управленческого решения относительно целесообразности, охвата, уровня и интенсивности роботизации.

Состояние и динамика трудовых ресурсов выступает третьим внутренним фактором роботизации национального машиностроительного комплекса, неразрывно связанным с предыдущим. Данная взаимосвязь определяется теоретической посылкой о том, что «социальная сторона общественного разделения труда представляет собой персонификацию его материально-вещественной стороны (то есть социально субъектное отражение процесса соединения со специализированными средствами производства индивида, обладающего соответствующими способностями, для их производственного потребления)»⁴³². Гармоничное сочетание материально-вещественной и социальной стороны разделения труда обеспечивают стабильность работы предприятия, а их диспропорции и несоответствие порождают импульсы к изменениям одной или другой стороны. Труд как фактор производства более динамичен и менее управляем (если условия труда не соответствуют ожиданиям работника, то он относительно быстро меняет место работы) чем капитал (его применение зависит от воли собственника предприятия или управленца). Исходя

⁴³² Солодовников, С. Ю. Экономическая система / С. Ю. Солодовников // Большой энциклопедический словарь: философия, социология, религия, эзотеризм, политэкономия / Гл. науч. ред. и сост. С. Ю. Солодовников. – Минск, 2002. – 1008 с. – С. 958.

из этого, прогресс материально-вещественной составляющей неизбежно повлечет за собой прогресс и социальной стороны трудовых отношений. Ожидания работников по поводу повышения технологичности производства и рабочих мест реже трансформируются в развитие материально-вещественной базы.

Такой внутренний фактор роботизации национального машиностроительного комплекса как состояние и динамика трудовых ресурсов характеризуется соответствием количества и компетенций трудовых ресурсов модернизационной стратегии предприятия, готовностью персонала к модернизации предприятия, наличием доступа к необходимым трудовым ресурсам, соответствующим технологическому строению капитала. Все эти составляющие взаимосвязаны и взаимообусловлены. Постоянно возобновляющиеся проблемы с кадрами на предприятии (их нехватка, текучка, недостаточная мотивация и т. д.) стимулируют расширение использования роботов. Напротив, отсутствие специалистов, готовых осуществлять сопровождение роботизации, низкая осведомленность управленческого персонала о возможностях роботов, инерционность трудовых ресурсов может сдерживать модернизационный потенциал предприятия. Н. Е. Колесников и Т. Н. Кошелева отмечают, что «анализ текущих и предстоящих процессов модернизации на предприятии (ОАО «КамАЗ. – Прим. Т. С.) показывает, что в целом ряде моментов успешное внедрение промышленных роботов и их комплексов сдерживает проблема квалификации инженеров»⁴³³. Доступ к необходимым трудовым ресурсам, соответствующим технологическому строению капитала, хотя и зависит от динамики цены труда и предложения на рынке труда (внешние факторы), но определяется характеристиками предприятия как работодателя – социально-трудовыми условиями, активностью кадровой политикой, технологическим строением капитала, что имеет внутреннюю по отношению к предприятию природу. Как правило, рост стоимости трудовых ресурсов стимулирует замену ручного труда роботизированным, в то время как низкая стоимость трудовых ресурсов и их избыточность, напротив, сдерживают потенциал роботизации.

⁴³³ Колесников, Н. Е. Промышленные роботы и их комплексы как важнейшая форма высокопроизводительных рабочих мест / Н. Е. Колесников, Т. Н. Кошелева // Экономика и управление. – 2014. – № 10 (108). – С. 29–32. – С. 30.

Повышение требований к производимой продукции влечет за собой и повышение требований к персоналу на всех этапах производственного процесса. Например, в качестве современного высокотехнологичного оборудования важнейшую роль играет качество сварочных швов, поэтому «несмотря на то что труд здесь довольно высоко оплачивается, кадры электро-, газо- и других сварщиков в большом и постоянном дефиците, а тем более кадры высококвалифицированных, в высшей степени ответственных сварщиков для производства современного высокотехнологичного оборудования», что приводит к тому, что сварочные работы становятся «наиболее приоритетным участком для роботизации»⁴³⁴. По мере развития экономики и общества меняется оценка персоналом рабочих мест и условий труда – все чаще предприятия сталкиваются с дефицитом кадров в тяжелых, опасных, загрязненных условиях. Часто именно нехватка работников соответствующей квалификации или нужного количества и устанавливаемые государством жесткие требования к обеспечению безопасности труда служат стимулом роботизации.

Сдерживающий эффект для роботизации оказывает инертность персонала (в особенности управленческого) и низкий уровень информированности лиц, принимающих ключевые решения, о потенциальной эффективности роботизации. От того, насколько проводимая модернизация соответствует экономическим интересам работников и осознаны ли эти интересы, зависит эффективность ее проведения. Замена ручного труда роботизированным позволяет избавить человека от тяжелой рутинной работы, но вместе с тем это освобождение может обернуться потерей рабочего места, поэтому часть персонала всегда сопротивляется изменениям и не поддерживает или препятствует реализации модернизационной стратегии. Способность найти баланс разнонаправленных экономических интересов различных групп в процессе модернизации предприятия, создать механизм их согласования и урегулирования позволяет снизить издержки проводимой роботизации.

⁴³⁴ Колесников, Н. Е. Промышленные роботы и их комплексы как важнейшая форма высокопроизводительных рабочих мест / Н. Е. Колесников, Т. Н. Кошелева // Экономика и управление. – 2014. – № 10 (108). – С. 29–32. – С. 31.

Состояние и динамика трудовых ресурсов как внутренний фактор роботизации национального машиностроительного комплекса проявляется в сбалансированности материально-вещественной и социальной стороны разделения труда; количественном и качественном состоянии трудовых ресурсов, включая как их профессионально-квалификационные навыки, так и мотивационную и идеологическую составляющие, и их соответствие технологическому строению капитала и модернизационной стратегии предприятия; характеристиках предприятия как работодателя, определяющих его доступ к необходимым трудовым ресурсам.

Четвертым внутренним фактором роботизации национального машиностроительного комплекса является эволюция его организационно-институциональной структуры. Организационно-институциональная структура машиностроительного комплекса характеризуется соотношением различных форм собственности, отраслевой спецификой размеров предприятия, особенностями межфирменного кооперационного сотрудничества внутри этого комплекса.

Структура собственности в рамках национального машиностроительного комплекса влияет на особенности роботизации, поскольку от формы собственности непосредственно зависят интересы предприятия как хозяйствующего субъекта и внутренняя субординация системы интересов, а соотношение различных форм собственности в рамках национального машиностроительного комплекса определяет интересы всего комплекса как субъекта национальной экономики. В то время как предприятие частной формы собственности ориентировано, главным образом, на максимизацию прибыли или рост капитализации активов (при корпоративном типе), то предприятие государственной формы собственности или с участием государства преследует не только узко экономические, но и социальные цели (обеспечение занятости), а также цели регионального развития, обеспечения национальной экономической безопасности и долгосрочного экономического развития страны в целом. Эти приоритеты не могут не учитываться при проведении модернизации. Эффективность государства как собственника определяется не только (а в ряде случаев и не столько) показателями безубыточности, прибыли и рентабельности, но и динамикой занятости, получением положительных макроэкономических эффектов, ростом инвестиционного потенци-

ала региона. Описывая механизмы развития микропроцессорной отрасли, европейские эксперты подчеркивают зависимость частных инвестиций от уровня государственных: «Европа должна и может мобилизовать беспрецедентный уровень инвестиций, учитывая высокие положительные побочные эффекты, которые этот сектор оказывает на экономику и многие области, представляющие общественный интерес. Крупные государственные инвестиции будут необходимы для обеспечения высокого уровня частных инвестиций»⁴³⁵ (цит. по⁴³⁶). Это следует учитывать и при проведении роботизации отечественных предприятий. Поэтому в странах с относительно невысокой ценой труда, к которым относится и Республика Беларусь, превалирующие в промышленно развитых странах стимулы роботизации, связанные с экономической эффективностью этого процесса, обусловленной, прежде всего, высокой ценой труда, действуют не так интенсивно, что сдерживает потенциал роботизации предприятий, ориентированных исключительно на максимизацию прибыли. В нашей стране более интенсивно могут действовать стимулы улучшения социально-трудовых условий, повышения качества изготавливаемой продукции, повышение экономической безопасности промышленного предприятия и национальной экономической безопасности. Эти приоритеты характерны в большей степени (хотя и не исключительно) для предприятий государственной или смешанной формы собственности.

Роботизации национального машиностроительного комплекса способствует наличие сильного крупного бизнеса, обладающего большей способностью аккумулировать необходимые для модернизации ресурсы – не только финансовые, но и трудовые, информационные, доступ к административному ресурсу и другие. Именно крупный бизнес способен осуществлять долгосрочные инвестиции по всей цепочке технологического цикла – от НИОКР в области робототехники до непосредственно внедрения роботов на предприятии. Во

⁴³⁵ A Chips Act for Europe // Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. – Brussels, 8.2.2022. COM (2022) 45 final.

⁴³⁶ ЕС и гонка микропроцессоров: Закон о чипах для Европы – коммюнике Еврокомиссии // Экономист. – 2022. – № 2. – С. 20–42. – С. 27.

всем мире крупный бизнес служит реальным драйвером инновационного развития, поскольку обладает большей финансовой стабильностью для реализации капиталозатратной модернизации, связанной с технологическими инновациями, гибкой роботизацией и цифровизацией разработки, производства и продвижения товаров. Кроме того, крупный бизнес является более устойчив к внешним шокам, связанным с экономическими и технологическими рисками роботизации, которые неизбежно возникают по причине непредсказуемости действия технологического фактора. Преобладание малого и среднего бизнеса в отрасли, напротив, может сдерживать потенциал роботизации.

Влияние особенностей межфирменного кооперационного сотрудничества, характеризующих организационно-институциональную структуру национального машиностроительного комплекса, на роботизацию этого комплекса проявляется в том, что выбранная организационно-экономическая форма сотрудничества может как стимулировать роботизацию, так и сдерживать ее. В ряде случаев в отрасли с высоким уровнем внутренней кооперации могут возникать эффекты «домино», когда повышение уровня технологичности одного предприятия стимулирует схожие процессы на другом. Структуры с тесными кооперационными взаимосвязями (например, холдинги) обладают большей свободой в управлении ресурсным потенциалом – они могут управлять социальными рисками, перемещая высвобождающихся работников между предприятиями; совместно использовать результаты НИОКР; обеспечивать межфирменный трансфер технологий; более эффективно использовать накопленный социальный капитал.

Таким образом, роботизации национального машиностроительного комплекса способствует преобладание крупного бизнеса преимущественно государственной формы собственности с интенсивными внутренними межфирменными кооперационными связями.

Пятым внутренним фактором роботизации национального машиностроительного комплекса является роль машиностроительного предприятия в обеспечении национальной безопасности страны. В современных условиях, когда наблюдаются «процессы деградации сложившейся структуры международных экономических отношений, выражающиеся в нарастании неопределенности и непредсказу-

емости поведения торговых партнеров, расширении практики санкционного давления, недобросовестной конкуренции и двойных стандартов»⁴³⁷, проблемы обеспечения национальной безопасности выходят на первый план, поэтому управленческие решения по поводу проведения роботизации предприятия должны приниматься с учетом оценки влияния этих процессов на национальную безопасность страны. При этом следует понимать, что «сложно провести границу между экономической безопасностью Беларуси и экономической безопасностью промышленных предприятий <...> Экономическая безопасность промышленных предприятий выступает важнейшей компонентой экономической безопасности страны. Внешние угрозы, вызовы экономической безопасности страны зачастую реализуются через механизмы подрыва конкурентоспособности промышленных предприятий»⁴³⁸. В качестве таких механизмов могут выступать нарушение цепей поставок, прямые или косвенные запреты на торговые и иные экономические отношения с партнером, ценовой демпинг, общественно-функциональные инновации, включая применение информационного оружия, и другие.

Роль машиностроительного предприятия в обеспечении национальной безопасности определяется его макроэкономическим, экспортным, социальным значением, а также вкладом в обеспечение военно-политической безопасности. Являясь поставщиком средств производства для других отраслей национальной экономики или предметов потребления для домашних хозяйств, машиностроительное предприятие снижает риски критического дефицита предложения внутри страны и повышает устойчивость национальной экономики к внешнеполитическим и внешнеэкономическим шокам. Экспортоориентированные предприятия, обладая большей инвестиционной привлекательностью, обеспечивают устойчивость страны на международной арене и являются источником поступления валютной выручки. Социальное значение машиностроительного

⁴³⁷ Гурский, В. Л. Основные направления противодействия новым угрозам национальной безопасности Республики Беларусь / В. Л. Гурский, В. Ю. Арчаков // Вестник Института экономики НАН Беларуси. – 2022. – Вып. 4. – С. 8–20. – С. 9. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2022-4-8-20>

⁴³⁸ Солодовников, С. Ю. Изменение парадигмы национальной безопасности в условиях экономики рисков / С. Ю. Солодовников // Технико-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 3 (49). – С. 55–61. – С. 60.

предприятия состоит в обеспечении эффективной занятости, а также в создании спроса (преимущественно, на услуги промышленного характера) для малого и среднего бизнеса региона. Военно-политическую безопасность обеспечивают машиностроительные предприятия, поставляющие готовую продукцию или компоненты для обеспечения обороноспособности страны. Важное значение предприятия может быть формализовано в наделении его системо- или градообразующим статусом. Перечень системообразующих и (или) градообразующих предприятий (организаций), которым оказывается поддержка в целях реализации мер, направленных на повышение устойчивости экономики, утверждается постановлением Совета Министров Республики Беларусь.

Роль машиностроительного предприятия в обеспечении национальной безопасности страны влияет на приоритеты структурной и промышленной политик государства, определяющих направления, интенсивность и инструменты модернизации промышленности. Если предприятие обладает высоким макроэкономическим, экспортным, социальным значением или напрямую вносит вклад в обеспечение военно-политической безопасности, то это будет способствовать его роботизации. При этом следует учитывать, что технико-технологическая зависимость модернизации национального машиностроительного комплекса от зарубежных поставщиков оборудования и программного обеспечения делает его уязвимым, что непосредственно влияет на национальную безопасность.

5.2. Внешние факторы, обуславливающие роботизацию национального машиностроительного комплекса

Внешние факторы, обуславливающие роботизацию национального машиностроительного комплекса Республики Беларусь, являются предпосылками и условиями его развития. Они оказывают влияние как на сам процесс роботизации, так и на внутренние факторы, описанные нами в предыдущем разделе, усиливая или ослабляя их действие. В качестве внешних факторов, обуславливающих роботизацию национального машиностроительного комплекса, выступают: развитие науки, техники и технологий в области робототехники и смежных сферах; удешевление роботов и расходов на роботизацию,

сопровожаемое повышением заработной платы работников, потенциально заменяемых роботами; стимулирование отраслей – производителей роботов и их компонентов; развитие отраслей – потребителей роботов; появление новых бизнес-моделей в сфере использования робототехники; развитие экономики рисков.

Робототехника, будучи основой модернизации современного промышленного производства, является перспективной, динамично развивающейся сферой науки. Научно-технический прогресс в области микроэлектроники, новых материалов, информационных и компьютерных технологий последних семидесяти лет оказал значительное влияние на развитие робототехники, расширение возможностей ее использования во всех областях человеческой жизнедеятельности и, как следствие, привлечение интереса ученых, инвесторов, государства и других к этой сфере. «"Старые" робототехнические системы представляли собой в основном механические системы. Благодаря постепенному появлению недорогих вычислений, пользовательских интерфейсов и датчиков стало возможным создавать роботизированные системы, которые раньше было трудно себе представить. Слияние технологий обеспечивает революцию в использовании и внедрении робототехнических технологий во всех аспектах повседневной жизни»⁴³⁹, – отмечают американские эксперты. Прогресс в сфере робототехники связан с развитием цифровых технологий, хотя и не определяется исключительно им – исторически роботизация предшествовала масштабной цифровизации. Роботы начинают выполнять все более сложные и разнообразные виды работ благодаря прогрессу в распознавании объектов окружающей среды, механизмах обучаемости, техническому совершенствованию мультифункциональности, автономности роботов, возможностей их работы со все более мелкими объектами, расширяющихся возможностей перепрограммирования и других направлениях. В результате совершенствования навыков выполнения роботами одних видов работ и появления возможности выполнения новых видов работ расширяется спектр потенциально роботизируемых функций на машиностроительном предприятии. Таким образом, развитие науки, техники и технологий

⁴³⁹ A Roadmap for US Robotics – From Internet to Robotics 2020 Edition / H. I. Christensen [et al.] // Foundations and Trends in Robotics. – 2021. – Vol. 8, № 4. – Pp. 307–424. – P. 308.

в области робототехники и смежных сферах является первым внешним фактором роботизации национального машиностроительного комплекса.

Помимо технико-технологических возможностей расширения использования роботов во всех сферах человеческой жизнедеятельности, последнее невозможно без существенного сопутствующего удешевления этих процессов. Развитие техники и технологий приводит к постепенному (а иногда и революционному, как, например, в случае с полупроводниками⁴⁴⁰) удешевлению роботов, что стимулирует их внедрение в промышленность. Замена ручного труда роботизированным становится экономически эффективной в тех отраслях и регионах, где ранее экономические стимулы оказывали сдерживающее влияние на роботизацию, в первую очередь, за счет более высокой производительности роботизированного труда. Стимулирующие эффекты усиливаются в условиях повышения заработной платы работников, потенциально заменяемых роботами, часто связанных с нехваткой трудовых ресурсов и недостаточной мотивацией к занятости в машиностроении, характеризующемся относительно сложными условиями труда. Южнокорейские ученые в исследовании интеракции между промышленными роботами и рабочей силой приходят к выводу, что «увеличение удельного веса затрат на рабочую силу и уровня почасовой оплаты труда является основным фактором, определяющим распространение промышленных роботов»⁴⁴¹. Китайские ученые эмпирически получают схожие выводы – в результате анализа количественных параметров экономики КНР в целях оценки взаимосвязи повышения затрат на рабочую силу и внедрения промышленных роботов они заключают, что «при увеличении минимальной заработной платы на 10 % в период с 2008 по 2012 г. вероятность внедрения роботов фирмой увеличивается на 0,11 процентных пункта по сравнению со средней вероятностью внедрения

⁴⁴⁰ Борисов, В. П. Революция в электронике и формирование отечественной высокотехнологичной отрасли промышленности / В. П. Борисов // Управление наукой: теория и практика. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 129–149. <https://doi.org/10.19181/sntp.2020.2.2.6>

⁴⁴¹ Jung, J. H. Industrial robots, employment growth, and labor cost: A simultaneous equation analysis / J. H. Jung, D.-G. Lim // Technological Forecasting & Social Change. – 2020. – Vol. 159. – 120202. – P. 9. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120202>

роботов, равной 0,19 % за тот же период. Влияние более высокой минимальной заработной платы на внедрение роботов сильнее для компаний с более высокой производительностью, расположенных в прибрежных районах, с частной формой собственности, а также работающих в отраслях, требующих квалифицированного труда»⁴⁴². По мере изменения цены труда и издержек роботизации использование роботов становится экономически эффективным там, где еще недавно они не могли конкурировать с человеком с точки зрения соотношения затрат предприятия.

Выявление зависимости роботизации от изменения цены труда обуславливает постановку очередного вопроса – в какой момент и при каком соотношении затрат на трудовые ресурсы и расходов на роботизацию предприятию целесообразно при прочих равных условиях приступить к роботизации? «BCG (международная консалтинговая компания Boston Consulting Group. – *Прим. Т. С.*) предполагает, что производители начинают рассматривать возможность перехода на автоматику в тот момент, когда разница между стоимостью труда и стоимостью закупки и обслуживания роботов составляет не менее 15 % в пользу роботов»⁴⁴³. Данную цифру следует скорее рассматривать как отражающую общую тенденцию замены труда капиталом (роботами) по мере удорожания первого и удешевления последнего факторов при понимании того, что единой универсальной методики оценки экономической и социальной эффективности внедрения и эксплуатации роботов не выработано: речь идет об усредненных показателях, сформированных на основании расчетов в конкретных странах и отраслях за определенный период времени. Не позволяет однозначно соглашаться с данной экспертной оценкой экономической эффективности роботизации (хотя и не препятствует использовать ее в качестве отправной точки анализа) и наличие множества факторов, «разнонаправленно влияющих на показатели экономиче-

⁴⁴² Fan, H. Labor costs and the adoption of robots in China / H. Fan, Y. Hu, L. Tang // Journal of Economic Behavior and Organization. – 2021. – Vol. 186. – Pp. 608–631. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.11.024>

⁴⁴³ Толкачев, С. А. Роботизация как направление неоиндустриализации (на примере США) / С. А. Толкачев, А. Д. Кулаков // Мир новой экономики. – 2016. – № 2. – С. 79–87. – С. 84.

ской эффективности внедрения роботов. <...> Решение об их внедрении на конкретном промышленном предприятии должно основываться на тщательном исследовании, позволяющем оценить чистую дисконтированную стоимость, период окупаемости, внутреннюю норму доходности процесса роботизации»⁴⁴⁴. Кроме межстрановых, межотраслевых, исторических различий и различий, обусловленных спецификой социально-экономической модели страны, сложно учесть и уникальность (редкость) компетенций дефицитных трудовых ресурсов, которая не всегда отражена в цене труда, что, наряду с социальными факторами, не позволяет при принятии решения о целесообразности роботизации предприятия руководствоваться исключительно затратами на ее проведение и ценой трудовых ресурсов.

Выводы экспертов консалтинговой компании Boston Consulting Group могут выглядеть обоснованными при абстрагировании от большого количества иных (не чисто экономических) факторов, обуславливающих или сдерживающих роботизацию национального машиностроительного комплекса, таких как государственное или корпоративное стимулирование роботизации, деятельность профсоюзов, трудодефицитность экономики, влияние роботизации на экономическую безопасность предприятия и национальную экономическую безопасность, разделение большинством населения национальной позитивной экономической идеологии модернизации и другие. Например, китайские ученые доказали, что в КНР «расходы на роботов в значительной степени коррелируют со статусом членства в коммунистической партии главного исполнительного директора фирмы»⁴⁴⁵. Уникальные исторически-цивилизационные, институциональные, культурные, идеологические особенности страны оказывают влияние на специфику роботизации промышленности, в ту или иную сторону нарушая установленное экспертами соотношение, в ряде случаев значительно искажая его. Наряду с этим, нельзя абстрагироваться от того факта, что сегодня экономические

⁴⁴⁴ Пахомов, М. А. К исследованию факторов повышения экономической эффективности роботизации производства / М. А. Пахомов, Е. С. Пахомова // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. – 2018. – Т. 17, № 4. – С. 129–136. – С. 135.

⁴⁴⁵ The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88. – P. 87.

системы большинства стран мира (и в особенности стран – лидеров в роботизации) относятся к открытому типу. Открытость экономики, предполагающая интенсивный обмен с внешним миром ресурсами (материальными, энергетическими, научно-технологическими, финансовыми, трудовыми, информационными), позволяет использовать конкурентные преимущества других стран в производстве товаров и услуг, в том числе преимущества в стоимости и (или) квалификации трудовых ресурсов. В результате на фоне роботизации промышленности в мировой экономике сегодня есть признаки очередной волны перемещения производств в страны с более дешевой рабочей силой. Это касается и стран, которые на протяжении многих лет благодаря низкой стоимости трудовых ресурсов и емкому внутреннему рынку труда наращивали свой промышленный потенциал за счет локализации зарубежных производств и традиционно воспринимались как «мировые фабрики». М. Л. Альпидовская и А. М. Корнилов пишут, что «в том же Китае, например, последние 5 лет, на фоне замедления темпов экономического роста, усиливается тенденция к "аутсорсингу II порядка" – экспорту элементов собственного производства во Вьетнам, Лаос, на Филиппины и другие страны АТР»⁴⁴⁶. Эти тенденции наблюдаются на фоне того, что КНР сегодня является наиболее крупным в мире потребителем промышленных роботов. Рост стоимости трудовых ресурсов и старение населения может выступать одновременно фактором роботизации промышленности и фактором деиндустриализации экономики. Только активное участие государства в регулировании экономики страны может повлиять на меру проявления действия этого фактора в желаемом в соответствии с реализуемой промышленной политикой направлении.

Таким образом, можно заключить, что удешевление производства роботов, особенно на фоне удорожания трудовых ресурсов, стимулируют роботизацию национального машиностроительного комплекса. Эти же процессы усиливают влияние действия таких описанных нами выше внутренних факторов роботизации национального машиностроительного комплекса как цифровизация производственных и бизнес-процессов входящих в него предприятий, состояние технико-

⁴⁴⁶ Альпидовская, М. Л. Цифровая трансформация мирохозяйственной системы в свете теории экономических интересов / М. Л. Альпидовская, А. М. Корнилов // Вопросы политической экономии. – 2022. – № 1 (29). – С. 182–199. – С. 191.

технологической базы и состояние трудовых ресурсов. Важно подчеркнуть, что проявление закона повышения уровня роботизации национального машиностроительного комплекса по мере удешевления производства и внедрения роботов и повышения цены труда имеет свою специфику в открытых экономических системах в условиях развитого международного разделения труда, поскольку часть производств (главным образом, низкотехнологичных и создающих невысокую добавленную стоимость) выносятся за пределы стран с большими трудовыми издержками в страны, обладающие дешевой рабочей силой. Усиление интенсивности и разнообразия международных политических и экономических санкций, а также нарушение цепочек поставок в результате действия пандемического фактора до известной степени корректируют проявления данного закона.

В условиях новых технологических и геоэкономических реалий для развития процесса роботизации национального машиностроительного комплекса самого по себе удешевления производства роботов, даже сопровождаемого ростом цены труда, недостаточно. Беспрецедентное политико-экономическое давление на Республику Беларусь и Российскую Федерацию, с которым столкнулись наши страны, включает в себя, не в последнюю очередь, ограничение доступа к технологиям и высокотехнологичным товарам, что направлено в перспективе на снижение экономической конкурентоспособности промышленности Беларуси и России. Поэтому перед правительствами обеих стран актуализируется задача форсированного развития собственной высокотехнологичной промышленности. Технологическое и экономическое лидерство сегодня невозможно обеспечить без развития робототехники. Таким образом, в качестве фактора роботизации национального машиностроительного комплекса в условиях новых технологических и геоэкономических реалий следует назвать государственное стимулирование отраслей – производителей роботов и их компонентов. Отсутствие или синкретичность собственной базы производства и интеграции роботов сдерживает модернизационный потенциал промышленности в целом и национального промышленного комплекса в частности.

Стимулирование отраслей – производителей роботов и их компонентов, прежде всего, подразумевает необходимость инвестиций в предприятия национального машиностроительного комплекса

и обеспечение их доступа к «длинным дешевым деньгам». Стимулирование отраслей – производителей роботов и их компонентов будет способствовать и развитию межфирменного кооперационного сотрудничества внутри рассматриваемого комплекса, усиливая действие этого эндогенного фактора роботизации. Российские исследователи давно назвали именно недостаточное развитие машиностроения в стране как фактор ее отставания в роботизации экономики⁴⁴⁷. На необходимость обеспечивать белорусские промышленные предприятия «дешевыми длинными деньгами в количестве, необходимом для быстрого проведения модернизации реального сектора экономики»⁴⁴⁸, указывали ведущие отечественные ученые-экономисты. Для развития роботизации важны не инвестиции в национальный машиностроительный комплекс сами по себе, а точечная поддержка проектов по модернизации, основанной на расширении использования роботов, и предприятий, занимающихся разработкой и внедрением робототехники.

В ряде случаев, как показывает успешный опыт Китая, допустима и локализация международных производителей роботов. Однако в современных условиях обострения противоречий крупных международных субъектов, вызванных очередной фазой столкновения глобальных политико-экономических интересов, потенциальная локализация международных производителей роботов в Республике Беларусь должна оцениваться сквозь призму обеспечения национальной безопасности.

В качестве следующего фактора роботизации национального машиностроительного комплекса в условиях новых технологических и геоэкономических реалий выделим развитие отраслей – потребителей роботов (машиностроение, включая автомобилестроение и производство электроники, металлургия, химическая и фармацевтическая промышленность, пищевая промышленность). Мировая практика демонстрирует, что развитие данных отраслей сегодня

⁴⁴⁷ Акимов, А. В. Робототехника: состояние и перспективы развития в мире и России / А. В. Акимов // Поиск. Альтернативы. Выбор. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 114–125.

⁴⁴⁸ Солодовников, С. Ю. Взаимосвязь структурной политики государства и модернизации реального сектора экономики / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 7. – С. 84–94. – С. 92. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-7-84-94>

сопровождается ростом спроса на промышленных роботов. Например, более чем пятикратный рост поставок во Вьетнам промышленных роботов в 2017 г. в сравнении с 2016 г. был обусловлен, по мнению экспертов, тем, что «в стране (во Вьетнаме. – Прим. Т. С.) стало появляться все больше производств электроники, которые необходимо автоматизировать»⁴⁴⁹. Индия же, активно стимулирующая собственную автомобильную промышленность, в период 2015–2019 гг. удвоила число используемых промышленных роботов. Взаимосвязь между развитием автомобилестроения в Индии и числом устанавливаемых промышленных роботов подтверждается тем фактом, что 44 % устанавливаемых в этой стране роботов приходится именно на автомобилестроение⁴⁵⁰, что значительно превышает среднемировой показатель. В 2020 г. Индия обладала 12-м по величине (число устанавливаемых промышленных роботов в год) в мире рынком промышленных роботов с количеством в 3,2 тыс., а в 2021 г. – сумела войти в десятку лидеров, увеличив объем установленных за год промышленных роботов более чем на 50 % – до 4,9 тыс. шт.⁴⁵¹ Схожие взаимозависимости прослеживаются и в КНР. И. Карабегович, исследовавший роль промышленных роботов в развитии автомобильной промышленности этой страны, пришел к выводу, что «Китай с каждым годом наращивает использование промышленных роботов, т. е. проводит модернизацию и автоматизацию производственных процессов во всех отраслях промышленности, и на первом месте стоит автомобильная промышленность»⁴⁵², что обусловлено «глобальной конкуренцией в автомобильной промышленности», «сокращением жизненного цикла автомобиля», «требованием рынка увеличивать

⁴⁴⁹ Прудникова, К. Российская робототехническая отрасль подросла [Электронный ресурс] / К. Прудникова // ComNews. – Оpubл. 26.11.2018. – Режим доступа: <https://www.comnews.ru/content/116037/2018-11-26/rossiyskaya-robototekhnicheskaya-otrasl-podroslo>. – Дата доступа: 12.08.2022.

⁴⁵⁰ Kumar, Ch. India doubles number of industrial robots in 5 years [Electronic resource] / Ch. Kumar // The Times of India. – Publ. date 30.09.2020. – Mode of access: <https://timesofindia.indiatimes.com/india/india-doubles-number-of-industrial-robots-in-5-years/articleshow/78407600.cms>. – Date of acces: 16.08.2022

⁴⁵¹ International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org>. – Date of access: 14.08.2022.

⁴⁵² Karabegović, I. The Role of Industrial Robots in the Development of Automotive Industry in China / I. Karabegović // International Journal of Engineering Works. – 2016. – Vol. 3, Iss. (12). – Pp. 92–97. – P. 95.

ассортимент»⁴⁵³. Все это требует гибкой автоматизации производственных процессов, тем самым стимулируя модернизацию национального промышленного комплекса, основанную на расширении использования промышленных роботов.

В то время как внедрение роботов без материальной оболочки или сервисных роботов с материальной оболочкой, как правило, не требует очень высоких затрат (хотя некоторые из них, безусловно, могут превышать и стоимость промышленных роботов – например, дорогостоящие хирургические роботы), то капиталоемкое внедрение промышленных роботов как основа роботизации предприятия национального машиностроительного комплекса затруднено в силу необходимости существенных первоначальных инвестиций. Масштабные капитальные инвестиции может позволить, главным образом, крупное предприятие, в то время как для малого и среднего бизнеса роботизация остается по-прежнему недоступной. В условиях растущего спроса на гибкость производства и высокую скорость выполнения работ малый и средний бизнес рискует потерять свойство адаптивности к изменениям внешней среды. Кроме того, фатальной может оказаться любая стратегическая ошибка в инвестиционном выборе в пользу той или иной технологии, риски которой увеличивает усиливающаяся глобальная экономическая и технологическая неопределенность, осложняющая «не только выбор технологий и номенклатуры продукции, которую предприятия собираются производить, но и выбор сетей и партнеров»⁴⁵⁴. В связи с этим появление новых бизнес-моделей в сфере разработки и интеграции робототехники, таких, например, как «Роботы как услуга» (RaaS, от англ. Robots as a Service), дает возможность использования преимуществ роботов (как с материальной оболочкой, так и без нее) даже для небольшого предприятия, а также способствует снижению инвестиционных рисков. Под бизнес-моделью нами понимается «устойчивый,

⁴⁵³ Karabegović, I. The Role of Industrial Robots in the Development of Automotive Industry in China / I. Karabegović // International Journal of Engineering Works. – 2016. – Vol. 3, Iss. (12). – Pp. 92–97. – P. 96.

⁴⁵⁴ Мелешко, Ю. В. Влияние цифровых бизнес-моделей на конкурентоспособность предприятий промышленности / Ю. В. Мелешко // Вестник Института экономики НАН Беларуси. – 2021. – Вып. 3. – С. 34–43. – С. 40. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2021-3-34-43>

обособленный, относительно самостоятельный механизм воспроизводства потребительной стоимости, регулирующий возникающие по этому поводу экономические отношения и обеспечивающий жизнеспособность предприятия. Бизнес-модель определяет уникальные комбинации трудовых, финансовых, материальных, информационных, научно-технических и других ресурсов для создания и присвоения потребительной стоимости»⁴⁵⁵. Как отмечают эксперты, «Роботы как услуга (RaaS) – очень доступный вариант для многих небольших фирм. Вместо того, чтобы делать большие капиталовложения, фирма может платить небольшую сумму с течением времени. Концепция RaaS также позволяет постоянно совершенствовать робототехнику. Благодаря машинному обучению роботы со временем становятся умнее и способнее. И эти обновления уже учтены в текущих расходах. Такое постоянное совершенствование – функция, недоступная для традиционных станков с ЧПУ»⁴⁵⁶. Таким образом, еще одним фактором роботизации национального машиностроительного комплекса в условиях новых технологических и геоэкономических реалий становится появление новых бизнес-моделей в сфере использования робототехники.

Наконец, шестым внешним фактором роботизации национального машиностроительного комплекса является развитие экономики рисков. Под экономикой рисков понимается «экономика высокотехнологических и наукоемких производств, характеризующаяся высочайшей степенью политико-экономических, технологических, финансовых и экологических неопределенностей и рисков. Эти риски принимают всеобъемлющий характер, многие из них в принципе не

⁴⁵⁵ Сергиевич, Т. В. Теоретико-методологические подходы к исследованию бизнес-модели / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 15. – С. 36–48. – С. 44. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-36-48>

⁴⁵⁶ Fairchild, M. How Robots Benefit Machine Shops and Machinery Manufacturers [Electronic resource] / M. Fairchild // HowToRobot. – Publ. date 11.02.2022. – Mode of access: <https://www.howtorobot.com/expert-insight/metal-production-robots>. – Date of access: 12.08.2022.

предсказуемы, и их возможные негативные последствия могут привести Человечество к глобальной катастрофе»⁴⁵⁷. В условиях развития экономики рисков и сверхнеопределенности роботизация машиностроительного предприятия становится средством снижения одних (например, риски, обусловленные зависимостью от трудовых ресурсов) и источником других (например, технологическая зависимость от поставщиков роботов и сопутствующего программного обеспечения) рисков. Именно поэтому при оценке проектов по роботизации предприятия нужно учитывать потенциальные риски и угрозы, связанные с обеспечением безопасности этого предприятия.

В качестве примера такого риска можно назвать пандемию Covid-19. Последствиями влияния пандемии на мировую и национальные экономики в краткосрочном периоде стали резкий разрыв и нарушение цепей поставок (в особенности международных), приостановка функционирования предприятий различных масштабов и форм собственности, снижение совокупного спроса, распространение дистанционной формы занятости и рост безработицы, возникновение рисков функционирования критически важных объектов экономики – в пищевой промышленности, энергетике, транспортной отрасли. Данные вызовы современности, трансформирующие социальный и экономический ландшафт мира, способствуют роботизации промышленности. Устойчивые экономические конкурентные преимущества получили те предприятия, которым в этих условиях удалось сохранить производство и обеспечить безопасность работников, – автоматизированные и роботизированные. Пандемия коронавируса продемонстрировала уязвимость многозвеньевых (в частности международных) цепей поставок, которая усиливается на фоне более устойчивых тенденций снижения интернационализации деловой активности. «Пандемия явилась серьезным шоком еще и потому, – справедливо отмечают М. В. Мясникович и С. Ю. Глазьев, – что, в отличие от предыдущих кризисных периодов, показала, какие модели государственного устройства и управления экономикой эффективны, то есть обеспечивают необходимый и достаточный уровень национальной безопасности, а какие, напротив, продемонстрировали свое

⁴⁵⁷ Солодовников, С. Ю. Экономика рисков / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 8. – С. 16–55. – С. 16. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-8-16-55>

бессилие на фоне стоящих перед ними экзистенциальных угроз»⁴⁵⁸. Тенденция усиления роли государства в экономике характерна в этот период для всех стран.

Стимулирование национальными правительствами внутристрановой экономической активности и занятости порождает усиление регионализации и локализации производств, которая, однако, не снижает темпы роста международной торговли. Переход к кастомизированному и мелкосерийному производству позволяет уменьшать зависимость предприятий от большого количества посредников и уменьшать громоздкость цепей поставок. Нарушения и распад глобальных цепей поставок стимулирует развитие рещоринга и ниршоринга (от англ. nearshoring – перенос производственных или бизнес-процессов в соседнюю с владельцем капитала страну), технологической основой которых в экономически развитых странах с высокой стоимостью рабочей силы становится роботизация. В условиях, когда труд может быть экономически эффективно роботизирован, стимулы офшоринга действуют не так интенсивно, в то время как в условиях усиления конкуренции стимулы к рещорингу начинают действовать более активно, их число увеличивается. В условиях эскалации торговых конфликтов и увеличения рисков и угроз экономической и социальной безопасности национальные правительства реализуют политику возврата производств, тем самым снижая инвестиции в экономику других государств, улучшая условия защиты интеллектуальной собственности и создавая новые рабочие места внутри своей страны. В условиях развития экономики рисков решения по возврату производств обусловлены политико-экономической межстрановой конкуренцией – они принимаются под влиянием не чисто экономических причин, а факторов, связанных с национальной экономической безопасностью. Эти процессы создают благоприятные условия для инвестиций в производство и расширение использования роботов на стратегически важных для белорусской экономики предприятиях, к числу которых в нашей стране относятся многие крупные предприятия национального машиностроительного комплекса.

⁴⁵⁸ Мясникович, М. Методологические подходы к разработке стратегии развития ЕАЭС / М. Мясникович, С. Глазьев // Наука и инновации. – 2020. – № 6 (208). – С. 10–21. – С. 11.

ГЛАВА 6. ОСОБЕННОСТИ РОБОТИЗАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

6.1. Экономический анализ развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь

Для оценки вклада машиностроения в белорусскую экономику рассмотрим, прежде всего, удельный вес машиностроения в общем объеме промышленного производства, динамика которого за период 2005–2021 гг. представлена на рис. П7 Приложения. На протяжении рассматриваемого периода наблюдались разнонаправленные тенденции динамики вклада машиностроения в общий объем промышленного производства. На рис. П7 Приложения за период 2005–2015 гг. представлены данные развития машиностроения, собираемые согласно Общегосударственному классификатору Республики Беларусь ОКРБ 005-2006 «Виды экономической деятельности», за период 2010–2021 гг. – согласно Общегосударственному классификатору Республики Беларусь ОКРБ 005-2011 «Виды экономической деятельности». Машиностроение вносит значительный вклад в создание валовой добавленной стоимости, опережая обрабатывающую промышленность в целом по показателю удельного веса валовой добавленной стоимости в выпуске продукции, что отражено на рис. П8 Приложения.

Рис. П8 Приложения демонстрирует, что пандемический и санкционный факторы оказали влияние на динамику удельного веса валовой добавленной стоимости в выпуске в машиностроении в 2020–2021 гг., продемонстрировавшего снижение. В целом машиностроение стабильно и существенно опережает обрабатывающую промышленность по данному показателю, хотя отдельные его подотрасли – производство электрооборудования и производство транспортных средств и оборудования – заметно отстают. Высокая доля добавленной стоимости в выпуске продукции машиностроения обеспечивается за счет ресурсосбережения, освоения производства инновационной продукции, постепенной автоматизации производства, изменяющего структуру трудовых ресурсов на предприятии машиностроения, а также более высокой локализации производства, в том

числе наукоемких звеньев цепи создания стоимости, в Республике Беларусь в производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры и в производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки.

Экономический анализ развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь предполагает оценку его внутренней структуры и ее динамики⁴⁵⁹. В виду высокой концентрации производства в машиностроении его структуру целесообразно представить по признаку объема производства, а не количества организаций соответствующих подотраслей. Структура объема производства в машиностроении и ее динамика в 2011–2021 гг. представлена на рис. П9 Приложения.

Наибольший вклад в объем производства машиностроения вносит производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки – его удельный вес за рассматриваемый период составлял 40–50 %. Несколько ниже – от 21 до 34 % – достигает доля производства транспортных средств и оборудования, за которым следует производство электрооборудования с показателем 16–21 %. Наименьшую долю в машиностроении составляет производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры – от 7 до 12 %. Однако только этот вид экономической деятельности за рассматриваемый период демонстрирует устойчивый рост как в структуре машиностроения (за исключением кратковременного снижения в 2018–2019 гг.), так и по объему промышленного производства (за исключением незначительного спада в 2018 и в 2020 гг.). Устойчивость производства вычислительной, электронной и оптической аппаратуры во многом обусловлена спецификой производимой продукции, значительная часть которой имеет специальное или двойное назначение. В силу этого данный вид экономической деятельности не столь подвержен действию рыночных факторов. Другие виды экономической деятельности, относимые к машиностроению, на протяжении 2011–2021 гг. демонстрировали волатильность и неустойчивый

⁴⁵⁹ Сергиевич, Т. В. Экономический анализ развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2023. – Вып. 18. – С. 97–130. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2023-18-97-130>

характер динамики объемов промышленного производства, что отражено на рис. П10 Приложения. Большое влияние на их развитие оказывает внешнеэкономическая конъюнктура, а именно динамика основного рынка сбыта для этих отраслей – российского, изменение обменного курса национальной валюты, корректирующее цену импорта и экспорта, а также реализация государственных программ модернизации отдельных предприятий.

В 2021 г. машиностроение сформировало более 15 % объема промышленного производства Республики Беларусь, из которых: производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры – 1,7 %, производство электрооборудования – 2,6 %, производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки – 6,2 %, производство транспортных средств и оборудования – 4,8 %. С 2015 г. доля машиностроения в структуре промышленного производства возрастает, увеличившись до 2021 г. на 3,7 процентных пункта. За этот же период машиностроение потеряло 27,3 тыс. работников – их среднесписочная численность снизилась с 200 тыс. до 172,7 тыс. чел. Сокращение численности работников происходит опережающими темпами – хотя тенденция сокращения числа занятых характерна для промышленности в целом и большинства ее подотраслей в частности, темп этого снижения различен. В 2015–2021 гг. промышленность в целом потеряла 10,1 % работников, обрабатывающая промышленность – 10,2 %, машиностроение – 13,7 %. В машиностроении наибольшее число работников потеряло производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, – 17,1 тыс. чел., а наибольший темп потери был характерен для производства транспортных средств и оборудования. В результате опережающего снижения занятости в машиностроении упал и удельный вес работников отрасли в среднесписочной численности работников промышленности с 21,4 до 20,5 % за период 2015–2021 гг.

Снижение занятости при повышении в целом объема производства свидетельствует о результатах проводимой технологической модернизации машиностроения, в рамках которой осуществляется постепенная автоматизация и роботизация производства. В результате уровень оплаты труда повышается, о чем свидетельствует и то, что начиная с 2017 г. среднемесячная заработная плата работников ма-

шиностроения превышает аналогичный показатель в промышленности в целом, хотя и незначительно. При этом в структуре затрат на производство и реализацию продукции доля затрат на оплату труда неуклонно снижается в пользу материальных затрат: в 2016–2021 гг. в производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры доля материальных затрат выросла с 60,1 до 72,2 %, в то время как доля затрат на оплату труда упала с 22,2 до 15,9 %; в производстве электрооборудования доля материальных затрат выросла с 74 до 76,1 %, доля затрат на оплату труда упала с 14,3 до 13,2 %; в производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки, доля материальных затрат выросла с 68 до 71,2 %, доля затрат на оплату труда упала с 17,9 до 16,1 %; в производстве транспортных средств и оборудования доля материальных затрат выросла с 73,2 до 77,1 %, доля затрат на оплату труда упала с 15,4 до 11,6 %⁴⁶⁰. Следует добавить, что наиболее высокая номинальная начисленная среднемесячная заработная плата в машиностроении фиксируется в производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры, наиболее низкая – в производстве электрооборудования, что, среди прочего, обуславливает структуру затрат в каждой из подотраслей. Сравнительно высокая доля затрат на оплату труда в производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки, обусловлена более высокой трудоемкостью этой подотрасли – при концентрации 47,7 % среднесписочной численности работников машиностроения в 2021 г. здесь было произведено всего 40,4 % объема продукции. Менее трудоемкими являются производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры – 10,5 % работников и 11,3 % продукции, а также производство транспортных средств и оборудования – 24,7 % работников машиностроения производят 31,3 % продукции машиностроения⁴⁶¹.

⁴⁶⁰ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2019 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2019. – 472 с. – С. 277–278; Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 221–222.

⁴⁶¹ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 224.

Рассмотрим, насколько коррелируют изменение объема производимой продукции в машиностроении и динамика среднесписочной численности работников. Поскольку особенности социальной политики Республики Беларусь и соответствующие социальные обязательства предприятий не позволяют сокращать работников в коротком временном промежутке в ответ на резкое изменение внешних факторов (например, сокращение спроса на продукцию), то рассматривать динамику среднесписочной численности работников и объема промышленного производства следует на более длительных промежутках, чем один год. Исходя из этого целесообразным представляется для сравнения динамики среднесписочной численности работников и объемов производства в качестве базисного использовать не предыдущий год, а первый год в ряду анализа – в нашем случае 2015 г. Помимо индекса промышленного производства и индекса среднесписочной численности работников, рассчитаем индекс производительности труда по выпуску в машиностроении для того, чтобы определить, как менялась производительность труда по сравнению с базисным годом по мере изменений объема выпуска и динамики занятости в отрасли. Для расчета индекса производительности труда по выпуску в машиностроении используем формулу (1):

$$I_{птj} = \frac{I_{прj}}{I_{счрj}}, \quad (1)$$

где $I_{птj}$ – индекс производительности труда по выпуску по j -му виду экономической деятельности;

$I_{прj}$ – индекс промышленного производства по j -му виду экономической деятельности;

$I_{счрj}$ – индекс среднесписочной численности работников в j -ом виде экономической деятельности.

Индексы промышленного производства и среднесписочной численности работников в машиностроении, а также результат расчетов индекса производительности труда по выпуску представлены на рис. 1.



Рис. 1. Индексы промышленного производства, среднесписочной численности работников и производительности труда по выпуску в машиностроении в 2016–2021 гг., %, 2015 г. = 100 %
 Источник: разработка автора по данным⁴⁶²

В 2016–2021 гг. в машиностроении наблюдается постоянный рост производительности труда по выпуску по сравнению с 2015 г., что связано с увеличением объемов промышленного производства, с одной стороны, и с постепенным снижением среднесписочной численности работников – с другой. Рассмотрим аналогичные показатели на более длительном промежутке времени – 2011–2018 гг. – в разрезе отдельных видов экономической деятельности, относящихся к машиностроению. Результаты представлены на рис. П11–П14 Приложения.

Рис. 1 и рис. П11–П14 Приложения ясно демонстрируют то, что динамика объемов производства в машиностроении, как правило, не

⁴⁶² Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 234.

коррелирует с обеспеченностью трудовыми ресурсами, а значит, обусловлена другими факторами. В ряде случаев в машиностроении наблюдаются разнонаправленные тенденции – рост объемов промышленного производства сопровождается снижением среднесписочной численности работников, что отражается в опережающем росте производительности труда. Наибольшие темпы роста производительности труда по выпуску демонстрирует производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры и производство транспортных средств и оборудования. В обоих видах экономической деятельности рост производительности труда достигался за счет опережающих темпов как наращивания объемов производства, так и снижения среднесписочной численности работников. В производстве электрооборудования, напротив, рост индекса производительности труда был обеспечен, в основном, благодаря снижению численности работников. Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, на протяжении 2011–2021 гг. демонстрировало неустойчивую динамику объемов производства при стабильном снижении численности занятых, что соответствующим образом отразилось на нестабильности показателя индекса производительности труда по выпуску. Индекс производительности труда по выпуску, рассчитанный к базисному году, позволяет проследить динамику производительности и в первом приближении выявить, что лежало в основе этой динамики, исключив фактор, не оказывающий влияние на рост объемов производства – вовлечение дополнительной рабочей силы.

Сам по себе показатель объема выпуска не позволяет однозначно судить об экономической эффективности отрасли и ее вкладе в ВВП. Чтобы дополнить оценку вклада машиностроения в развитие экономики страны, обратимся к показателю валовой добавленной стоимости и валовой добавленной стоимости в расчете на одного работника. Для расчета удельного веса за 100 % будем использовать показатель обрабатывающей промышленности, учитывая специфику других видов экономической деятельности, в том числе относящихся к промышленности. Рассчитаем удельный вес машиностроения в выпуске, в валовой добавленной стоимости и в инвестициях в основной капитал, принимая показатели обрабатывающей промышленности за 100 %. Графическое отражение динамики данных показателей в период 2016–2021 гг. представлено на рис. 2.

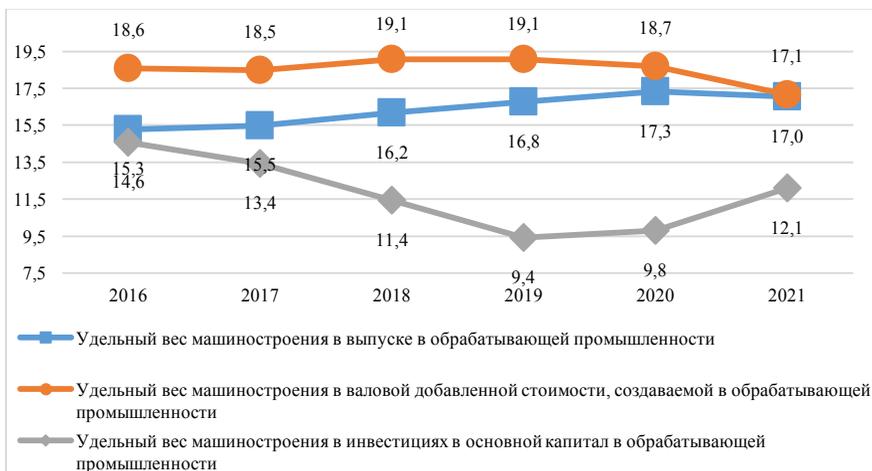


Рис. 2. Удельный вес машиностроения в обрабатывающей промышленности в 2016–2021 гг., %

Источник: разработка автора по данным⁴⁶³

Вклад машиностроения в формирование добавленной стоимости обрабатывающей промышленности высок. Динамика показателей вклада машиностроения в обрабатывающую промышленность в 2016–2020 гг. демонстрировала неустойчивую тенденцию к росту. В 2021 г. доля машиностроения в выпуске и в создаваемой добавленной стоимости снизилась, причем эти показатели почти сравнялись.

⁴⁶³Объем промышленного производства в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136967#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Валовая добавленная стоимость в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=211441#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Объем инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=156385#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

По итогам 2021 г. машиностроение сформировало 17,1 % добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности, что на 2 процентных пункта ниже, чем двумя годами ранее. Удельный вес машиностроения в создаваемой добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности, как правило, значительно выше, чем его доля в выпуске, что свидетельствует об экономической эффективности машиностроения в целом, однако тенденция сближения этих показателей негативна. Согласимся с российскими учеными в том, что «рост валовой добавленной стоимости, формируемой в отраслях машиностроения – признак увеличения уровня использования высоких технологий в производстве и эффективности его технологического развития»⁴⁶⁴. Вместе с тем обратные тенденции могут свидетельствовать не только о снижении эффективности технологического развития производства. Напротив, в случае, когда технологическое развитие производства основывается на его роботизации, возникают принципиально новые эффекты, которые в краткосрочном периоде могут статистически фиксироваться как снижение добавленной стоимости. Роботизация, неизбежно влекущая за собой высвобождение некоторой, в зависимости от вида экономической деятельности и первоначальной технологической базы, доли работников сокращает расходы на оплату труда, которые в структуре добавленной стоимости белорусского машиностроения составляют от 50 до 70 % в зависимости от вида экономической деятельности. Таким образом, роботизация при сохранении или даже некотором наращивании объемов выпуска может сопровождаться снижением валовой добавленной стоимости в экономике за счет высвобождения части работников и сокращения расходов на оплату труда. При этом показатель валовой добавленной стоимости на одного работника растет. Снижение расходов на оплату труда при роботизации компенсируется увеличением расходов на проведение роботизации, статистически фиксируемое как промежуточное потребление, амортизация капитала и рост чистой прибыли. В случае роста чистой прибыли выгодополучателем является собственник предприятия. По существу роботизация является драйве-

⁴⁶⁴ Борисов, В. Н. Отечественное машиностроение как фактор научно-технического развития экономики РФ / В. Н. Борисов, О. В. Почукаева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2019. – Т. 10, № 1. – С. 12–25. – С. 15.

ром механизмов перераспределения национального дохода. От социально-экономической модели государства и формы собственности предприятий машиностроения зависит, в чью пользу осуществляется это перераспределение.

Сокращение разрыва между более высокой долей машиностроения в валовой добавленной стоимости и более его низкой долей в объеме производства может быть вызвано, помимо автоматизации и роботизации производства, другими факторами – удорожание промежуточного потребления в результате неоднородной промышленной инфляции или удорожания импорта, удорожания денег. Удорожание импорта может произойти в случае повышения ввозных таможенных пошлин, введения мер нетарифного регулирования, девальвации национальной валюты. Повышение ставок ввозных таможенных пошлин в целом не характерно для белорусской внешнеэкономической политики. Девальвация же национальной валюты резко негативно сказывается на финансовых результатах предприятий, ориентированных на внутренний рынок и зависимых от импорта, не являющихся крупными экспортёрами. Удорожание денег в целом не характерно для 2016–2021 гг. – напротив, ставка рефинансирования в этот период снизилась с 25 до 7,75 % в середине 2020 г., затем несколько повысившись до 9,25 % к середине 2021 г., что не стало наиболее значимым фактором снижения доли добавленной стоимости предприятий машиностроения в обрабатывающей промышленности. Сокращение разрыва частично может быть обусловлено сокращением среднесписочной численности работников в отрасли и соответствующим снижением доли затрат на оплату труда в структуре затрат, что не говорит о снижении эффективности производства.

Еще одним важным фактором, который мог повлиять на снижение доли машиностроения в создаваемой валовой добавленной стоимости в обрабатывающей промышленности при увеличении его доли в выпуске, является рост цены промежуточного потребления, опережающий рост цены выпуска по каждому из видов экономической деятельности, т. е. неоднородные темпы промышленной инфляции. Для проверки данного предположения рассмотрим индексы цен производителей промышленной продукции, занимавшей наиболее значимую долю в структуре промежуточного потребления машиностроения по данным системы таблиц «Затраты – Выпуск» в течение рассматриваемого периода. Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Промышленная инфляция в 2016–2021 гг., выборочно

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Обрабатывающая промышленность	108,6	111,7	108,3	104,9	106,1	115,9
<i>Для производства вычислительной, электронной и оптической аппаратуры</i>						
Производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры	115,9	101,8	102	99,7	105,5	104,9
Производство электрооборудования	110,4	106,9	103,6	101,6	108,4	117,3
Металлургическое производство. Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	110,4	109,4	104,6	103,3	106,2	133,2
Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	108,6	106,2	101,4	101,5	116,5	103,0
Производство кокса и продуктов нефтепереработки	96,8	106,1	123,2	118	105,2	121,6
Производство химических продуктов	104,4	212,7	111,8	98,9	109,9	137,8
Производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов	107,8	104,8	106,4	104,6	104,9	116,4
<i>Для производства электрооборудования</i>						
Производство электрооборудования	110,4	106,9	103,6	101,6	108,4	117,3
Металлургическое производство. Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	110,4	109,4	104,6	103,3	106,2	133,2
Производство химических продуктов	104,4	212,7	111,8	98,9	109,9	137,8
Производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры	115,9	101,8	102	99,7	105,5	104,9
Производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов	107,8	104,8	106,4	104,6	104,9	116,4
Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	108,6	106,2	101,4	101,5	116,5	103,0

Окончание таблицы 1

<i>Для производства машин и оборудования, не включенных в другие группировки</i>						
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	112,9	111,2	110,0	104,3	106,5	117,8
Металлургическое производство. Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	110,4	109,4	104,6	103,3	106,2	133,2
Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	108,6	106,2	101,4	101,5	116,5	103,0
Производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов	107,8	104,8	106,4	104,6	104,9	116,4
Производство электрооборудования	110,4	106,9	103,6	101,6	108,4	117,3
<i>Для производства транспортных средств и оборудования</i>						
Производство транспортных средств и оборудования	109,6	108,4	110,9	104,2	112,5	116,0
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	112,9	111,2	110,0	104,3	106,5	117,8
Металлургическое производство. Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	110,4	109,4	104,6	103,3	106,2	133,2
Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	108,6	106,2	101,4	101,5	116,5	103,0
Производство резиновых и пластмассовых изделий, прочих неметаллических минеральных продуктов	107,8	104,8	106,4	104,6	104,9	116,4
Производство электрооборудования	110,4	106,9	103,6	101,6	108,4	117,3

Источник: ⁴⁶⁵

Примечание: жирным шрифтом отмечены индексы цен, превышающие индекс цен в анализируемом виде экономической деятельности за аналогичный период.

⁴⁶⁵ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Нац. стат.комитет Респ. Бел.; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 342.

В дополнение к индексу цен производителей, рассчитаем на основе данных Интерактивной информационно-аналитической системы распространения официальной статистической информации Национального статистического комитета Республики Беларусь удельный вес в выпуске, валовой добавленной стоимости и инвестициях в основной капитал для каждого из видов экономической деятельности, относящихся к машиностроению. Результаты расчета представлены на рис. П15–П18 Приложения.

Исходя из данных табл. 1, цены производителей вычислительной, электронной и оптической аппаратуры в 2017–2021 гг. росли медленнее с небольшим и незначительным исключением, чем в обрабатывающей промышленности в целом и по видам экономической деятельности – основным поставщикам продукции. В результате при тренде роста доли выпуска в 2016–2021 гг., доля подотрасли в создании валовой добавленной стоимости обрабатывающей промышленности фактически неуклонно снижалась. Иными словами, производству вычислительной, электронной и оптической аппаратуры не удалось в полной мере компенсировать промышленную инфляцию повышением цен на свою продукцию. В производстве электрооборудования и в производстве транспортных средств и оборудования, где доля в выпуске и доля в валовой добавленной стоимости почти совпадают на протяжении всего рассматриваемого периода, однозначного опережения или отставания в уровне промышленной инфляции не установлено. Наконец, в производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки, уровень промышленной инфляции преимущественно опережал аналогичный показатель по отраслям – основным поставщикам продукции, что позволило сохранить разрыв с небольшими колебаниями между вкладом в создание валовой добавленной стоимости и объемом производства на уровне 1,8–2,8 %.

Структурно машиностроение не так однородно с точки зрения соотношения вклада соответствующих видов экономической деятельности в выпуск и валовую добавленную стоимость обрабатывающей промышленности. Вклад производства вычислительной, электронной и оптической аппаратуры и производства машин и оборудования, не включенных в другие группировки, в создание добавленной стоимости обрабатывающей промышленности значительно выше, чем их вклад в объем выпуска, в отличие от производства электрооборудования и производства транспортных средств и оборудования, где

удельный вес в выпуске продукции обрабатывающей промышленности, как правило, превышает их удельный вес в создании добавленной стоимости в 2016–2021 гг., хотя и незначительно. Именно производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, и производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры формируют превышение вклада машиностроения в создание валовой добавленной стоимости над вкладом в объем промышленного производства.

Рассмотрим некоторые особенности структуры валовой добавленной стоимости по каждому из видов экономической деятельности машиностроения. Поскольку в 2021 г. произошла довольно резкая смена динамики изучаемого соотношения, что, вероятно, обусловлено пандемическим и санкционным факторами, рассмотрим данные 2020 г. По данным системы таблиц «Затраты – Выпуск» за 2020 г., в производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры доля чистой прибыли в структуре добавленной стоимости в 2020 г. составляла 34,4 %, в производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки, – 37,8 %, в то время как в производстве электрооборудования и производстве транспортных средств и оборудования этот показатель был на уровне 21,1 % и 23,9 % соответственно при показателе в обрабатывающей промышленности – 38,5 %, а по всем видам экономической деятельности – 29,6 %. Таким образом, в структуре машиностроения производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры и производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, являются более прибыльными.

Более благоприятная финансовая ситуация в производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры и производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки подтверждается и показателями рентабельности продаж – в 2020 г. 12,1 % и 12,3 % соответственно. В производстве электрооборудования рентабельность продаж в 2020 г. была ниже, составив 10,3 %, а в производстве транспортных средств и оборудования – всего 7,1 %. Более высокие показатели прибыльности и рентабельность продаж могут быть как следствием, так и причиной инвестиций в отрасль.

Еще одним представляющим интерес показателем является добавленная стоимость в расчете на одного работника. Результаты расчетов этого показателя в машиностроении и в обрабатывающей промышленности представлены на рис. П19 Приложения.

По показателю валовой добавленной стоимости на одного работника машиностроение значительно отстает от среднего уровня в обрабатывающей промышленности. Для машиностроения характерна также и значительная внутренняя дифференциация. Виды экономической деятельности «производство электрооборудования» и «производство транспортных средств и оборудования» демонстрируют существенное отставание по этому показателю от производства вычислительной, электронной и оптической аппаратуры и производства машин и оборудования, не включенных в другие группировки, причем данная тенденция носит устойчивый характер, и явных тенденций к ее преломлению нет. О достижении отечественным машиностроением намеченного Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 гг. годы показателя добавленной стоимости на одного среднесписочного работника в размере не менее 25 тыс. долларов США в 2025 г. говорить не приходится, и опережающей динамики по данному показателю нет, что требует разработки принципиально новых организационно-управленческих мер и инструментов модернизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь.

С учетом наличия отрицательной корреляции между динамикой объема промышленного производства и численности занятых в машиностроении (в данном случае речь идет не об обусловленности роста производства снижением численности занятых, а о том, что он вызван другими факторами – технологическими, организационно-управленческими и т. д.) принципиальное обеспечение роста производительности труда по валовой добавленной стоимости в машиностроении может быть достигнуто только за счет масштабной роботизации производства. Этот принцип хотя и заложен Программой социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы: «Снижение затрат на производство потребует <...> внедрения ресурсосберегающего оборудования и технологических про-

цессов, освоения систем умного производства, включая роботизацию»⁴⁶⁶, но реализуется не достаточно масштабно и системно. Роботизация позволяет увеличить производительность труда в промышленности не только за счет оптимизации затрат, но и благодаря повышению качества и снижению брака изготавливаемой продукции, высвобождению работников, потенциального расширения номенклатуры выпуска, снижения простоев оборудования и т. д.

Роботизация машиностроения требует системных масштабных инвестиций и должна сопровождаться комплексом организационно-управленческих мероприятий на уровне предприятия и региона по обеспечению занятости высвобождаемых работников внутри или вне самого предприятия. Вместе с тем данные рис. 2 и рис. П15–П18 Приложения показывают, что на протяжении длительного времени машиностроение остается недофинансированным – удельный вес машиностроения в инвестициях в основной капитал в обрабатывающей промышленности в 2016–2021 гг. стабильно существенно ниже, чем вклад отрасли и в объем производства (до 7,5 процентных пунктов), и в валовую добавленную стоимость (до 9,7 процентных пунктов).

Рассмотрим динамику инвестиций в основной капитал («затрат, направляемых на приобретение, воспроизводство и создание новых основных средств»⁴⁶⁷) в машиностроении, представленную на рис. 3. Формируя 15,2 % объема промышленного производства, машиностроение в 2021 г. получило лишь 7 % от общего объема инвестиций в промышленности или 2,6 % от общего объема инвестиций в основной капитал в экономике в целом. Динамика инвестиций в производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры, а также в производство электрооборудования была более стабильной, в отличие от производства транспортных средств и оборудования, а также производства машин и оборудования, не включенных в другие группировки. Это обусловлено реализацией модернизационных проектов в отрасли.

⁴⁶⁶ Об утверждении Программы социально-экономического развития Беларуси на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Бел., 29 июля 2021 г. № 292 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – С. 29.

⁴⁶⁷ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 238.



Рис. 3. Инвестиции в основной капитал в машиностроении в 2010–2022 гг., тыс. руб.
 Источник: составлено автором по данным⁴⁶⁸

Интерес представляет внутренняя структура распределения инвестиций в основной капитал по сравнению со структурой объема производства в машиностроении в 2015–2021 гг. в динамике, представленные на рис. П20 Приложения. Эти данные демонстрируют неоднородность структуры инвестиций в основной капитал в машиностроении, которая хотя и связана с объемом производства

⁴⁶⁸ Объем инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=156385#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

по каждому из рассматриваемых видов экономической деятельности, но в случае реализации крупных модернизационных проектов значительно нарушает это соответствие. Так, в 2015 г. основным реципиентом инвестиций было производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки. На протяжении последующих 2016–2017 гг. более половины от общих инвестиций в машиностроение были осуществлены в производство транспортных средств и оборудования, что более чем вдвое превышает долю этого вида экономической деятельности в объеме производства машиностроения. Что касается производства электрооборудования, то его доля в распределении инвестиций в машиностроении устойчиво ниже, чем доля в объеме производства. Однако роботизация машиностроения невозможна без объемных капитальных инвестиций. Преломить устойчивую тенденцию заниженного инвестирования в машиностроение чисто рыночными методами абсолютно невозможно.

Несмотря на низкий уровень инвестиций в основной капитал, машиностроение характеризуется сравнительно высоким статистически фиксируемым уровнем инновационной деятельности. По данным Национального статистического комитета, в 2021 г. более половины из обследованных организаций машиностроения осуществляли затраты на инновации. В производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры этот показатель был на уровне 66 %, в производстве электрооборудования – 55 %, в производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки – 50 %, в производстве транспортных средств и оборудования – 55 % при уровне в промышленности в целом – всего 27,5 %. Интерес представляет структура этих затрат и структура источников их финансирования. Основные статьи затрат на инновации в машиностроении в 2021 г. направлялись на исследования и разработки (43,3 %); приобретение машин, оборудования и прочих основных средств (37,8 %); инжиниринг (15,3 %). Причем в машиностроении существует межотраслевая специфика распределения затрат на инновации – так, в производстве электрооборудования 45,3 % затрат направляется на инжиниринг, включая подготовку технико-экономических обоснований, 35,9 % – на приобретение машин, оборудования и прочих основных средств и лишь 11,3 % – на исследования и разработки. По-прежнему крайне низкой остается доля затрат машиностроения на маркетинг и созда-

ние бренда (до 4 % в производстве электрооборудования), на обучение и подготовку персонала – (до 0,8 % в производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры), на разработку и приобретение компьютерных программ и баз данных (до 3,7 % в производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки), на приобретение исключительного права, права использования объектов права промышленной собственности (до 0,03 % в производстве транспортных средств и оборудования). Затраты на инновации в машиностроении осуществляются преимущественно из собственных средств организаций, доля кредитов и займов незначительна, что на фоне отсутствия доступа к «длинным дешевым деньгам» не позволяет существенно нарастить инновационную активность. В. Ю. Шутилин и Н. В. Мартынович связывают трудности внедрения инноваций в белорусское машиностроение с проблемами «технологического отставания, дефицита оборотных средств и достаточно высокой долговой нагрузки, низкой адаптивности управленческих механизмов, слабо приспособленных к реалиям V и VI технологических укладов»⁴⁶⁹. Несмотря на эти проблемы, предприятия машиностроения демонстрируют достаточно стабильный удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, а производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры – устойчивый рост этого показателя, что отражено на рис. П21 Приложения. Машиностроение, за исключением производства электрооборудования, более инновационно активно, чем обрабатывающая промышленность и экономика в целом.

Повышение инновационной и инвестиционной активности в машиностроении может служить источником снижения импортоемкости выпускаемой продукции. Эта задача была всегда актуальна для белорусского машиностроения, но в последние годы актуализировалась, поскольку является одним из принципов повышения экономического и технологического суверенитета. На основе данных системы таблиц «Затраты – Выпуск» за 2020 г. были рассчитаны доли

⁴⁶⁹ Шутилин, В. Ю. Оценка вклада машиностроения в экономику Республики Беларусь на основе анализа таблиц «Затраты – Выпуск» / В. Ю. Шутилин, Н. В. Мартынович // Белорусский экономический журнал. – 2021. – № 3. – С. 58–69. – С. 61. <https://doi.org/10.46782/1818-4510-2021-3-58-69>

использования отечественных и импортных товаров и услуг по каждому из видов экономической деятельности машиностроения по сравнению с показателями обрабатывающей промышленности и по всем видам экономической деятельности. За 100 % была взята сумма использования отечественных и импортных товаров и услуг без учета транспортных и торговых наценок, чистых налогов на продукты (табл. 2).

Таблица 2 – Доля использования отечественных и импортных товаров и услуг по некоторым видам экономической деятельности в 2020 г., в %

Вид экономической деятельности	Доля использования отечественных товаров и услуг	Доля использования импортных товаров и услуг
По всем видам экономической деятельности	63,46	36,54
Обрабатывающая промышленность	54,09	45,91
Производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры	45,59	54,41
Производство электрооборудования	34,19	65,81
Производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки	62,16	37,84
Производство транспортных средств и оборудования	42,98	57,02

Источник: рассчитано автором по системе таблиц «Затраты – Выпуск»⁴⁷⁰

Данные табл. 2 свидетельствуют о том, что доля импорта в использовании товаров и услуг в производстве электрооборудования критически высока – 65,81 % при показателе для обрабатывающей промышленности в целом 45,91 %, а по всем видам экономической деятельности – 36,54 %. Высокий уровень импортозависимости в производстве электрооборудования наблюдается по таким ключевым для отрасли позициям промежуточного потребления, как обо-

⁴⁷⁰ Система таблиц «Затраты – Выпуск» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnyescheta/sistema-tablits-zatraty-vypusk>. – Дата доступа: 15.07.2023.

дование электрическое (импорт составляет 90,1 % потребляемых товаров и услуг), основные металлы (92,9 %), вещества химические и продукция химическая (95,2 %), изделия металлические готовые, кроме машин и оборудования (50,7 %), бумага и изделия из бумаги (71,2 %), изделия минеральные неметаллические прочие (73,4 %). Производство транспортных средств и оборудования, где доля импорта в структуре потребления также довольно высока – 57,02 %, критически зависимо от импорта таких позиций как «автомобили, прицепы и полуприцепы» (импорт составляет 77,98 % потребляемых товаров и услуг), «оборудование транспортное прочее» (66,83 %), «металлы основные» (55,86 %), «оборудование электрическое» (61,18 %). В производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры показатель импортостойкости также довольно высок – 54,41 %. По объемам импортных поставок отрасль особенно зависима от ввоза таких позиций как компьютеры, оборудование электронное и оптическое (импорт составляет 66,1 % потребляемых товаров и услуг), оборудование электрическое (77,5 %), металлы основные (85,3 %). Наконец, производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, где импорт составляет 37,84 % потребляемых товаров и услуг, существенно зависит от ввоза металлов основных (91,43 %) и оборудования электрического (62,44 %).

Исходя из вышесказанного можно заключить, что машиностроение в целом критически зависимо от импорта таких групп товаров, как: оборудование электрическое, основные металлы, вещества химические и продукция химическая, изделия металлические готовые, кроме машин и оборудования, автомобили, прицепы и полуприцепы, оборудование транспортное прочее, компьютеры, оборудование электронное и оптическое. Поскольку используемая система таблиц «Затраты – Выпуск» не позволяет проанализировать страновую структуру затрат на импорт, могут быть использованы данные внешней торговли Республики Беларусь с группировкой товаров согласно товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности. Основными странами – поставщиками товарных групп раздела «Средства наземного транспорта, летательные аппараты, плавучие средства» являлись Россия, Китай, Германия, Украина; раздела «Машины, оборудование и механизмы; звукозаписывающая и звуковоспроизводящая аппаратура; их части и принадлежности» – Россия, Китай, Германия, Италия, Польша, Швеция, раздела

«Продукция химической и связанных с ней отраслей промышленности» – Россия, Германия, Франция, Китай; раздела «Недрагоценные металлы и изделия из них» – Россия, Китай, Украина, Германия. Высокий уровень импортоемкости по ключевым позициям, сам по себе являясь проблемой, дополняется тем, что значительная часть импортных потоков направлялась из недружественных нам стран. Обзор данных за 2022–2023 гг. после их официального опубликования потребует более детального анализа, поскольку в результате санкционных ограничений импортные потоки претерпели изменения. В результате страна происхождения товара в ряде случаев не будет совпадать со страной ввоза, что необходимо учитывать при анализе трансформации цепочек поставок.

Интерес представляет и динамика показателя импортоемкости производства в машиностроении на протяжении последних лет. На основе данных системы таблиц «Затраты – Выпуск» за 2012–2020 г. были рассчитаны доли использования импортных товаров и услуг по каждому из видов экономической деятельности. За 100 % была принята сумма использования отечественных и импортных товаров и услуг без учета транспортных и торговых наценок, чистых налогов на продукты (рис. П22 и П23 Приложения). Данные рисунки демонстрируют, что машиностроение относится к импортоемким отраслям, несмотря на то, что в последние годы наблюдаются положительные сдвиги в динамике удельного веса импортируемых товаров и услуг в структуре промежуточного спроса в 2016–2020 гг. с 54 до 51 %. Лишь производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, демонстрирует относительно низкий показатель импортоемкости, довольно быстро снижающийся в 2016–2019 гг. В целом в машиностроении и по отдельным видам экономической деятельности устойчивую динамику импортоемкости в сторону повышения или снижения в период 2012–2020 гг. зафиксировать нельзя, что свидетельствует о недостаточной эффективности мероприятий по импортозамещению в отрасли, сохранении внешней технологической зависимости, а также о необходимости разработки принципиально новых механизмов развития внутриотраслевой внутри- и межотраслевой технологической кооперации.

Многие из ключевых позиций импорта для промежуточного потребления в машиностроении относятся к высокотехнологичным –

для более точной оценки необходимо снижение уровня агрегированности рассматриваемых групп. Вместе с тем очевидно, а результаты введения беспрецедентных по своему охвату и объему санкций 2022–2023 гг. это подтвердили, что белорусское машиностроение остается зависимым от высокотехнологичного импорта, что в результате влияет и на развитие других отраслей экономики. В условиях новой геоэкономической реальности импортозамещение предполагает реализацию трех направлений – «изменение географии импорта и поиск новых торговых партнеров из дружественных стран; параллельный импорт; локализацию производства импортозамещающей продукции, т. е. собственную разработку продукции»⁴⁷¹. Каждое из названных направлений импортозамещения, имея свои преимущества и недостатки, реализуется в белорусской экономике, в машиностроении в частности. Каждое из них релевантно для соответствующей перспективы – кратко-, средне- или долгосрочной. Параллельный импорт может решить проблему доступа к высокотехнологичным товарам в краткосрочной перспективе, однако в условиях ожидаемо долгосрочного характера экономического давления на Республику Беларусь устанавливаемые каналы параллельного импорта будут постоянно нарушаться в результате потенциального ужесточения контроля экспорта со стороны недружественных стран – производителей машин, оборудования и их компонентов. Высокотехнологичный импорт из дружественных стран может решить проблемы замены необходимых позиций в кратко- и среднесрочной перспективе, этот путь не столь затратный, однако, как и параллельный импорт, сопряжен с рисками нарушения торговых связей вследствие изменения политической конъюнктуры (переход стран из дружественных в разряд недружественных и обратно – вполне вероятное событие на фоне мировой политико-экономической турбулентности) или ужесточения контроля со стороны недружественных стран, формирующих звенья цепочек создания стоимости высокотехнологичных товаров – многие из них так или иначе контролируются США и их партнерами. Наиболее затратным, но в то же время закладывающим долгосрочные кон-

⁴⁷¹ Ленчук, Е. Б. Технологическая модернизация как основа антисанкционной политики / Е. Б. Ленчук // Проблемы прогнозирования. – 2023. – № 4 (199). – С. 54–66. – С. 60. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-199-54-66>

курентные преимущества направлением импортозамещения является локализация производства импортозамещающей продукции, включающая локализацию разработки.

Еще одним показателем, свидетельствующем об интеграции машиностроительных предприятий в отечественные цепочки создания стоимости, является доля отечественной продукции машиностроения в промежуточном потреблении продукции машиностроения. Для расчета данного показателя воспользуемся системой таблиц «Затраты – Выпуск» за период 2016–2020 гг., сделав выборку данных по промежуточному потреблению и потреблению отечественных групп товаров «компьютеры, оборудование электронное и оптическое», «оборудование электрическое», «машины и оборудование, не включенные в другие группировки, за исключением машин для сельского и лесного хозяйства», «машины для сельского и лесного хозяйства», «автомобили, прицепы и полуприцепы», «оборудование транспортное прочее». Рассчитаем долю потребления отечественных товаров в структуре промежуточного спроса по каждой группе товаров в разрезе всех видов экономической деятельности за период 2016–2020 гг., после чего сделаем выборку тех видов экономической деятельности, которые формируют более 1 % промежуточного спроса на соответствующую группу товаров за последний год выборки.

Полученные результаты расчетов свидетельствуют о том, что основными видами экономической деятельности – потребителями группы товаров «компьютеры, оборудование электронное и оптическое», являются «производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры» (43,31 % промежуточного спроса на данную группу товаров), далее с большим отрывом следует «производство электрооборудования» (6,93 %), «научные исследования и разработки» (4,67 %), «операции с недвижимым имуществом» (4,18 %) и «финансовые услуги, кроме страхования и дополнительного пенсионного обеспечения» (4,12 %). Само производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры является основным потребителем группы товаров «компьютеры, оборудование электронное и оптическое», причем это товары преимущественно импортного происхождения. Остальные перечисленные отрасли – основные потребители этих товаров формируют 67–76 % потребления данной группы товаров отечественного происхождения, причем в целом этот

показатель имеет положительную динамику. Таким образом, отечественная экономика является важным, хотя и не вполне устойчивым потребителем группы товаров «компьютеры, оборудование электронное и оптическое», произведенных внутри страны, которое, впрочем, обладает очень высокой долей импортируемой компонентной базы. Учитывая описанную выше страновую структуру импорта, отечественное производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры сталкивается с рисками и угрозами нарушения технологического суверенитета и экономической безопасности.

Потребление оборудования электрического менее концентрировано – основным потребителем данной группы товаров является строительство (23,01 % промежуточного спроса на данную группу товаров), производство электрооборудования (18,71 %), ремонт, монтаж машин и оборудования (11,53 %) и производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, за исключением машин для сельского и лесного хозяйства (10,96 %). В структуре промежуточного спроса оборудования электрического преобладают импортные товары, хотя в целом по подотрасли наблюдается умеренно положительная динамика. Само производство электрооборудования использовало в 2020 г. лишь 9,9 % отечественных товаров против 90,1 % – импортных. Подотрасль не в состоянии насытить белорусский рынок отечественной продукцией даже с учетом того, что в стране локализована малая часть цепочки создания стоимости, основанная на сборке импортных комплектующих.

Потребление группы товаров «машины и оборудование, за исключением машин для сельского и лесного хозяйства», также не столь концентрировано – сама подотрасль «производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, за исключением машин для сельского и лесного хозяйства» формирует 23,75 % промежуточного спроса, две трети из которых – отечественные товары. Производство автомобилей, прицепов и полуприцепов, формируя 14,62 % промежуточного спроса на исследуемую группу товаров, потребляет, главным образом, отечественные товары – 66,8 %. Близкий показатель доли отечественных товаров и у других видов экономической деятельности – основных потребителей машин и оборудования, не включенных в другие группировки, за исключением машин для сельского и лесного хозяйства. К ним относятся «ремонт, монтаж машин и оборудования» (10,54 % в структуре промежуточного

спроса), «производство машин для сельского и лесного хозяйства» (7,71 %), «рекламная деятельность и изучение конъюнктуры рынка» (5,04 %) и «производство продуктов питания, напитков и табачных изделий» (4,65 %). В целом по данной группе товаров довольно высокий уровень отечественной продукции в структуре промежуточного спроса как вообще, так и по отраслям – основным потребителям.

Отдельно рассмотрим структуру потребления группы товаров «машины для сельского и лесного хозяйства», которая, исходя из специфики этих товаров, обладает высокой степенью концентрации – 53,86 % промежуточного спроса формируется в самой подотрасли. Растениеводство и животноводство, предоставление услуг в этих областях формирует 31,25 % промежуточного спроса на машины для сельского и лесного хозяйства, производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки, за исключением машин для сельского и лесного хозяйства, – 6,78 %, лесоводство и лесозаготовки – еще 4,55 %. Около 87 % потребляемых машин для сельского и лесного хозяйства каждым из названных видов экономической деятельности – отечественного производства. Во многом такого показателя удалось достичь благодаря субсидиям, которые являются наибольшими среди видов экономической деятельности машиностроения. В результате наблюдается постоянный рост производства машин для сельского и лесного хозяйства. В период 2015–2021 гг. количество производимых тракторов для сельского и лесного хозяйства выросло на 30,9 %, машин для внесения органических удобрений – на 67,9 %, комбайнов зерноуборочных – на 256,7 %, пресс-подборщиков для соломы, сена или трав – на 85 %⁴⁷².

Промежуточный спрос на группу товаров «автомобили, прицепы и полуприцепы» также является достаточно концентрированным – 52,04 % его приходится на вид экономической деятельности «производство автомобилей, прицепов и полуприцепов», далее с 13,74 % следует «оптовая и розничная торговля автомобилями, мотоциклами и их ремонт», 5,9 % приходится на деятельность сухопутного и трубопроводного транспорта, 5,2 % – на растениеводство и животноводство, предоставление услуг в этих областях, а 5,14 % –

⁴⁷² Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 235.

на строительство. Доля использования отечественных товаров в структуре потребления группы товаров «автомобили, прицепы и полуприцепы» не высока – в среднем 29,1 %, устойчивой тенденции к росту этого показателя нет.

Схожая ситуация – высокий уровень концентрации потребления при низком уровне доли отечественной продукции – наблюдается в динамике промежуточного спроса на оборудование транспортное прочее, основными потребителями которого в белорусской экономике являются производство прочих транспортных средств и оборудования (63,16 %), деятельность сухопутного и трубопроводного транспорта (18,52 %) и ремонт, монтаж машин и оборудования (3,62 %). По каждому из названных видов экономической деятельности доля потребления отечественного оборудования транспортного прочего не превышает 50 %.

Для отражения динамики промежуточного спроса на продукцию машиностроения приведем данные изменения доли отечественной продукции машиностроения в структуре промежуточного спроса в 2012–2020 гг. (рис. 4 и 5).

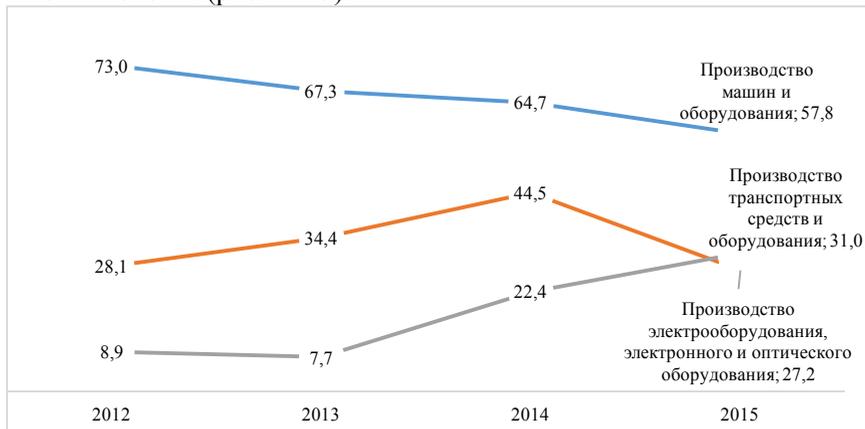


Рис. 4. Доля отечественной продукции машиностроения в промежуточном потреблении в 2012–2015 гг., %

Источник: рассчитано автором по системе таблиц «Затраты – Выпуск»⁴⁷³

⁴⁷³ Система таблиц «Затраты – Выпуск» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnyescheta/sistema-tablits-zatraty-vypusk>. – Дата доступа: 15.07.2023.

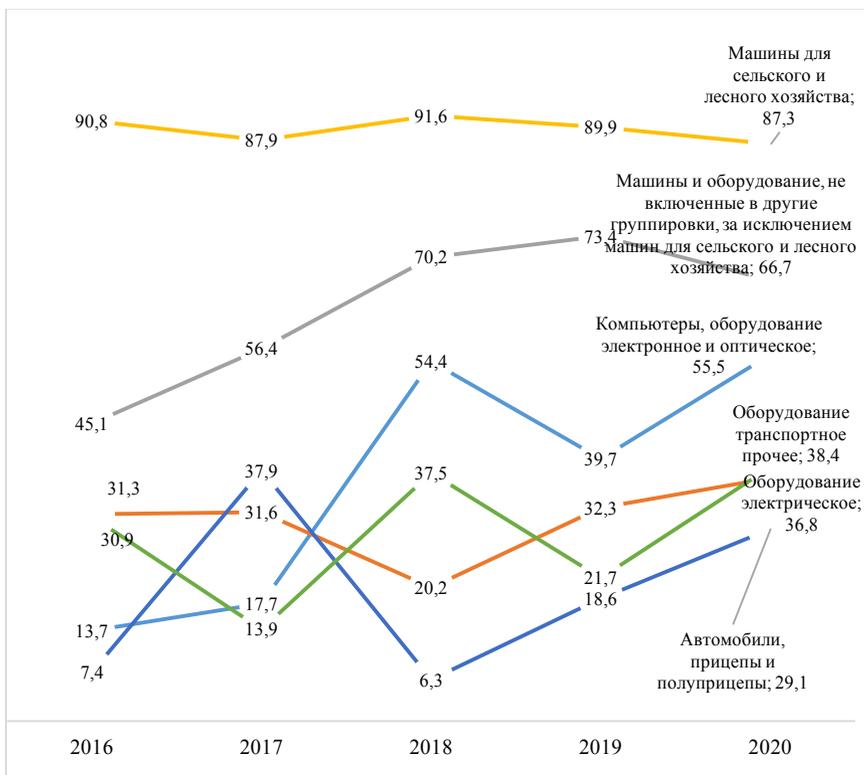


Рис. 5. Доля отечественной продукции машиностроения в промежуточном потреблении в 2016–2020 гг., %

Источник: рассчитано автором по системе таблиц «Затраты – Выпуск»⁴⁷⁴

В белорусской экономике в последние годы наблюдается умеренно положительная динамика роста доли отечественной продукции в структуре промежуточного спроса на продукцию машиностроения. В производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки, она более устойчива, доля отечественной продукции существенно выше, что говорит о сложившихся устойчи-

⁴⁷⁴ Система таблиц «Затраты – Выпуск» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnyescheta/sistema-tablits-zatraty-vypusk>. – Дата доступа: 15.07.2023.

вых внутриотраслевых хозяйственных связях. О внутри-, а не межотраслевом характере хозяйственных связей свидетельствует высокий уровень концентрации потребления – большая часть продукции потребляется внутри самой подотрасли, в особенности это характерно для производства машин для сельского и лесного хозяйства. Потребление продукции других видов экономической деятельности более волатильно, а доля отечественной продукции в промежуточном спросе на продукцию машиностроения в целом растет.

Завершая анализ структуры промежуточного спроса на продукцию машиностроения в белорусской экономике, следует остановиться на направлениях конечного использования продукции машиностроения. В структуре расходов на конечное потребление продукции машиностроения расходы государственных учреждений, а также некоммерческих организаций, обслуживающих домашние хозяйства, незначительны. В связи с этим основной интерес представляют расходы на конечное потребление домашних хозяйств, представленные на рис. П24 Приложения. Данный рисунок демонстрирует, что в расходах домашних хозяйств существенно преобладает продукция импортного происхождения. С одной стороны, это связано с тем, что потребительские предпочтения достаточно сложно преломить, с другой – со структурой продукции отечественного машиностроения, большая часть которого представляет собой продукцию промежуточного, а не конечного потребления, в том числе инвестиционные товары. Вместе с тем домашние хозяйства формируют спрос на продукцию отечественного машиностроения, приобретая бытовую технику – телевизоры, микроволновые печи, бытовые холодильники и морозильники, стиральные машины, бытовые плиты, часы, мотоциклы, велосипеды, а также легковые автомобили. За счет появления на рынке белорусских автомобилей в последние годы в несколько раз вырос спрос домашних хозяйств на группу товаров «транспортные средства и оборудования», который, впрочем, пока еще отстает от спроса на данную группу товаров зарубежного происхождения.

Следует, однако, отметить большой вклад отечественного машиностроения в совокупный экспорт Республики Беларусь. Формируя 15,3 % объема промышленного производства в 2020 г., машиностроение обеспечило 20,9 % экспорта продукции промышленности, главным образом, за счет поставок групп товаров «реакторы ядерные,

котлы, оборудование и механические устройства; их части», «электрические машины и оборудование; звукозаписывающая и звуковоспроизводящая аппаратура, их части и принадлежности», «железнодорожные локомотивы или моторные вагоны трамвая, подвижной состав, путевое оборудование и их части», «средства наземного транспорта, кроме железнодорожного, или трамвайного подвижного состава, их части и принадлежности», «инструменты и аппараты оптические, фотографические, измерительные, медицинские; их части и принадлежности». Вместе с тем следует констатировать катастрофическое отставание объемов экспорта продукции машиностроения от объемов импорта (рис. П25 Приложения).

Основной вклад в экспорт продукции машиностроения вносит производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки. За ним следует производство транспортных средств и оборудования, производство электрооборудования и производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры. Как объем экспорта, так и объем импорта демонстрируют рост, позитивной является тенденция опережения темпов роста объема экспорта над темпами роста импорта.

В результате экономического анализа развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь установлено, что экономическая структура отечественного машиностроения неоднородна – «производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры» и «производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки» по ряду экономических и финансовых показателей опережают «производство электрооборудования» и «производство транспортных средств и оборудования». Являясь «якорной» отраслью белорусской промышленности, машиностроение на протяжении истории независимой Беларуси переживало сложные периоды спада и восстановления, что обусловлено целым комплексом внешних и внутренних по отношению к национальной экономике Республики Беларусь факторов. Сегодня машиностроение остается одной из важнейших отраслей белорусской экономики по критерию ее прямого вклада в объем промышленного производства и в валовую добавленную стоимость. При этом, выступая важным поставщиком средств производства для многих отечественных предприятий и потребителем продукции, создаваемой внутри государства, машиностроение вносит не только прямой, но косвенный вклад в развитие

белорусской экономики, формируя или являясь звеном цепочек создания стоимости внутри страны. Помимо этого, многие предприятия машиностроения являются системо- и градообразующими, внося существенный вклад не только в социально-экономическое развитие Республики Беларусь, но и в обеспечение экономической безопасности страны. Финансовая устойчивость национальной экономической системы во многом обеспечивается благодаря экспортной ориентации машиностроительного комплекса.

Вместе с тем отрасли присущ ряд проблем. Предприятия машиностроения работают в условиях хронического недофинансирования – объем инвестиций в отрасль не сопоставим со вкладом отрасли в экономику страны. В результате технико-технологическое обновление осуществляется недостаточными темпами, что не позволяет преодолеть проблему невысокой доходности в машиностроении, которая к тому же имеет потенциал к обострению в условиях закрытия некоторых экспортных рынков и роста трансакционных издержек на поиск новых партнеров, переориентации товарных потоков, удорожания промежуточного потребления вследствие необходимости адаптации к ограничениям импорта ключевых комплектующих и усиления монополизма на некоторых рынках в результате санкций. При этом такой классический инструмент поддержки машиностроения как государственные закупки хотя и выполняет свою основную экономическую функцию – стимулирование выпуска, – но не позволяет существенно улучшить финансовые показатели отрасли. Государственная инвестиционная поддержка в машиностроении также присутствует, однако ее масштабы не достаточны. Установлено, что положительной корреляции между изменением объемов выпуска и динамикой использования трудовых ресурсов в машиностроении нет, для отрасли характерен структурный дефицит кадров, связанный с нехваткой необходимых для модернизационного рывка компетенций, с одной стороны, и избыточной занятостью – с другой. Машиностроительный комплекс, являясь крупным экспортером, в целом сохраняет высокую импортозависимость. Высок и показатель импорта в структуре потребления продукции машиностроения как предприятиями, так и домашними хозяйствами, хотя в последние годы и наблюдается умеренно положительная динамика роста доли отечественной продукции машиностроения в структуре промежуточного спроса.

6.2. Институциональные основы роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь

Результаты исследования опыта и институтов роботизации зарубежной экономики демонстрируют высокий интерес к данной сфере правительств промышленно развитых стран. Институциональная, в том числе нормативная правовая, база роботизации в мире активно развивается, что нами было исследовано в главе 3 на примере Китая, США и России. Само по себе формирование институтов не является единственным условием роботизации экономики и машиностроения в частности, но в то же время выступает в качестве важного фактора, интенсифицирующего эти процессы и позволяющего стране не оказаться на мировой технологической периферии. Как отмечает О. Кожевина, «институциональные условия территорий являются существенным фактором развития высокотехнологичного бизнеса, поскольку могут как стимулировать, так и ограничивать его. К таким факторам следует отнести процедуры регистрации организаций, патентов, доступность рынка и капиталов, институты развития инноваций активизации инвестиционной деятельности»⁴⁷⁵. Сегодня от степени и интенсивности роботизации промышленности (как производства средств производства, так и производства предметов потребления) зависит способность любой страны удерживать конкурентоспособность своей экономики и тем самым по существу обеспечить сохранение своего суверенитета. Институциональная база роботизации экономики с некоторыми особенностями выступает в качестве институциональных условий роботизации национального машиностроительного комплекса.

Институт как явление, регламентирующее межсубъектное взаимодействие, имеет социальную природу. В связи с этим в данном исследовании под социальными институтами нами будут пониматься

⁴⁷⁵ Кожевина, О. Институциональное и нормативно-правовое регулирование импортозамещения в сфере информационно-коммуникационных технологий / О. Кожевина // Экономист. – 2020. – № 4. – С. 66–71. – С. 66–67.

«исторически сложившиеся, устойчивые формы организации совместной деятельности индивидов»⁴⁷⁶. Как пишет А. И. Лученок, «основная задача институтов состоит в минимизации неопределенности в деятельности организаций и индивидов путем установления устойчивых механизмов взаимодействия между участниками общественных отношений»⁴⁷⁷. Институты историчны, что подразумевает их способность возникать, разрушаться и трансформироваться с течением времени под влиянием внешних и внутренних факторов. «Устойчивость институтов, – писал Д. Норт, – ни в коей мере не противоречит тому факту, что они претерпевают изменения. Развиваются все институты – начиная от традиционных условностей, кодексов и норм поведения до писанного права, обычного права и контрактов между индивидами»⁴⁷⁸. Соответственно, и институциональные условия роботизации национального машиностроительного комплекса будут меняться, в том числе под влиянием самого процесса роботизации. Исходя из такого понимания институтов, исследование институциональных основ роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь предполагает анализ нормативной правовой среды, регламентирующей и стимулирующей роботизацию экономики в целом и машиностроительного комплекса в частности; исследование субъектов, персонифицирующих функции по развитию роботизации в нашей стране, а также выявление неформальных институтов или институтов с низкой степенью формализованности, влияющих на эти процессы.

Анализируя институциональные основы роботизации экономики, нельзя оставить без внимания отсутствие в Республике Беларусь нормативных правовых документов, посвященных комплексному регулированию или стимулированию роботизации национального машиностроительного комплекса и экономики в целом. Как справедливо

⁴⁷⁶ Институт социальный // Большой энциклопедический словарь: философия, социология, религия, эзотеризм, политэкономия / Главн. науч. ред. и сост. С. Ю. Солодовников. – Минск : МФЦП, 2002. – 1008 с. – С. 313.

⁴⁷⁷ Лученок, А. И. Институты прававэкономикой / А. И. Лученок ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономик. – Минск : Беларуская навука, 2018. – 279 с. – С. 11.

⁴⁷⁸ Норт, Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / Д. Норт ; пер. с англ. А. Н. Нестеренко, предисловие и науч. ред. Б. З. Мильнера. – М. : Фонд экономической книги «НАЧАЛА», 1997. – 180 с. – С. 21.

подчеркивают М. Абламейко и С. Абламейко, «роботы начинают работать на производстве, в медицине, то есть жить среди людей. И для такой совместной деятельности необходимо четко разработанное правовое обеспечение, точно определяющее нормы поведения тех и других в различных ситуациях»⁴⁷⁹. Названные ученые ведут речь идет о необходимости разработки правовой базы, которая регулировала бы совокупность общественных отношений, складывающихся по поводу использования роботов и искусственного интеллекта.

Правовой пробел в области регулирования робототехники характерен даже в части самого определения понятия «робот». Определение робота содержится в технических стандартах, а также в принятом для собственных, достаточно узких целей Постановлении Государственного военно-промышленного комитета Республики Беларусь и Государственного таможенного комитета Республики Беларусь от 28 декабря 2007 г. № 15/137 «Об утверждении перечней специфических товаров (работ, услуг)», согласно которому «робот – манипулятор, который может иметь контурный или позиционный вид системы управления, может использовать датчики и имеет все следующие признаки: а) является многофункциональным; б) способен позиционировать или ориентировать материал, детали, инструменты или специальные устройства благодаря изменяемым движениям в трехмерном пространстве; в) включает три или более сервопривода с замкнутым или открытым контуром, в том числе с шаговыми двигателями; и г) имеет доступную пользователю возможность программирования посредством метода обучения с запоминанием или за счет использования компьютера, который может являться программируемым логическим контроллером, то есть без промежуточного механического вмешательства»⁴⁸⁰.

⁴⁷⁹ Абламейко, М. Правовое регулирование взаимодействия систем искусственного интеллекта и человека / М. Абламейко, С. Абламейко // Наука и инновации. – 2020. – № 1 (203). – С. 40–44. – С. 42.

⁴⁸⁰ Об утверждении перечней специфических товаров (работ, услуг) [Электронный ресурс] : постановление Государственного военно-промышленного комитета Республики Беларусь и Государственного таможенного комитета Республики Беларусь, 28 дек. 2007 г., № 15/137 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

Вместе с тем представителей экономической науки в большей степени интересуют не вопросы правовой охраны роботов и регламентации распределения ответственности за их действия (хотя это также, безусловно, важные проблемы, в т. ч. с точки зрения исследования экономических последствий этих действий), а правовая база стимулирования производства и расширения внедрения роботов как основы современного этапа модернизации экономики. Рассмотрим существующие документы программного и стратегического характера, определяющие направления развития белорусской экономики и общества на предмет определения, какое место в них уделено экономике роботизации. Начать следует с рассмотрения основополагающего программного документа нашей страны – Программы социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы. В частности, данной программой в качестве одной из прорывных точек роста промышленности называется робототехника и приборостроение: «Предстоит развивать производство многофункциональных беспилотных авиационных и роботизированных комплексов, роботизированных систем с использованием технологий искусственного интеллекта, программно-аппаратных комплексов»⁴⁸¹. В Программе социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы отмечается, что «снижение затрат на производство потребует <...> внедрения ресурсосберегающего оборудования и технологических процессов, освоения систем умного производства, включая роботизацию...»⁴⁸². Также в названном документе отмечается, что «в легкой промышленности предстоит <...> внедрить роботизированные программно-аппаратные комплексы в СООО "Белвест"»⁴⁸³, указывается на продолжение работы в сельском хозяйстве «по техническому переоснащению животноводческих объектов, в том числе интеллектуальными роботизирован-

⁴⁸¹ Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента Респ. Беларусь, 29 июля 2021 г., № 292 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292>. – Дата доступа: 17.08.2023.

⁴⁸² Там же.

⁴⁸³ Там же.

ными системами, машинами и аппаратами с искусственным интеллектом»⁴⁸⁴ и в сфере здравоохранения («предусматривается внедрение интеллектуальной системы для дистанционного мониторинга здоровья (телемедицина, роботизация проведения высокотехнологичных операций, мобильная цифровая транкинговая связь с созданием единой областной сети)»)⁴⁸⁵. Вместе с тем Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы не закладывает основы развития роботизации белорусской экономики и национального машиностроительного комплекса как ее ядра, нет и механизмов стимулирования такого развития.

Определенный интерес представляют подходы, изложенные в Стратегии «Наука и технологии: 2018–2040», утвержденной Постановлением Президиума Национальной академии наук Беларуси от 26.02.2018 № 17. Данный документ закладывает концептуальные положения видения будущего страны на перспективу до 2040 г., в основе которого лежат «полноформатное внедрение цифровых технологий, образующих технологическое ядро интеллектуальной экономики», «развитый неоиндустриальный комплекс» и «высокоинтеллектуальное общество»⁴⁸⁶. В качестве основных характеристик «развитого неоиндустриального комплекса» Стратегией «Наука и технологии: 2018–2040» называются такие составляющие как «широкое применение систем искусственного интеллекта; **повсеместная роботизация и использование сенсоров** (выделено нами. – Прим. Т. С.); внедрение технологий промышленного Интернета и Интернета вещей; суперкомпьютерная обработка больших данных в це-

⁴⁸⁴ Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента Респ. Беларусь, 29 июля 2021 г., № 292 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292>. – Дата доступа: 17.08.2023.

⁴⁸⁵ Там же.

⁴⁸⁶ Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040» : утв. постановлением Президиума Национальной академии наук Беларуси, 26 февр. 2018 г. № 17. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2018. – 44 с.

лях оптимизации процессов производства и рыночного оборота, интеллектуализация транспортно-логистических систем»⁴⁸⁷. Кроме того, в названном документе отмечается, что «ключевое значение для перспективного развития имеют приоритеты "прорывного" характера», включающие в себя: «технологии цифрового производства, связывающие потоки информации в единую систему ее получения, обработки, хранения и применения <...>; индустриальные технологии разработки и производства <...> робототехнических и мехатронных систем; беспилотной техники <...>; социогуманитарные технологии...»⁴⁸⁸. В качестве перспективных направлений исследований и разработок для Беларуси в области роботизации и мехатроники» Стратегией «Наука и технологии: 2018–2040» называются: «разработка мехатронных (в том числе микро- и наноразмерных) систем и технологий, робототехнических комплексов гибкого применения с интеллектуальными системами управления; создание биоподобных и антропоморфных робототехнических устройств и систем, самообучающихся роботов, искусственных нервных систем роботов (искусственного интеллекта), систем управления группами роботов; разработка бесконтактной безмаркерной технологии распознавания жестов и движений для дистанционного управления робототехническими устройствами; проектирование гетерогенных интегральных схем с микромеханическими, оптоэлектронными, магниточувствительными сложно-функциональными блоками»⁴⁸⁹. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040» не определяет приоритеты промышленного развития, однако, выступая рупором консолидированного взгляда ученых Беларуси на будущий облик нашей страны, может оказывать влияние на вектор программных и стратегических документов, определяющих конкретные механизмы достижения поставленных задач.

В отличие от подхода, используемого Российской Федерацией, в рамках которого робототехника и сенсорика отнесены в сквозным

⁴⁸⁷ Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040»: утв. постановлением Президиума Национальной академии наук Беларуси, 26 февр. 2018 г. № 17. – Минск: Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2018. – 44 с.

⁴⁸⁸ Там же.

⁴⁸⁹ Там же. – С. 22.

технологиям в сфере цифровизации, составляя предмет регулирования таких документов как Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации»⁴⁹⁰, Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности⁴⁹¹, белорусская правовая база в сфере цифровизации практически не затрагивает сферу робототехники. Так, в прогрессивном на момент его принятия Декрете Президента Республики Беларусь от 21.12.2017 № 8 «О развитии цифровой экономики» на интерес к сфере роботизации указывается лишь косвенно в части, регламентирующей продление «до 1 января 2049 г. срок действия специального правового режима Парка высоких технологий с сохранением принципа экстерриториальности, дополнительно предоставив резидентам этого Парка право на осуществление в установленном порядке <...> деятельности в сфере искусственного интеллекта, создания систем беспилотного управления транспортными средствами»⁴⁹². В самом Декрете Президента Республики Беларусь от 22.09.2005 № 12 «О Парке высоких технологий» перечислены допустимые для его резидентов виды деятельности, прямо или косвенно связанные с производством роботом или услуг по их интеграции, среди которых, например, такие как: «фундаментальные и прикладные исследования, экспериментальные разработки в области естественных и технических наук <...> и реализация результатов таких исследований и разработок»; «разработка или отдельные этапы разработки <...>, производство наукоемких материалов, технологий, высокотехнологичных устройств и систем, встроенных систем, программно-аппаратных средств, программно-аппаратных комплексов и

⁴⁹⁰ Программа «Цифровая экономика Российской Федерации [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительством Российской Федерации, 28 июля 2017 г., № 1632-р. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>. – Дата доступа: 15.01.2023.

⁴⁹¹ Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности [Электронный ресурс]: утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации, 06 ноября 2021 г., № 3142-р. – Режим доступа: <https://government.ru/news/43743>. – Дата доступа: 15.01.2023.

⁴⁹² О развитии цифровой экономики [Электронный ресурс]: Декрет Президента Респ. Беларусь, 21 дек. 2017 г., № 8 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

совместимого с ними программного обеспечения ...»⁴⁹³ и др. Однако непосредственно про разработку и производство робототехники в данных документах ничего не сказано. Не содержит ничего о роботах и роботизации и Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы, утвержденная Постановлением Совета Министров от 2 февраля 2021 г. № 66. Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 годы, напротив, определила робототехнику как одно из основных направлений «фундаментальных и прикладных исследований, необходимых для повышения потенциала национальных разработок в сфере ИКТ в 2016–2022 годах»⁴⁹⁴.

Несколько иначе обстоят дела с государственными программами в области науки и инновационного развития. Государственная программа инновационного развития на 2021–2025 годы определяет направления формирования и ускоренного развития наукоемких и высокотехнологичных секторов национальной экономики. Одним из них является направление «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства», в рамках которого выполняются проекты «по разработке интеллектуальных систем конструкторско-технологического проектирования и подготовки производства, автоматизации и роботизации производственных процессов, включая полный жизненный цикл производимой продукции с использованием цифровых технологий ("Индустрия 4.0"); внедрению аппаратных и программных решений с использованием искусственного интеллекта, баз больших данных

⁴⁹³ О Парке высоких технологий [Электронный ресурс] : Декрет Президента Респ. Беларусь, 22 сент. 2005 г., № 12 : в ред. Декрета Президента Респ. Беларусь от 03.11.2014 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=pd0500012>. – Дата доступа: 17.08.2023.

⁴⁹⁴ Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 годы [Электронный ресурс] : одобр. Постановлением коллегии Министерства связи и информатизации Респ. Беларусь, 30 сент. 2015 г., № 35 ; утв. на заседании Президиума Совета Министров Респ. Беларусь, 03 ноябр. 2015 г., № 26 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

для интернета вещей, промышленного интернета, облачных технологий, интеллектуальных электронных терминалов»⁴⁹⁵ и др. Другое направление – «Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы» – предполагает выполнение проекта по «разработке роботизированных (коллаборативных) систем с использованием технологий искусственного интеллекта (в том числе обрабатывающих центров и станков с числовым программным управлением), а также их компонентов (бескорпусные двигатели и сервомоторы)»⁴⁹⁶.

В 2021–2025 гг. выполняются Государственная программа научных исследований «Цифровые и космические технологии, безопасность человека, общества и государства», среди целей которой «получение результатов мирового уровня в областях цифровой трансформации экономики, социальной сферы и государственного управления, робототехники и искусственного интеллекта, применения цифровых технологий в космических исследованиях»⁴⁹⁷; Государственная научно-техническая программа (далее – ГНТП) «Цифровые технологии и роботизированные комплексы», целью которой является «создание отечественных цифровых технологий и беспилотных авиационных роботизированных комплексов для использования в области обороны, реального сектора экономики, медицинского и социального обслуживания населения»⁴⁹⁸. Способствовать роботизации национального машиностроительного комплекса Рес-

⁴⁹⁵ О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : Указ Президента Республики Беларусь, 15 сент. 2021 г., № 348 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

⁴⁹⁶ Там же.

⁴⁹⁷ О перечне государственных программ научных исследований на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 27 июля 2020 г., № 438 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22000438_1595970000.pdf. – Дата доступа: 17.08.2023.

⁴⁹⁸ О перечнях государственных и региональных научно-технических программ на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 26 марта 2021 г., № 173 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100173&p1=1>. – Дата доступа: 17.08.2023.

публики Беларусь будет реализация ГНТП в области машиностроения, машиностроительных технологий, приборостроения и инновационных материалов: «Интеллектуальное приборостроение» (головная организация-исполнитель – ОАО «ЦНИИТУ»); «Инновационное машиностроение и машиностроительные технологии» (головные организации-исполнители – ГНУ «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси», ГНУ «Физикотехнический институт Национальной академии наук Беларуси», ОАО «Институт БЕЛОРГСТАНКИНПРОМ»); «Индустрия микро- и наноэлектроники» (головная организация-исполнитель – ОАО «Планар») и некоторые другие. При этом объемы финансирования государственных научных программ не в полной мере соответствуют масштабу ожидаемых изменений, что несколько сдерживает получение прорывных результатов, которые могли бы форсировать роботизацию машиностроения. Научное сопровождение роботизации экономики поддерживает и Белорусский республиканский фонд фундаментальных исследований, поощряя выполнение фундаментальных исследований в области робототехники и роботизации.

Таким образом, следует констатировать отсутствие специализированных комплексных правовых актов, регламентирующих сферу производства и использования роботов. На назревшую необходимость разработки законодательства в сфере робототехники указывают белорусские ученые – как экономисты, так и юристы: «...Необходимо подготовить и принять Закон Республики Беларусь "О роботах и робототехнике". При разработке собственного законодательства в данной сфере с целью согласования с теми процессами, которые происходят в рамках СНГ, ЕАЭС и ЕС, следует учитывать опыт, который формируется как на международном, региональном уровнях, так и на уровне отдельных государств»⁴⁹⁹. Большая работа в данном направлении уже проделана российским экспертным сообществом, работающим над развитием организационно-экономических и институционально-правовых механизмов роботизации экономики.

⁴⁹⁹ Бельский, В. Концептуальные направления правового обеспечения внедрения искусственного интеллекта / В. Бельский, Д. Маркевич, М. Сатолина // Наука и инновации. – 2019. – № 11 (201). – С. 58–63. – С. 61.

Белорусское научно-экспертное сообщество в области роботизации менее активно в части продвижения и обоснования необходимости форсирования роботизации отечественной промышленности и, соответственно, развития институциональных условий этого процесса. Тем не менее частично эти функции персонифицируют различные министерства и ведомства, научные институты и лаборатории, кафедры учреждений высшего образования и др. Среди основных государственных заинтересованных сторон развития роботизации – Национальная академия наук Беларуси; Министерство промышленности Республики Беларусь; Министерство экономики Республики Беларусь; Совет по развитию информационного общества при Президенте Республики Беларусь; Оперативно-аналитический центр при Президенте Республики Беларусь; Министерство связи и информатизации Республики Беларусь; Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь.

Интересы робототехнической отрасли во всем мире представляют национальные некоммерческие организации в форме ассоциаций, федераций и альянсов (например, Национальная ассоциация участников рынка робототехники (Россия), Корейская ассоциация робототехники, Японская ассоциация робототехники, Ассоциация развития автоматизации (АЗ) (Северная Америка), Альянс робототехнической промышленности Китая и и др.). В Республике Беларусь в 2017 г. в индустриальном парке «Великий Камень» была зарегистрирована ассоциация «Робототехника и искусственный интеллект». В 2018 г. было воссоздано Белорусское общественное объединение специалистов в области искусственного интеллекта, ставшее преемником действующей в 1992–1995 гг. Белорусской ассоциации искусственного интеллекта.

На базе ГНУ «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси» функционирует лаборатория робототехнических систем, целью которой «являются исследования и разработка интеллектуальных программно-аппаратных технологий и систем для создания и сопровождения робототехнических комплексов экстремального, сервисного и персонального назначения»⁵⁰⁰ и в рамках которой выполнены и продолжают выполняться

⁵⁰⁰ О лаборатории [Электронный ресурс] // ОИПИ НАН Беларуси. – Режим доступа: http://uiip.bas-net.by/structure/1_rts/index.php. – Дата доступа: 17.01.2023.

ряд фундаментальных и прикладных научно-исследовательских работ, в том числе при поддержке БРФФИ. Исследованиями в области робототехники занимаются и ученые Объединенного института машиностроения НАН Беларуси, кафедры «Робототехнические системы» факультета информационных технологий и робототехники Белорусского национального технического университета, кафедры «Робототехнические системы» машиностроительного факультета Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого и другие.

Большое значение для формирования благоприятной институциональной среды роботизации экономики является популяризация робототехники и развитие образования в этой сфере. Такие институциональные ограничители как нехватка детских кружков и образовательных программ, недостаточно высокий престиж образовательных направлений в области робототехники приводят в дальнейшем к недостатку соответствующих трудовых ресурсов для модернизации национального машиностроительного комплекса на основе роботизации. Напротив, «создание благоприятных условий для технико-технологического прогресса предполагает внесение соответствующих корректив, прежде всего, в научно-образовательную политику государства, которая должна культивировать творческие способности личности»⁵⁰¹. Сегодня в нашей стране наблюдается определенный ренессанс образования в области робототехники начиная с ранних лет – создан и успешно функционирует Национальный детский технопарк, одним из образовательных направлений которого является робототехника, реализуемое при содействии БНТУ, открываются многочисленные школы и образовательные программы по робототехнике, проводятся научно-развлекательные мероприятия в целях популяризации робототехники (например, Фестиваль цифровых технологий DigiFest, организуемый Гродненским государственным университетом им. Я. Купалы и Ассоциацией «Робототехника и ис-

⁵⁰¹ Байнев, В. Ф. Технологическая составляющая экономической и национальной безопасности государства в условиях новой (цифровой) индустриализации / В. Ф. Байнев, Т. Ю. Гораева // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 16. – С. 24–34. – С. 30. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-16-24-34>

кусственный интеллект», Фестиваль науки в Центральном ботаническом саду, организуемый НАН Беларуси, и др.), регулярно проводятся научные и научно-практические конференции и другие научные мероприятия для объединения научного и экспертного сообщества в сфере робототехники.

Важную роль в продвижении робототехники играют неформальные институты или институты с низкой степенью формализованности, влияющие на роботизацию экономики, – инженерные научные школы, функционирующие на базе БНТУ, НАН Беларуси, Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого и др.; сети экспертов, объединенные накопленным общим социальным капиталом; международные научные связи; идеологические установки; отношение граждан к роботам и т. д.

Несмотря на то, что долгие годы научная сфера в Республике Беларусь остается недофинансированной, стране удалось сохранить научные школы, сформировавшиеся в БССР. Институт научной школы (даже те научные школы, которые формально не закреплены) демонстрирует высокую устойчивость. Уважение к своим Учителям, развитие научных идей молодыми поколениями, преемственность идеологических и ценностных взглядов, высокое значение социального капитала в сфере науки обеспечивают хотя и определенную инерционность научных школ, но при этом сохраняют их устойчивость. Как пишет В. Фальцман, «НИОКР в своем развитии высоко инерционен. Можно предположить, что полный цикл его обновления кратен смене поколений конструкторов и исследователей и составляет 40–45 лет. Поэтому экономический кризис 1990-х гг. (в Российской Федерации. – *Прим. Т. С.*) хотя и нанес существенный урон <...> не оказался для него фатальным»⁵⁰². При этом, как отмечалось ранее, «инерционность научных и инженерных кадров, обеспечивающих НИОКР (а без последней невозможно проведение современной структурной политики и эффективной модернизации промышленности), не решает проблемы их расширенного воспроизводства, хотя и может создавать условия для откладывания этой проблемы на более поздний период. В последнем случае латентные проблемы этого "от-

⁵⁰² Фальцман, В. Подвижки 2000-х гг. в отраслях и технологиях / В. Фальцман // Экономист. – 2017. – № 5. – С. 16–26. – С. 19.

ложенного" воспроизводства ведут к серьезным рискам при проведении структурной политики и модернизации промышленности, которые могут в любой момент привести к катастрофическим последствиям»⁵⁰³. Сегодня – в условиях новых технологических и геоэкономических реалий – особенно остро стоит проблема расширенного воспроизводства социально-научного сообщества, что невозможно обеспечить без увеличения финансирования отечественной науки по приоритетным направлениям. А без расширенного воспроизводства социально-научного сообщества обеспечить эффективную модернизацию, закладывающую долгосрочные экономические преимущества, практически невозможно.

Относительно невысокой степени формализации обладают идеологические установки населения, патриотично или не патриотично настроенного, разделяющего или не разделяющего идеологию модернизации национальной экономики и социального прогресса. Как справедливо отмечает К. И. Голубев, «часто критикуемые институциональные недостатки и неправильные решения регулирующих органов являются только вторичными по отношению к гораздо более существенной основной причине: неспособности понять, что универсальные социальные нормы имеют важное значение для социально-экономического прогресса. В то же время при наличии множества исследований количественных и технических характеристик экономики практически остаются незамеченными изменения в мышлении реальных людей»⁵⁰⁴. Общественная поддержка целей, механизмов, инструментов и средств модернизации национальной экономики, часто основанная на доверии общества к власти и другим действующим институтам, снижает издержки ее проведения. «Вне идейного контекста, – подчеркивает П. С. Лемещенко, – не существует ни одна хозяйственная система, поскольку главным звеном ее является человек с его набором ожиданий и предпочтений <...> Чем четче оформлена и признана сообществом идея развития, если к ней есть доверие,

⁵⁰³ Модернизация белорусской промышленности в новых технологических и геоэкономических условиях / В. Л. Гурский [и др.] ; науч. ред. С. Ю. Солодовников ; Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 728 с.

⁵⁰⁴ Голубев, К. И. Некоторые вопросы иллюстрации модели поведения человека в условиях общества финансового капитализма / К. И. Голубев // Научные труды Белорусского государственного экономического университета : сб. ст. / БГЭУ. – Минск, 2018. – Вып. 11. – С. 115–119. – С. 118–119.

тем сплоченнее и эффективная система»⁵⁰⁵. Исключительное значение идеологического фактора в роботизации экономики нами было показано на примере КНР и США в главах 3 и 4 монографии. Вера населения Китая в экономическую и технологическую мощь своей страны, ее особую роль в формировании «сообщества единой судьбы человечества» является фактором, позитивно влияющим на модернизацию экономики, снижая общественные издержки этого процесса. Общество США убеждено в своей исключительности и своем праве на мировую гегемонию в экономической, технологической, военно-политической, культурной и других сферах, что влияет на отношение общества к направлениям и инструментам роботизации, а также к особенностям распределения финансов в этой сфере.

Распределение финансов, которые могут быть использованы в целях роботизации предприятий машиностроения, основано на системе институтов доступа к инвестициям – инновационные фонды разных уровней, доступ к кредитным средствам на общих и особых условиях, реализация проекта в рамках государственной программы, участие в проекте на основе государственно-частного партнерства, реализация международных инвестиционных, в т. ч. кредитных договоров и т. д. Так, например, 16 ноября 2022 г. было подписано соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Беларусь о предоставлении Правительству Республики Беларусь государственного финансового кредита на сумму 105 млрд росс. руб. для реализации импортозамещающих кооперационных проектов. Все они планируются к реализации в сфере машиностроения, станкостроения и электроники, а импортозамещающий потенциал охватывает Союзное государство. Одной из первых в рамках данного соглашения начата реализация проекта по модернизации ОАО «Гомсельмаш». Причем государственные инвестиции в машиностроение, учитывая основополагающее значение этой отрасли в экономике нашей страны, вызовут положительные мультипликационные макроэффекты. Масштабы инвестиций в белорусское машиностроение должны быть достаточные для поддержания ожидаемого роста в будущем.

⁵⁰⁵ Лемещенко, П. С. Доверие – важнейший элемент системы производственных отношений / П. С. Лемещенко // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика. – 2019. – № 1 (39). – С. 21–31. – С. 30.

Как отмечается в литературе, «институциональная среда общества неопределенности и риска (сегодняшняя стадия развития общества и экономики справедливо может быть охарактеризована как экономика рисков⁵⁰⁶. – Прим. Т. С.) может становиться более далекой от "совершенного" состояния и менее устойчивой. А это означает снижение способности институтов обеспечивать устойчивость обменов между людьми»⁵⁰⁷. В результате происходит снижение ожиданий по поводу эффективности тех или иных институтов роботизации экономики – как уже сложившихся, так и вновь формируемых и тем более заимствованных из вне (экономических систем другого уровня, масштаба, специфики) институтов. Например, инновационные фонды как институт, направленный на финансирование реализации инновационных проектов, могут оказаться не столь эффективны для проектов в сфере роботизации, поскольку специфика робототехнической отрасли предполагает более сложный переход от штучного к серийному производству, требует значительно более длительных периодов окупаемости и является более рискованной. Другой пример – международный обмен научно-техническим опытом в ряде случаев приводит к вымыванию кадров (уникальных компетенций) из отечественной экономики, что перекрывает потенциальные положительные эффекты от такого обмена. В результате развития подготовки кадров, характеризующейся функциональной направленностью на импорт и интеграцию готовых робототехнических решений (поскольку на определенном этапе развития экономики импорт и интеграция оказывается дешевле и проще, чем возрождение собственной робототехнической отрасли), в условиях экономики рисков наша страна столкнулась с тем, что к зарубежным готовым технологическим решениям доступ перекрыт или затруднен, что вынуждает экстренно искать пути повышения технологического суверенитета в сфере робототехники, развивая, а по ряду направлений и возрождая, отечественные

⁵⁰⁶ Солодовников, С. Ю. Экономика рисков / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 8. – С. 16–55. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-8-16-55>

⁵⁰⁷ Коломиец, А. Общество неопределенности и риска: противоречивость институциональных трансформаций / А. Коломиец // Общество и экономика. – 2022. – № 8. – С. 5–17. – С. 12. <https://doi.org/10.31857/S020736760021492-0>

инженерные школы. Последнее, при всей целесообразности и назревшей необходимости, на практике затруднено. Помимо финансовых вложений, перераспределяющих средства из других сфер (всегда возникает обоснованный вопрос – каких?) в пользу отечественной науки, в том числе инженерной, требуется и изменение сложившихся неформальных институтов, воспроизводящих участие Беларуси и России «в мировой системе разделения труда в качестве экспортеров простых, преимущественно энергетических и сырьевых товаров, выступая импортерами высокотехнологичной продукции западных корпораций»⁵⁰⁸.

Осторожный оптимизм вселяет активизация возрождения отечественных высокотехнологичных отраслей промышленности в рамках Союзного государства Беларуси и России, по которым наши страны существенно отстают в мировой технологической гонке. В качестве примера приведем организацию в России «производства микропроцессоров и микропроцессорной техники, т. е. реализации того сценария, который западные эксперты не принимают в расчет, или вообще не допускают его»⁵⁰⁹. Микропроцессы широко используются в огромном спектре как предметов потребления, так и средств производства, включая производство роботов, что ставит их в число критически важных компонентов для развития экономики, а проблема их дефицита приобретает стратегический характер. «Производство микропроцессоров является базисным условием технологического суверенитета»⁵¹⁰, – пишет С. Губанов. И далее: «Вопреки убогим мифологемам о "свободном рынке", рынок высоких технологий вообще и рынок микропроцессоров в особенности – это рынок продавца, а не покупателя»⁵¹¹. Именно поэтому сегодня США предпринимает все возможное, чтобы не допустить развертывания микроэлектронной промышленности где бы то ни было, помимо самих

⁵⁰⁸ Байнев, В. Ф. Технологическая компонента национальной безопасности Союзного государства Беларуси и России / В. Ф. Байнев // Экономист. – 2022. – № 8. – С. 76–86. – С. 77.

⁵⁰⁹ Губанов, С. О чем говорит зависимость ОПК России от западной электроники? / С. Губанов // Экономист. – 2022. – № 8. – С. 40–45. – С. 40.

⁵¹⁰ Губанов, С. Технологический суверенитет России: правда и демагогия / С. Губанов // Экономист. – 2022. – № 6. – С. 23–29. – С. 24.

⁵¹¹ Там же. – С. 25.

США, «стремясь заполучить микропроцессорную дубинку, исключив в то же время ее появление у своих главных конкурентов – России и КНР»⁵¹² и продвигая так называемый проект «союза 4-х», предполагающего «экономическое подчинение наиболее конкурентоспособных полупроводниковых компаний Южной Кореи, Японии и Тайваня американскому капиталу и американской юрисдикции»⁵¹³. В то же время, как отмечает А. Белоусов, «если для США производство микропроцессоров – это вопрос мировой гегемонии, то для России их производство – это вопрос выживания»⁵¹⁴.

О том, как развивать микроэлектронику в России, есть ли в этой микропроцессорной революции место реализации белорусского потенциала, ученые ведут дискуссии. А. Белоусов считает, что микроэлектронная промышленность является сферой совпадения интересов России и КНР и местом для реализации кооперационного потенциала обеих стран: «Перспективная возможность видится в микропроцессорном союзе России и КНР <...>, поскольку в нынешней геополитической обстановке они имеют общие интересы»⁵¹⁵. С. Губанов видит перспективы развития этой сферы в интеграции науки и производства при условии мощной государственной поддержки: «Повсюду, где свершилась микропроцессорная революция, – пишет названный ученый, – ее движущей силой выступали вертикально-интегрированные корпорации, эффективно интегрирующие науку и производство в единой цепочке создания добавленной стоимости. <...> Чтобы организовать производство микропроцессоров, Россия должна создать интегрированные корпорации, которые станут звеньями общенациональной цепочки производства микропроцессоров различного назначения и микропроцессорных устройств»⁵¹⁶. Как и во всем мире, в России и Беларуси эволюционно, без воли и активного государственного управления эти процессы не могут произойти. Европейские эксперты прямо заявляют, что «хотя

⁵¹² Белоусов, А. Микропроцессоры правят миром, а не нефть / А. Белоусов // Экономист. – 2022. – № 9. – С. 20–25. – С. 22.

⁵¹³ Там же. – С. 21.

⁵¹⁴ Там же. – С. 23.

⁵¹⁵ Там же. – С. 23.

⁵¹⁶ Губанов, С. О чем говорит зависимость ОПК России от западной электроники? / С. Губанов // Экономист. – 2022. – № 8. – С. 40–45. – С. 45.

полупроводниковая промышленность инвестирует больше, чем любая другая отрасль, в НИОКР и капитальное оборудование, риски, связанные с инвестициями, и их очень долгосрочная отдача в сочетании со стратегической значимостью полупроводниковых технологий означают, что этот сектор всегда пользовался государственной поддержкой»⁵¹⁷ (цит. по⁵¹⁸). Идея «свободного рынка» в контексте обеспечения технологического и экономического суверенитета, связанного с масштабными высокотехнологичными проектами, требующими десятки миллиардов долларов многолетних инвестиций (в некоторых странах, например, Южной Корее, Китае, инвестиции в микроэлектронную промышленность исчисляются сотнями миллиардов долларов), нежизнеспособна. Соответственно, реализация подобных проектов нуждается в жестком планировании и фактически ручном управлении. «Процесс формирования таких корпораций следует вести в плановом порядке, – продолжает С. Губанов, – для чего необходим общегосударственный план, построенный на началах вертикальной интеграции, концентрации и централизации промышленного капитала, предназначенного обществом для производства микропроцессоров и электронно-компонентной базы»⁵¹⁹. Учитывая сохранившуюся научно-техническую и производственную базу микроэлектронной промышленности в Республике Беларусь, дальнейшая локализация на территории Союзного государства не только разработки, но и производства микроэлектронных компонентов не просто целесообразна, но необходима, что помимо всего прочего, будет способствовать снижению рисков функционирования критической информационной инфраструктуры, а также формировать внутренний рынок компонентов робототехники.

Таким образом, можно заключить, что развитие институциональной среды роботизации национального машиностроительного комплекса отстает от потребностей реального сектора – правовая база, регулирующая или стимулирующая сферы производства, обращения

⁵¹⁷ A Chips Act for Europe // Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. – Brussels, 8.2.2022. COM (2022) 45 final.

⁵¹⁸ ЕС и гонка микропроцессоров: Закон о чипах для Европы – коммюнике Еврокомиссии // Экономист. – 2022. – № 2. – С. 20–42. – С. 22.

⁵¹⁹ Губанов, С. О чем говорит зависимость ОПК России от западной электроники? / С. Губанов // Экономист. – 2022. – № 8. – С. 40–45. – С. 45.

и потребления роботов, в стране не сформирована. Документы стратегического и программного характера лишь точно затрагивают целеполагание и механизмы в стимулирования роботизации. Не достаточно активны субъекты, персонифицирующие функцию развития роботизации и представляющие интересы участников довольно синкретичного рынка робототехники. Как итог, для обеспечения роботизации белорусского машиностроения используются классические финансовые институты – инновационные фонды разных уровней, доступ к кредитным средствам на общих условиях, реализация проекта в рамках государственной программы, участие в проекте на основе государственно-частного партнерства, реализация международных инвестиционных, в т. ч. кредитных договоренностей и т. д. Важную роль в продвижении робототехники играют неформальные институты или институты с низкой степенью формализованности, влияющие на роботизацию, – инженерные научные школы; сети экспертов, объединенные накопленным социальным капиталом; международные научные связи; идеологические и ценностные установки населения.

Республика Беларусь должна и может сократить разрыв между разработкой новых решений в области робототехники и их серийным производством, используя свои институциональные преимущества – наличие инженерных школ в области робототехники; развитый машиностроительный комплекс как основной потребитель (при наличии производства – и производитель) промышленных роботов; высокая скорость прохождения информационного сигнала в национальной экономической системе, способной быстро переходить фактически в режим ручного управления. Для этого необходимо выработать системный подход к разработке и реализации направлений и мероприятий в области роботизации промышленности; обеспечить объем финансирования, соответствующий поставленным задачам и поддержанию ожидаемого роста; усилить взаимодействие всех участников рынка робототехники, мобилизуя субъектов рынка со стороны спроса и предложения, ученых, государство, устраняя институциональные ограничения этого взаимодействия; формировать новые ниши рынков робототехники; активизировать международное сотрудничество в области научно-технического и инвестиционного сопровождения проектов в области роботизации с дружественными нам странами; продолжать формирование позитивной национальной экономической идеологии.

6.3. Практика роботизации национального машиностроительного комплекса

Страны, структурная политика которых направлена на преимущественное развитие промышленности, где «опережающими темпами развиваются услуги промышленного характера»⁵²⁰, демонстрируют гораздо более высокий уровень роботизации машиностроения, в то время как страны, развивающие сектор финансовых (в том числе спекулятивных финансовых) услуг, значительно отстают по темпам и числу устанавливаемых промышленных роботов. Другую группу составляют «страны, которые исходят из стратегии построения "классической постиндустриальной экономики", сопровождаемой относительной деградацией национального промышленного комплекса (например, Великобритания) и опережающим развитием услуг "не промышленного характера": финансово-спекулятивные, социальные, традиционные и т. д.»⁵²¹. Как отмечалось выше, роботизация национального машиностроительного комплекса не сводится нами исключительно к установке промышленных роботов (хотя последнее и является ее важнейшим компонентом), а сами данные, по которым оцениваются темпы и число устанавливаемых промышленных роботов, имеют ряд ограничений и допусков (подробнее с недостатками используемой методики расчета можно ознакомиться в работе⁵²²). Вместе с тем этих данных достаточно, чтобы проследить взаимосвязь между проводимой структурной политикой и роботизацией экономик исследуемых стран. Например, Великобритания в 2020 г., являясь пятой экономикой в мире (для целей данного сопоставления удобнее использовать показатель номинального ВВП, по данным Всемирного банка), занимала 15-е место по годовому числу устанавливаемых роботов, а плотность роботов составляла всего 101 промышленный робот на 10 тыс. работников обрабатывающей промышленности. Для сравнения, среднемировой показатель в 2020 г. достиг

⁵²⁰ Солодовников, С. Ю. Экономика рисков / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 8. – С. 16–55. – С. 34. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-8-16-55>

⁵²¹ Там же. – С. 34.

⁵²² Jurkat, A. Tracking the Rise of Robots: The IFR Database / A. Jurkat, R. Klump, F. Schneider // *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*. – 2022. <https://doi.org/10.1515/jbnst-2021-0059>

126, а Великобритания стала единственной страной из числа стран G7, имеющей данный показатель на уровне ниже среднемирового. В 2021 г. Великобритания вовсе не вошла в топ-15 стран, обладающих крупнейшими рынками промышленных роботов.

Республика Беларусь, хотя и катастрофически отстает от среднемирового уровня роботизации промышленности по данным Международной федерации робототехники, но реализуя структурную политику, направленную на неоиндустриальное развитие экономики, сопровождающееся сохранением промышленности как станового хребта экономики и переходом к новому качеству экономического роста, имеет перспективы осуществить качественный скачок в этой сфере. «В условиях технологической неопределенности смещение фокуса с развития конкретных технологий на новую индустриализацию <...> должно стать основой развития промышленного производства. Преимущество такого подхода заключается в его системности <...> Новая индустриализация же направлена на повышение эффективности всех отраслей промышленности за счет использования самых разнообразных новых технологий, в первую очередь цифровых»⁵²³. Как отмечал начальник управления экономики инновационной деятельности Министерства экономики Республики Беларусь Д. Крупский, «только цифровая трансформация сферы материального производства имеет тот резерв, который может вывести на качественно новый уровень национальную экономику»⁵²⁴. Комплексная цифровизация машиностроительного предприятия неразрывно связана с роботизацией. Для ее реализации наша страна обладает не только сохранившимися инженерными научными школами в области робототехники, но и практическим опытом роботизации промышленных предприятий различных видов экономической деятельности – машиностроения, горнодобывающей, пищевой, легкой и других отраслей промышленности. Как отмечается в СМИ со ссылкой

⁵²³ Мелешко, Ю. В. Новая индустриализация и тенденции модернизации белорусской промышленности / Ю. В. Мелешко // Наука и техника. – 2021. – Т. 20, № 4. – С. 357–364. – С. 359. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-4-357-364>

⁵²⁴ Как в Беларуси развивается смарт-индустрия. Дмитрий Крупский [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Опубл. 21.09.2022. – Режим доступа: <https://www.belta.by/comments/view/kak-v-belarusi-razvivaetsja-smart-industrija-8361/>. – Дата доступа: 15.10.2022.

на Министерство промышленности Республики Беларусь, «робототехника на отечественных предприятиях широко используется прежде всего в сварке, окраске, сборке, в технологиях поверхностного монтажа радиоэлектронных компонентов. В производстве также применяется технологическое оборудование, работающее с управлением в программной среде (как и робот), которое можно отнести к классу роботизированного»⁵²⁵. Имеется определенный задел в коммерческом производстве и интеграции роботов. Производством промышленных роботов, робототехнических комплексов, коллаборативных роботов в Республике Беларусь занимаются такие предприятия как ЧУП «Дакор-инжиниринг», ЗАО «БЕЛРОБОТ», ООО «Розум Роботикс» и др. Среди белорусских предприятий – интеграторов роботов можно назвать ООО «Системы промышленной автоматизации», ООО «БЕЛФИН» и др. Разработка программного обеспечения для роботизации осуществляется ООО «Лацит – Лаборатория цифровых технологий», ООО «Робототехника и облачные технологии», ЗАО «Международный деловой альянс» и др. Рассмотрим практику внедрения робототехники на предприятиях отечественного машиностроения, охватывающего трансформацию производственного процесса или производимой продукции.

Одним из лидеров в разработке и внедрении робототехники в национальном машиностроительном комплексе Республики Беларусь является ОАО «БЕЛАЗ». Предприятие активно развивает сферу беспилотного транспорта – от создания карьерного самосвала, управляемого дистанционно, до полностью беспилотного транспорта, управляемого искусственным интеллектом. На опытном полигоне Сибирской угольной энергетической компании в Хакасии (Российская Федерация) беспилотные карьерные самосвалы БЕЛАЗ грузоподъемностью 130 тонн проходят испытания, еще несколько введены в опытно-промышленную эксплуатацию на белорусском РУП «Гранит» в г. Микашевичи в карьере Ситницкого горно-обогатительного комбината. Беспилотники оснащены роботизированными комплексами, используемыми для дистанционно управляемой погрузки и транспортировки горной массы. «Здесь построен тестовый

⁵²⁵ Индустрия 4.0: как роботы меняют рабочий уклад ведущих предприятий [Электронный ресурс] // Рэспубліка. – Опубл. 19.03.2019. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/vsya-zhizn-konveyer-.html>. – Дата доступа: 15.05.2022.

полигон с современным мобильным диспетчерским пунктом, проведена сетевая и электрическая инфраструктура, обеспечено покрытие территории объекта сетью 5G для управления роботизированным карьерным комплексом»⁵²⁶. Информационно-телекоммуникационную инфраструктуру для реализации данного проекта в Республике Беларусь ОАО «БЕЛАЗ» предоставляет компания VeCloud.

Реализация безлюдной технологии добычи полезных ископаемых ОАО «БЕЛАЗ» стала возможным благодаря сотрудничеству с российским разработчиком программного обеспечения для промышленности «Цифра Роботикс», входящей в группу компаний «Цифра». Внедрение системы умного карьера позволяет, как отмечается, «добывающим компаниям партнерам ОАО "БЕЛАЗ" сократить себестоимость горных разработок и повысить производительность на 25–30 %, увеличить коэффициент технической готовности техники за счет уменьшения простоев и сэкономить на ее ремонте за счет оптимальных режимов работы. При помощи этой системы руководство горнодобывающего предприятия, сервисные службы в режиме реального времени получают полную информацию о работе карьера. Благодаря использованию роботизированной техники количество задействованных в работе людей сокращается до минимума»⁵²⁷. Роботизация продуктовой линейки машиностроительного предприятия ОАО «БЕЛАЗ» порождает положительные макроэкономические эффекты, стимулируя роботизацию и цифровизацию белорусской горной промышленности в целом. Со временем эти эффекты будут усиливаться – «по мере повышения качества анализа накапливаемых больших данных и расширения использования получаемых результатов в ежедневной хозяйственной практике эффективность цифровизации белорусской горной промышленности будет возрастать»⁵²⁸.

⁵²⁶ Роботизация и цифровизация в горнодобывающей промышленности. БЕЛАЗ об инновационных решениях [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Оpubл. 29.09.2022. – Режим доступа: <https://www.belta.by/comments/view/robotizatsija-i-tsifrovizatsija-v-gornodobyvajuschej-promyshlennosti-belaz-ob-innovatsionnyh-reshenijah-8373/>. – Дата доступа: 15.10.2022.

⁵²⁷ Там же.

⁵²⁸ Мелешко, Ю. В. Экономика горной промышленности Республики Беларусь в контексте перехода к Индустрии 4.0 / Ю. В. Мелешко. – Минск : БНТУ, 2022. – 306 с. – С. 222.

ОАО «МТЗ» развивает как роботизацию производственных процессов, так и разработку роботизированной продукции. На предприятии внедрены и эксплуатируются робототехнические комплексы дуговой сварки и плазменной резки. «Робототехнические комплексы производства Nordica Sterling Ltd (Финляндия) выполнены на базе промышленных манипуляторов Kawasaki (Япония). На робототехнологических комплексах дуговой сварки работают с тяжелонагруженными узлами задней навески энергонасыщенных тракторов "Беларус", подузлов каркаса кабин тракторов "Беларус" серии 800–1200. На робототехнологических комплексах плазменной резки выполняется плазменная 3D-резка геометрически сложных торцов трубных деталей каркасов кабин»⁵²⁹.

Помимо роботизации собственного производства, ОАО «МТЗ» совместно с белорусскими учеными ведут работы по созданию роботизированных тракторов. В частности, силами ОАО «МТЗ» и учеными БГУИРа в 2015 г. были созданы экспериментальные образцы робота на базе трактора BELARUS-132, предназначенного для выполнения опасных и вредных видов работ, таких как опрыскивание полей ядохимикатами, тушение пожаров и исследования опасных объектов. В 2021 г. ОАО «МТЗ» совместно с ГНУ «Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси» создали беспилотный трактор BELARUS-3523i, оснащенный GPS-навигацией и системой точного земледелия. Однако эти беспилотные тракторы все еще остаются в ранге опытных образцов. Переход к массовому производству и использованию беспилотных тракторов в промышленности, сельском хозяйстве или в других сферах требует обеспечения мест эксплуатации телекоммуникационной инфраструктурой, включая сеть 5G, цифрового картирования полей, а также дальнейшего совершенствования технологий распознавания окружающих объектов в неструктурированных средах, для работы в которых предназначены беспилотные тракторы. Кроме того, сегодня в Республике Беларусь отсутствует законодательство, которое регламентировало бы правила эксплуатации беспилотного транспорта и распределение ответственности, возникающей в результате его функционирования

⁵²⁹ Индустрия 4.0: как роботы меняют рабочий уклад ведущих предприятий [Электронный ресурс] // Рэспубліка. – Опубл. 19.03.2019. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/vsya-zhizn-konveyer-.html>. – Дата доступа: 15.05.2022.

(например, случаи столкновения робота с человеком, порчи имущества в результате несовершенных механизмов распознавания объектов на пути следования беспилотного транспорта и т. д.).

ОАО «БЕЛАЗ» и ОАО «МТЗ» – не единственные предприятия отечественного машиностроительного комплекса, развивающие технологии беспилотного транспорта и осуществляющие роботизацию производственных процессов. По пути создания беспилотного транспорта идет и ОАО «Гомсельмаш», разрабатывая и внедряя системы удаленного мониторинга и автономного управления, что позволяет осуществлять контроль за работой всех систем, узлов и агрегатов машины дистанционно. Филиал Минского автомобильного завода – предприятие «Могилевтрансмаш» оснащено робототехническим комплексом для сварки бортов самосвальных платформ. Еще одним ярким примером использования промышленных роботов в отечественном машиностроении является предприятие по производству легковых автомобилей СЗАО «БЕЛДЖИ». Современное предприятие, начавшее свою работу в 2017 г., оснащено 26 сварочными роботами KUKA, 9 покрасочными роботами DURR для нанесения грунта, базы, лака и клея на стекла. Процесс сварки кузова автомобилей на предприятии СЗАО «БЕЛДЖИ» полностью роботизирован. Сварочные работы на промышленных предприятиях роботизируются чаще всего – как в мире, так и в Республике Беларусь.

Примеры роботизации производства есть и в других отраслях белорусской промышленности – ОАО «Белшина» использует роботизированные комплексы по сборке и формовке шин, робототехнические комплексы рентген-контроля качества выпускаемой продукции. Высокоавтоматизированное предприятие пищевой промышленности ОАО «Савушкин продукт» обладает роботизированными ячейками с использованием роботов Kawasaki и их цифровым двойником с возможностью офлайн программирования, что обеспечивает повышение эффективности производственно-логистических процессов предприятия и рост клиентоориентированности. В легкой промышленности опыт роботизации имеется у обувного предприятия СООО «Белвест». В 2017 г. на базе ИТ-подразделения СООО «Белвест» была создана компания «Лацит», специализирующаяся на автоматизации и роботизации производственных процессов промышленных предприятий, разработке прикладных программных продуктов, оказании услуг по разработке, внедрению, тестированию,

сопровождению информационных систем в производстве и торговле. В 2020 г. в раскройном цехе СООО «Белвест» впервые в Беларуси началась опытная эксплуатация роботизированной линии раскроя кожи, на которой производятся операции по оценке кожи на наличие дефектов, наметке, маркировке и раскрою с использованием технологий машинного зрения, ультразвуковой резки и самообучающихся автоматизированных систем управления. Примечательно, что этот проект стал шагом СООО «Белвест» в направлении диверсификации «продуктового портфеля, что позволит расширить источники формирования прибыли, при этом в будущем "Белвест" рассчитывает получать основной профит не от продаж обуви, а за счет реализации уникальных передовых решений "Индустрии 4.0"»⁵³⁰.

Таким образом, в Республике Беларусь осуществляется поступательная роботизация промышленных предприятий различных видов деятельности, однако национальный машиностроительный комплекс является лидером в области роботизации. Предприятия машиностроения, горнодобывающей, пищевой, легкой и других отраслей промышленности демонстрируют успешные примеры роботизации производственных процессов, позволяющей повысить производительность труда, качество продукции и клиентоориентированность, улучшать условия труда и повышать привлекательность занятости в промышленности, недостаток которой уже стал традиционной проблемой для белорусских предприятий.

Особенности роботизации национального машиностроительного комплекса определяются следующими факторами: во-первых, зависимостью от зарубежных (прежде всего, из «недружественных» стран) технико-технологических решений, требующих их интеграции в сложившиеся производственные процессы отечественными инженерами; во-вторых, структурными проблемами занятости, характеризующимися, с одной стороны, скрытой избыточной занятостью

⁵³⁰ Антонов, С. Роман Головченко оценил важнейшие инфраструктурные, инновационные и инвестиционные проекты Витебской области [Электронный ресурс] / С. Антонов // Витебские вести. – Оpubл. 19.07.2021. – Режим доступа: <https://vitvesti.by/politics/roman-golovchenko-otceniil-vazhneishie-infrastrukturnye-innovatcionnye-i-investitcionnye-proekty-vitebskoi-oblasti.html/>. – Дата доступа: 04.05.2022.

на отечественных промышленных предприятиях, а с другой – дефицитом кадров требуемых компетенций; в-третьих, наличием организационно-экономического разрыва между НИОКР с последующим производством опытных образцов и серийным производством роботов и прочих роботизированных решений; в-четвертых, финансовыми затруднениями для осуществления масштабных инвестиций в роботизацию производства; в-пятых, отсутствием стратегических и программных документов в области роботизации промышленности, которые послужили бы институциональной основой для дальнейшей реализации крупных модернизационных проектов и привлечения инвестиций в этой сфере; в-шестых, низкой осведомленностью белорусского общества о процессах роботизации, происходящих в промышленности.

ГЛАВА 7. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РОБОТИЗАЦИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

7.1. Экономические риски роботизации национального машиностроительного комплекса

Роботизация национального машиностроительного комплекса как процесс, влияющий на развитие экономической системы, обуславливает возникновение новых технологических, социальных, экономических и иных рисков и трансформирует уже существующие риски на микро- и макроуровнях этой системы. Многие из них не носят чисто экономический характер, однако их актуализация может обусловить нарушение экономической безопасности предприятия и национальной экономической системы. Под экономической безопасностью промышленного предприятия Е. А. Бидзюра понимает «поддержание функционирования промышленного предприятия в пределах нормы путем создания устойчивой динамичной системы, ориентированной на законную реализацию социально-экономических интересов при экономически допустимом риске в условиях актуализированных и потенциальных угроз с целью повышения конкурентоспособности производимой продукции и обеспечения непрерывной деятельности предприятия»⁵³¹. Соответственно, возникающие технологические, социальные, этические и иные риски роботизации белорусского машиностроительного комплекса также должны оцениваться сквозь призму экономической допустимости.

К числу значимых рисков, возникающих в процессе роботизации белорусского машиностроительного комплекса в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, которые носят не прямой, а опосредованный экономический характер, относятся: рост технологической и цифровой зависимости и уязвимости промышлен-

⁵³¹ Бидзюра, Е. А. Теоретико-методологические подходы к определению экономической безопасности промышленных предприятий / Е. А. Бидзюра // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 15. – С. 100–108. – С. 105. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-100-108>

ного предприятия при снижении зависимости предприятия от человеческого фактора; нарушение кибербезопасности; незащищенность коммерческих и персональных данных; рост правовой зарегулированности использования персональных данных, что замедляет развитие использования искусственного интеллекта вообще и в связи с робототехникой в частности; социальные риски, связанные с изменением структуры занятости в кратко- и долгосрочной перспективах. Названные риски не являются экономическими сами по себе, однако их снижение или нивелирование требует значительных расходов.

К числу экономических рисков, возникающих в процессе роботизации белорусского машиностроительного комплекса в условиях новых технологических и геоэкономических реалий, относятся: недостаточное финансирование роботизации; неоправданные инвестиции; дефицит предложения на протяжении цепочек создания технологических решений для модернизации; макроэкономические риски, связанные с высвобождением трудовых ресурсов; нарушение функционирования институтов; расширение рентоискательства.

Первым экономическим риском, возникающим в процессе роботизации белорусского машиностроения, является недостаточное финансирование роботизации. Модернизация машиностроительного предприятия, основанная на роботизации и расширении использования роботов с материальной оболочкой, – капиталоемкий процесс, требующий существенных инвестиционных ресурсов, которые могут быть получены за счет как внутренних источников, так и внешних. Вместе с тем практика показывает, что инвестиции в основной капитал в белорусской экономике осуществляются преимущественно из собственных средств организаций, причем доля собственных средств организаций в структуре инвестиций постоянно растет – с 32,9 % в 2010 г. до 44,9 % в 2021 г., в то время как доля кредитов (займов) банков снижается – с 32,3 % в 2010 г. до 12,8 % в 2021 г.⁵³². Такое положение дел является следствием отсутствия у белорусских предприятий к длинным дешевым деньгам, что существенно сдерживает

⁵³² Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 246.

потенциал модернизации отечественной промышленности, не позволяя существенно нарастить инвестиционную и инновационную активность.

Недостаточная инвестиционная и инновационная активность негативно влияет на увеличение конкурентного потенциала белорусских предприятий на фоне того, как в условиях глобального экономического кризиса ведущие промышленно развитые страны «соревнуются» в разнообразии и щедрости мер государственной поддержки, оказываемой преимущественно крупному бизнесу в сфере промышленного производства. Для наглядности приведем некоторые примеры такой поддержки. Энергетический кризис в Европейском союзе приводит к тому, что объем производства в обрабатывающей промышленности Германии как индустриального локомотива Европы, одним из основных столпов эффективности которого долгие годы был доступ к выгодным российским энергоносителям, демонстрирует снижение. По итогам 2022 г. объем производства в обрабатывающей промышленности Германии снизился на 0,2 %⁵³³, что в целом вписывается в негативные тренды последних лет, которые продолжаются в 2023 г.⁵³⁴. Эксперты дают однозначную негативную оценку перспектив динамики немецкого промышленного производства⁵³⁵, падение которого сопровождается к тому же расширением предпосылок для экспорта капитала. О готовности переноса части производственных мощностей из Германии в 2022–2023 гг. заявляли такие промышленные гиганты как Volkswagen AG, Tesla, Kostal Automobil Elektrik и др. На этом фоне США не скупится на федеральные субсидии и благоприятное, в том числе налоговое, регулирование для локализуемых в самих США производств – эти меры уже

⁵³³ Wichtige Indikatoren zu Industrie, Handel und Dienstleistungen [Elektronische Quelle] // DeStatis. Statistisches Bundesamt. – Mode of access: <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Basistabelle/Uebersicht.html>. – Date of access: 15.10.2023.

⁵³⁴ Industrieproduktion im Euroraum um 0,2 % und in der EU um 0,1 % gestiegen [Elektronische Quelle] // Eurostat. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/17153235/4-13072023-AP-DE.pdf/b46b030e-02b4-cfe2-b6ad-8620d8c82160>. – Date of access: 15.05.2023.

⁵³⁵ Долженков, А. Немцы на краю промышленной пропасти / А. Долженков // Эксперт. – 2023. – № 25 (1302). – С. 30–33.

коснулись производства таких промышленных гигантов, как, например, Volkswagen, Tesla. Более выгодные цены на энергоресурсы в США, а также менее агрессивная «зеленая повестка» стимулируют миграцию капитала из ЕС в США. В то же время заявления об уходе или изменении планов по локализации часто могут служить лишь инструментом торга для инвесторов, как, например, в случае с корпорацией Intel, которая, отложив строительство предприятия по производству чипов в немецком г. Магдебурге по причине неблагоприятной экономической ситуации, добилась увеличения объема европейских финансовых субсидий с 6,8 до 10 млрд евро и ограничений для Intel цен на энергоносители. Всего же принятый в Евросоюзе Закон о чипах предполагает выделение 43 млрд евро субсидий производителям микросхем.

Рост объемов государственной поддержки промышленности и разнообразия ее форм для обеспечения национальной, технологической и экономической безопасности сегодня является тенденцией, характерной для большинства промышленно развитых стран мира. Для Республики Беларусь, столкнувшейся, помимо всего прочего, с беспрецедентным системным санкционным давлением, активное стимулирование технологической модернизации промышленности является мерой, необходимой для того, чтобы достигнутые успехи в области обеспечения спроса на белорусскую продукцию стали не временным, конъюнктурным явлением, а приобрели устойчивый характер, выведя отечественную промышленность на траекторию долгосрочного устойчивого роста. При этом ситуация, когда в экономике превалируют интересы денежно-кредитного сектора, имеет катастрофические последствия с точки зрения возможности ускоренной модернизации промышленности. Как подчеркивает по этому поводу Е. Б. Ленчук, «обеспечение финансовой стабильности посредством таргетирования инфляции, установления высоких процентных ставок, сохранения низкого уровня монетизации лишает компании возможности получения "длинных" денег (инвестицион-

ных ресурсов), необходимых для реализации крупных инновационных проектов»⁵³⁶. В результате нехватка инвестиций и, как следствие, устаревшее технологическое оборудование не позволяет белорусским предприятиям должным образом реагировать на сигналы рынка и занимать освобождаемые ниши.

Вторым экономическим риском, возникающим в процессе роботизации белорусского машиностроения, является риск неоправданных инвестиций, который может возникать вследствие некорректной интерпретации целей роботизации; выбора не подходящей роботизированной технологии, в том числе с точки зрения ее экономической эффективности. В условиях быстрого обновления технологий, в том числе симуляционного характера, инвестиции в приобретение новых технологий могут быть следствием вовлечения предприятия в технологическую гонку без наличия на то экономической целесообразности. Как подчеркивает Ю. В. Мелешко, «предприятия промышленности также подвержены феномену моды (в особенности те, чьи акции представлены на фондовых рынках), что еще больше усиливает риски технологической зависимости»⁵³⁷. Таким образом, следует учитывать, что принятие инвестиционных управленческих решений подвержено влиянию не только экономической целесообразности, но и целого комплекса иных социальных, идеологических и прочих факторов, которые будут различаться в зависимости от положения лиц, принимающих эти решения.

В качестве третьего экономического риска, возникающего в процессе роботизации белорусского машиностроения, выступает дефицит предложения на протяжении цепочек создания технологических решений для модернизации. В авангарде разработки технологий роботизации стоят такие страны как Япония, Германия, Китай, США, Швеция, многие из которых проводят не дружественную по отношению к Республике Беларусь политику. Кроме того, по своей сути

⁵³⁶ Ленчук, Е. Б. Формирование инновационной модели развития в России: работа над ошибками / Е. Б. Ленчук // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2018. – № 1. – С. 27–39. – С. 34.

⁵³⁷ Мелешко, Ю. В. Риски перехода предприятий промышленного комплекса к цифровым бизнес-моделям в контексте Индустрии 4.0 / Ю. В. Мелешко // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2021. – № 3 (84). – С. 101–110. – С. 104.

сложные высокотехнологичные цепочки создания стоимости роботов с материальной оболочкой увеличивают риски технологической зависимости, поскольку Республика Беларусь не может сосредоточить у себя все звенья этой цепи. В результате вся цепочка создания стоимости роботов подвержена риску дефицита, отдельные ее элементы чрезвычайно сконцентрированы вплоть до монополизации, предложение не является эластичным. Переход на альтернативные технологические решения затруднен, поскольку комплексная роботизация требует высокого уровня интеграции технологий.

Четвертым экономическим риском, возникающим в процессе роботизации белорусского машиностроения, могут стать негативные макроэкономические эффекты, вызванные высвобождением трудовых ресурсов в процессе роботизации. При этом следует различать риски, связанные с трудовыми ресурсами, в кратко- и долгосрочной перспективе. Если в долгосрочной перспективе влияние роботизации на перспективы занятости является предметом дискуссии ученых, составления различных прогнозов – от пессимистичных, согласно которым человечество ожидает будущее без труда (например,⁵³⁸), до оптимистичных, авторы которых не видят в роботизации источник угроз для занятости, поскольку она порождает множество новых профессий и рабочих мест (например,⁵³⁹), то в кратко- и среднесрочной перспективе проблема высвобождения трудовых ресурсов стоит достаточно остро, поскольку ее решение требует комплексной оценки и нивелирования социально-трудовых рисков модернизации промышленного предприятия. Кроме того, как на уровне отдельного предприятия, так и на уровне национальной экономики может возникать проблема роста зависимости от высококвалифицированных профессионалов, которые всегда при смене технологического уклада в дефиците, при общей деградации профессиональных компетенций, что может обуславливать проблему пробела в компетенциях.

⁵³⁸ Чекмарев, О. П. Трудовая теория стоимости и роботизация экономики / О. П. Чекмарев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 47. – С. 188–196.

⁵³⁹ Dahlin, E. Are Robots Stealing Our Jobs? / E. Dahlin // Socius: Socius: Sociological Research for a Dynamic World. – 2019. – Vol. 5. – Pp. 1–14. <https://doi.org/10.1177/2378023119846249>.

На социально-экономической составляющей влияния роботизации на занятость мы останавливались ранее (например, ⁵⁴⁰). Не меньший интерес представляет макроэкономическая составляющая процесса потенциального высвобождения трудовых ресурсов в результате роботизации предприятий, снижение занятости в случае отсутствия институтов их эффективного перераспределения и потенциальное сокращение платежеспособного спроса в экономике. Комплексная роботизация функционирующих предприятий связана с изменением кадровой структуры предприятия, где часть трудовых ресурсов в силу различных причин не может быть переквалифицирована для удовлетворения новых кадровых потребностей. Кроме того, сама по себе переквалификация трудовых ресурсов требует временных затрат, и в результате часть высвобождаемых трудовых ресурсов остается временно не задействована в экономике, что в краткосрочной перспективе может иметь определенные негативные последствия для поддержания внутреннего платежеспособного спроса. Следует, однако, отметить, что связь роботизации и динамики трудового положения, в частности «возможности потери работы, понижения в должности, вынужденной смены специализации либо перехода к предпринимательской деятельности»⁵⁴¹, не однозначна и требует проведения дополнительных исследований в контексте белорусской экономики.

Еще одним экономическим риском, возникающим в процессе роботизации белорусского машиностроения, является нарушение функционирования экономических институтов. Институциональная среда роботизации белорусской экономики формируется в сложных условиях повышенной неопределенности и турбулентности экономических процессов. В результате используемые традиционные экономические институты обеспечения роботизации предприятия, описанные нами ранее, могут быть не достаточно эффективны, в то время как новые, специфичные экономические институты еще не

⁵⁴⁰ Сергиевич, Т. В. Некоторые политико-экономические аспекты исследования влияния роботизации на занятость в промышленности / Т. В. Сергиевич // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник. – 2020. – Вып. 3, ч. 2. – С. 778–780.

⁵⁴¹ Зоргнер, А. Автоматизация рабочих мест: угроза для занятости или источник предпринимательских возможностей? / А. Зоргнер // Форсайт. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 37–48. – С. 38. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.3.37.48>

сформированы. Все это снижает потенциал роботизации и повышает трансакционные издержки этого процесса.

Наконец, в качестве шестого экономического риска, возникающего в процессе роботизации белорусского машиностроения, выступает рентоискательство. Как отмечалось выше, проблема рентоискательства, возникающая в процессе государственного стимулирования развития робототехники, характерна для многих стран – лидеров в роботизации, таких как, например, КНР и США. Развитие робототехнической отрасли требует государственных вложений в НИОКР, которые априори не могут гарантированно приносить коммерческую выгоду. Исходя из этого, при проведении роботизации национального машиностроительного комплекса следует исходить из того, что часть бенефициаров государственной поддержки может преследовать цели поиска ренты, до известной степени симулируя реальные экономические процессы развития роботизации. В то же время, по мнению экспертов робототехнической отрасли, чрезмерная борьба с рентоискательством негативно влияет и на добросовестных участников: «... Огромные денежные средства идут на разработку новых устройств и механизмов, которые затем необходимо испытать (без этого их нельзя вывести на рынок). Это серьезная и дорогостоящая научная работа, на проведение которой можно получить государственную поддержку. Но тут возникает риск попасть под пристальное внимание компетентных органов, которые следят, на что идут каждые 100 рублей. В итоге производителю необходимо предъявлять огромное количество отчетов, что отвлекает от основной работы, попросту мешает заниматься разработкой и тестированием решений»⁵⁴². Снижению рисков рентоискательства способствует накапливаемый в робототехнической отрасли социальный капитал.

⁵⁴² «Люди на заводах все еще боятся роботов». Что происходит на рынке промышленной роботизации в России [Электронный ресурс] // СК Сколково. – Оpubл. 24.03.2020. – Режим доступа: <https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2020/03/24/lyudina-zavodah-vse-esche-boyatsya-robotov-chto-proishodit-na-rynke-promyshlennoy-robotizacii-v-rossii.aspx>. – Дата доступа: 15.07.2022.

7.2. Организационно-экономические проблемы роботизации национального машиностроительного комплекса

Современная модернизация промышленности основывается на расширении использования роботов и робототехнических систем. Анализ их использования и распространения в экономике Республики Беларусь затрудняется тем, что в настоящий момент по существу отсутствует статистический учет распространения роботов, а малочисленных экспертных оценок недостаточно, чтобы синтезировать их в комплексное представление об уровне роботизации, что является первой организационно-экономической проблемой роботизации белорусского машиностроительного комплекса. Важным шагом на пути решения этой проблемы стало внедрение новой формы статистической отчетности, которая частично обеспечит аккумуляцию информации в области роботизации белорусских предприятий почти всех видов экономической деятельности.

Начиная с 2023 г. Национальный статистический комитет Республики Беларусь собирает отчетность по новой форме государственного статистического наблюдения 6-икт – «Анкете об использовании цифровых технологий в организации», согласно которой предоставлению подлежит информация об использовании в коммерческих организациях, а также некоммерческих организациях в сфере высшего образования и здравоохранения (исключения указаны в⁵⁴³) об использовании информационно-коммуникационных технологий и передовых производственных технологий. Сбору подлежит информация об использовании данными организациями оборудования и технологий, наличии веб-сайта, специальных программных средств, включая использование облачных сервисов, больших данных, технологий интернета вещей, технологий искусственного интеллекта (с разбивкой по целям использования, включая «...рекомендательные и интеллектуальные системы поддержки принятия решений (технологии, принимающие самостоятельные решения, основанные

⁵⁴³ Об утверждении формы государственного статистического наблюдения 6-икт «Анкета об использовании цифровых технологий в организации» и указаний по ее заполнению [Электронный ресурс]: постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь, 09 сент. 2022 г., № 84 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

на данных окружающей обстановки и использующиеся, например, в сервисных роботах, беспилотных транспортных средствах); автоматизация процессов, в том числе с участием роботов (технологии, имитирующие человеческие действия для целей автоматизации) <...>; обработка естественного языка, в том числе виртуальные помощники, чат-боты (технологии, направленные на понимание языка и генерацию текста) ...»⁵⁴⁴, технологий цифрового двойника и др. Кроме того, предоставлению подлежит информация о «наличии в организации машин и оборудования, созданных на базе передовых производственных технологий»⁵⁴⁵, включая данные о количестве робототехнических систем, а также о списочной численности работников, непосредственно эксплуатирующих и (или) осуществляющих техническое обслуживание робототехнических систем. Интерес представляет и подлежащая сбору информация о затратах на разработку, внедрение и использование цифровых технологий организацией для собственного потребления, в т. ч. затраты на приобретение «машин и оборудования, созданных на базе передовых производственных технологий (робототехнические системы и сенсоры, 3D-принтеры, станки с ЧПУ и другие)»⁵⁴⁶ и на обучение работников, непосредственно эксплуатирующих и (или) осуществляющих техническое обслуживание названных машин и оборудования. Для данного вида статистического учета приводятся определения автоматической линии, станка с ЧПУ, беспилотных аппаратов, робота и робототехнической системы. Под последней понимается «совокупность механизмов и устройств (робота (атомической машины, состоящей из исполнительного устройства (манипулятора), устройств программного управления (контроллера), источника питания), их рабочих органов (захватных устройств и инструментов), внешних вспомогательных осей, датчиков, интерфейса связи, электронных и иных устройств), ядром которых являются современные высокоскоростные и программно-аппаратные средства вычислительной техники, формирующие в

⁵⁴⁴ Об утверждении формы государственного статистического наблюдения 6-икт «Анкета об использовании цифровых технологий в организации» и указаний по ее заполнению [Электронный ресурс] : постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь, 09 сент. 2022 г., № 84 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

⁵⁴⁵ Там же.

⁵⁴⁶ Там же.

совокупности единую автоматизированную производственную систему, способную выполнять различные рабочие и технологические операции (сварка, пространственное перемещение, сборка продукции, упаковка, окраска, механообработка и другие)»⁵⁴⁷.

Помимо расширяющихся возможностей аналитики, связанной с перспективой получения этих данных, практическая применимость может состоять и в части принятия государственных управленческих решений о развитии той или иной отрасли, предприятия. Как отмечает начальник управления экономики инновационной деятельности Министерства экономики Республики Беларусь Д. Крупский, «в случае, если надо будет готовить решения, связанные с господдержкой цифровых технологий, эти данные позволят нам апеллировать конкретными цифрами»⁵⁴⁸. Полезны эти данные будут и в экспертной и научной среде для выявления проблем в сфере роботизации и выработки практических решений.

В качестве второй организационно-экономической проблемы роботизации белорусского машиностроительного комплекса выделим противоречие между кратко- и среднесрочным, с одной стороны, и долгосрочным планированием – с другой – на уровне отдельно взятого предприятия при определении стратегии, механизмов и инструментов модернизации. Роботизированные решения сегодня, как правило, обходятся предприятиям дороже, чем традиционные средства автоматизации. Кроме этого, внедрение роботов чаще всего требует соответствующей инфраструктуры и организационных изменений, что влечет дополнительные затраты для предприятия. В этом плане преимущественно обладают крупные предприятия, способные осуществлять собственные или привлекать внешние масштабные инвестиции и характеризующиеся доминированием долгосрочных устойчивых интересов. В Республике Беларусь это, главным образом,

⁵⁴⁷ Об утверждении формы государственного статистического наблюдения 6-икт «Анкета об использовании цифровых технологий в организации» и указаний по ее заполнению [Электронный ресурс]: постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь, 09 сент. 2022 г., № 84 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

⁵⁴⁸ Как в Беларуси развивается smart-индустрия. Дмитрий Крупский [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Оpubл. 21.09.2022. – Режим доступа: <https://www.belta.by/comments/view/kak-v-belarusi-razvivaetsja-smart-industrija-8361/>. – Дата доступа: 15.10.2022.

предприятия государственной формы собственности, действующие в системе коммерческого права, где модернизационная политика детерминирована стратегическими целями перехода к новому качеству экономического роста и реализуется фактически в режиме ручного управления.

Третьей организационно-экономической проблемой роботизации белорусского машиностроительного комплекса, связанной с предыдущей и объясняющей характер ее действия, является инертность промышленных предприятий как социально-технических систем⁵⁴⁹. Неготовность лиц, принимающих решения, из числа топ-менеджмента внедрять роботов связана, среди прочего, с необходимостью перестраивать сложившиеся устойчивые бизнес-процессы и нести дополнительные риски, связанные с роботизацией. Между заявлениями о том, что роботы – это безальтернативное будущее нашей промышленности, и принятием решения о реальных инвестициях в роботизацию конкретного предприятия большое расстояние. В результате актуализируется необходимость стимулирования принятия таких решений государством. «Структурная политика в Республике Беларусь, – справедливо отмечает С. Ю. Солодовников, – должна основываться на парадигмальной замене модели выживания отечественных предприятий реального сектора экономики на модель новой индустриализации, т. е. на формировании новой структуры народного хозяйства, основой которой должен стать сверхиндустриальный промышленный уклад»⁵⁵⁰. При этом не всегда зависимость ускоренной модернизации промышленного предприятия и его аффилированность с государством четко формализована и легко уловима. Например, китайские ученые, проанализировав интенсивность роботизации в зависимости от ряда факторов, пришли к выводу, что на

⁵⁴⁹ Сергиевич, Т. В. Организационно-экономические проблемы роботизации промышленности в Республике Беларусь / Т. В. Сергиевич // Управление бизнесом в цифровой экономике : шестая международная конференция : сборник тезисов выступлений, Санкт-Петербург, 23–24 марта 2023 г. / Под общей ред. д. э. н., профессора И. А. Аренкова и к. э. н., доцента М. К. Ценжарик. – СПб. : ИПЦ СПбГУПТД, 2023. – С. 423–429.

⁵⁵⁰ Солодовников, С. Ю. Взаимосвязь структурной политики государства и модернизации реального сектора экономики / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 7. – С. 84–94. – С. 90. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-7-84-94>

китайских предприятиях расходы на роботов в значительной степени коррелируют со статусом членства в коммунистической партии главного исполнительного директора фирмы⁵⁵¹. Во многом имеет значение идеологический компонент модернизации.

Вместе с тем государственное экономическое стимулирование роботизации промышленных предприятий не может проистекать внутренне не противоречиво. Реализация долгосрочных интересов государства по переходу белорусской промышленности к Индустрии 4.0, основанная на роботизации, сегодня не может быть осуществлена без масштабного импорта средств производства, причем, главным образом, происходящих из «не дружественных» по отношению к Республике Беларусь стран. В результате технологическое отставание нашей страны в производстве средств производства (роботов и робототехнических систем) и необходимость опережающей модернизации национального машиностроительного комплекса приводят к тому, что ее практическая реализация сопряжена с направлением денежных потоков в промышленность других стран (особенно остро этот вопрос стоит в случае привлечения государственной поддержки при проведении модернизации) и увеличению технологической зависимости от импортируемых технико-технологических решений. При этом в случае дальнейшей модернизации белорусского машиностроения с использованием зарубежных робототехнических решений (именно по этому пути наша страна продолжает следовать) необходимо учитывать потенциальные риски «устойчивого дефицита предложения»⁵⁵², которые, как показывает практика, могут возникнуть (и возникают) в любой момент в зависимости от международной политической конъюнктуры. Предотвратить эти риски невозможно без развития отечественного проектирования и производства промышленных роботов. Давно известно, что «освоение робототехники прежде всего означает, что промышленность должна научиться проектировать и создавать роботы, а также производить их большими

⁵⁵¹ The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88. – P. 87.

⁵⁵² Солодовников, С. Ю. Изменение парадигмы национальной безопасности в условиях экономики рисков / С. Ю. Солодовников // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 3 (49). – С. 55–61. – С. 59.

сериями»⁵⁵³. В Республике Беларусь (с проблемами недостаточно тесной взаимосвязи науки и производства сталкивается и российская робототехническая отрасль) экономически и институционально затруднен переход от штучного к серийному производству. Опытные образцы роботов (например, беспилотные тракторы, о которых нами писалось выше), даже успешные, не находят своего дальнейшего применения, поскольку продолжение реализации проекта требует дополнительных инвестиций. В результате складывается ситуация, при которой некому инвестировать в сопутствующую инфраструктуру для внедрения роботизированных решений, в дальнейшем совершенствование их технических характеристик, а также собственно в их производство.

В результате этих системных проблем и подготовка специалистов осуществляется в большей степени не в направлении разработки и конструирования, а адаптации и интеграции существующих зарубежных решений для отечественных предприятий, следствием чего становится специализация отечественных инженеров, главным образом, на интеграции западноевропейских, японских и китайских роботов. Проблема недостатка необходимых кадров как в производстве, так и во внедрении и эксплуатации роботов стоит остро. По словам генерального директора СООО «Белвест» Ю. Суманеева, робототехнические разработки этой компании «в будущем станут основным продуктом холдинга, потеснив традиционную для "Белвеста" обувь. Для наращивания мощностей нам нужны люди и площади, желательно с соответствующей инфраструктурой»⁵⁵⁴. Проблемы, возникающие при подготовке кадров, усиливаются в условиях ужесточения межотраслевой конкуренции на рынке труда за способных к решению творческих, нестандартных задач работников-инноваторов, повышения динамизма социально-трудовых отношений и усиления

⁵⁵³ Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с. – С. 177.

⁵⁵⁴ Антонов, С. Роман Головченко оценил важнейшие инфраструктурные, инновационные и инвестиционные проекты Витебской области [Электронный ресурс] / С. Антонов // Витебские вести. – Оpubл. 19.07.2021. – Режим доступа: <https://vitvesti.by/politics/roman-golovchenko-otcenil-vazhneishie-infrastrukturnye-innovatcionnye-i-investitcionnye-proekty-vitebskoi-oblasti.html/>. – Дата доступа: 03.08.2021.

конкуренции между наемными работниками на рынке труда⁵⁵⁵, а также вымывания подготовленных высококвалифицированных кадров из белорусской экономики во вне. Без работников-инноваторов, обладающих способностью и мотивацией к творческому труду и позитивной национальной экономической идеологией, опережающая модернизация национального промышленного комплекса невозможна. Названные проблемы характерны в том числе и для растущих рынков труда, где объем предложения хотя и растет, но медленными по сравнению с ростом объема спроса темпами (это сегодня свойственно, например, рынки труда инженеров, разработчиков программного обеспечения).

В разработках белорусских ученых в области роботостроения также используются, главным образом, импортируемые европейские или американские компоненты (контролеры, приводы, системы технического зрения, другая микроэлектроника). По словам участников конгрессного мероприятия с тематической направленностью «Робототехнические технологии – ресурс и инструмент развития», проведенного 15 ноября 2022 г. Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь силами РУП «Центр научно-технической и деловой информации», в условиях санкций происходит частичная переориентация отечественных ученых-разработчиков роботов и технических решений в области робототехники на китайских поставщиков.

Но если отечественное производство материальной компонентной базы роботов в Республике Беларусь не развито, то сфера информационных технологий, на протяжении многих лет пользовавшаяся государственной поддержкой, получила свое опережающее развитие. Однако случаи практической реализации проектов, связанных с обеспечением роботизации и с цифровизацией отечественных промышленных предприятий, по-прежнему редки. В результате наблюдается ситуация, когда при наличии в стране развитого сектора информационно-коммуникационных технологий, например, ОАО «БЕЛАЗ» для реализации масштабного проекта по созданию

⁵⁵⁵ Богатырева, В. В. Тенденции развития трудовых отношений в Республике Беларусь / В. В. Богатырева, Т. В. Сергиевич // Право. Экономика. Психология. – 2022. – № 2 (26). – С. 30–34. – С. 34.

беспилотного интеллектуального транспорта был вынужден привлекать поставщика программного обеспечения из Российской Федерации «Цифра Роботикс», параллельно создавая собственную структуру по цифровому сопровождению новых проектов. Слабая связь с поставщиками отечественного программного обеспечения объясняется во многом нацеленностью последних на производство программных решений для индустрии развлечений и сферы услуг (в том числе роботизации сферы услуг – например, отечественный софт «Канцлер RPA» для роботизации бизнес-процессов), а не промышленного сектора. Поэтому низкий уровень кооперации между отечественными производителями программного обеспечения и промышленными предприятиями можно правомерно отнести к организационно-экономическим проблемам роботизации белорусского машиностроительного комплекса.

В заключение выделим еще одну организационно-экономическую проблему роботизации отечественного машиностроения, с которой сталкивается практически любое предприятие при проведении модернизации – это нехватка свободных средств для проведения модернизации, по существу сводящаяся к отсутствию доступа к «длинным дешевым деньгам». Отечественные предприятия традиционно являются наиболее чувствительными к экономическим факторам, препятствующим инновациям, в том числе связанным с роботизацией и цифровизацией производства. Г. А. Хацкевич и Д. В. Муха отмечают, что «в условиях ограниченности собственных ресурсов многие предприятия не смогут провести цифровую трансформацию без привлечения внешнего финансирования или оказания государственной поддержки»⁵⁵⁶. Предлагая в качестве действенного инструмента финансового обеспечения модернизации отечественного промышленного комплекса его снабжение длинными дешевыми деньгами, белорусские ученые утверждают, что «пытаться обойтись при интенсивной модернизации промышленности без целевой (связанной) денежно-кредитной эмиссии невозможно. Причем такая эмиссия не будет негативно сказываться на росте инфляции (или негативный эффект

⁵⁵⁶ Хацкевич, Г. А. Цифровая трансформация организаций промышленности Республики Беларусь: актуальные проблемы и перспективы / Г. А. Хацкевич, Д. В. Муха // Вести Института предпринимательской деятельности. – 2020. – № 1 (22). – С. 21–33. – С. 28.

будет минимальный), поскольку эмитированные денежные средства будут использованы промышленными предприятиями, а не непосредственно населением»⁵⁵⁷. Политика «дорогих денег» ставит наши предприятия в неравные условия с иностранными конкурентами, которые пользуются щедрыми мерами всевозможных форм государственной поддержки, в том числе в странах – оплотах рыночного либерализма. В этих условиях отечественным предприятиям довольно сложно конкурировать с импортёрами даже на внутреннем рынке, говорить про опережающую модернизацию при сохранении политики «дорогих денег» не приходится⁵⁵⁸.

Таким образом, в качестве организационно-экономических проблем роботизации белорусского машиностроения выявлены: отсутствие релевантной информации для экспертной, научной среды и органов государственного управления для анализа роботизации и повышения управляемости этого процесса; противоречие между кратко- и среднесрочным и долгосрочным планированием на уровне отдельно взятого предприятия при определении стратегии, механизмов и инструментов модернизации; инертность машиностроительных предприятий как социально-технических систем; технологическая зависимость от зарубежных производителей роботов, их компонентов и сопутствующего программного обеспечения; экономические и институциональные ограничители перехода от штучного к серийному производству роботов; структурный кадровый дефицит для проведения роботизации; синкретичность нормативной правовой базы эксплуатации роботов; отсутствие доступа у промышленных предприятий к «длинным дешёвым деньгам» для проведения роботизации.

⁵⁵⁷ Некоторые новые подходы к обеспечению экономической безопасности Республики Беларусь / В. Ю. Арчаков [и др.] // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 16. – С. 7–23. – С. 16. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-16-7-23>

⁵⁵⁸ Сергиевич, Т. В. Пути преодоления организационно-экономических проблем роботизации белорусской промышленности / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2023. – Вып. 17. – С. 60–71. – С. 65. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2023-17-60-71>

7.3. Направления совершенствования организационно-экономического механизма роботизации национального машиностроительного комплекса

В основу разработки направлений совершенствования организационно-экономического механизма роботизации национального машиностроительного комплекса должны быть заложены следующие принципы⁵⁵⁹: во-первых, учет интересов различных социально-классовых групп при проведении модернизации, предполагающий изменение основного функционального назначения роботизации от замещения живого труда роботизированным и высвобождения работников к средству повышения безопасности и комфорта условий труда, источнику реализации перемены труда, а также средства обеспечения национальной экономической безопасности; во-вторых, приоритет в присвоении результатов роботизации экономики социальных субъектов – носителей продукционных интересов; в-третьих, расширение роли государства не как административно-политического, а как экономического субъекта, представляющего общественные интересы и нивелирующего эффекты несовершенств рынка; в-четвертых, разработка механизмов сдерживания роста структурной безработицы для обеспечения социальной стабильности как фактора национальной безопасности; в-пятых, разработка концептуально завершенной научной идеологии роботизации экономики, разделяемой большинством населения как среди элит, так и среди масс, что позволит снизить общественные издержки роботизации экономики, связанные, в первую очередь, с замещением труда капиталом.

Бесспорным сегодня стал тезис о том, что успешное развитие любой малой экономики невозможно обеспечить без тесной кооперации с более крупными, технологически развитыми, аккумулирующими финансовые, технологические, материальные и другие ресурсы экономикими. Беспрецедентное санкционное давление на нашу страну подтвердило правильность выбранного стратегического курса на

⁵⁵⁹ Сергиевич, Т. В. Принципы роботизации белорусской экономики в контексте обеспечения национальной безопасности / Т. В. Сергиевич // I Республиканский форум молодых ученых учреждений высшего образования : сборник материалов форума / редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 147–148.

экономическую интеграцию с Российской Федерацией, интенсификация сотрудничества с которой сегодня выходит на качественно новый уровень. «Развитие экономической интеграции Беларуси и России, – подчеркивает В. Л. Гурский, – направлено не на повышение суверенитета относительно друг друга, а на повышение суверенитета относительно остального мира (особенно западного) по причине нарастающей агрессии»⁵⁶⁰. Для осуществления качественного рывка в высокотехнологичных отраслях, требующих масштабных инвестиций на всех этапах создания продукта – от фундаментальных и прикладных исследований до серийного выпуска, – к которым относятся робототехника, необходима кооперация с российскими и китайскими партнерами. В противном случае государственные инвестиции в разработку будут сведены к «венчурному инвестированию», при котором неэффективные стартапы и проекты в сфере робототехники будут инерционно поддерживаться государством, оказывая давление на государственный бюджет, а успешные – менять собственника через поглощение зарубежными компаниями, повышая к тому же риски потери белорусской экономикой ценных кадров. В сфере производства роботов и роботизации промышленности в ЕАЭС Россия сегодня является по существу единственным партнером для технологической кооперации. Вне ЕАЭС наиболее перспективным партнером для межстрановой технологической кооперации в сфере робототехники является Китай как источник технологий и инвестиций, позже – потенциальный рынок сбыта. «Приоритетной задачей двустороннего (белорусско-китайского. – *Прим. Т. С.*) кредитно-инвестиционного сотрудничества выступает активизация привлечения китайских инвестиций в целях развития стратегических видов экономической деятельности с учетом долгосрочных интересов Беларуси.

⁵⁶⁰ Гурский, В. Л. Общая стратегия развития промышленных комплексов Беларуси и России / В. Л. Гурский // Перспективы евразийской экономической интеграции : материалы форума, посвященного 10-летию Евразийской экономической комиссии в рамках 18-го Международного научного семинара «Мировая экономика и бизнес-администрирование», 16–17 марта 2022 г., г. Минск / Межд. программ. комитет С. В. Харитончик, А. В. Данильченко [и др.]. – Минск, 2022. – С. 14–15. – С. 15.

Сейчас необходима концентрация инвестиционных ресурсов на развитии высокотехнологичных производств с ориентацией на внешние рынки»⁵⁶¹, – отмечают белорусские ученые.

При этом необходимо изыскивать новые формы и инструменты межстрановой технологической кооперации. С. Ю. Глазьев, например, предлагает в современных условиях отработку «различных правовых форм развития производственной кооперации: консорциумов (образовательных, научно-технических, инвестиционных); специальной формы "евразийской компании" по аналогии с "европейской компанией"; евразийских холдинговых компаний как символов ЕАЭС»⁵⁶². С. Ю. Солодовников в качестве основных инструментов повышения межстрановой технологической кооперации в контексте перехода к Индустрии 4.0 называет такие как: «цифровизация производственных и бизнес-процессов в национальном промышленном комплексе; роботизация производственных процессов; сохранение и развитие аналоговых (нецифровых) технологических процессов в промышленности; обеспечение развития промышленности длинными и дешевыми деньгами; обеспечение кибербезопасности»⁵⁶³.

Обеспечение белорусской промышленности длинными и дешевыми деньгами, необходимость чего убедительно доказывает С. Ю. Солодовников⁵⁶⁴, является важнейшим условием ее эффективного развития. Использование этого инструмента требует политической воли и согласования интересов субъектов банковского сектора и реального сектора экономики. Как справедливо отмечает А. И. Лученок, «признавая роль центробанка (НБРБ) как выразителя интересов банковско-кредитной СМГ (социальной макрогруппы. – Прим. Т. С.)

⁵⁶¹ Состояние, тенденции и перспективы развития белорусско-китайского сотрудничества в условиях усиления протекционизма в системе международных отношений / В. И. Бельский [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. – 2019. – № 1. – С. 58–67. – С. 64.

⁵⁶² Глазьев, С. Ю. Проблемы развития евразийской экономической интеграции: как их разрешить? / С. Ю. Глазьев // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. – 2022. – Т. 16, № 3 (41). – С. 11–23. – С. 21.

⁵⁶³ Солодовников, С. Ю. Инструменты повышения межстрановой технологической кооперации в контексте перехода к Индустрии 4.0 / С. Ю. Солодовников // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия D. Экономические и юридические науки. – 2021. – № 14. – С. 67–71. – С. 69.

⁵⁶⁴ Там же. – С. 69.

по обеспечению монетарной сбалансированности, следует с осторожностью относиться к его попыткам игнорирования интересов реального сектора и домашних хозяйств путем сдерживания внутреннего спроса. Такая политика ведет к долговременному экономическому спаду, кризису реального сектора экономики и снижению уровня жизни населения»⁵⁶⁵. Обеспечение модернизации машиностроительных предприятий, предполагающей переход к роботизированному производству, длинными дешевыми деньгами позволит частично нивелировать ценовое давление зарубежных производителей на товарных рынках, обеспеченных дешевыми кредитами (иногда с отрицательной процентной ставкой) и экспортной поддержкой.

В условиях международной экономической условно конкурентной борьбы при реализации промышленной политики следует быть «смелее» в части разнообразия и интенсивности предпринимаемых государством мер, направленных на обеспечение конкурентоспособности машиностроительного комплекса Республики Беларусь как драйвера развития отечественной экономики. Инвестиции в технологическую модернизацию белорусского машиностроения могут стать источником нового качества экономического роста нашей страны, а технологическая модернизация, проводимая на основе расширения использования роботов, способна решить устойчивую проблему структурного дефицита кадров в отечественном машиностроении.

Как подчеркивалось выше, к основным проблемам отечественного машиностроения ученые справедливо относят «хроническое недоинвестирование», и, как следствие «невысокий показатель обновления основных средств»⁵⁶⁶. Нехватка инвестиций, являясь сама по себе традиционной проблемой предприятий белорусского машиностроения, ограничивающей обновление капитала и внедрение инноваций, влияет и на пределы использования открывшихся возможностей наращивания выпуска для занятия освободившихся ниш на

⁵⁶⁵ Лученок, А. И. Теоретические подходы к согласованию макроэкономических интересов в целях стимулирования экономического роста / А. И. Лученок // Вестник Института экономики НАН Беларуси. – 2021. – Вып. 3. – С. 22–33. – С. 32. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2021-3-22-33>

⁵⁶⁶ Шутилин, В. Ю. Конкурентный потенциал машиностроительного комплекса Республики Беларусь: теория, методология, инструменты измерения, механизм формирования : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / В. Ю. Шутилин. – Минск, 2017. – 264 л. – С. 146.

российском рынке. В условиях достаточно инертной внутренней среды длительность временного лага, необходимого для повышения технологических и кадровых возможностей наращивания выпуска продукции предприятиями белорусского машиностроения, в ряде случаев может оказаться фатальной при наличии жесткой конкуренции со стороны китайских производителей и интенсификации внутреннего российского машиностроения⁵⁶⁷. В 2022 г. товарооборот между Россией и Китаем вырос на 29,3 %, а за первое полугодие 2023 г. – на 40,6 % по сравнению с аналогичным периодом 2022 г. Большую роль в росте сыграл китайский высокотехнологичный импорт – поставки производственного оборудования. На фоне этого Россия предпринимает меры по стимулированию отечественного высокотехнологичного производства и потребления (см., например Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 июля 2023 № 1937-р⁵⁶⁸, направленное на стимулирование модернизации промышленных предприятий и создание внутреннего спроса на российское оборудование с российским программным обеспечением).

В этих условиях белорусским предприятиям реагировать на сигналы рынка должным образом и занимать освобождаемые ниши не позволяет нехватка инвестиций и, как следствие, устаревшее технологическое оборудование. Однако и имеющиеся производственные мощности в отечественном машиностроении используются не в полной мере. Так, например, по данным 2023 г., производственные мощности для выпуска тракторов для сельского и лесного хозяйства были загружены на 50,3 %; станков для обработки металла – на 58 %; лифтов, комплектов лифтов сборочных и скиповых подъемников с электроприводом – на 95,1 %; троллейбусов – на 59,1 %; шариковых и

⁵⁶⁷ Сергиевич, Т. В. Об источниках финансирования роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь / Т. В. Сергиевич // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы : сборник научных статей. В 2 т. / Национальная академия наук Беларуси; Институт экономики НАН Беларуси; ред. кол.: Д. В. Муха [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2023. – Т. 1. – С. 502–506.

⁵⁶⁸ Распоряжение Правительства Российской Федерации, 20 июля 2023 г., № 1937-р [Электронный ресурс] // Официальное опубликование правовых актов. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210002?index=1>. – Дата доступа: 15.08.2023.

роликовых подшипников – всего на 6,4 %. Иначе складывается ситуация в выпуске бытовой техники – в выпуске приемников телевизионных цветного изображения в 2023 г. производственные мощности были использованы на 81,1%, бытовых машин стиральных и машин для сушки одежды – на 99,2 %, бытовых холодильников и морозильников – на 99,5 %⁵⁶⁹. Нарастанию выпуска продукции в современных условиях препятствует нехватка оборотных средств. Кроме того, вне зависимости от уровня загрузки производственных мощностей наращивание производства требует проведения технологической модернизации предприятия – как в кратко- и средне-, так и в долгосрочной перспективе.

Для того, чтобы быстро снизить остроту проблемы недостаточной обеспеченности отечественного машиностроительного комплекса оборотными средствами для проведения технологической модернизации, необходимо предпринять ряд мер, которые принесут эффект в краткосрочной перспективе, не оказав при этом значительного воздействия на денежно-кредитную сбалансированность национальной экономической системы. Следует при этом понимать, что создание специальных фондов на финансирование модернизации по примеру других стран требует времени, которого в современных условиях нет. Например, в Германии создан фонд климата и трансформации, поступления в который формируют доходы от торговли квотами на выбросы и взносы с части дохода, которая превышает 20 % от среднегодовой налогооблагаемой прибыли компаний, работающих с энергоресурсами. В настоящий момент средства из этого фонда (десятки миллиардов евро) предлагаются предприятиями, пострадавшим от роста затрат на энергию в контексте современного европейского энергокризиса⁵⁷⁰. Множество инструментов поддержки существует в ФРГ для предприятий, ориентированных на расширение использования зеленых технологий и цифровизацию.

⁵⁶⁹ Коэффициент использования производственной мощности [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136948>. – Дата доступа: 14.07.2023.

⁵⁷⁰ Долженков, А. Немцы на краю промышленной пропасти / А. Долженков // Эксперт. – 2023. – № 25 (1302). – С. 30–33.

Однако частично опыт ФРГ вполне может быть применим и в Республике Беларусь. В современных условиях в качестве критерия выделения государственной поддержки для технологической модернизации белорусского машиностроительного предприятия может выступать ущерб от санкционных ограничений по доступу к новейшим технологиям и высокотехнологичному оборудованию. В качестве инструмента, обеспечивающего достижение данной цели, предлагается осуществление проектной целевой денежной эмиссии, направленной на финансирование проектов роботизации предприятий машиностроительного комплекса Республики Беларусь. Учитывая ограниченность внутреннего рынка робототехники, целесообразно расширить перечень стран происхождения оборудования до Союзного государства России и Беларуси, а также КНР – по тем видам оборудования, аналогов которого в Союзном государстве не производится. Аналогичного расширения, заложенного в критерии доступа к льготам, необходимо добиваться от Российской Федерации, ставя в равные условия в Союзном государстве белорусских и российских производителей, в том числе производителей программного обеспечения. Это может стать основой для белорусско-российских кооперационных проектов со сформированными взаимодополняющими центрами превосходства в зависимости от накопленных компетенций по всей цепочке создания и внедрения роботов и робототехнических систем. Необходимо исходить из того, что реальным драйвером развития рынка отечественной робототехники может стать платежеспособный спрос предприятий, а не наоборот. Государственная поддержка должна охватывать всю цепочку, включая НИОКР, производство роботов, робототехнических систем и их компонентов, интеграцию и соответствующие услуги промышленного характера.

Наконец, следует остановиться на потенциальных инфляционных последствиях проектной целевой денежной эмиссии. Авторитетные российские ученые, говоря о возможном финансировании дефицита государственного бюджета Российской Федерации в 2023 г., называют условия, при которых денежная эмиссия на уровне 2–3 % ВВП в год не вызывает значимых инфляционных последствий: «... Не следует пренебрегать и целевой эмиссией в размере 2–3 % ВВП в год, которая – при соответствующей политике развития государствен-

ного сектора и блокировании разрушительной роли финансово-валютных спекулянтов – не будет представлять угрозы в смысле инфляции. Во всяком случае, такой механизм надо иметь наготове»⁵⁷¹. В случае же проектной целевой денежной эмиссии на реализацию инвестиционных проектов по модернизации отечественных предприятий, предполагающих производство отечественного оборудования и услуг промышленного характера, предоставляемых отечественными коммерческими организациями, инфляционные риски будут еще ниже, поскольку эти проекты повлекут за собой увеличение валового внутреннего продукта. В этих условиях инфляция «... будет представлять реальную угрозу только в случае неэффективного (или нецелевого) расходования финансовых ресурсов. Без существенного роста нормы вложения в основной капитал невозможно осуществление новой индустриализации в нашей стране»⁵⁷². Кроме того, реализация инвестиционных проектов по роботизации отечественных машиностроительных предприятий с помощью целевой денежной эмиссии увеличит налогооблагаемую базу без роста налоговых ставок, что повысит поступления в доходную часть бюджета.

Еще одно системное противоречие интересов, возникающее в процессе роботизации национального машиностроительного комплекса, проявляется в социальных издержках этого процесса. Структурный дефицит кадров, характеризующийся с одной стороны избыточной скрытой занятостью на промышленных предприятиях, а с другой – относительно невысокой привлекательности работы в промышленности и дефицитом высококвалифицированных, мотивированных к созидательному труду кадров, – является традиционной проблемой, требующей и пока в полной мере не находящей решения. В. И. Бельский и Т. В. Садовская констатируют, что в стране пока отсутствует «действенный институт по переброске "лишних" людей

⁵⁷¹ Сухарев, О. Экономика России: догоняющее развитие и другие тупиковые сценарии // О. Сухарев // Экономист. – 2023. – № 4. – С. 35–43. – С. 35–36.

⁵⁷² Солодовников, С. Ю. «Длинные деньги» как инструмент современной экономической политики в условиях новой индустриализации / С. Ю. Солодовников // Современное общество: проблемы, противоречия, решения : сборник научных трудов II Межвузовского научного семинара с международным участием; редкол.: Н. А. Вахтин [и др.]. 30 апреля 2021 г., г. Санкт-Петербург / Санкт-Петербургский горный университет. – СПб., 2021. – С. 26–30. – С. 29.

в другие сектора экономики»⁵⁷³. С одной стороны, необходимо обеспечивать рост производительности труда, повышать качество продукции, снижать затраты на рабочую силу, улучшать условия труда в направлении его гуманизации (все это обеспечивает роботизация), а с другой – требуется разработка механизмов перераспределения рабочей силы, потерявшей или потенциально теряющей рабочие места в результате роботизации.

Социальная ориентированность белорусской экономики не позволяет не учитывать социально-трудовые интересы населения, до известной степени ограничивающие скорость модернизации. При этом следует учитывать риски, связанные с появлением новых форм человеческого капитала и мотивации труда в условиях развития цифровой экономики в Республике Беларусь, порождаемые «ускорением социально-экономической динамики в условиях развития цифровой экономики, несовершенством организационно-экономических механизмов управления персоналом, недостатком финансовых ресурсов»⁵⁷⁴. В связи со сказанным государство должно нивелировать издержки перераспределения трудовых ресурсов, по возможности обеспечивая благоприятные условия для вертикальной (а не горизонтальной – например, перемещение в сферу услуг) мобильности кадров в промышленности путем их переподготовки, повышения квалификации, обучения. При этом важно разработать систему стимулирования для работников, осуществляющих такую переподготовку, что позволит исключить формальный подход в этих процессах.

Решению проблемы недостаточно высокого уровня взаимодействия науки и производства, а также усилению роли ученых в качественном скачке в сфере роботизации отечественного машиностроения способствовало бы внимание к робототехнической отрасли на стратегическом или программном уровне. Программно-целевой подход к управлению сложными социально-экономическими системами

⁵⁷³ Бельский, В. И. Современные вызовы и перспективы развития институциональной модели Беларуси / В. И. Бельский, Т. В. Садовская // Общество и экономика. – 2019. – № 3. – С. 10–25. – С. 25.

⁵⁷⁴ Богатырева, В. В. Перспективы и риски, связанные с появлением новых форм человеческого капитала и мотивации труда в условиях развития цифровой экономики в Республике Беларусь / В. В. Богатырева, М. Ю. Бобрик, Ю. Ш. Салахова // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 15. – С. 7–14. – С. 12. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-7-14>

во всем мире доказывает свою эффективность. В государственных научно-технических программах следует предусматривать мероприятия, связанные с развитием робототехники в целом и для модернизации машиностроительных предприятий в частности. Стоит отметить, что в настоящий момент в стране реализуется государственная научно-техническая программа «Цифровые технологии и роботизированные комплексы» на 2021–2025 годы, подпрограмма «Роботизированные комплексы и системы». Головной организацией-исполнителем названной подпрограммы является РУП «Научно-производственный центр многофункциональных беспилотных комплексов» Национальной академии наук Беларуси. Начальник управления экономики инновационной деятельности Министерства экономики Республики Беларусь Д. Крупский подчеркивает необходимость появления «ГНТП, которые бы предусматривали набор заданий и позволили бы комплексно охватить вопросы создания производственно-технологической базы. Нам нужны свои 3D-принтеры, промышленные роботы различного назначения, сенсоры и датчики, которые можно было бы серийно производить, нужно массово переоснащать нашу промышленность. Так, мы хотим создать инновационные проекты на базе отдельных предприятий»⁵⁷⁵. Системное развитие робототехники требует обязательной разработки и принятия стратегии развития робототехники в Республике Беларусь.

Реализация мер государственной поддержки разработки роботов и реализации проектов по модернизации предприятий (или строительства новых, роботизированных предприятий) позволяет уменьшить цену роботов для конечных пользователей, тем самым снизив остроту противоречия между кратко- и среднесрочным и долгосрочным планированием на уровне отдельно взятого предприятия при определении стратегии, механизмов и инструментов модернизации. «По мнению российских производителей роботов, основным стимулом к развитию рынка станет снижение конечной цены для заказчика. Если стоимость робота для конечного клиента сильно сни-

⁵⁷⁵ Как в Беларуси развивается смарт-индустрия. Дмитрий Крупский [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Оpubл. 21.09.2022. – Режим доступа: <https://www.belta.by/comments/view/kak-v-belarusi-razvivaetsja-smart-industrija-8361>. – Дата доступа: 15.10.2022.

зится – откроется огромный рынок <...> По мнению Михаила Григорьева (директора российского предприятия Grinik Robotics, осуществляющего серийное производство промышленных роботов-манипуляторов. – *Прим. Т. С.*), изменить ситуацию на рынке может воля государственных органов к развитию производственного роботизированного кластера в России»⁵⁷⁶. Без выстраивания модели партнерства «государство – бизнес – общество» опережающая модернизация белорусского машиностроения невозможна.

Таким образом, в качестве направлений совершенствования организационно-экономического механизма роботизации национального машиностроительного комплекса предлагается: разработка и принятие стратегии развития робототехники в Республике Беларусь; обеспечение промышленных предприятий, осуществляющих модернизацию на основе расширения использования роботов, длинными дешевыми деньгами, причем окончательные условия государственной поддержки отдельным предприятиям должны формироваться принимая во внимание долю отечественных производителей – поставщиков оборудования и программного обеспечения; усиление кооперации с крупными, технологически развитыми, аккумулирующими ресурсы экономиками (Россия, Китай); нивелирование издержек перераспределения трудовых ресурсов, обеспечивая благоприятные условия для вертикальной мобильности в промышленности путем переподготовки, повышения квалификации, обучения потенциально освобождаемых кадров; разработка мер эффективного стимулирования в системе обучения освобождаемых кадров; расширение мероприятий по производству и внедрению роботов в отечественном машиностроении в государственных научно-технических и иных программах; выстраивание модели партнерства «государство – бизнес – общество»; стимулирование белорусских разработчиков программного обеспечения к переориентации на сотрудничество с промышленностью для снижения внешней технологической зависимости.

⁵⁷⁶ «Люди на заводах все еще боятся роботов». Что происходит на рынке промышленной роботизации в России [Электронный ресурс] // СК Сколково. – Оpubл. 24.03.2020. – Режим доступа: <https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2020/03/24/lyudina-zavodah-vse-esche-boyatsya-robotov-chno-proishodit-na-rynke-promyshlennoy-robotizacii-v-rossii.aspx>. – Дата доступа: 15.07.2022.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии разработаны методологические основы исследования экономики роботизации, включая применение системного и субъектно-функционального подходов к исследованию данного явления. Важнейшим методологическим принципом субъектно-функционального подхода является ориентация социальных систем и социальных субъектов на обеспечение своей социально-экономической жизненности, что предопределяет основополагающую роль интересов различных субъектов в развитии экономической системы. Использование названных подходов в рамках парадигмы методологического холизма позволило заключить, что на развитие экономики роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь влияют как системные, то есть надындивидуальные или неличностные, силы, так и индивидуальные, т. е. зависящие от воли и сознания отдельных индивидов.

Выделение и анализ научных подходов (технократического, антропоцентрического, рационалистического, эволюционного) к пониманию робота позволило сформулировать определение робота как технико-экономического феномена: робот – это относительно автономная техническая система, обладающая определенной степенью адаптивности, действующая в материально-технической и (или) виртуально-информационной среде и предназначенная для самостоятельного выполнения поставленных человеком задач на основе принятия решений в результате взаимодействия с внешней средой и реализации способности физического воздействия на объекты материального мира, информационного воздействия на объекты виртуального мира, социально-психологического воздействия на сознание людей.

Как социально-экономический феномен робот представляет собой искусственно созданный объект, действующий в пределах определенной материально-технической и (или) виртуально-информационной среды, основным функциональным предназначением которого является замещение труда человека для повышения социальной и экономической эффективности его деятельности. Важным отличием роботов от традиционных механизированных и автоматизированных систем является размытие персонификации выполняемых им функций. В отличие от существующих подходов, главным образом,

фиксирующих влияние научно-технического прогресса на развитии роботов как объектов, имитирующих активность человека, предложенный подход, включающий в себя отражение материально-вещественной и общественной сторон исследуемого явления, выражает роль феномена «робот» в динамике общественно-экономических процессов.

Разработана классификация роботов по пяти критериям – сфера применения, тип рабочей оболочки, специфика замещаемых функций, уровень автономности и степень мобильности. С точки зрения сферы применения следует выделить такие виды роботов как промышленные, медицинские, в сфере военного дела и обеспечения безопасности, торговые, сельскохозяйственные, транспортные, исследовательские, социальные, бизнес-процессовые и прочие роботы. По типу рабочей оболочки выделяются роботы с материальной оболочкой и без нее. С точки зрения специфики замещаемых функций можно выделить роботов, замещающих физические, когнитивные и коммуникационные функции человека. По уровню автономности роботы бывают дистанционно-управляемые, полуавтономные и автономные. С точки зрения степени мобильности, выделяются стационарные, носимые и мобильные роботы.

В результате выделения и анализа сложившихся в научной литературе подходов к экономической природе роботизации (функциональный, системно-детерминирующий, трудоцентристский, социально-факторный) исследовано социально-экономическое содержание роботизации, которое заключается в революционном процессе замещения труда капиталом, обуславливающим трансформацию трудовых отношений, отношений собственности, потребностных отношений и отношений социально-экономического определения поведения субъектов в процессе воспроизводства экономической системы. Социально-экономическая специфика роботизации заключается в ее принципиально новых функциях – в отличие от механизации и автоматизации, роботизация позволяет создавать принципиально новый продукт, кардинально менять организацию производства и труда, полностью высвобождая человека от физически тяжелого и рутинного интеллектуального труда.

Изучен исторический опыт общественно-экономических изменений, порождаемых внедрением новых замещающих человеческий

труд технологий. На примере движения луддитов и неолуддитов показаны социально-экономические противоречия, сопровождающие изменения технологической базы производства и возникающие в связи с перераспределением доступа к экономическим благам и динамики социального статуса субъектов. Это позволило сделать вывод, что использование зарубежного опыта, а также применение конкретных механизмов и инструментов стимулирования роботизации во многом зависит от того, какие группы интересов (их взаимодействие и согласование) преобладают в основе динамики развития экономической системы общества. Только с учетом этого целесообразно рассматривать зарубежный опыт стимулирования роботизации экономики, формировать направления и инструменты совершенствования модернизации промышленности на основе роботизации и разрабатывать практические рекомендации по их внедрению.

С учетом этих методологических замечаний рассмотрена практика и опыт стимулирования роботизации экономик КНР, США и Российской Федерации. Проанализированы институциональные основы и конкретные механизмы стимулирования роботизации экономик исследуемых стран. В отличие от Китая, где развитие национальной экономики определяют государственные стратегические интересы по достижению мирового технологического и экономического лидерства, в том числе с помощью прорыва в области производства робототехники (в первую очередь, для модернизации промышленности, и затем всех остальных сфер человеческой жизни), которые предполагают долгосрочное системное планирование, охватывающее полный цикл производства и использования робототехники – от обеспечения технологическими, интеллектуальными, трудовыми, финансовыми, сырьевыми, информационно-идеологическими и прочими ресурсами производства роботов до модернизации промышленности Китая на основе их массового внедрения (модель «производство средств производства для производства средств производства»); в США развитие робототехники во многом детерминировано военными задачами. Тем не менее США пытаются быть лидером в области научных исследований и генерирования инноваций в сфере робототехники вообще, для чего создают институциональную основу, обеспечивающую широкий доступ к государственной грантовой поддержке. Если в КНР в стимулировании роботизации экономики преобладает системный подход, хоть

и охватывающий разнообразные сферы, имеющие значение, – от развития компонентной базы для преодоления узких мест в собственном производстве роботов, субсидирования предприятий и широкой системы налоговых льгот, создания инновационно-промышленных кластеров с привлечением иностранных инвестиций, научно-исследовательских центров в сфере робототехники и искусственного интеллекта, наращивания трудового потенциала в сфере робототехники, обучения персонала и популяризации науки и образования до расширения использования сервисных роботов в целях повышения комфорта жизнедеятельности граждан (обслуживание инвалидов, медицинское обслуживание, бытовая сфера, развлечения и т. д.), но все же ставящий во главу угла налаживание передового производства и расширение внедрения промышленных роботов; то в США большее внимание уделяется сервисной робототехнике, военным роботам, беспилотным транспортным средствам и летательным аппаратам, коллаборативным роботам, а также разработке необходимого для роботизации программного обеспечения. Впрочем, в процессе государственного стимулирования развития робототехники обеих стран возникают схожие риски рентоискательства. На этом фоне Российская Федерация в последние годы также начинает выстраивать активную государственную поддержку робототехнической отрасли.

Сделан вывод о том, что наличие материальной оболочки не является обязательным признаком робота. В то же время разграничения требуют роботы без материальной оболочки и искусственный интеллект. Последний, в отличие от робота, не обладая свойством квазисубъектности, является инструментом, расширяющим возможности и повышающим эффективность роботов. Это позволило доказать несводимость роботизации промышленности к расширению установки промышленных роботов. На современных промышленных предприятиях при переходе к «умному производству» роботизации подлежит не только непосредственно процесс производства, но и ряд бизнес-процессов, что также оказывает значительное влияние на эффективность промышленного предприятия и является составляющей частью роботизации промышленности. Наряду с расширением использования промышленных роботов, роботизация промышленности охватывает внедрение транспортных, бизнес-процессовых и других видов роботов, а также сопутствующую этому перестройку производственных, логистических и бизнес-процессов предприятия.

Роботизация предприятий национального машиностроительного комплекса играет основополагающую роль в модернизации экономики, поскольку служит базой для производства средств производства, используемых во всех отраслях и потому оказывает непосредственное влияние на уровень технологичности национальной экономики в целом. Предприятия машиностроительного комплекса являются важнейшими субъектами роботизации экономики, выступая одновременно основными производителями и потребителями роботов. Функциональным назначением роботизации национального машиностроительного комплекса является решение таких задач как: рост производительности труда; повышение эффективности использования рабочего времени оборудования; снижение уровня брака и повышение качества производимой продукции; оптимизация рабочего пространства; улучшение условий труда; повышение привлекательности предприятия на рынке труда; снижение зависимости производственного процесса от человеческого фактора; повышение управляемости и устойчивости производственной подсистемы предприятия; переход к гибкому автономному интеллектуальному производству, в т. ч. с использованием цифровых двойников, а в перспективе – к безлюдному производству; доступ к новым инструментам управления объемом производства. В современных политико-экономических условиях функции роботизации машиностроительного предприятия (экономические, социальные, технологические) дополняются новыми – связанными с обеспечением национальной безопасности. Исходя из этого, оценка целесообразности и разработка организационно-экономического обеспечения роботизации национального машиностроительного комплекса должна быть дополнена блоком оценки влияния этих процессов на национальную экономическую безопасность.

Выявлены внутренние и внешние факторы, обуславливающие роботизацию национального машиностроительного комплекса. Среди внутренних факторов выделены: цифровизация производственных и бизнес-процессов входящих в него предприятий; состояние технико-технологической базы; состояние и динамика трудовых ресурсов; эволюция организационно-институциональной структуры национального машиностроительного комплекса; роль машиностроитель-

ного предприятия в обеспечении национальной безопасности. В качестве внешних факторов выступают: развитие науки, техники и технологий в области робототехники и смежных сферах; удешевление роботов и снижение расходов на роботизацию, сопровождаемое повышением заработной платы работников, потенциально заменяемых роботами; стимулирование отраслей – производителей роботов и их компонентов; развитие отраслей – потребителей роботов; появление новых бизнес-моделей в сфере использования робототехники; развитие экономики рисков. Показаны механизмы действия этих факторов, проведена их внутренняя субординация.

Раскрыты особенности роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь, в т. ч. проведен экономический анализ развития национального машиностроительного комплекса, выявлены институциональные основы его роботизации. В стране осуществляется постепенная роботизация предприятий машиностроения, демонстрирующих успешные примеры роботизации производственных процессов, которая позволяет повысить производительность труда, качество продукции и клиентоориентированность, улучшать условия труда и повышать привлекательность занятости в промышленности. Особенности роботизации национального машиностроительного комплекса определяются: во-первых, зависимостью от зарубежных (прежде всего, из «недружественных стран») технико-технологических решений, требующих их интеграции в сложившиеся производственные процессы отечественными инженерами; во-вторых, структурными проблемами занятости, характеризующимися, с одной стороны, скрытой избыточной занятостью на отечественных промышленных предприятиях, а с другой – дефицитом кадров требуемых компетенций; в-третьих, наличием организационно-экономического разрыва между НИОКР с последующим производством опытных образцов и серийным производством роботов и роботизированных решений; в-четвертых, финансовыми затруднениями для осуществления масштабных инвестиций в роботизацию производства; в-пятых, отсутствием стратегических и программных документов в области роботизации промышленности, которые послужили бы институциональной основой для дальнейшей реализации крупных модернизационных проектов и привлечения инвестиций в этой сфере; в-шестых, несформированной идеологией модернизации национального промышленного комплекса.

Выявлены и содержательно описаны экономические риски, возникающие в процессе роботизации белорусского машиностроения в условиях новых технологических и геоэкономических реалий (недостаточное финансирование роботизации; неоправданные инвестиции; дефицит предложения на протяжении цепочек создания технологических решений для модернизации; макроэкономические риски, связанные с высвобождением трудовых ресурсов; нарушение функционирования институтов; расширение рентоискательства). Названные риски дополнены теми, которые сами по себе не являются экономическими, однако требуют значительных экономических затрат на их снижение или нивелирование: рост технологической и цифровой зависимости и уязвимости машиностроительного предприятия; нарушение кибербезопасности; незащищенность коммерческих и персональных данных; рост правовой зарегулированности использования данных; социальные риски, связанные с изменением структуры занятости в кратко- и долгосрочной перспективах.

В качестве организационно-экономических проблем роботизации национального машиностроительного комплекса выявлены: отсутствие релевантной информации для органов государственного управления, экспертной и научной среды для анализа и повышения управляемости роботизации промышленности; противоречие между кратко- и среднесрочным и долгосрочным планированием на уровне предприятия при определении стратегии, механизмов и инструментов модернизации; инертность промышленных предприятий как социально-технических систем; технологическая зависимость от зарубежных производителей роботов, их компонентов и сопутствующего программного обеспечения; экономические и институциональные ограничители перехода от штучного к серийному производству роботов; структурный кадровый дефицит для проведения роботизации промышленности; синкретичность нормативной правовой базы эксплуатации роботов; отсутствие доступа у промышленных предприятий к «длинным дешевым деньгам» для проведения роботизации.

Практическим результатом исследования стала разработка направлений совершенствования организационно-экономического механизма роботизации национального машиностроительного комплекса, в основу которых заложены следующие принципы: во-первых, учет интересов различных социально-классовых групп при проведении модернизации, предполагающий изменение основного

функционального назначения роботизации от замещения живого труда роботизированным и высвобождения работников к средству повышения безопасности и комфорта условий труда, источнику реализации перемены труда, а также средства обеспечения национальной экономической безопасности; во-вторых, приоритет в присвоении результатов роботизации экономики социальных субъектов – носителей производственных интересов; в-третьих, расширение роли государства не как административно-политического, а как экономического субъекта, представляющего общественные интересы; в-четвертых, разработка механизмов сдерживания роста структурной безработицы для обеспечения социальной стабильности как фактора национальной безопасности; в-пятых, разработка концептуально завершенной научной идеологии роботизации экономики, разделяемой большинством населения как среди элит, так и среди масс, что позволит снизить общественные издержки роботизации промышленности.

В качестве направлений совершенствования организационно-экономического механизма роботизации национального машиностроительного комплекса предложены: разработка и принятие стратегии развития робототехники в Республике Беларусь; обеспечение предприятий машиностроения, осуществляющих модернизацию на основе расширения использования роботов, длинными дешевыми деньгами, причем окончательные условия государственной поддержки отдельным предприятиям должны формироваться принимая во внимание долю отечественных производителей – поставщиков оборудования и программного обеспечения; усиление кооперации с крупными, технологически развитыми, аккумулирующими ресурсы экономиками (Россия, Китай); нивелирование издержек перераспределения трудовых ресурсов, обеспечивая благоприятные условия для вертикальной мобильности в промышленности путем переподготовки, повышения квалификации, обучения потенциально освобождаемых кадров; разработка мер стимулирования в системе обучения освобождаемых кадров; расширение мероприятий по производству и внедрению роботов в отечественном машиностроении в государственных научно-технических и иных программах; выстраивание модели партнерства «государство – бизнес – общество»; стимулирование разработчиков программного обеспечения к переориентации на сотрудничество с промышленностью для снижения внешней технологической зависимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. “十四五”机器人产业发展规划 [План развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке] [Электронный ресурс] // Государственный совет Китайской Народной Республики. – Режим доступа: <http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/28/5664988/files/7cee5d915efa463ab9e7be82228759fb.pdf>. – Дата доступа: 25.10.2022.
2. «Все упирается в деньги»: как в России пытаются наладить производство роботов [Электронный ресурс] // НТВ. – Оpubл. 09.09.2022. – Режим доступа: <https://www.ntv.ru/novosti/2722944/>. – Дата доступа: 20.09.2022.
3. «Люди на заводах все еще боятся роботов». Что происходит на рынке промышленной роботизации в России [Электронный ресурс] // SK Сколково. – Оpubл. 24.03.2020. – Режим доступа: <https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2020/03/24/lyudina-zavodah-vse-esche-boyatsya-robotov-chto-proishodit-na-rynke-promyshlennoy-robotizacii-v-rossii.aspx>. – Дата доступа: 15.07.2022.
4. «“十四五”机器人产业发展规划》解读 [Толкования пятилетнего плана развития индустрии робототехники в 14-й пятилетке] [Электронный ресурс] // Минстерство промышленности и информационных технологий Китайской Народной Республики. – Режим доступа: https://wap.miit.gov.cn/zwgk/zcjd/art/2021/art_6f24f676f3a14720afe05c93109b22a7.html. – Дата доступа: 25.10.2022.
5. Абламейко, М. Правовое регулирование взаимодействия систем искусственного интеллекта и человека / М. Абламейко, С. Абламейко // Наука и инновации. – 2020. – № 1 (203). – С. 40–44.
6. АBB построит самую передовую в мире фабрику робототехники в Шанхае [Электронный ресурс] // АBB. – Оpubл. 30.10.2018. – Режим доступа: <https://new.abb.com/news/ru/detail/9592/avv-postroit-samuiu-pieriedovuiu-v-mirgie-fabriku-robototiekhniki-v-shankhaie>. – Дата доступа: 24.05.2022.
7. Автономов, В. С. Еще несколько слов о методологическом индивидуализме / В. С. Автономов // Общественные науки и современность. – 2014. – № 3. – С. 53–56.
8. Акаев, А. А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики / А. А. Акаев, В. А. Садовничий // Проблемы прогнозирования. – 2021. – № 17. – С. 45–58 <https://doi.org/10.47711/0868-6351-184-45-58>
9. Акимов, А. А. Робототехника и развитие / А. А. Акимов // Мировая экономика и международные отношения. – 2017. – Т. 61, № 12. – С. 74–81. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2017-61-12-74-81>
10. Акимов, А. В. Робототехника: состояние и перспективы развития в мире и России / А. Акимов // Поиск. Альтернативы. Выбор. – 2016. – Т. 2, № 2. – С. 114–125.
11. Альпидовская, М. Л. Цифровая трансформация мирохозяйственной системы в свете теории экономических интересов / М. Л. Альпидовская, А. М. Корнилов // Вопросы политической экономики. – 2022. – № 1 (29). – С. 182–199.
12. Анализ рынка робототехники в России: проблемы и перспективы развития в условиях цифровизации / А. В. Бабкин [и др.] // Экономика и управление. – 2019. – № 8 (166). – С. 34–44. <https://doi.org/10.35854/1998-1627-2019-8-34-44>

13. Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019 / А. Ефимов, Д. Затыгов, В. Цыганков [и др.] ; Сбербанк. Sberbank Robotics Laboratory, 2019. – 272 с.
14. Антонов, С. Роман Головченко оценил важнейшие инфраструктурные, инновационные и инвестиционные проекты Витебской области [Электронный ресурс] / С. Антонов // Витебские вести. – Оpubл. 19.07.2021. – Режим доступа: <https://vitvesti.by/politics/roman-golovchenko-otcenil-vazhneishie-infrastrukturnye-innovatsionnye-i-investitsionnye-proekty-vitebskoi-oblasti.html/>. – Дата доступа: 04.05.2022.
15. Апостолова, Н. Н. Ответственность за вред, причиненный искусственным интеллектом / Н. Н. Апостолова // Северо-Кавказский юридический вестник. – 2021. – № 1. – С. 112–119. <https://doi.org/10.22394/2074-7306-2021-1-1-112-119>
16. Байнев, В. Ф. Технологическая компонента национальной безопасности Союзного государства Беларуси и России / В. Ф. Байнев // Экономист. – 2022. – № 8. – С. 76–86.
17. Байнев, В. Ф. Технологическая составляющая экономической и национальной безопасности государства в условиях новой (цифровой) индустриализации / В. Ф. Байнев, Т. Ю. Гораева // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 16. – С. 24–34. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-16-24-34>
18. Бегишев, И. Р. Искусственный интеллект и робототехника: теоретико-правовые проблемы разграничения понятийного аппарата / И. Р. Бегишев, З. И. Хисамова // Вестник Удмуртского университета. – 2020. – Т. 30, Вып. 5. – С. 706–713. <https://doi.org/10.35634/2412-9593-2020-30-5-706-713>
19. Бегишев, И. Р. Цифровая терминология: подходы к определению понятия «робот» и «робототехника» / И. Р. Бегишев // Информационное общество. – 2021. – № 2. – С. 53–66.
20. Белоусов, А. Микропроцессоры правят миром, а не нефть / А. Белоусов // Экономист. – 2022. – № 9. – С. 20–25.
21. Бельский, В. И. Современные вызовы и перспективы развития институциональной модели Беларуси / В. И. Бельский, Т. В. Садовская // Общество и экономика. – 2019. – № 3. – С. 10–25.
22. Бельский, В. Концептуальные направления правового обеспечения внедрения искусственного интеллекта / В. Бельский, Д. Маркевич, М. Саголина // Наука и инновации. – 2019. – № 11 (201). – С. 58–63.
23. Бидзюра, Е. А. Теоретико-методологические подходы к определению экономической безопасности промышленных предприятий / Е. А. Бидзюра // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 15. – С. 100–108. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-100-108>
24. Богатырев, А. В. Вопросы привлечения инвестиций в машиностроительный комплекс / А. В. Богатырев, А. А. Касимов // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2009. – № 3. – С. 194–198.
25. Богатырева, В. В. Перспективы и риски, связанные с появлением новых форм человеческого капитала и мотивации труда в условиях развития цифровой экономики в Республике Беларусь / В. В. Богатырева, М. Ю. Бобрик, Ю. Ш. Салахова // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 15. – С. 7–14. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-7-14>

26. Богатырева, В. В. Тенденции развития трудовых отношений в Республике Беларусь / В. В. Богатырева, Т. В. Сергиевич // Право. Экономика. Психология. – 2022. – № 2 (26). – С. 30–34.
27. Бодрийяр, Ж. К критике политической экономии знака / Ж. Бодрийяр ; пер. с фр. Д. Кралечкин. – М. : Академический Проект, 2007. – 335 с.
28. Бойко, А. KUKA Robotics – Производители промышленных роботов [Электронный ресурс] / А. Бойко // RoboTrends. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/kuka-robotics>. – Дата доступа: 15.05.2022.
29. Борисов, В. Н. Отечественное машиностроение как фактор научно-технического развития экономики РФ / В. Н. Борисов, О. В. Почукаева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2019. – Т. 10, № 1. – С. 12–25.
30. Борисов, В. П. Революция в электронике и формирование отечественной высокотехнологичной отрасли промышленности / В. П. Борисов // Управление наукой: теория и практика. – 2020. – Т. 2, № 2. – С. 129–149. <https://doi.org/10.19181/smtp.2020.2.2.6>
31. Бугаков, И. А. Интеллектуализация военной робототехники: терминологическая и технологическая проблемы / И. А. Бугаков, А. Н. Царьков // Известия института инженерной физики. – 2017. – № 3 (45). – С. 87–93.
32. Бузгалин, А. В. Желтые жилеты: новые луддиты или вызов будущего? (краткие заметки о социально-экономических причинах и требованиях движения) / А. В. Бузгалин // Альтернативы. – 2019. – № 1. – С. 43–47.
33. Бунге, М. Причинность. Место принципа причинности в современной науке / М. Бунге ; пер. с англ. И. С. Шерн-Борисовой, С. Ф. Шушурина ; общ. ред., послесловие Г. С. Васецкого. – М. : Иностранная литература, 1962. – 511 с.
34. Быков, А. А. Обоснование стратегий развития обрабатывающей промышленности: теоретические подходы и инструментарий / А. А. Быков, В. А. Пархищенко // Труды БГТУ. Серия 5. – 2022. – № 1 (256). – С. 132–144.
35. В Китае прошел съезд партии. Как его итоги повлияют на акции и экономику [Электронный ресурс] // РБК. – Опубл. 23.10.2022. – Режим доступа: <https://quote.rbc.ru/news/article/6352bcff9a7947fce14be36f>. – Дата доступа: 23.10.2022.
36. Валовая добавленная стоимость в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=211441#>. – Дата доступа: 12.08.2023.
37. Варшавский, А. Е. Мировые тенденции и направления развития промышленных роботов / А. Е. Варшавский, В. В. Дубинина // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2020. – Т. 11, № 3. – С. 294–319. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2020.11.3.294-319>
38. Варшавский, А. Е. Проблемы развития прогрессивных технологий: робототехника / А. Е. Варшавский // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2017. – Т. 8, № 4. – С. 682–697. <https://doi.org/10.18184/2079-4665.2017.8.4.682-697>
39. Василенко, Н. В. Человеческий капитал цифровой экономики: сущность и проблемы развития / Н. В. Василенко, М. М. Хайкин // Развитие экономики и ме-

неджмента в условиях цифровизации : сборник трудов научно-практической конференции с международным участием / Под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. – СПб. : ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2018. – С. 22–36.

40. Василькова, В. В. Тематический ландшафт бот-пространства социальной сети «ВКонтакте» / В. В. Василькова, Н. И. Легостаева, В. Б. Радужевский // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2019. – № 22 (4). – С. 202–245. <https://doi.org/10.31119/jssa.2019.22.4.8>

41. Васюченко, Л. П. Методологические проблемы модернизации в Республике Беларусь (к 50-летию научной школы в области исследования модернизации экономики) / Л. П. Васюченко // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ, Минск. – 2018. – Вып. 8 – С. 5–15. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-8-5-15>

42. Ведин, Н. В. О теоретико-методологических основах преодоления конкурентно-индивидуалистической парадигмы в современной экономической науке / Н. В. Ведин // Проблемы современной экономики. – 2006. – № 3-4 (19-20). – С. 29–37.

43. Внешняя торговля Республики Беларусь : статистический сборник, 2018 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 373 с.

44. Внешняя торговля Республики Беларусь : статистический сборник, 2021 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 203 с.

45. Герасимов, Н. В. Экономическая система: генезис, структура, развитие / Н. В. Герасимов ; редкол.: Э. А. Лутохина [и др.] ; АН БССР, Ин-т экономики. – Минск : Навука і тэхніка, 1991. – 349 с.

46. Глазьев, С. Ю. Проблемы развития евразийской экономической интеграции: как их разрешить? / С. Ю. Глазьев // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. – 2022. – Т. 16, № 3 (41). – С. 11–23.

47. Голубев, К. И. Некоторые вопросы иллюстрации модели поведения человека в условиях общества финансового капитализма / К. И. Голубев // Научные труды Белорусского государственного экономического университета : сб. ст. / БГЭУ. – Минск, 2018. – Вып. 11. – С. 115–119.

48. Горбатенко, Д. Н. Неолуддизм: навязываемый образ жизни или необходимость в современных реалиях / Д. Н. Горбатенко, Д. Д. Сопочко // Вестник Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. – 2020. – Т. 10, № 4 (32). – С. 98–105.

49. Горбачева, А. Г. О социально-экономических последствиях внедрения конвергирующих технологий в жизнь человека / А. Г. Горбачева // Человек.RU. – 2016. – № 11. – С. 96–105.

50. Государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» [Электронный ресурс] : утв. Постановление Правительства РФ, 15 апреля 2014 г., № 328, изм. и доп. от: 31.03.2017 г., 10.02.2018 г., 30.03.2018 г., 01.10.2018 г., 29.03.2019 г., 05.12.2019 г., 27.12.2019 г., 31.03.2020 г., 28.01.2021 г., 31.03.2021 г., 12.11.2021 г., 12.02.2022 г., 02.06.2022 г., 24.08.2022 г., 06.10.2022 г. – Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>. – Дата доступа: 15.10.2022.

51. Губанов, С. О чем говорит зависимость ОПК России от западной электроники? / С. Губанов // Экономист. – 2022. – № 8. – С. 40–45.

52. Губанов, С. Технологический суверенитет России: правда и демагогия / С. Губанов // Экономист. – 2022. – № 6. – С. 23–29.

53. Гурлев, И. В. Цифровизация экономики России и проблемы роботизации [Электронный ресурс] / И. В. Гурлев // Вестник Евразийской науки. – 2020. – Т. 12, № 4. – С. 7–8. – Режим доступа: <https://esj.today/PDF/08ECVN420.pdf>. – Дата доступа: 25.09.2022.

54. Гурский, В. Л. Общая стратегия развития промышленных комплексов Беларуси и России / В. Л. Гурский // Перспективы евразийской экономической интеграции : материалы форума, посвященного 10-летию Евразийской экономической комиссии в рамках 18-го Международного научного семинара «Мировая экономика и бизнес-администрирование», 16–17 марта 2022 г., г. Минск / Межд. программ. комитет С. В. Харитончик, А. В. Данильченко [и др.]. – Минск, 2022. – С. 14–15.

55. Гурский, В. Л. Основные направления противодействия новым угрозам национальной безопасности Республики Беларусь / В. Л. Гурский, В. Ю. Арчаков // Вестник Института экономики НАН Беларуси. – 2022. – Вып. 4. – С. 8–20. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2022-4-8-20>

56. Гусарова, С. А. Китай: роботизация и развитие экономики / С. А. Гусарова, И. В. Гусаров // Экономические науки. – 2019. – № 178. – С. 157–160.

57. Долженков, А. Немцы на краю промышленной пропасти // А. Долженков // Эксперт. – 2023. – № 25 (1302). – С. 30–33.

58. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Компоненты робототехники и сенсора» [Электронный ресурс] // Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – 10.10.2019. – Режим доступа: <https://digital.gov.ru/ru/documents/6666/>. – Дата доступа: 17.09.2022.

59. Дулатова, Н. В. Неолуддизм: историко-правовое размышление / Н. В. Дулатова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Право. – 2022. – Т. 22, № 1. – С. 56–60. <https://doi.org/10.14529/law220109>

60. Ельсуков, В. П. Влияние роботизации на эффективность и структуру предприятия: оценки на основе моделирования / В. П. Ельсуков // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. – Минск, 2022. – Вып. 6. – С. 25–32.

61. Емелин, В. А. От неолуддизма к трансгуманизму: сингулярность и вертикальный прогресс или утрата идентичности? / В. А. Емелин // Философия науки и техники. – 2018. – Т. 23, № 1. – С. 103–115. <https://doi.org/10.21146/2413-9084-2018-23-1-103-115>

62. Еремин, В. В. Роботизация и занятость: отложенная угроза / В. В. Еремин // Мир новой экономики. – 2019. – № 13 (1). – С. 25–35. <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2019-13-1-25-35>

63. Ермолов, И. Л. О роли промышленной робототехники в развитии промышленности России / И. Л. Ермолов // Инновации. – 2019. – № 10 (252). – С. 127–129. <https://doi.org/0.26310/2071-3010.2019.252.10.015>

64. ЕС и гонка микропроцессоров: Закон о чипах для Европы – коммюнике Еврокомиссии // Экономист. – 2022. – № 2. – С. 20–42.

65. Земцов, С. П. Смогут ли роботы заменить людей? Оценка рисков автоматизации в регионах России / С. П. Земцов // Инновации. – 2018. – № 4 (234). – С. 2–8.

66. Зильберман, Н. Н. Социальные роботы-помощники на производстве / Н. Н. Зильберман // Гуманитарная информатика. – 2013. – Вып. 7. – С. 66–71.

67. Зоргнер, А. Автоматизация рабочих мест: угроза для занятости или источник предпринимательских возможностей? / А. Зоргнер // Форсайт. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 37–48. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2017.3.37.48>
68. Ильина, В. Путин поручил повысить уровень роботизации в госкорпорациях [Электронный ресурс] / В. Ильина // Российская газета. – Оpubл. 09.10.2023. – Режим доступа: <https://rg.ru/2023/10/09/putin-poruchil-povysit-uroven-robotizacii-v-goskorporacii.html>. – Дата доступа: 25.10.2023.
69. Индекс промышленного производства в % к соответствующему периоду предыдущего года [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136993>. – Дата доступа: 11.08.2023.
70. Индустрия 4.0: как роботы меняют рабочий уклад ведущих предприятий [Электронный ресурс] // Республика. – Оpubл. 19.03.2019. – Режим доступа: <https://www.sb.by/articles/vsya-zhizn-konveyer-.html>. – Дата доступа: 15.05.2022.
71. Институт социальный // Большой энциклопедический словарь: философия, социология, религия, эзотеризм, политэкономия / Главн. науч. ред. и сост. С. Ю. Солодовников. – Минск : МФЦП, 2002. – 1008 с. – С. 313.
72. Информационная справка о нехватке кадров промышленных предприятий для задач использования робототехнических комплексов [Электронный ресурс] // НАУРР. – Оpubл. 15.07.2020. – Режим доступа: https://drive.google.com/file/d/1OggBUWGPghwwnV_3rsgFIQkzivFoyHfZ/view. – Дата доступа: 15.06.2022.
73. Кайснер, Э. Робототехника: прорывные технологии, инновации, интеллектуальная собственности / Э. Кайснер, Дж. Раффо, С. Вунш-Винсент // Форсайт. – 2016. – Т. 10, № 2. – С. 7–27.
74. Как в Беларуси развивается смарт-индустрия. Дмитрий Крупский [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Оpubл. 21.09.2022. – Режим доступа: <https://www.belta.by/comments/view/kak-v-belarusi-razvivaetsja-smart-industrija-8361/>. – Дата доступа: 15.10.2022.
75. Карпов, В. К. Роботизация и ее место в цифровой экономике / В. К. Карпов // Агропродовольственная политика России. – 2017. – № 8 (68). – С. 32–39.
76. Кожевина, О. Институциональное и нормативно-правовое регулирование импортозамещения в сфере информационно-коммуникационных технологий / О. Кожевина // Экономист. – 2020. – № 4. – С. 66–71.
77. Колесников, Н. Е. Промышленные роботы и их комплексы как важнейшая форма высокопроизводительных рабочих мест / Н. Е. Колесников, Т. Н. Кошелева // Экономика и управление. – 2014. – № 10 (108). – С. 29–32.
78. Коломиец, А. Общество неопределенности и риска: противоречивость институциональных трансформаций / А. Коломиец // Общество и экономика. – 2022. – № 8. – С. 5–17. <https://doi.org/10.31857/S020736760021492-0>
79. Комиссина, И. Н. Современное состояние и перспективы развития робототехники в Китае / И. Н. Комиссина // Проблемы национальной стратегии. – 2020. – № 1 (58). – С. 123–145.

80. Комков, Н. И. Перспективы и условия развития робототехники в России / Н. И. Комков, Н. Н. Бондарева // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 8–21. <http://doi.org/10.18184/2079-4665.2016.7.2.8.21>

81. Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 года [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 августа 2020 г. № 2129-р. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202008260005>. – Дата доступа: 15.09.2022.

82. Кораблев, А. Цифровые двойники роботизированных производств [Электронный ресурс] / А. Кораблев // RusWeld 2022: Сессия – Тренды роботизации машиностроительных предприятий. НАУРР. – НАУРР. Конференция «Технологии роботизации в машиностроении». – Опубл. 28 окт. 2022. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=d5esQaewTFU>. – Дата доступа: 10.11.2022.

83. Коронакризис 2020 года и его последствия для российских робокомпаний. Результаты опроса участников НАУРР [Электронный ресурс] // НАУРР. – Режим доступа: <https://robotunion.ru/koronakrizis-2020-goda-i-ego-posledstviya-dlya-rossijskikh-robokompanij>. – Дата доступа: 28.09.2022.

84. Кохно, П. А. Алгоритм финансовой устойчивости высокотехнологичного производства / П. А. Кохно // Экономика высокотехнологичных производств. – 2021. – Т. 2, № 4. – С. 293–312.

85. Коэффициент использования производственной мощности [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной статистической информации. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136948>. – Дата доступа: 14.07.2023.

86. Ладыгина, И. В. Философские основания робототехники / И. В. Ладыгина // Гуманитарный вектор. Сер. Философия. Культурология. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 28–35.

87. Лексин, В. Н. Искусственный интеллект в экономике и политике нашего времени. Статья 1. Искусственный интеллект как новая экономическая и политическая реальность / В. Н. Лексин // Российский экономический журнал. – 2020. – № 4. – С. 3–30. <https://doi.org/10.33983/0130-9757-2020-3-3-30>

88. Лексин, В. Н. Искусственный интеллект и робототехника на рынке труда. Опыт системной диагностики / В. Н. Лексин // Труды ИСА РАН. – 2020. – Т. 70, № 4. – С. 38–48. <https://doi.org/10.14357/20790279200404>

89. Лемещенко, П. С. Доверие – важнейший элемент системы производственных отношений / П. С. Лемещенко // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика. – 2019. – № 1 (39). – С. 21–31.

90. Лемещенко, П. С. Институт идеологии в экономике / П. С. Лемещенко // Oikonomos: Journal of Social Market Economy. – 2016. – № 3 (6). – С. 17–38.

91. Лемещенко, П. С. Институциональные аспекты этапа цифровизации политэкономического и социального развития / П. С. Лемещенко // Теоретическая экономика. – 2019. – № 12 (60). – С. 34–37.

92. Ленчук, Е. Б. Технологическая модернизация как основа антисанкционной политики / Е. Б. Ленчук // Проблемы прогнозирования. – 2023. – № 4 (199). – С. 54–66. <https://doi.org/10.47711/0868-6351-199-54-66>

93. Ленчук, Е. Б. Формирование инновационной модели развития в России: работа над ошибками / Е. Б. Ленчук // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2018. – № 1. – С. 27–39.
94. Лопота, А. В. Программы развития робототехники / А. В. Лопота, Б. А. Спасский // Робототехника и техническая кибернетика. – 2021. – № 9 (1). – С. 5–16. <https://doi.org/10.31776/RTSJ.9101>
95. Луговой, О. Ю. Роботизация и перспективы занятости / О. Ю. Луговой // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 9. – С. 76–80.
96. Лученок, А. И. Институты права в экономике / А. И. Лученок ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – Минск : Беларуская навука, 2018. – 279 с.
97. Лученок, А. И. Теоретические подходы к согласованию макроэкономических интересов в целях стимулирования экономического роста / А. И. Лученок // Вестник Института экономики НАН Беларуси. – 2021. – Вып. 3. – С. 22–33. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2021-3-22-33>
98. Майнцер, К. Исследуя сложность: от искусственной жизни и искусственного интеллекта к киберфизическим системам / К. Майнцер ; пер. Е. Н. Князева // Философия науки и техники. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 85–105.
99. Максимова, А. С. Опыт пользователя телефонной справочной службы: взаимодействие с оператором-человеком и роботом / А. С. Максимова // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2019. – № 22 (6). – С. 44–68. <https://doi.org/10.31119/jssa.2019.22.6.4>.
100. Мартьянов, В. С. Наше рентное будущее: глобальные контуры общества без труда? / В. С. Мартьянов // Социологические исследования. – 2017. – № 5. – С. 141–153.
101. Машиностроение [Электронный ресурс] // Президент Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://president.gov.by/ru/belarus/economics/osnovnyye-otrasli/promyshlennost/mashinostroenie>. – Дата доступа: 15.08.2022.
102. Мелешко, Ю. В. Влияние цифровых бизнес-моделей на конкурентоспособность предприятий промышленности / Ю. В. Мелешко // Вестник Института экономики НАН Беларуси. – 2021. – Вып. 3. – С. 34–43. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2021-3-34-43>
103. Мелешко, Ю. В. Индустрия 4.0 как инструмент достижения технологического лидерства Германии: эволюция подходов к реализации / Ю. В. Мелешко // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2019. – Вып. 10. – С. 79–93. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2019-10-79-93>
104. Мелешко, Ю. В. Новая индустриализация и тенденции модернизации белорусской промышленности / Ю. В. Мелешко // Наука и техника. – 2021. – Т. 20, № 4. – С. 357–364. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-4-357-364>
105. Мелешко, Ю. В. Риски перехода предприятий промышленного комплекса к цифровым бизнес-моделям в контексте Индустрии 4.0 / Ю. В. Мелешко // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2021. – № 3 (84). – С. 101–110.
106. Мелешко, Ю. В. Экономика горной промышленности Республики Беларусь в контексте перехода к Индустрии 4.0 / Ю. В. Мелешко. – Минск : БНТУ, 2022. – 306 с.
107. Механизм [Электронный ресурс] // Академик. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ogegova/278000>. – Дата доступа: 15.03.2022.

108. Минэкономразвития разработает критерии для технологических компаний [Электронный ресурс] // Министерство экономического развития Российской Федерации. – Опул. 21.09.2022. – Режим доступа: https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_razrabotaet_kriterii_dl_ua_tehnologicheskikh_kompaniy.html. – Дата доступа: 15.10.2022.

109. Михневич, С. Роботизация экономики: источник роста или фактор усиления социальной напряженности? / С. Михневич // Общество и экономика. – 2019. – № 7. – С. 12–20.

110. Модернизация белорусской промышленности в новых технологических и геоэкономических условиях / В. Л. Гурский [и др.] ; науч. ред. С. Ю. Солодовников ; Ин-т экономики НАН Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 728 с.

111. Мясникович, М. Методологические подходы к разработке стратегии развития ЕАЭС / М. Мясникович, С. Глазьев // Наука и инновации. – 2020. – № 6 (208). – С. 10–21.

112. Национальная ассоциация участников рынка робототехники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://robotunion.ru/association/about>. – Дата доступа: 15.06.2022.

113. Некоторые новые подходы к обеспечению экономической безопасности Республики Беларусь / В. Ю. Арчаков [и др.] // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 16. – С. 7–23. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-16-7-23>

114. Норт, Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики / Д. Норт ; пер. с англ. А. Н. Нестеренко, предисловие и науч. ред. Б. З. Мильнера. – М. : Фонд экономической книги «НАЧАЛА», 1997. – 180 с.

115. О Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : Указ Президента Республики Беларусь, 15 сент. 2021 г., № 348 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

116. О лаборатории [Электронный ресурс] // ОИПИ НАН Беларуси. – Режим доступа: http://uiip.bas-net.by/structure/l_rts/index.php. – Дата доступа: 17.01.2023.

117. О Парке высоких технологий [Электронный ресурс] : Декрет Президента Респ. Беларусь, 22 сент. 2005 г., № 12 : в ред. Декрета Президента Респ. Беларусь от 03.11.2014 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=pd0500012>. – Дата доступа: 17.08.2023.

118. О перечне государственных программ научных исследований на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 27 июля 2020 г., № 438 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22000438_1595970000.pdf. – Дата доступа: 17.08.2023.

119. О перечнях государственных и региональных научно-технических программ на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 26 марта 2021 г., № 173 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100173&p1=1>. – Дата доступа: 17.08.2023.

120. О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации [Электронный ресурс] : Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490. – Режим доступа: <https://kremlin.ru/acts/bank/44731>. – Дата доступа: 15.09.2022.

121. О развитии цифровой экономики [Электронный ресурс] : Декрет Президента Респ. Беларусь, 21 дек. 2017 г., № 8 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

122. Об утверждении Концепции национальной безопасности Республики Беларусь [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Беларусь, 09 ноябр. 2010 г., № 575 / Министерство обороны Республики Беларусь. – Режим доступа: https://www.mil.by/ru/military_policy/basic/koncept. – Дата доступа: 01.01.2023.

123. Об утверждении перечней специфических товаров (работ, услуг) [Электронный ресурс] : постановление Государственного военно-промышленного комитета Республики Беларусь и Государственного таможенного комитета Республики Беларусь, 28 дек. 2007 г., № 15/137 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

124. Об утверждении Программы социально-экономического развития Беларуси на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : Указ Президента Респ. Бел., 29 июля 2021 г. № 292 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021.

125. Об утверждении формы государственного статистического наблюдения 6-икт «Анкета об использовании цифровых технологий в организации» и указаний по ее заполнению [Электронный ресурс] : постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь, 09 сент. 2022 г., № 84 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

126. Объем инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=156385#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

127. Объем промышленного производства в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136967#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

128. Осипов, В. С. Политика цифровизации: необходимость защиты живого труда / В. С. Осипов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2018. – № 6. – С. 42–46.

129. Осипов, Ю. М. Информационно-цифровая экономика: концепт, основные параметры и механизмы реализации / Ю. М. Осипов, Т. Н. Юдина, И. З. Гелисханов // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. – 2019. – № 3. – С. 42–61.

130. Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981–1985 годы и на период до 1990 года : материалы XXVI съезда КПСС. – М. : Политиздат, 1981.

131. Основы государственной политики в сфере робототехники и технологий искусственного интеллекта / А. Бутримович [и др.] ; под ред. А. В. Незнамова. – М. : Инфотропик Медиа, 2019. – 184 с.

132. Оценка и повышение конкурентоспособности российских машиностроительных комплексов / В. В. Криворотов [и др.] // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. – 2013. – № 4. – С. 61–76.

133. Павленко, Ю. Г. Методологический индивидуализм и холизм в экономике и социологии / Ю. Г. Павленко // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2014. – № 3. – С. 34–44.

134. Пахомов, М. А. К исследованию факторов повышения экономической эффективности роботизации производства / М. А. Пахомов, Е. С. Пахомова // Ученые записки Российской Академии предпринимательства. – 2018. – Т. 17, № 4. – С. 129–136.

135. Перечень поручений по итогам заседания Совета по стратегическому развитию и национальным проектам [Электронный ресурс] // Президент России. – Оpubл. 08.10.2023. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/72467>. – Дата доступа: 25.10.2023.

136. Перспективные направления применения робототехники в бизнесе / Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций ; Национальная Ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР). – Москва, 2020. – 74 с.

137. Пешкова, И. «Люди на заводах все еще боятся роботов». Что происходит на рынке промышленной роботизации в России [Электронный ресурс] / И. Пешкова. – Оpubл. 19.03.2020. – Режим доступа: <https://rb.ru/longread/industrial-robotics/>. – Дата доступа: 20.08.2020.

138. План мероприятий («дорожная карта») «ТЕХНЕТ 4.0» (передовые производственные технологии) Национальной технологической инициативы. – Санкт-Петербург – Москва, 2020. – 235 с.

139. Подольский, В. А. Анализ различий между традиционализмом и консерватизмом на примере луддитского движения / В. А. Подольский // Социум и власть. – 2018. – № 4 (72). – С. 28–40.

140. Прангишвили, И. В. Энтропийные и другие системные закономерности / И. В. Прангишвили. – М. : Наука, 2003. – 426 с.

141. Пратасеня, В. С. Маркетинговая концепция модернизации машиностроения / В. С. Пратасеня // Белорусский экономический журнал. – 2005. – № 4 (33). – С. 102–113.

142. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительством Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>. – Дата доступа: 15.10.2022.

143. Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента Респ. Беларусь, 29 июля 2021 г., № 292 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=P32100292>. – Дата доступа: 15.07.2023.

144. Промышленность Республики Беларусь, 2022 : статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2022. – 44 с.

145. Промышленные роботы в машиностроении. Роботизация производственных процессов [Электронный ресурс] // 4ne. – Оpubл. 7.05.2023. – Режим доступа: <http://www.4ne.ru/stati/robotetxnika/promyshlennye-roboty-v-mashinostroenii-robotizaciya-proizvodstvennyx-processov.html>. – Дата доступа: 11.01.2022.

146. Промышленные роботы в России [Электронный ресурс] // Tadviser. – Оpubл. 23.06.2022. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Промышленные_роботы_в_России#_D0.9E.D1.81.D0.BE.D0.B1.D0.B5.D0.BD.D0.BD.D0.BE.D1.81.D1.82.D0.B8_.D0.B7.D0.B0.D0.BA.D1.83.D0.BF.D0.BE.D0.BA_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.BC.D1.8B.D1.88.D0.BB.D0.B5.D0.BD.D0.BD.D1.8B.D1.85_.D1.80.D0.BE.D0.B1.D0.BE.D1.82.D0.BE.D0.B2. – Дата доступа: 15.10.2022.

147. Прудникова, К. Российская робототехническая отрасль подросла [Электронный ресурс] / К. Прудникова // ComNews. – Оpubл. 26.11.2018. – Режим доступа: <https://www.comnews.ru/content/116037/2018-11-26/rossiyskaya-robototehnicheskaya-otrasl-podrosla>. – Дата доступа: 12.08.2022.

148. Пястолов, С. М. Новый курс: стратегия американского лидерства в области передового производства / С. М. Пястолов // Россия: тенденции и перспективы развития. – 2020. – № 15-1. – С. 171–174.

149. Разин, А. Военные США первыми получают передовые чипы, выполненные по техпроцессу Intel 18A [Электронный ресурс] / А. Разин // 3DNews. Daily. Digital. Digest. – Оpubл. 01.10.2022. – Режим доступа: <https://3dnews.ru/1075113/ministerstvo-oboroni-ssha-stanet-pervim-klientom-intel-poluchayushchim-izdeliya-vipushchennie-potehnologii-18a>. – Дата доступа: 02.10.2022.

150. Ракилов, А. И. Философия, роботы, автоматы и зримое будущее / А. И. Ракилов // Философия и общество. – 2019. – № 3. – С. 35–48. <https://doi.org/10.30884/jfio/2019.03.03>

151. Рамеш Бабу, Н. Классификация и особенности робототехники в сельском хозяйстве / Н. Рамеш Бабу, В. И. Набоков, Е. А. Скворцов // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 2 (156). – С. 82–88.

152. Распоряжение Правительства Российской Федерации, 20 июля 2023 г., № 1937-р [Электронный ресурс] // Официальное опубликование правовых актов. – Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307210002?index=1>. – Дата доступа: 15.08.2023.

153. Резникова, К. Робот-помощник и мультикуб: как живет российский инновационный бизнес [Электронный ресурс] / К. Резникова, А. Бойко, Л. Хомутова // РБКСтиль. – Оpubл. 14.07.2022. – Режим доступа: <https://style.rbc.ru/life/62a0a0959a79470d1b21e5f>. – Дата доступа: 16.08.2022.

154. Роботизация и цифровизация в горнодобывающей промышленности. БЕЛАЗ об инновационных решениях [Электронный ресурс] // БЕЛТА. – Оpubл. 29.09.2022. – Режим доступа: <https://www.belta.by/comments/view/robotizatsiya-i-tsifrovizatsiya-v-gornodobyvayuschej-promyshlennosti-belaz-ob-innovatsionnyh-reshenijah-8373/>. – Дата доступа: 15.10.2022.

155. Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения = Robots and robotic devices. Terms and definitions [Электронный ресурс] : ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:12. – Взамен ГОСТ Р ИСО 8373-2014. – Введен 14.02.2019. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200162703?marker=7D20K3>. – Дата доступа: 15.05.2022.

156. Саморазвивающиеся социально-экономические системы: теория, методология, прогнозные оценки : в 2 т. / Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, под общ. ред. А. И. Татаркина. – М. : Экономика ; Екатеринбург : УрО РАН, 2011. – Т.1: Теория и методология формирования саморазвивающихся социально-экономических систем. – 308 с.

157. Сводная стратегия развития обрабатывающей промышленности Российской Федерации до 2024 года и на период до 2035 года [Электронный ресурс] : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 06 июня 2020 г. № 1512-р. – Режим доступа: <https://government.ru/news/39844>. – Дата доступа: 15.09.2022.

158. Сергиевич, Т. В. Анализ мирового рынка промышленных роботов / Т. В. Сергиевич // Веснік Гродзенскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Янкі Купалы. Серыя 5. Эканоміка. Сацыялогія. Біялогія. – 2023. – Т. 13, № 1. – С. 6–14.

159. Сергиевич, Т. В. Влияние цифровизации экономики и общества на трансформацию бизнес-моделей промышленных предприятий / Т. В. Сергиевич // Техничко-технологічэскія праблемы сервіса. – 2021. – № 2 (56). – С. 95–101.

160. Сергиевич, Т. В. Внутренние факторы, обуславливающие роботизацию машиностроительного комплекса Республики Беларусь / Т. В. Сергиевич // Бизнес. Инновации. Экономика : сб. науч. ст. / Ин-т бизнеса БГУ. – Минск, 2023. – Вып. 7. – С. 59–66.

161. Сергиевич, Т. В. Институциональные условия развития российской робототехнической отрасли в контексте обеспечения экономической безопасности / Т. В. Сергиевич // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. – 2023. – Т. 14, вып. 4 (61). – С. 130–137.

162. Сергиевич, Т. В. Исследование опыта роботизации экономики Российской Федерации / Т. В. Сергиевич // Право. Экономика. Психология. – 2023. – № 1 (29). – С. 53–60.

163. Сергиевич, Т. В. Классификация роботов в целях экономических исследований / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 16. – С. 127–140. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-16-127-140>

164. Сергиевич, Т. В. Машиностроительные предприятия как субъекты роботизации национальной экономики [Электронный ресурс] / Т. В. Сергиевич // Цифровизация: экономика и управление производством : материалы 87-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 февраля 2023 г. / БГТУ; отв. за изд. И. В. Войтов. – Минск : БГТУ, 2023. – С. 133–136.

165. Сергиевич, Т. В. Некоторые актуальные аспекты исследования роботизации промышленности / Т. В. Сергиевич // Тенденции и тренды в сфере бизнес-аналитики : сборник научных трудов по итогам проведения круглого стола, Москва, 21 сентября 2022 г. / под ред. Т. Ф. Морозовой [и др.]. – М. : ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина», 2022. – С. 126–129.

166. Сергиевич, Т. В. Некоторые политико-экономические аспекты исследования влияния роботизации на занятость в промышленности / Т. В. Сергиевич // Большая Евразия: Развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник. – М. : ИНИОН РАН, 2020. – Вып. 3, ч. 2. – С. 778–780.

167. Сергиевич, Т. В. Об источниках финансирования роботизации машиностроительного комплекса Республики Беларусь / Т. В. Сергиевич // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы : сборник научных статей : в 2 т. / Национальная академия наук Беларуси; Институт экономики НАН Беларуси; ред. кол.: Д. В. Муха [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2023. – Т. 1. – С. 502–506.

168. Сергиевич, Т. В. Опыт и перспективы роботизации промышленности КНР / Т. В. Сергиевич // Стратегия развития экономики Беларуси : вызовы, инструменты реализации и перспективы : сборник научных статей : в 2 т. / Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси; ред. кол.: Д. В. Муха [и др.]. – Минск : Право и экономика, 2022. – Т. 1. – С. 449–453.

169. Сергиевич, Т. В. Организационно-экономические проблемы роботизации промышленности в Республике Беларусь / Т. В. Сергиевич // Управление бизнесом в цифровой экономике : шестая международная конференция : сборник тезисов выступлений, Санкт-Петербург, 23–24 марта 2023 г. / Под общей ред. д. э. н., профессора И. А. Аренкова и к. э. н., доцента М. К. Ценжарик. – СПб. : ИПЦ СПбГУПТД, 2023. – С. 423–429.

170. Сергиевич, Т. В. Принципы роботизации белорусской экономики в контексте обеспечения национальной безопасности / Т. В. Сергиевич // I Республиканский форум молодых ученых учреждений высшего образования : сборник материалов форума / редкол.: Е. Я. Аршанский (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 147–148.

171. Сергиевич, Т. В. Пути преодоления организационно-экономических проблем роботизации белорусской промышленности / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2023. – Вып. 17. – С. 60–71. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2023-17-60-71>

172. Сергиевич, Т. В. Развитие методологических и теоретических основ роботизации экономики / Т. В. Сергиевич // Безопасность в профессиональной деятельности : сб. науч. ст. / СПбГЭУ ; под ред. д-ра техн. наук, проф. Г. В. Лепеша, канд. экон. наук, доц. С. Ю. Александровой, канд. физ.-мат. наук, доц. О. Д. Угольниковой. – СПб. : Изд-во СПбГЭУ, 2022. – С. 89–99.

173. Сергиевич, Т. В. Роботизация и экономическая безопасность промышленного предприятия / Т. В. Сергиевич // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2020. – № 3 (53). – С. 54–58.

174. Сергиевич, Т. В. Роботизация как социально-экономический феномен / Т. В. Сергиевич // Вестник Института экономики НАН Беларуси : сб. науч. ст. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – 2022. – Вып. 5. – С. 49–61. <https://doi.org/10.47612/2789-5122-2022-5-49-61>

175. Сергиевич, Т. В. Социально-экономическая обусловленность роботизации экономики / Т. В. Сергиевич // Вестник Института экономики НАН Беларуси : сб. науч. ст. / Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси. – Минск, 2020. – Вып. 1. – С. 68–77.

176. Сергиевич, Т. В. Теоретико-методологические подходы к исследованию бизнес-модели / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2022. – Вып. 15. – С. 36–48. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2022-15-36-48>

177. Сергиевич, Т. В. Теоретико-методологические предпосылки определения роботизации экономики [Электронный ресурс] / Т. В. Сергиевич // Перспективы инновационно-технологического и экономического развития минерально-сырьевого комплекса: материалы XX Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию Факультета горного дела и инженерной экологии Белорусского национального технического университета, Минск, 5 апреля 2022 г. В 2 т. / редкол.: А. А. Кологривко [и др.]. – Минск : БНТУ, 2022. – Т. 1. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – С. 84–87.

178. Сергиевич, Т. В. Теоретические подходы к трактовке социально-экономической природы роботов / Т. В. Сергиевич // Белорусский экономический журнал. – 2022. – № 3. – С. 102–115. <https://doi.org/10.46782/1818-4510-2022-3-102-115>

179. Сергиевич, Т. В. Факторы роботизации экономики в условиях новых технологических и геоэкономических реалий / Т. В. Сергиевич // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Д. Экономические и юридические науки. – 2023. – № 1 (63). – С. 83–87. <https://doi.org/10.52928/2070-1632-2023-63-1-83-87>

180. Сергиевич, Т. В. Цифровизация предприятия как эндогенный фактор роботизации национального машиностроительного комплекса / Т. В. Сергиевич // Тенденции экономического развития в XXI веке : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 1 марта 2023 г. В. 2 ч. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. А. Королева (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2023. – Ч. 1. – С. 453–456.

181. Сергиевич, Т. В. Экономический анализ развития машиностроительного комплекса Республики Беларусь / Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2023. – Вып. 18. – С. 97–130. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2023-18-97-130>

182. Система таблиц «Затраты-Выпуск» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnyescheta/sistema-tablits-zatraty-vypusk>. – Дата доступа: 15.07.2023.

183. Совершенствование механизма коммерциализации инноваций в Беларуси с учетом опыта Китая / В. И. Бельский [и др.]; под ред. В. И. Бельского, Д. В. Мухи; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики. – Минск : Беларуская навука, 2019. – 357 с.

184. Солодовников С. Ю. Институциональные матрицы: сущность, персонификация и ее генезис (политико-экономические очерки) / С. Ю. Солодовников. – Минск : Право и экономика, 2006. – 530 с.

185. Солодовников, С. Ю. «Длинные деньги» как инструмент современной экономической политики в условиях новой индустриализации / С. Ю. Солодовников // Современное общество: проблемы, противоречия, решения : сборник научных трудов II Межвузовского научного семинара с международным участием; редкол.: Н. А. Вахтин [и др.]. 30 апреля 2021 г., г. Санкт-Петербург / Санкт-Петербургский горный университет. – СПб., 2021. – С. 26–30.

186. Солодовников, С. Ю. Взаимосвязь структурной политики государства и модернизации реального сектора экономики / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 7. – С. 84–94. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-7-84-94>

187. Солодовников, С. Ю. Изменение парадигмы национальной безопасности в условиях экономики рисков / С. Ю. Солодовников // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2019. – № 3 (49). – С. 55–61.

188. Солодовников, С. Ю. Инструменты повышения межстрановой технологической кооперации в контексте перехода к Индустрии 4.0 / С. Ю. Солодовников // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия Д. Экономические и юридические науки. – 2021. – № 14. – С. 67–71.

189. Солодовников, С. Ю. Классы и классовая борьба в постиндустриальном обществе: методологические основы политико-экономического исследования / С. Ю. Солодовников. – Минск : БНТУ, 2014. – 378 с.

190. Солодовников, С. Ю. Новая структурная политика и изменение институциональной динамики наноиндустрии / С. Ю. Солодовников // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. – 2018. – № 1 (11). – С. 5–10.

191. Солодовников, С. Ю. Парадигмальный кризис белорусской экономической науки, цифровизация и проблемы подготовки кадров в сфере обеспечения национальной безопасности / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2019. – Вып. 10. – С. 182–194. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2019-10-182-194>

192. Солодовников, С. Ю. Понятие хаоса и его место в развитии сложных систем / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ, Минск. – 2018. – Вып. 7 – С. 5–18. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-7-5-18>

193. Солодовников, С. Ю. Развитие электротранспорта в Республике Беларусь на основе государственно-частного партнерства в условиях новых геоэкономических вызовов и угроз / С. Ю. Солодовников, Т. В. Сергиевич // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2021. – Вып. 14. – С. 21–28. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2021-14-21-28>

194. Солодовников, С. Ю. Современная структурная политика и кризис наноиндустрии / С. Ю. Солодовников // Право. Экономика. Психология. – 2017. – № 3 (8). – С. 42–48.

195. Солодовников, С. Ю. Теоретико-методологические предпосылки исследования роботизации экономики / С. Ю. Солодовников, Т. В. Сергиевич // Экономика и управление. – 2022. – Т. 28, № 6. – С. 538–548. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2022-6-538-548>

196. Солодовников, С. Ю. Экономика рисков / С. Ю. Солодовников // Экономическая наука сегодня : сб. науч. ст. / БНТУ. – Минск, 2018. – Вып. 8. – С. 16–55. <https://doi.org/10.21122/2309-6667-2018-8-16-55>

197. Солодовников, С. Ю. Экономическая система / С. Ю. Солодовников // Большой энциклопедический словарь: философия, социология, религия, эзотеризм, политэкономика / гл. науч. ред. и сост. С. Ю. Солодовников. – Минск, 2002. – С. 958.

198. Состояние, тенденции и перспективы развития белорусско-китайского сотрудничества в условиях усиления протекционизма в системе международных отношений / В. И. Бельский [и др.] // Журнал Белорусского государственного университета. Экономика. – 2019. – № 1. – С. 58–67.

199. Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2012 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2012. – 715 с.

200. Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2016 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2016. – 519 с.

201. Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2018 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2018. – 490 с.

202. Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2019 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2019. – 472 с.

203. Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2021 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2021. – 407 с.

204. Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с.

205. Стратегическое направление в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 06 ноября 2021 г. № 3142-р. – Режим доступа: <https://government.ru/news/43743>. – Дата доступа: 15.09.2022.

206. Стратегия «Наука и технологии: 2018–2040» : утв. постановлением Президиума Национальной академии наук Беларуси, 26 февр. 2018 г. № 17. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2018. – 44 с.

207. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента Российской Федерации, 2 июля 2021 г., № 400. – Режим доступа: <http://actual.pravo.gov.ru/text.html#pnum=0001202107030001>. – Дата доступа: 15.09.2022.

208. Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 апреля 2018 г. № 831-р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/557299378>. – Дата доступа: 15.09.2022.

209. Стратегия развития информатизации в Республике Беларусь на 2016 – 2022 годы [Электронный ресурс] : одобр. Постановлением коллегии Министерства связи и информатизации Респ. Беларусь, 30 сент. 2015 г., № 35 ; утв. на заседании Президиума Совета Министров Респ. Беларусь, 03 ноябр. 2015 г., № 26 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

210. Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы [Электронный ресурс] : утв. Указом Президента Российской Федерации, 9 мая 2017 г., № 203. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420397755>. – Дата доступа: 15.09.2022.

211. Стратегия развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 30 августа 2019 г. № 1931-р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/561135328>. – Дата доступа: 15.09.2022.

212. Стратегия развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 05 ноября 2020 г. № 2869-р. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/566218409>. – Дата доступа: 15.09.2022.

213. Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года [Электронный ресурс] : утв. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. № 20-р. – Режим доступа: <https://government.ru/docs/38795>. – Дата доступа: 15.09.2022.

214. Сувилов, Н. И. Безработица и страхование от ее последствий в Западной Европе / Н. И. Сувилов. – СПб. : тип. т-ва «Обществ. польза», 1907. – 212 с.

215. Сухарев, О. Промышленность России: методы исследования и задачи развития / О. Сухарев // Общество и экономика. – 2021. – № 2. – С. 60–81. <https://doi.org/10.31857/S020736760013641-4>

216. Сухарев, О. Экономика России: догоняющее развитие и другие тупиковые сценарии // О. Сухарев // Экономист. – 2023. – № 4. – С. 35–43.

217. Тамбовцев, В. Л. Непродуктивность попыток методологического синтеза / В. Л. Тамбовцев // Вопросы теоретической экономики. – 2020. – № 3. – С. 7–31.

218. Татарских, Б. Я. НТП – основной фактор повышения технологического потенциала российского машиностроения / Б. Я. Татарских // Проблемы совершенствования организации производства и управления промышленными предприятиями : межвузовский сборник научных трудов / Самарский государственный экономический университет. – Самара, 2017. – № 2. – С. 205–214.

219. Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. – М. : Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1978. – 192 с.

220. Тимофеев, А. Н. Проблемы применения в космосе антропоморфных роботов / А. Н. Тимофеев, И. В. Шардыко // Extreme robotics. – 2013. – Т. 1, № 1. – С. 213–218.

221. Тимофеев, Р. Решиться на роботизацию в кризис: аргументы за и против [Электронный ресурс] / Р. Тимофеев // RusWeld 2022: Сессия – Тренды роботизации машиностроительных предприятий. НАУРР. – НАУРР. Конференция «Технологии роботизации в машиностроении». – Оpubл. 28 окт. 2022. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=d5esQaewTFU>. – Дата доступа: 10.11.2022.

222. Тищенко, П. Д. Россия 2045: котлован для аватара (размышления в связи с книгой «Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция») / П. Д. Тищенко // Вопросы философии. – 2014. – № 8. – С. 181–186.

223. Толкачев, С. А. Неоиндустриализация как технотронная новая экономика (на примере роботизации промышленности США) / С. А. Толкачев, А. Д. Кулаков // Мир новой экономики. – 2015. – № 4. – С. 69–76.

224. Толкачев, С. А. Роботизация как направление неоиндустриализации (на примере США) / С. А. Толкачев, А. Д. Кулаков // Мир новой экономики. – 2016. – № 2. – С. 79–87.

225. Толстов, И. Е. Культурологический аспект эволюции представлений о роботах / И. Е. Толстов, А. С. Сергеева // Новый взгляд. Международный научный вестник. Культурология. – 2015. – № 9. – С. 46–57.

226. Тонкович, С. Н. Разработка и применение робототехники в отраслях промышленности / С. Н. Тонкович. – Минск : БелНИИНТИ, 1983. – 11 с.
227. Тощенко, Ж. Т. Новое социально-экономическое явление: прекариат / Ж. Т. Тощенко // Ноономика и ноообщество. Альманах трудов ИНИР им. С. Ю. Витте. – 2022. – Т. 1, № 1. – С. 146–161. <https://doi.org/10.37930/2782-618X-2022-1-1-146-161>
228. Трунов, Ф. О. Роботизация вооруженных сил ФРГ: политико-правовые и военно-технические аспекты / Ф. О. Трунов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 25: Международные отношения и мировая политика. – 2017. – № 4. – С. 67–96.
229. Туган-Барановский, М. И. Основы политической экономии / М. И. Туган-Барановский. – СПб. : Типография акц. общ. «Слово», 1909. – 761 с.
230. Удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=148655#>. – Дата доступа: 12.08.2023.
231. Устройство [Электронный ресурс] // Академик. – Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/guwiki/1659472>. – Дата доступа: 15.03.2022.
232. Фальцман, В. Подвижки 2000-х гг. в отраслях и технологиях / В. Фальцман // Экономист. – 2017. – № 5. – С. 16–26.
233. Федотова, Г. В. Алгоритмизация торговых стратегий фондового рынка / Г. В. Федотова, А. А. Ермакова, Д. А. Куразова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – № 11. – С. 87–95.
234. Флигстин, Н. Государство, рынки и экономический рост / Н. Флигстин ; пер. Е. Б. Головляничиной; науч.ред. – В. В. Радаев, М. С. Добрякова // Экономическая социология. – 2007. – Т. 8, № 2. – С. 41–60.
235. Фролов, Д. П. Постинституционализм в XXI в.: расширяющийся, экспериментирующий, философствующий / Д. П. Фролов // Экономическая наука современной России. – 2021. – № 3 (94). – С. 57–68. [https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-3\(94\)-57-68](https://doi.org/10.33293/1609-1442-2021-3(94)-57-68)
236. Хамхоева, Ф. Я. Преимущества использования автоматизации производства в современных условиях в аспекте управления предприятием / Ф. Я. Хамхоева // Вестник Российского университета кооперации. – 2021. – № 2 (44). – С. 88–91. <https://doi.org/10.52623/2227-4383-2-44-17>
237. Хацкевич, Г. А. Цифровая трансформация организаций промышленности Республики Беларусь: актуальные проблемы и перспективы / Г. А. Хацкевич, Д. В. Муха // Вести Института предпринимательской деятельности. – 2020. – № 1 (22). – С. 21–33.
238. Чекмарев, О. П. Трудовая теория стоимости и роботизация экономики / О. П. Чекмарев // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 47. – С. 188–196.
239. Численность и заработная плата работников Республики Беларусь в 2021 году : статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022. – 33 с.

240. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – М. : «Эксмо», 2016. – 208 с.
241. Шутилин, В. Ю. Конкурентный потенциал машиностроительного комплекса Республики Беларусь: теория, методология, инструменты измерения, механизм формирования : дис. ... д-ра экон. наук : 08.00.05 / В. Ю. Шутилин. – Минск, 2017. – 264 л.
242. Шутилин, В. Ю. Оценка вклада машиностроения в экономику Республики Беларусь на основе анализа таблиц «Затраты – Выпуск» / В. Ю. Шутилин, Н. В. Мартинович // Белорусский экономический журнал. – 2021. – № 3. – С. 58–69. <https://doi.org/10.46782/1818-4510-2021-3-58-69>
243. Эрмант, Е. АВВ: 62 % компаний США планируют инвестировать в робототехнику [Электронный ресурс] / Е. Эрмант // Robotforum. – Опубл. 12.07.2022. – Режим доступа: <http://robotforum.ru/novosti-texnologij/abb-62-kompanij-sshaplaniroyut-investirovat-v-robototexniku.html>. – Дата доступа: 15.08.2022.
244. Юдин, Э. Г. Системный подход и принцип деятельности / Э. Г. Юдин. – М. : Наука, 1978. – 391 с.
245. Юдина, Т. Н. От экономического к технологическому, информационно-цифровому детерминизму и «технологической предопределенности» / Т. Н. Юдина // Теоретическая экономика. – 2021. – № 2. – С. 29–33.
246. Юревич, Е. И. Состояние и перспективы развития гибких автоматизированных производств и робототехники / Е. И. Юревич // Использование робототехники и манипуляторов – важный фактор повышения эффективности производства : материалы городской научно-практической конференции, Минск, 1983. – Минск : БелНИИНТИ, 1984. – С. 20–31.
247. Яковлев, К. С. Анализ терминологических и содержательных аспектов понятий «искусственный интеллект» и «робототехника» в свете необходимости их правового регулирования / К. С. Яковлев, А. В. Боковой, С. Ю. Кашкин // Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта (БТС-ИИ-2019) : сборник трудов пятого Всероссийского научно-практического семинара, Санкт-Петербург, 22–24 мая 2019 г. / Переславль-Залесский: Общероссийская общественная организация «Российская ассоциация искусственного интеллекта». – СПб., 2019. – С. 253–262.
248. A Chips Act for Europe // Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. – Brussels, 8.2.2022. COM (2022) 45 final.
249. A Conceptual Framework for Industry 4.0 / С. Salkin [et al.] // Industry 4.0: Managing The Digital Transformation / A. Ustundag, E. Cevikcan. – Springer Series in Advanced Manufacturing; Springer International Publishing Switzerland, 2018. – Ch. 1. – Pp. 3–24. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5_1
250. A Roadmap for US Robotics – From Internet to Robotics 2020 Edition / Н. I. Christensen [et al.] // Foundations and Trends in Robotics. – 2021. – Vol. 8, № 4. – Pp. 307–424.
251. A Roadmap for US Robotics, May 21–22, 2009 [Electronic resource] // Computing Community Consortium. – Mode of access: <https://cra.org/ccc/events/a-roadmap-for-us-robotics/>. – Date of access: 17.10.2022.

252. ABB Robotics [Электронный ресурс] // TADVISER. – Режим доступа: https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:ABB_Robotics. – Дата доступа: 15.10.2022.

253. Acemoglu, D. Does the US tax Code Favor Automation? / D. Acemoglu, A. Manera, P. Restrepo // *Brookings Papers on Economic Activity*. – Spring 2020. – Pp. 231–300. <https://doi.org/10.1353/eca.2020.0003>

254. Acemoglu, D. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets / D. Acemoglu, P. Restrepo // *Journal of Political Economy*. – 2020. – Vol. 128. – № 6. – Pp. 2188–2244.

255. Aissam, M. Cloud Robotic: Opening a New Road to the Industry 4.0 / M. Aissam, M. Benbrahim, M. N. Kabbaj // *Advances in Biochemical Engineering/Bio-technology*. – 2019. – Pp. 1–20. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2212-9_1

256. Akaev, A. Social and Economic Consequences of Large-scale Digitization and Robotization of the Modern Economy / A. Akaev, A. Rudskoy, T. Devezas // *The Economics of Digital Transformation. Studies on Entrepreneurship, Structural Change and Industrial Dynamics* / T. Devezas, J. Leitão, A. Sarygulov (Eds.). – Springer Nature Switzerland AG, 2021. – Ch. 2. – Pp. 5–24. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-59959-1>

257. An overview of robot applications in automotive industry / M. Bartoš [et al.] // *TRANSCOM 2021: 14th International scientific conference on sustainable, modern and safe transport*, 55 (2021). – Pp. 837–844. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.052>

258. Bateman, J. Why China Is Spending Billions to Develop an Army of Robots to Turbocharge Its Economy [Electronic resource] / J. Bateman // *CNBC*, 28 June, sec. The Edge. 2018. – Mode of access: <https://www.cnn.com/2018/06/22/chinas-developing-an-army-of-robots-to-reboot-its-economy.html>. – Date of access: 15.05.2022.

259. Ben-Ari, M. Robots and Their Applications. In: *Elements of Robotics* / M. Ben-Ari, F. Mondada. – Berlin : Springer, 2018. – Pp. 1–20. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62533-1_1

260. Brooks, R. A. Elephants don't play chess / R. A. Brooks // P. Maes (Ed.) ; Cambridge : Designing Autonomous Agents, MIT Press; Amsterdam : MA/Elsevier Science, 1991. – Pp. 3–15.

261. China Robotics Market Forecast, 2019–2023 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.marketresearch.com/IDC-v2477/China-Robotics-Forecast-13093321>. – Date of access: 11.10.2022.

262. China's Industrial and Military Robotics Development / J. Ray [et al.] // *Research Report Prepared on Behalf of the U.S.-China Economic and Security Review Commission ; Defense Group Inc. Center for Intelligence Research and Analysis*. – October 2016. – 134 p.

263. Chinese FDI in Europe: 2021 Update [Electronic resource] // *MERICSC. Mercator Institute for China Studies*. – Mode of access: <https://www.merics.org/en/report/chinese-fdi-europe-2021-update>. – Date of access: 15.05.2022.

264. Cognitive developmental robotics as a new paradigm for the design of humanoid robots / M. Asada [et al.] // *Robotics and Autonomous Systems*. – 2001. – № 37. – Pp. 185–193.

265. Coulthard, D. Technophilia, neo-Luddism, eDependency and the judgement of Thamus / D. Coulthard, S. Keller // *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*. – 2012. – Vol. 10, Iss 4. – Pp. 262–272. <http://dx.doi.org/10.1108/14779961211285881>

266. CRIA. China Robot Industry Alliance [Electronic resource]. – Mode of access: <http://cria.mei.net.cn/English/AboutCRIA.asp>. – Date of access: 10.03.2022.

267. Dahlin, E. Are Robots Stealing Our Jobs? / E. Dahlin // *Socius: Socius: Sociological Research for a Dynamic World*. – 2019. – Vol. 5. – Pp. 1–14. <https://doi.org/10.1177/2378023119846249>
268. Dautenhahn, K. Human-robot interaction / K. Dautenhahn // *The Encyclopedia of human-computer interaction* / M. Soegaard, R. F. Dam (Eds.). – 2nd ed. – Aarhus, Denmark : The Interaction Design Foundation. – 2014. – Ch. 38.
269. Diederich, J. The Psychology of Artificial Superintelligence / J. Diederich. – Springer, 2021. – 147 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-71842-8>
270. Fairchild, M. How Robots Benefit Machine Shops and Machinery Manufacturers [Electronic resource] / M. Fairchild // *HowToRobot*. – Publ. date 11.02.2022. – Mode of access: <https://www.howtorobot.com/expert-insight/metal-production-robots>. – Date of access: 12.08.2022.
271. Fan, H. Labor costs and the adoption of robots in China / H. Fan, Y. Hu, L. Tang // *Journal of Economic Behavior & Organization*. – 2021. – № 186. – Pp. 608–631. <http://doi.org/10.1016/j.jebo.2020.11.024>
272. Focacci, Ch. N. Technological unemployment, robotisation, and green deal: A story of unstable spillovers in China and South Korea (2008–2018) / Ch. N. Focacci // *Technology in Society*. – 2021. – № 64. – 101504.
273. Ford, M. R. The Lights in the Tunnel: Automation, Accelerating Technology and the Economy of the Future / M. R. Ford. – AcculantTM Publishing, 2009. – 253 p.
274. Frey, C. B. Political machinery: did robots swing the 2016 US presidential election? / C. B. Frey, Th. Berger, Ch. Chen // *Oxford Review of Economic Policy*. – 2018. – Vol. 34, № 3. – Pp. 418–442. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gry007>
275. George, A. Luddite and proud: the spirit of the 19th-century textile worker lives on, if vainly / A. George // *New Scientist*. – 2011. – № 212 (2844). – Pp. 40–41. [https://doi.org/10.1016/s0262-4079\(11\)63152-7](https://doi.org/10.1016/s0262-4079(11)63152-7)
276. Hanson, G. Who Will Fill China’s Shoes? The Global Evolution of Labor-Intensive Manufacturing / G. Hanson // *East Asian Economic Review*. – 2020. – Vol. 24, № 4. – Pp. 313–336.
277. He, L. The Migration of Industries from the Pearl Delta Region to Inland Areas: Can the Migrant Workers Stay Employed? [Electronic resource] / L. He // *People’s Daily*. – Publ. date 12 June 2016 [in Chinese]. – Mode of access: <http://finance.people.com.cn/n1/2016/0612/c1004-28425817.html>. – Date of acces: 15.05.2022.
278. Hodgson, G. Meanings of Methodological Individualism / G. Hodgson // *Journal of Economic Methodology*. – 2007. – Vol. 14, № 2.
279. Industrieproduktion im Euroraum um 0,2 % und in der EU um 0,1 % gestiegen [Electronic resource] // Eurostat. – Mode of access: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/17153235/4-13072023-AP-DE.pdf/b46b030e-02b4-cfe2-b6ad-8620d8c82160>. Date of access: 15.05.2023.
280. Industry 4.0: A review on industrial automation and robotic / M. A. Kamarul Bahrin [et al.] // *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)*. – 2016. – Vol. 78, Iss. 6-13. – Pp. 137–143. <https://doi.org/10.11113/jt.v78.9285>
281. International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org>. – Date of access: 14.05.2022.

282. Internet of Robotic Things Intelligent Connectivity and Platforms / O. Vermesan [et al.] // *Front. Robot. AI.* – 2020. – Vol. 7. – 104. <https://doi.org/10.3389/frobot.2020.00104>

283. Jung, J. H. Industrial robots, employment growth, and labor cost: A simultaneous equation analysis / J. H. Jung, D.-G. Lim // *Technological Forecasting & Social Change.* – 2020. – Vol. 159. – 120202. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120202>

284. Jurkat, A. Tracking the Rise of Robots: The IFR Database / A. Jurkat, R. Klump, F. Schneider // *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik.* – 2022. <https://doi.org/10.1515/jbnst-2021-0059>

285. Karabegović, I. The Role of Industrial Robots in the Development of Automotive Industry in China / I. Karabegović // *International Journal of Engineering Works.* – 2016. – Vol. 3, Iss. (12). – Pp. 92–97.

286. Keynes, J. M. *Essays in Persuasion* / J. M. Keynes. – New York : W.W. Norton&Company, 1963. – 376 p.

287. Klein, L. Luddism for the twenty-first century / L. Klein // *International Journal of Human-Computer Studies.* – 2001. – № 55 (4). – Pp. 727–737. <https://doi.org/10.1006/ijhc.2001.0487>

288. Knudsen, M. Collaborative Robots: Frontiers of Current Literature / M. Knudsen, J. Kaivo-Oja // *Journal of Intelligent Systems: Theory and Applications.* – 2020. – № 3 (2). – Pp. 13–20. <http://doi.org/10.38016/jista.682479>

289. Konuikhovskaia, A. Five Trends in Russian Robotics [Electronic resource] / A. Konuikhovskaia // *IFR.* – Publ. date 27 Aug. 2019. – Mode of access: <https://ifr.org/post/five-trends-in-russian-robotics>. – Date of access: 15.04.2022.

290. Kryszczuk, M. D. Neo-Luddism: Contemporary work and beyond / M. D. Kryszczuk, M. Wenzel // *Przegląd Socjologiczny.* – 2017. – Vol. LXVI, Iss. 4. – Pp. 45–65. <https://doi.org/10.26485/PS/2017/66.4/3>

291. Kumar, Ch. India doubles number of industrial robots in 5 years [Electronic resource] / Ch. Kumar // *The Times of India.* – Publ. date 30.09.2020. – Mode of access: <https://timesofindia.indiatimes.com/india/india-doubles-number-of-industrial-robots-in-5-years/articleshow/78407600.cms>. – Date of access: 16.08.2022

292. Made in China 2025, State Council, July 7, 2015 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.cittadellascienza.it/cina/wp-content/uploads/2017/02/ToT-ONE-Made-in-China-2025.pdf>. – Date of access: 25.10.2022.

293. Made in China 2025: The making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries / J. Wübbeke [et al.] // *MERICs Papers on China* ; Cl. Wessling ed. – Berlin : Mercator Institute for China Studies, 2016. – № 2. – 74 p.

294. Mapping the Evolution of the Robotics Industry: A cross country comparison / E. Estolatan [et al.] // *Department of Economics and Statistics Cognetti de Martiniis. Working Papers.* – 2018. – № 05. – 32 p.

295. Minter, St. Apocalypse Soon, Industry Week [Electronic resource] / St. Minter // *Industry Week.* – Publ. date 3 Jun. 2015. – Mode of access: http://www.industryweek.com/technology/apocalypse-soon?NL=NED-19&Issue=NED-19_20150615_NED-19_960&sfvc4enews=42&cl=article_1_2&elqTrack=true. – Date of access: 15.08.2022.

296. Nahavandi, S. Industry 5.0 – A Human-Centric Solution / S. Nahavandi // *Sustainability.* – 2019. – № 11 (16). – 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>

297. Nan, Zhong. ABB to open \$150m robotics factory in Shanghai [Electronic resource] / Zhong Nan // ChinaDaily.com.cn. – Publ. date 02 Febr. 2022. – Mode of access: <https://www.chinadaily.com.cn/a/202209/02/WS63117049a310fd2b29e75a2e.html>. – Date of access: 15.08.2022.

298. National Robotics Initiative 2.0: Ubiquitous Collaborative Robots (NRI-2.0) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.nsf.gov/pubs/2020/nsf20522/nsf20522.htm>. – Date of access: 20.11.2022.

299. National Robotics Initiative 3.0: Innovations in Integration of Robotics (NRI-3.0) [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.nsf.gov/pubs/2021/nsf21559/nsf21559.htm>. – Date of access: 20.11.2022.

300. National Security Strategy [Electronic resource] // The White House, Washington. – Publ. date 12.10.2022. – 48 p. – Mode of access: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/10/Biden-Harris-Administrations-National-Security-Strategy-10.2022.pdf>. – Date of access: 17.10.2022.

301. Pearson, J. The Sheer Difficulty of Defining What a Robot Is [Electronic resource] / J. Pearson // Motherboard. Tech by Vice. – Publ. date 17.04.2015. – Mode of access: <https://www.vice.com/en/article/5394v5/the-sheer-difficulty-of-defining-what-a-robot-is>. – Date of access: 10.04.2022.

302. Rafaelof, E. Unfinished Business: Export Control and Foreign Investment Reforms / E. Rafaelof // U.S.-China Economic and Security Review Commission. Issue Brief. June 1, 2021. – 13 p.

303. Randall, A. The "lessons" of Luddism / A. Randall // Endeavour. – 1998. – № 22 (4). – Pp. 152–155. [https://doi.org/10.1016/s0160-9327\(98\)01145-4](https://doi.org/10.1016/s0160-9327(98)01145-4)

304. Renéry, B. The Robotics Industry in China [Electronic resource] / B. Renéry // 1421 Consulting Group. 13 May 2019. – Mode of access: <https://www.1421.consulting/2019/05/the-robotics-industry-in-china>. – Date of access: 15.05.2022.

305. Robotics – Vocabulary [Electronic resource] : ISO 8373:2021(en). – Cancels and replaces the second edition ISO 8373:2012. – Mode of access: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:75539:en>. – Date of access: 15.05.2022.

306. Robotization, Employment, and Industrial Growth Intertwined across Global Value Chains / M. Ghodsi [et al.] // Working Paper No. 177 Background Paper for Chapter 2 of UNIDO's Industrial Development Report 2020. – Vienna : The Vienna Institute for International Economic Studies, 2020. – 63 p.

307. Rosheim, M. E. Robot Evolution: The Development of Anthrobotics / M. E. Rosheim // New York : John Wiley & Sons, Inc. – 1994.

308. RusWeld 2022: Сессия – Тренды роботизации машиностроительных предприятий. НАУПП [Электронный ресурс] // НАУПП. Конференция «Технологии роботизации в машиностроении». – Оpubл. 28 окт. 2022. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=d5esQaewTFU>. – Дата доступа: 10.11.2022.

309. Sobczak, A. Robotic Process Automation as a Digital Transformation Tool for Increasing Organizational Resilience in Polish Enterprises / A. Sobczak // Sustainability. – 2022. – № 14. – 1333. <https://doi.org/10.3390/su14031333>

310. SPARC [Electronic resource]. – Mode of access: https://eu-robotics.net/divi_overlay/sparc/. – Date of access: 10.03.2022.

311. Statistical Communiqué of the People's Republic of China on the 2020 National Economic and Social Development [Electronic resource] // National Bureau of Statistics

of China. – Mode of access: http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202102/t20210228_1814177.html. – Date of acces: 15.05.2022.

312. Statistical Communiqué of the People's Republic of China on the 2021 National Economic and Social Development [Electronic resource] // National Bureau of Statistics of China. – Mode of access: http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202202/t20220227_1827963.html. – Date of acces: 15.05.2022.

313. Statistical Communiqué of the People's Republic of China on the 2022 National Economic and Social Development [Electronic resource] // National Bureau of Statistics of China. – Mode of access: http://www.stats.gov.cn/english/PressRelease/202302/t20230227_1918979.html. – Date of acces: 01.11.2023.

314. Strategy for American leadership in advanced manufacturing. A Report by the Subcommittee on advanced manufacturing Committee on technology of the National science & technology council, October 2018 [Electronic resource]. – Mode of access: <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/10/Advanced-Manufacturing-Strategic-Plan-2018.pdf>. – Date of access: 20.11.2022.

315. The Rise of Robots in China / H. Cheng [et al.] // Journal of Economic Perspectives. – 2019. – Vol. 33, № 2. – Pp. 71–88.

316. The rise of social bots / E. Ferrara [et al.] // Communications of the ACM. – 2016. – № 59 (7). – Pp. 96–104.

317. The Socialbot Network: When Bots Socialize for Fame and Money [Electronic resource] / Y. Boshmaf [et al.] // Proceedings of the 27th Annual Computer Security Applications Conference, Orlando, Florida USA, 5–9 Dec. 2011. – Mode of access: <http://lersse-dl.ece.ubc.ca/record/264/files/264.pdf>. – Date of acces: 08.06.2022.

318. Wichtige Indikatoren zu Industrie, Handel und Dienstleistungen [Elektronische Quelle] / Deutschland im EU-Vergleich 2023 // DeStatis. Statistisches Bundesamt. – Mode of access: <https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/Basistabelle/Uebersicht.html>. – Date of access: 15.10.2023.

319. Wilson, H. J. What is a robot, anyway? [Electronic resource] / H. J. Wilson // Harvard Business Review. – Publ. date 15.04.2015. – Mode of access: <https://hbr.org/2015/04/what-is-a-robot-anyway>. – Date of acces: 12.04.2022.

320. World Robotics R&D Programs : Information Paper, 2022 (Update December 2022) ; Supervisor Jong-Oh Park. – Frankfurt : International Federation of Robotics, 2022. – 279 p.

321. Are global value chains truly global? / H. Xiao [et al.] // Economic Systems Research. – 2020. – Vol. 32, Iss. 4. – Pp. 540–564. <http://doi.org/10.1080/09535314.2020.1783643>

ПРИЛОЖЕНИЕ

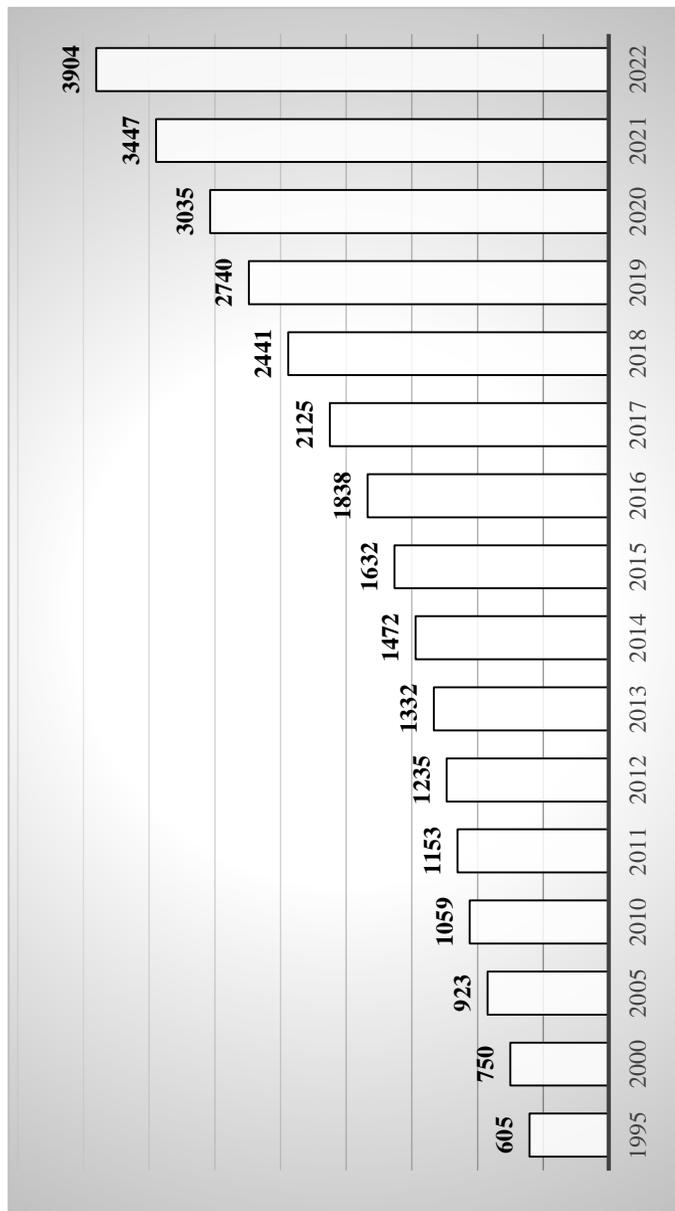


Рис. П1. Мировой парк промышленных роботов в 1995–2022 гг., тыс. шт.
Источник: разработка автора по данным¹

¹ International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org/>. – Date of access: 25.10.2023.

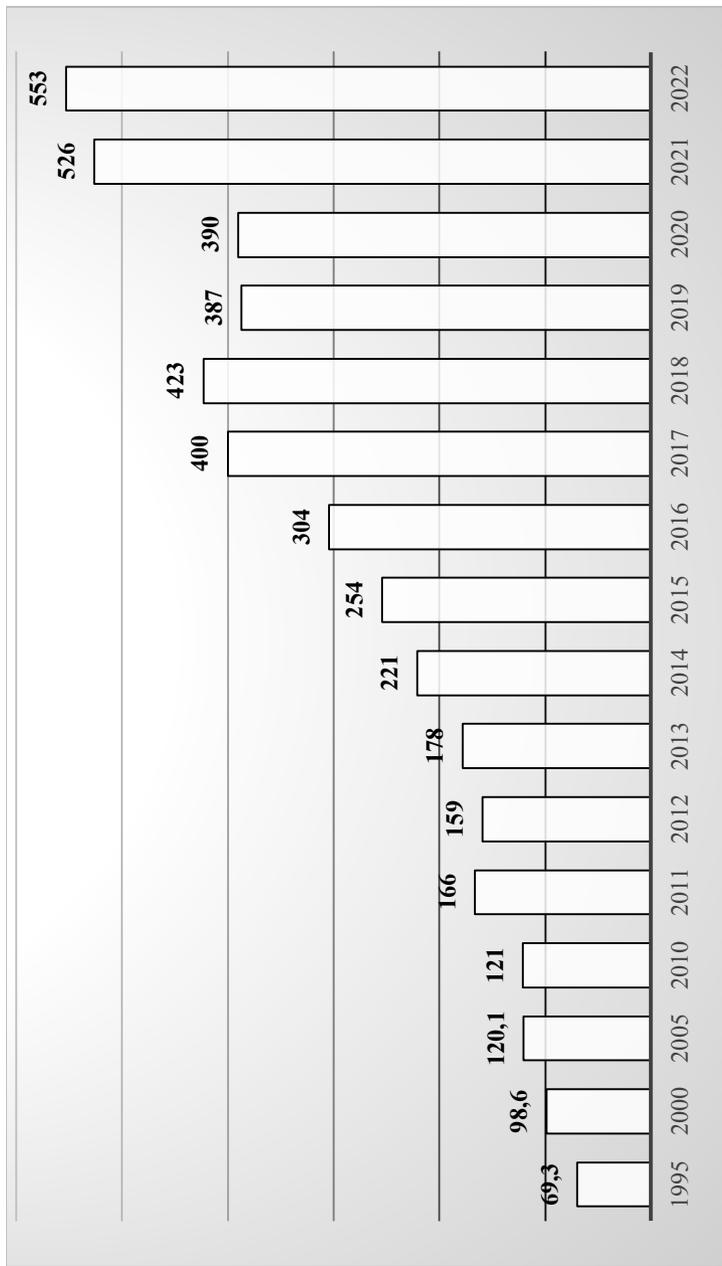


Рис. П2. Число устанавливаемых промышленных роботов в год в мире в 1995–2022 гг., тыс. шт.
 Источник: разработка автора по данным²

² International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org/>. – Date of access: 25.10.2023.

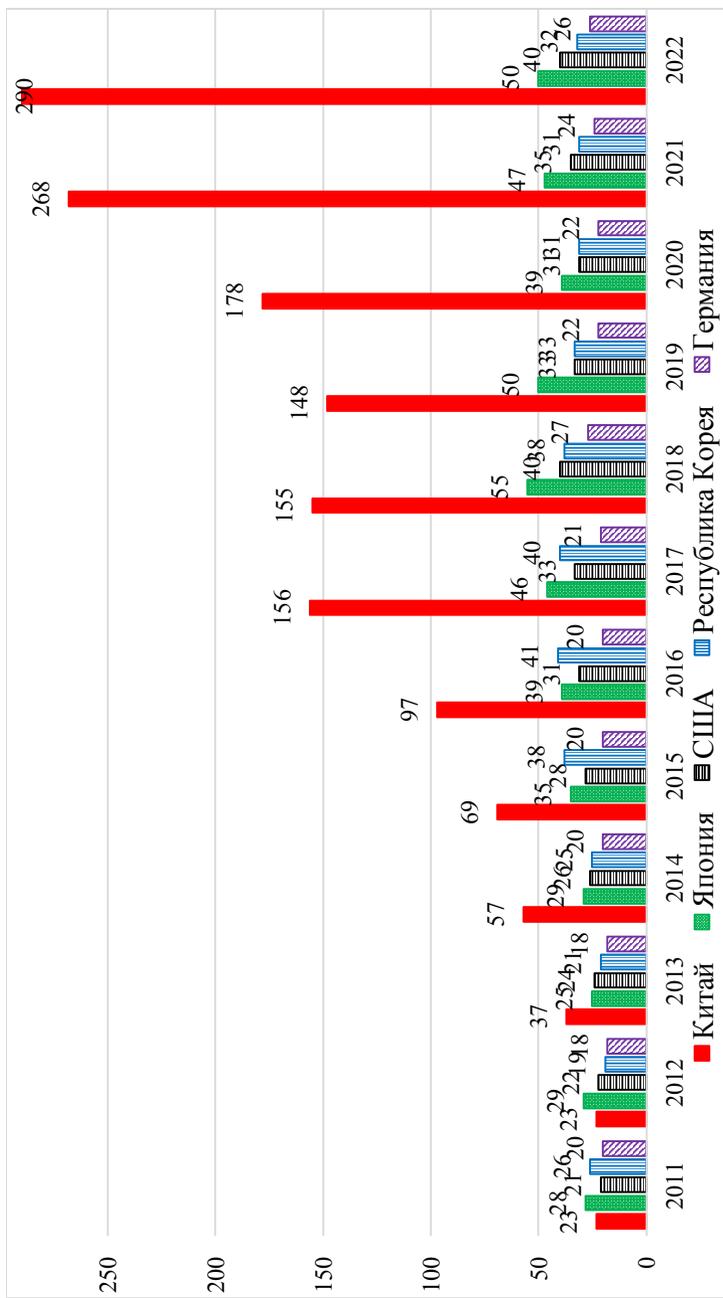


Рис. ПЗ. Число устанавливаемых промышленных роботов в год в мире в отдельных странах в 2011–2021 гг., тыс. шт.
 Источник: разработка автора по данным³

³ International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org/>. – Date of access: 25.10.2023.

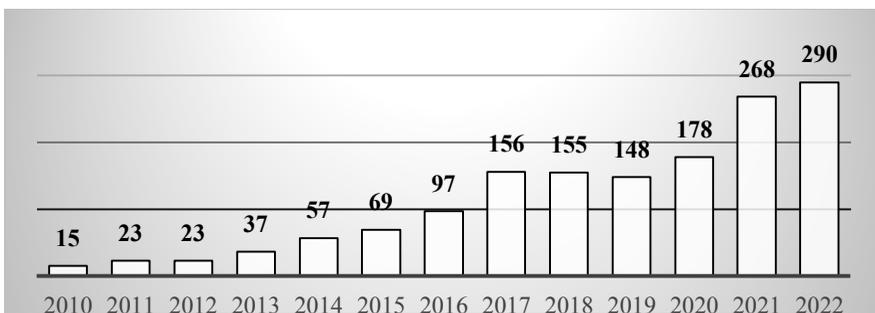


Рис. П4. Число ежегодно устанавливаемых роботов в Китае в 2010–2022 гг., тыс. шт.
Источник: разработка автора по данным⁴

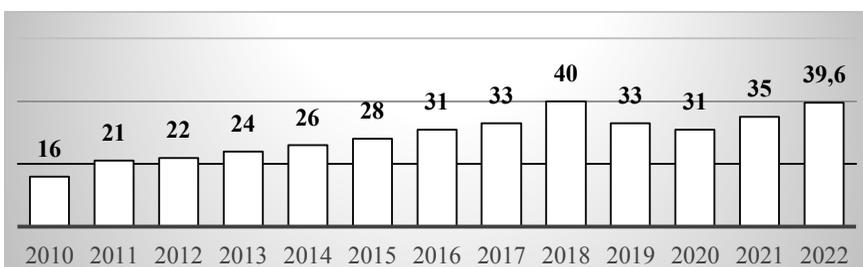


Рис. П5. Число ежегодно устанавливаемых роботов в США в 2010–2022 гг., тыс. шт.
Источник: разработка автора по данным⁵

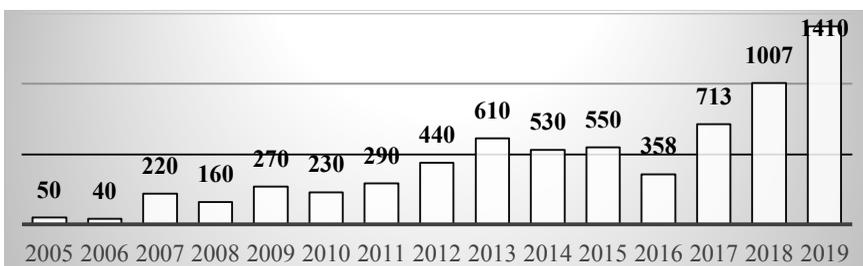


Рис. П6. Число ежегодно устанавливаемых роботов в России в 2005–2019 гг., шт.
Источник: разработка автора по данным⁶

⁴ International Federation of Robotics [Electronic resource]. – Mode of access: <https://ifr.org/>. – Date of access: 25.10.2023.

⁵ Ibid.

⁶ Перспективные направления применения робототехники в бизнесе / Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций ; Национальная Ассоциация участников рынка робототехники (НАУРР). – М., 2020. – 74 с.

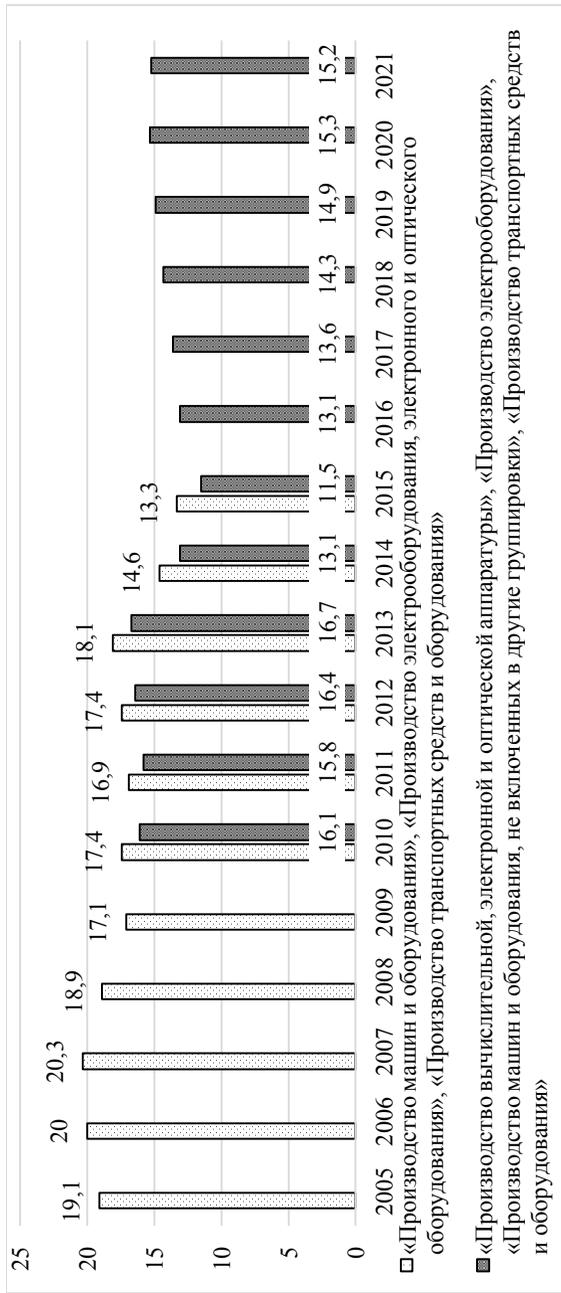


Рис. П7. Удельный вес машиностроения в общем объеме промышленного производства в 2005–2021 гг., в %
 Источник: разработка автора по данным⁷

⁷ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2012 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2012. – 715 с. – С. 342; Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2016 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2016. – 519 с. – С. 303–306; Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2018 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2018. – 490 с. – С. 268; Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 234.



Рис. П8. Удельный вес валовой добавленной стоимости в выпуске в машиностроении и обрабатывающей промышленности в 2016–2021 гг., в %
 Источник: разработка автора по данным⁸

⁸ Объем промышленного производства в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136967#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Валовая добавленная стоимость в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=211441#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Объем инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=156385#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

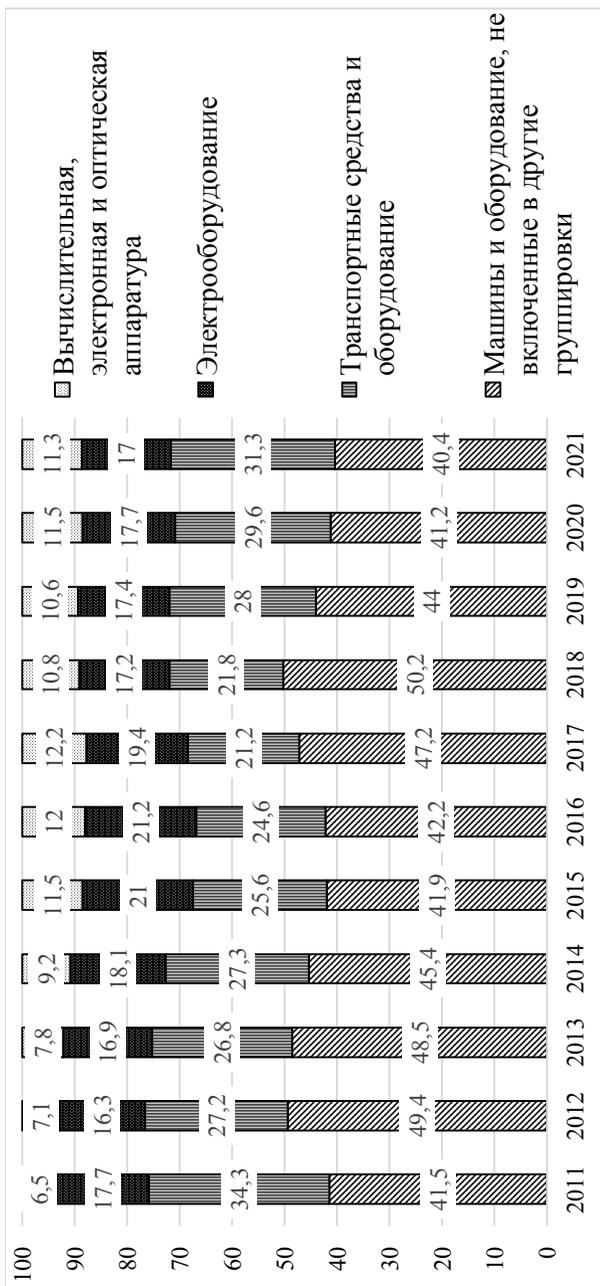


Рис. 19. Структура объема производства продукции машиностроения в 2011–2021 гг., %
 Источник: разработка автора по данным⁹

⁹ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2019 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.] – Минск, 2019. – 472 с. – С. 294–298; Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2021 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2021. – 407 с. – С. 243–247; Промышленность Республики Беларусь, 2022 : статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2022. – 44 с. – С. 34.

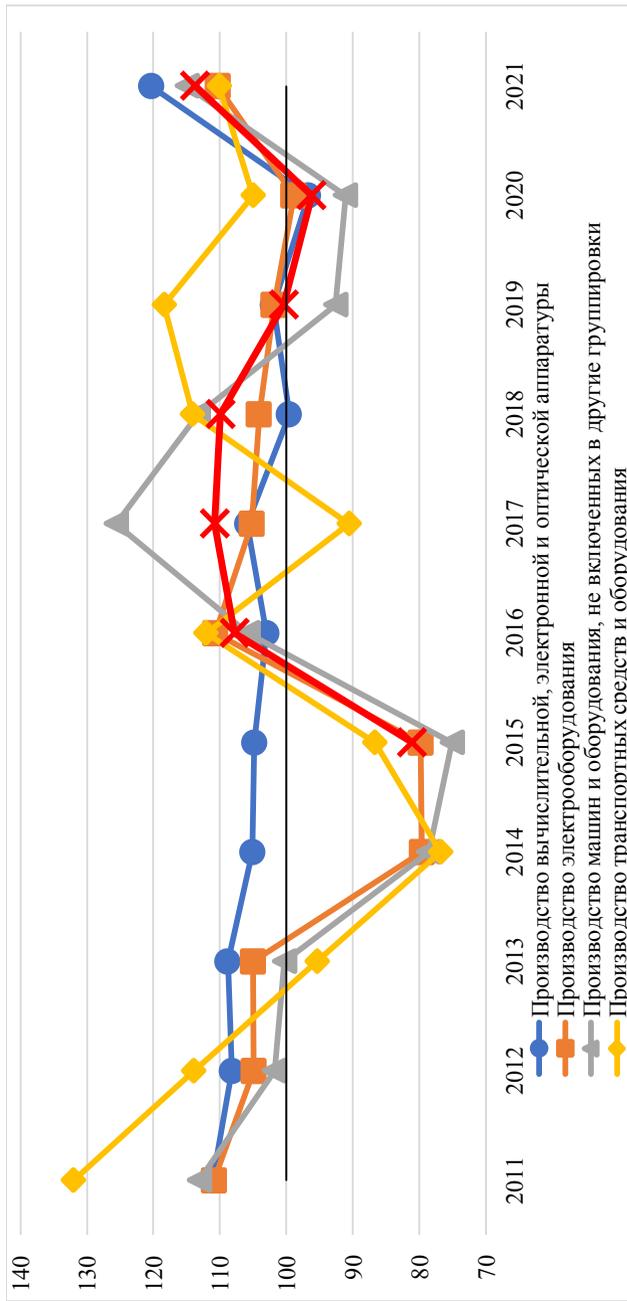


Рис. П10. Индексы промышленного производства в машиностроении в 2011–2021 гг., в %, предыдущий год = 100 %
 Источник: разработка автора по данным¹⁰

¹⁰ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2019 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Мелведева [и др.]. – Минск, 2019. – 472 с. – С. 294–298; Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2021 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Мелведева [и др.]. – Минск, 2021. – 407 с. – С. 243–247; Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Мелведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 216, 234.

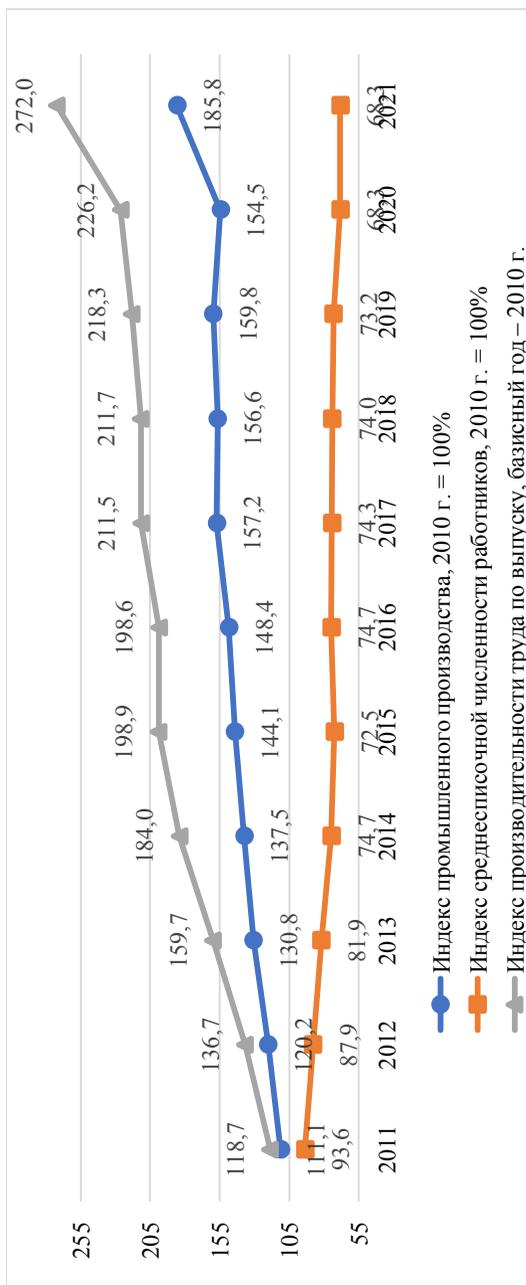


Рис. П11. Индексы промышленного производства, среднеспособной численности работников и производительности труда по выпуску в производстве вычислительной, электронной и оптической аппаратуры в 2011–2021 гг., %, 2010 г. = 100 %
 Источник: разработка автора по данным¹¹

¹¹ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2019 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2019. – 472 с. – С. 294–298; Численность и заработная плата работников Республики Беларусь в 2021 году : статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022. – 33 с.; Индекс промышленного производства в % к соответствующему периоду предыдущего года [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136993>. – Дата доступа: 11.08.2023.

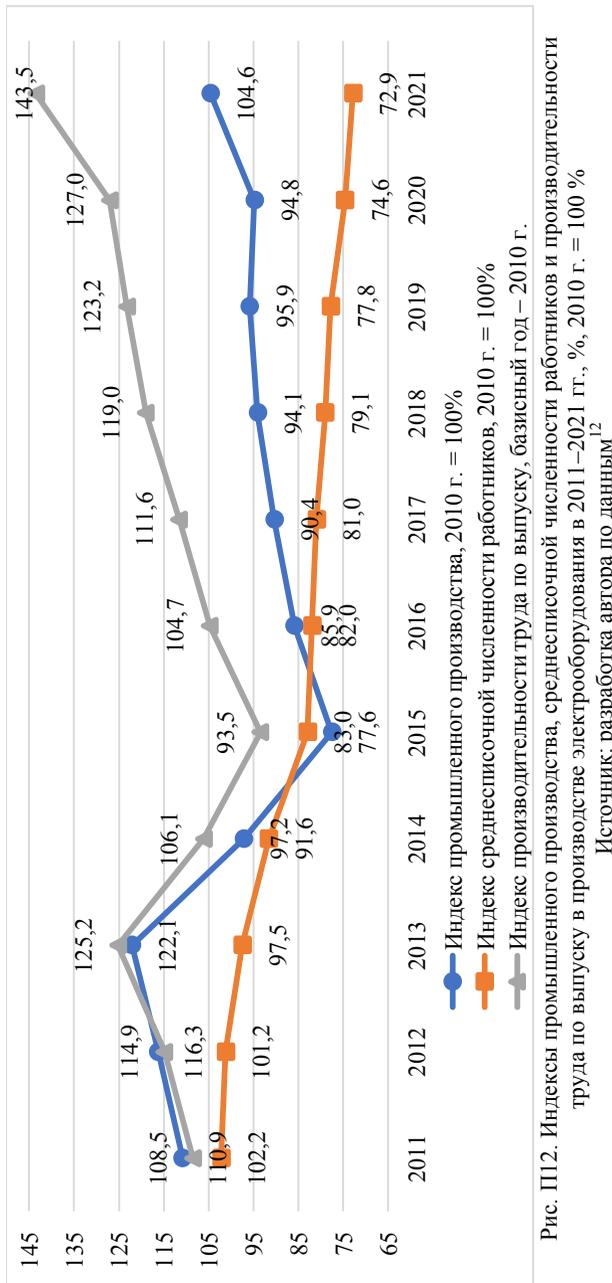


Рис. П12. Индексы промышленного производства, среднесписочной численности работников и производительности труда по выпуску в производстве, среднесписочной численности работников и производительности труда по выпуску в производстве в 2011–2021 гг., 2010 г. = 100 %
 Источник: разработка автора по данным¹²

¹² Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2019 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2019. – 472 с. – С. 294–298; Численность и заработная плата работников Республики Беларусь в 2021 году : статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022. – 33 с.; Индекс промышленного производства в % к соответствующему периоду предыдущего года [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136993>. – Дата доступа: 11.08.2023.

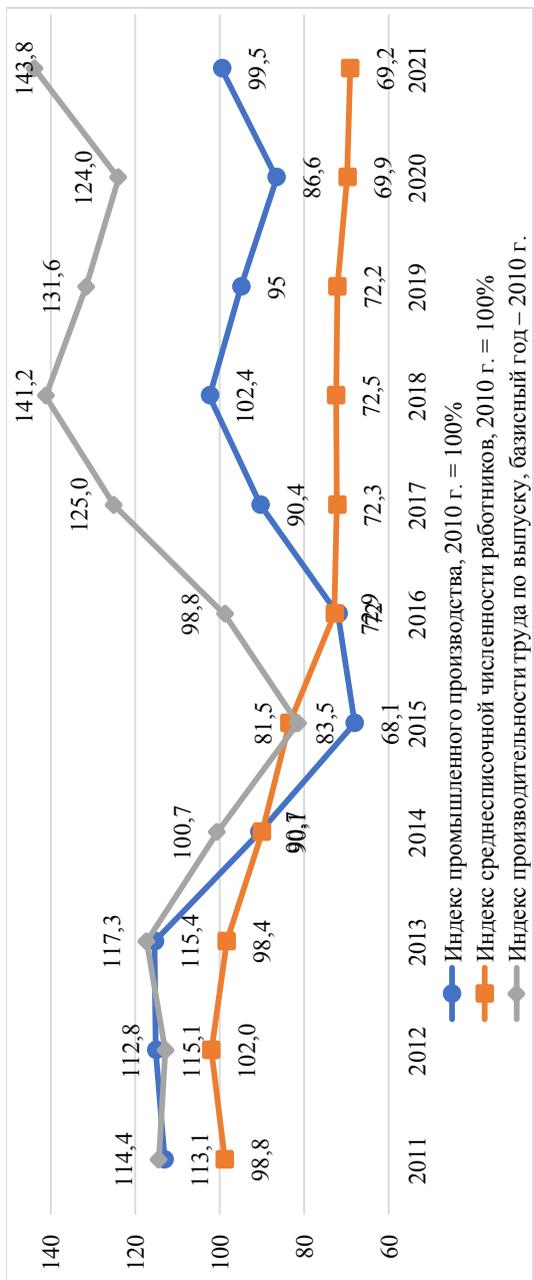


Рис. П13. Индексы промышленного производства, среднесписочной численности работников и производительности труда по выпуску в производстве машин и оборудования, не включенных в другие группировки, в 2011–2021 гг., %, 2010 г. = 100 %
 Источник: разработка автора по данным¹³

¹³ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2019 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2019. – 472 с. – С. 294–298; Численность и заработная плата работников Республики Беларусь в 2021 году : статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022. – 33 с.; Индекс промышленного производства в % к соответствующему периоду предыдущего года [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136993>. – Дата доступа: 11.08.2023.

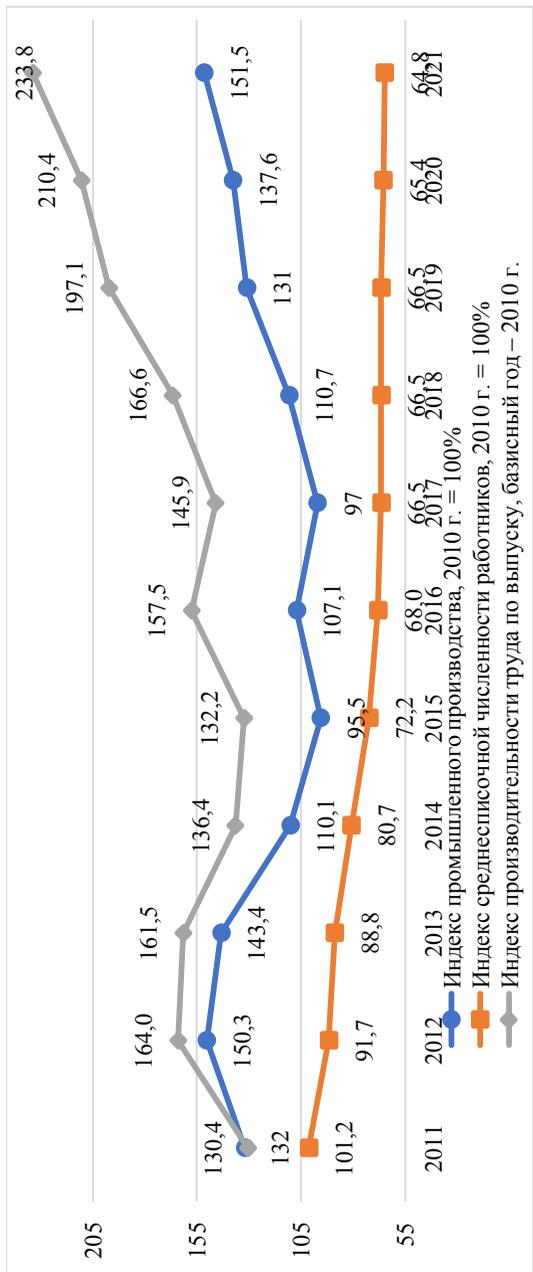


Рис. П14. Индексы промышленного производства, среднесписочной численности работников и производительности труда по выпуску в производстве транспортных средств и оборудования в 2011–2021 гг., %, 2010 г. = 100 %
 Источник: разработка автора по данным¹⁴

¹⁴ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2019 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь ; редкол.: И. В. Медведова [и др.]. – Минск, 2019. – 472 с. – С. 294–298; Численность и заработная плата работников Республики Беларусь в 2021 году : статистический бюллетень / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2022. – 33 с.; Индекс промышленного производства в % к соответствующему периоду предыдущего года [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136993>. – Дата доступа: 11.08.2023.

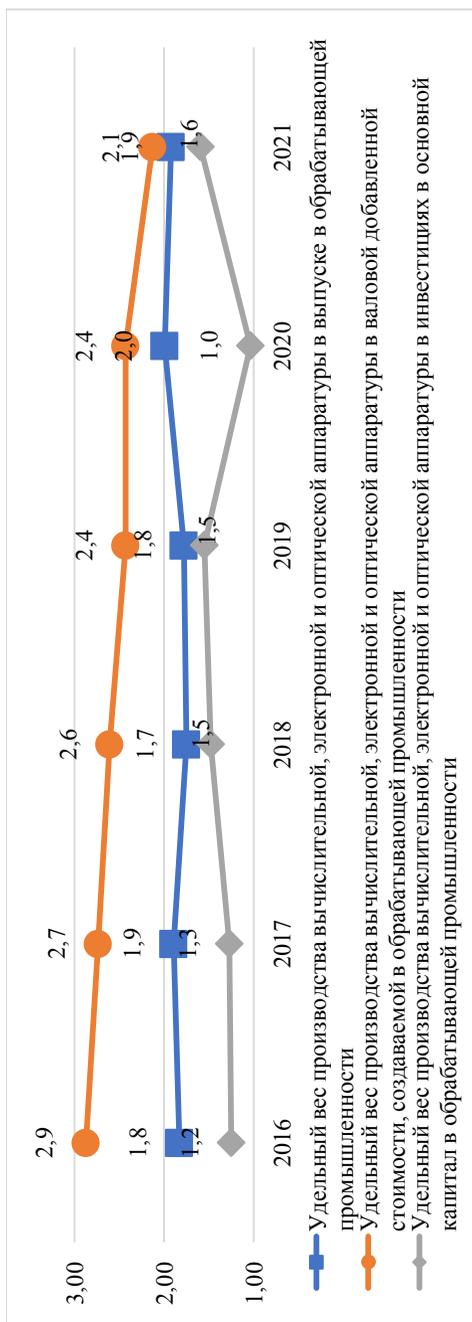


Рис. П15. Удельный вес производства вычислительной, электронной и оптической аппаратуры в обрабатывающей промышленности в 2016–2021 гг., %
 Источник: разработка автора по данным¹⁵

¹⁵ Объем промышленного производства в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136967#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Валовая добавленная стоимость в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=211441#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Объем инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=156385#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

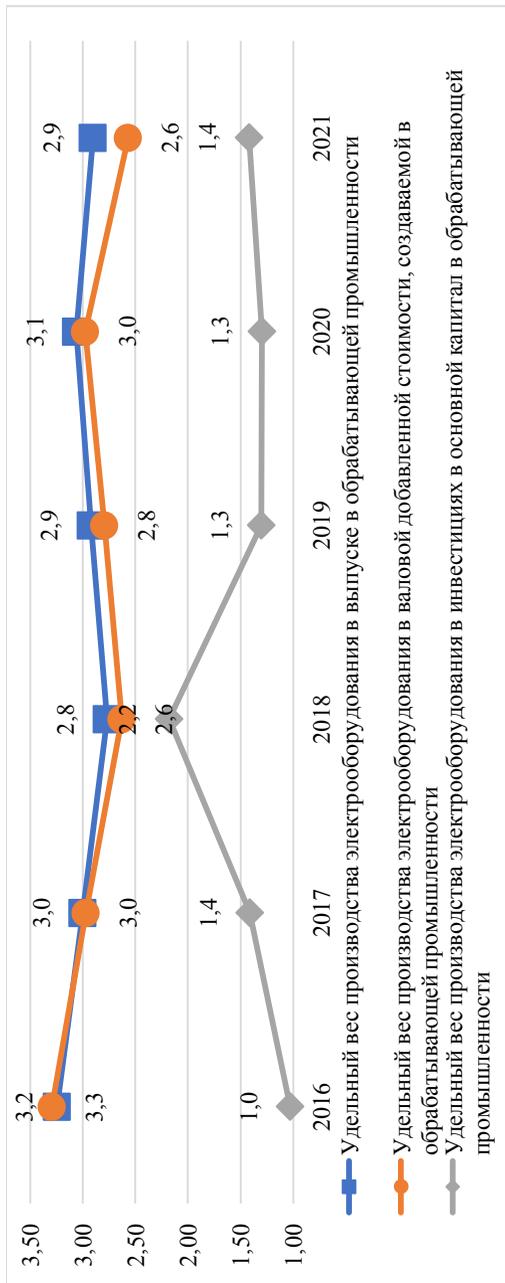


Рис. П16. Удельный вес производства электрооборудования в обрабатывающей промышленности в 2016–2021 гг., %
 Источник: разработка автора по данным¹⁶

¹⁶ Объем промышленного производства в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136967#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Валовая добавленная стоимость в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=211441#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Объем инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=156385#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

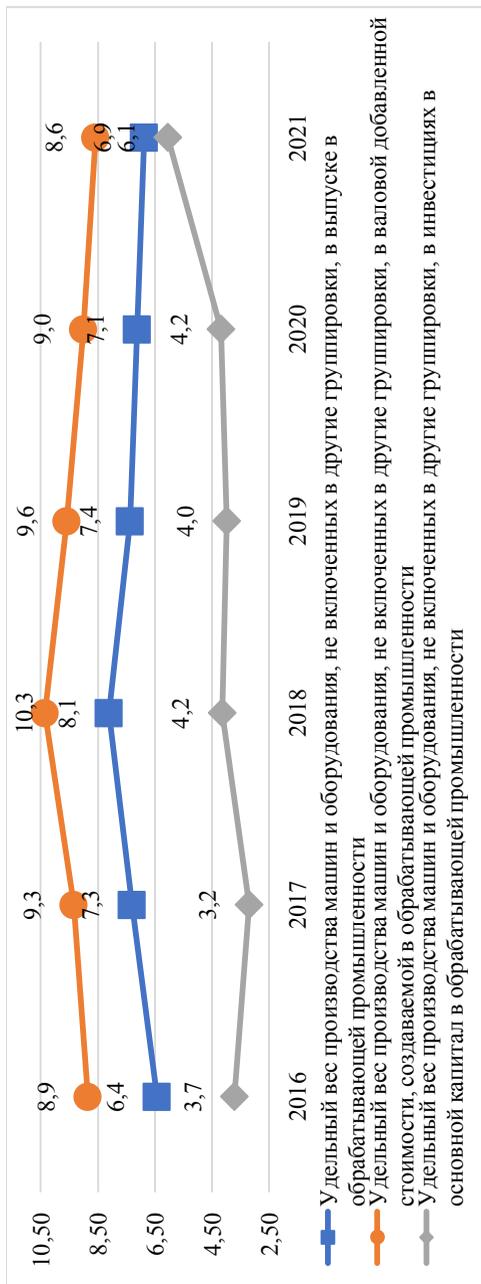


Рис. П17. Удельный вес произведенных машин и оборудования, не включенных в другие группировки, в обрабатывающей промышленности в 2016–2021 гг., %¹⁷
 Источник: разработка автора по данным¹⁷

¹⁷Объем промышленного производства в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136967#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Валовая добавленная стоимость в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=211441#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Объем инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=156385#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

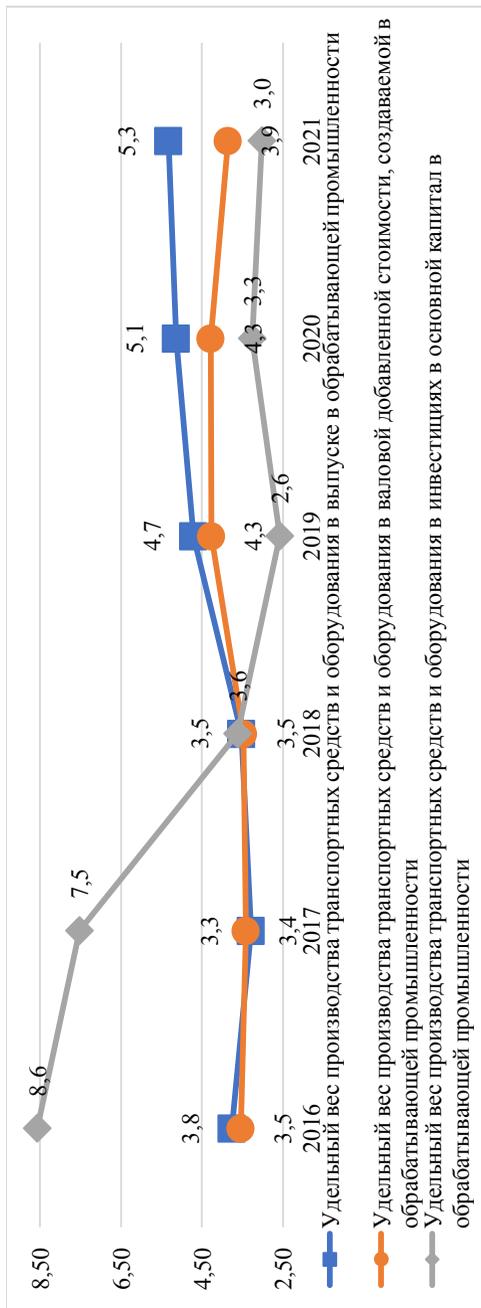


Рис. П18. Удельный вес производства транспортных средств и оборудования в обрабатывающей промышленности в 2016–2021 гг., %

Источник: разработка автора по данным¹⁸

¹⁸Объем промышленного производства в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=136967#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Валовая добавленная стоимость в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=211441#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Объем инвестиций в основной капитал [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=156385#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

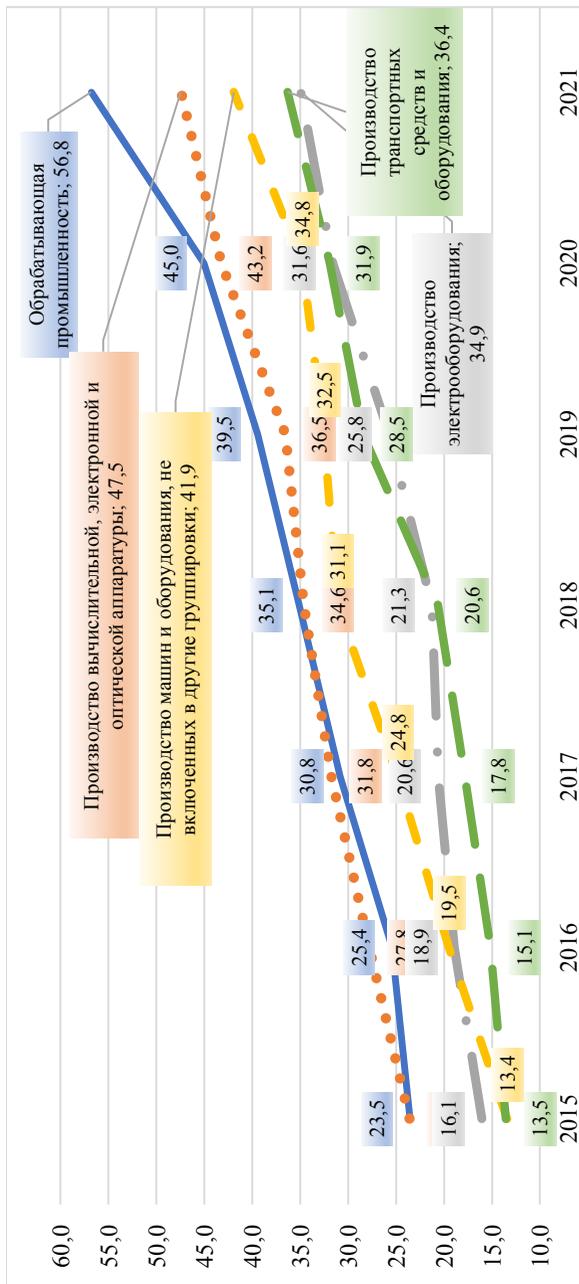


Рис. П19. Добавленная стоимость на одного среднесписочного работника в машиностроении в 2015–2021 гг., в текущих ценах, тыс. руб.

Источник: разработка автора по данным¹⁹

¹⁹ Валовая добавленная стоимость в текущих ценах [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://datportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=211441#>. – Дата доступа: 12.08.2023; Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Мелведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с.

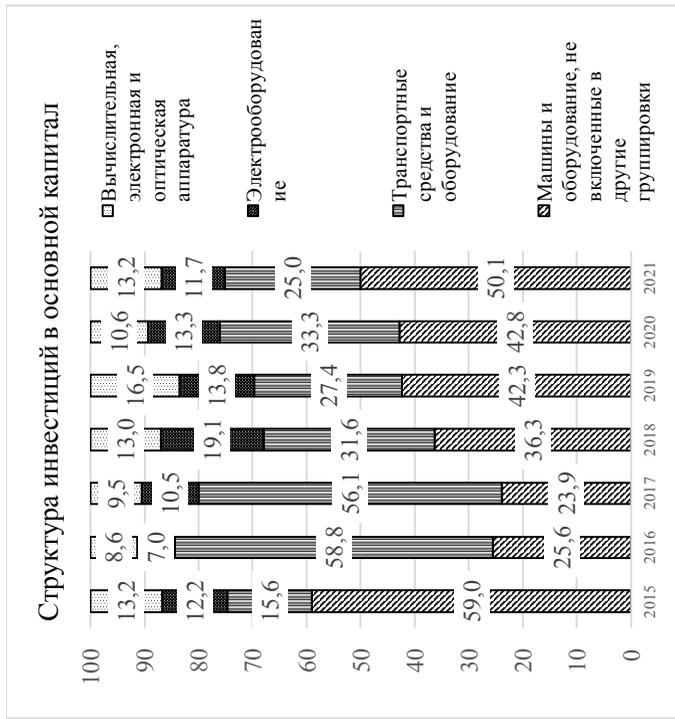
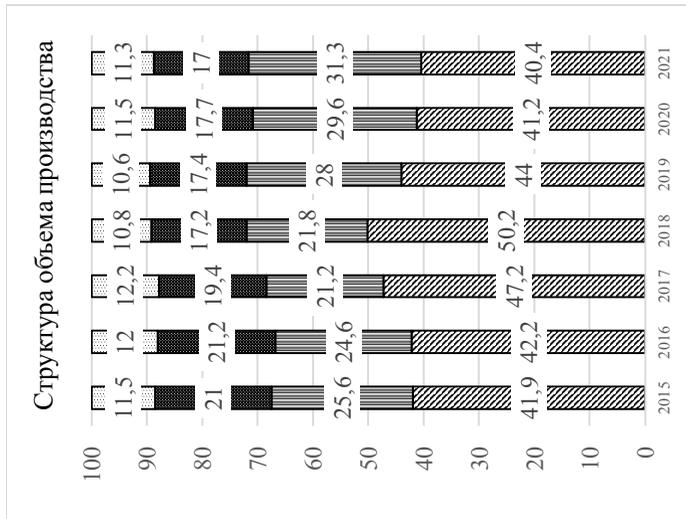


Рис. П20. Структура объема производства и инвестиций в основной капитал в машиностроении в 2015–2021 гг., %
 Источник: разработка автора по данным²⁰

²⁰ Статистический ежегодник. Республика Беларусь, 2022 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь; редкол.: И. В. Мелведева [и др.]. – Минск, 2022. – 374 с. – С. 248.

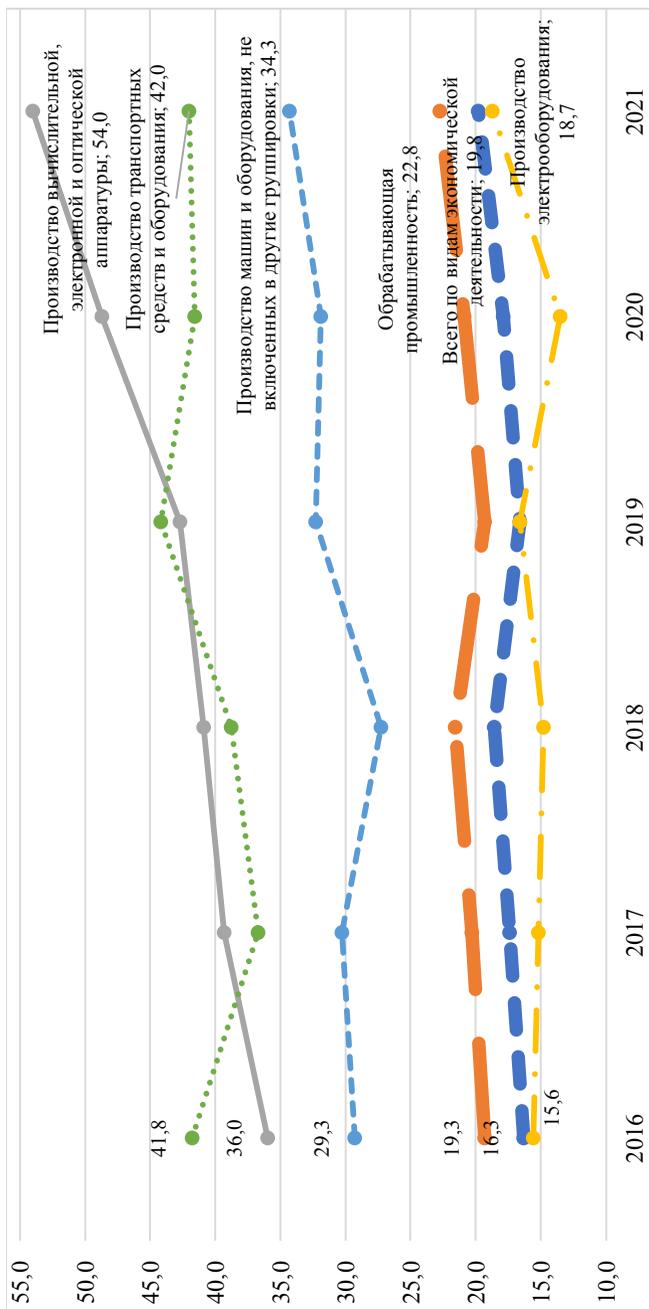


Рис. П21. Удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции в 2016–2021 гг., в %
 Источник: разработка автора по данным²¹

²¹ Удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции [Электронный ресурс] // Интерактивная информационно-аналитическая система распространения официальной информации Национального статистического комитета Республики Беларусь. – Минск. – Режим доступа <http://dataportal.belstat.gov.by/Indicators/Preview?key=148655#>. – Дата доступа: 12.08.2023.

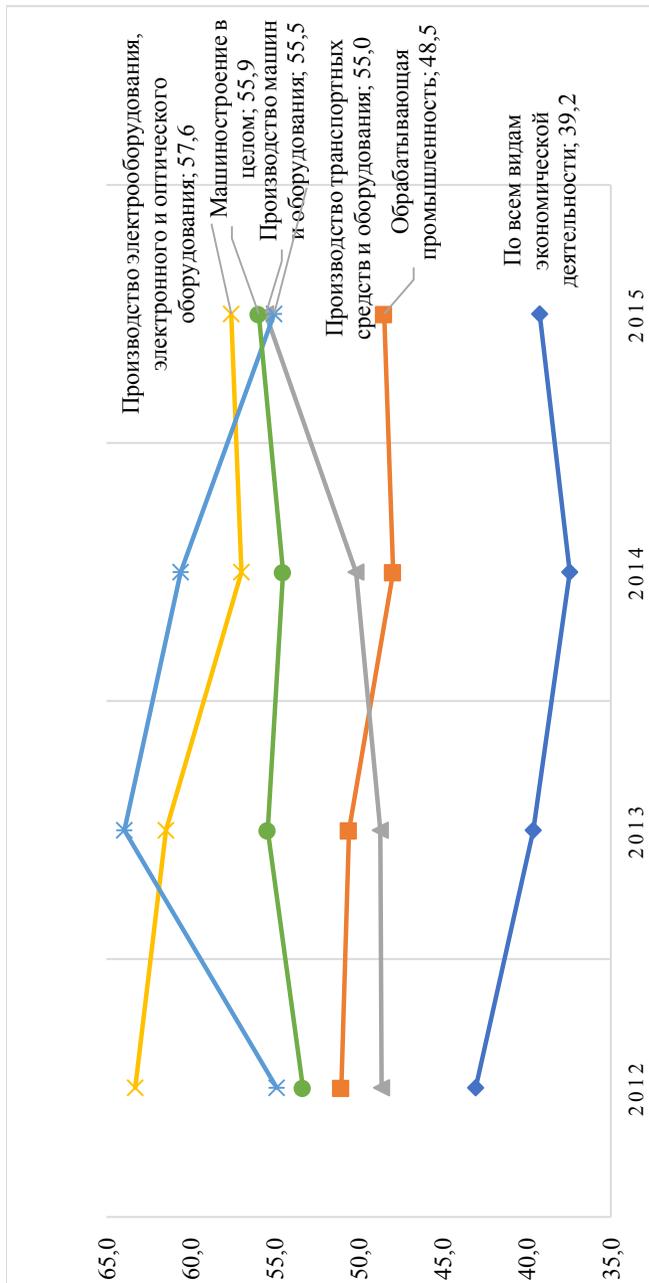


Рис. П22. Доля импорта в используемых товарах и услугах по видам экономической деятельности в 2012–2015 гг., %
 Источник: рассчитано автором по системе таблиц «Затраты – Выпуск»²²

²² Система таблиц «Затраты – Выпуск» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnyye-scheta/sistema-tablits-zatraty-vypusk>. – Дата доступа: 15.07.2023.

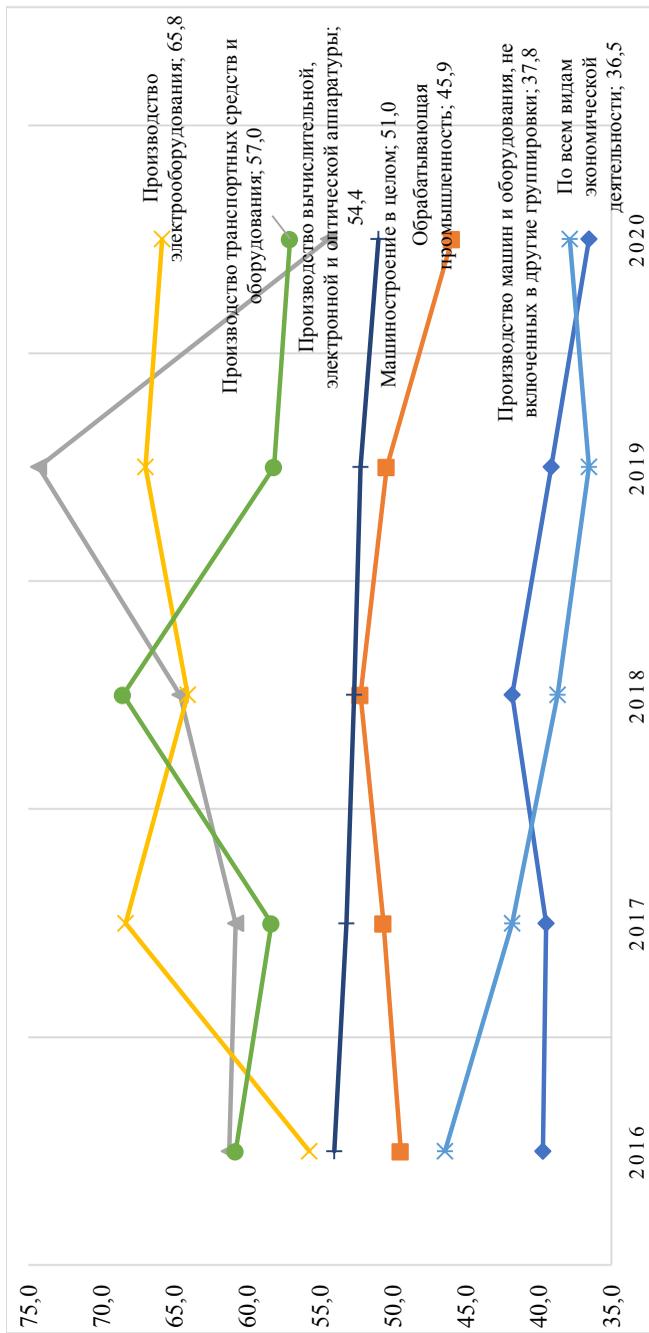


Рис. П23. Доля импорта в используемых товарах и услугах по видам экономической деятельности в 2016–2020 гг., %
 Источник: рассчитано автором по системе таблиц «Заплаты – Выпуск»²³

²³ Система таблиц «Заплаты – Выпуск» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnyye-scheta/sistema-tablits-zaplaty-vyupusk>. – Дата доступа: 15.07.2023.

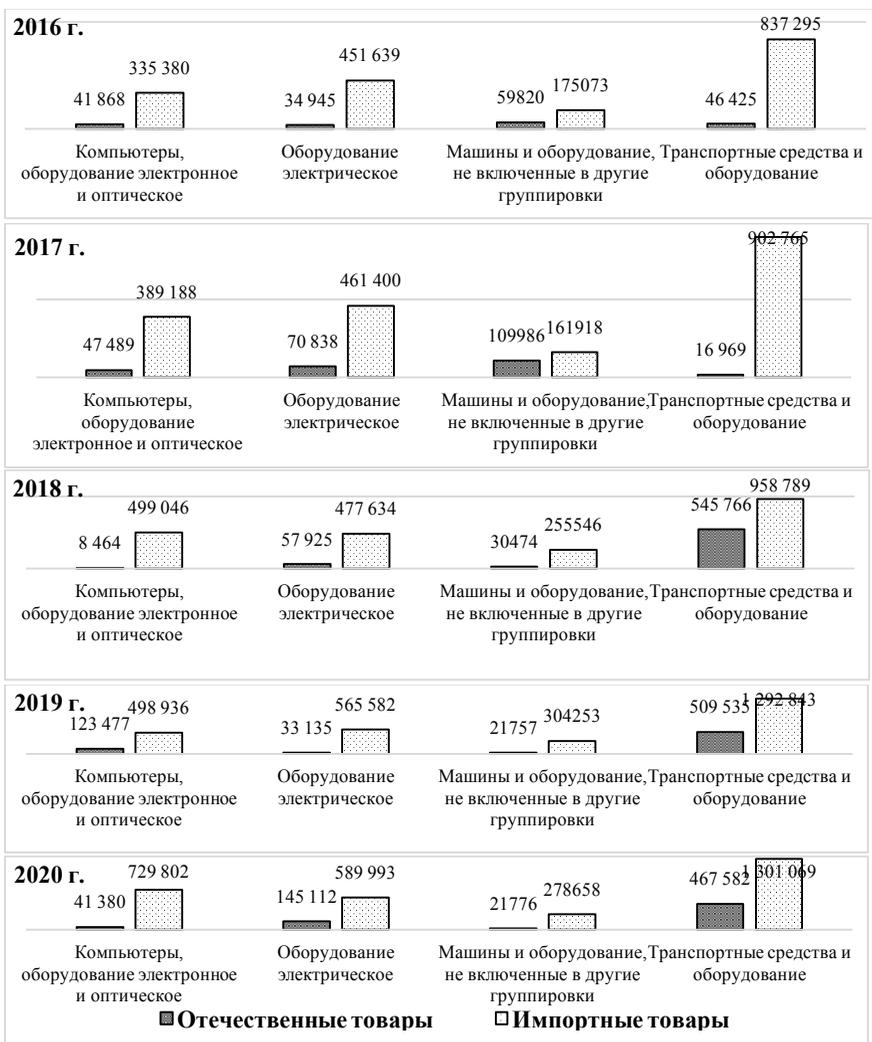
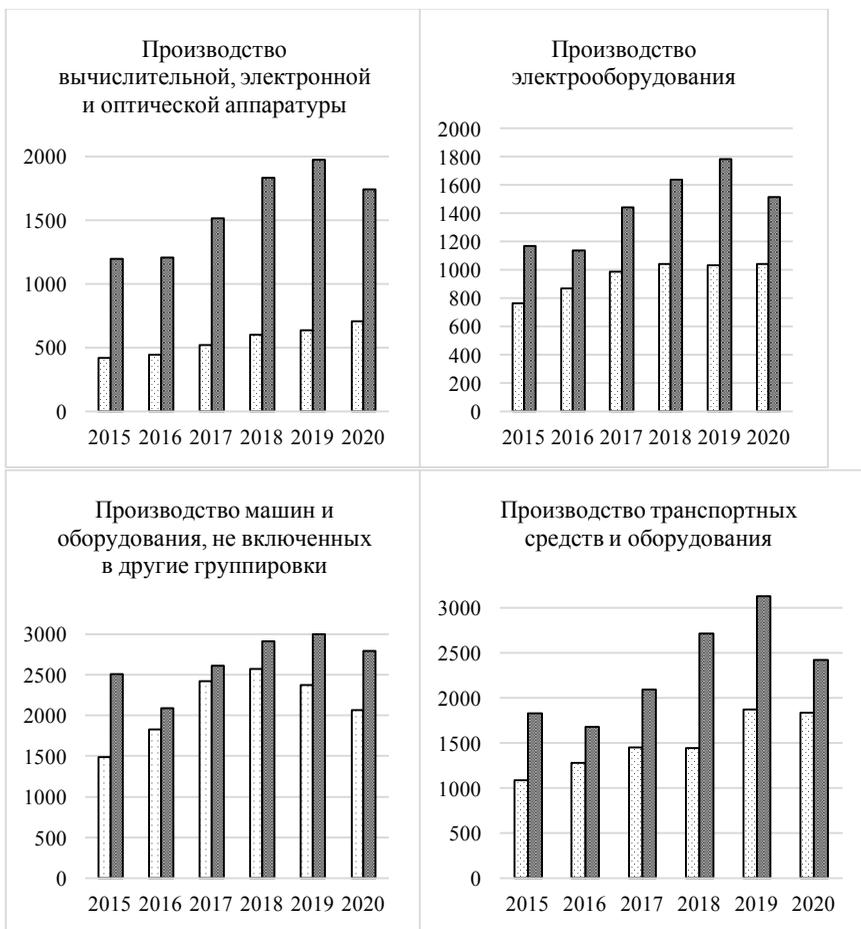


Рис. П24. Расходы домашних хозяйств на конечное потребление продукции машиностроения в 2016–2020 гг., тыс. руб.

Источник: разработка автора по данным²⁴

²⁴ Система таблиц «Затраты – Выпуск» [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnye-scheta/sistema-tablits-zatraty-vypusk>. – Дата доступа: 15.07.2023.



□ Экспорт продукции вида экономической деятельности

▨ Импорт продукции вида экономической деятельности

Рис. П25. Внешняя торговля товарами по видам экономической деятельности произведенной продукции в 2015–2020 гг., млн долл. США

Источник: разработка автора по данным²⁵

²⁵ Внешняя торговля Республики Беларусь : статистический сборник, 2018 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2018. – 373 с. – С. 45; Внешняя торговля Республики Беларусь : статистический сборник, 2021 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 203 с. – С. 35.

Научное издание

СЕРГИЕВИЧ Татьяна Владимировна

**ЭКОНОМИКА РОБОТИЗАЦИИ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Подписано в печать 20.12.2023. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 20,46. Уч.-изд. л. 19,98. Тираж 100. Заказ 1042.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.