

В обзорном аналитическом докладе «Робототехника: умный город, окружающая среда, демография и рынок труда» представлены примеры использования роботов и искусственного интеллекта для умных городов, сохранения окружающей среды, здравоохранения и промышленных предприятий.

Также проанализировано влияние робототехники на рынок труда и демографические тенденции как в России, так и в зарубежных странах. Отдельная глава доклада посвящена опыту правового регулирования робототехники в отдельных странах.

Издание снабжено инфографикой, иллюстрациями роботов. Для исследователей, популяризаторов робототехники, разработчиков роботов и их пользователей.

ISBN 978-5-6048564-0-6



9 785604 856406

РОБОТОТЕХНИКА УМНЫЙ ГОРОД, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, ДЕМОГРАФИЯ И РЫНОК ТРУДА

РОБОТОТЕХНИКА

УМНЫЙ ГОРОД, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА,
ДЕМОГРАФИЯ И РЫНОК ТРУДА



РОБОТОТЕХНИКА:
УМНЫЙ ГОРОД,
ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА,
ДЕМОГРАФИЯ
И РЫНОК ТРУДА

Лаборатория гуманитарных проектов
Москва
2022

УДК 681.51:004.8
ББК 32.816
Р 58

Серия «Новые технологии для будущего России и мира»

Робототехника: умный город, окружающая среда, демография и рынок труда / А.А. Атаманенко, Г.С. Беляков, К.В. Васильев, А.Ю. Марченко, А.Е. Шаповалов, И.М. Щербаков; под редакцией А.А. Горохова. — Москва: Лаборатория гуманитарных проектов, 2022. — 108 с., ил.

ISBN 978-5-6048564-0-6

В обзорном аналитическом докладе «Робототехника: умный город, окружающая среда, демография и рынок труда» представлены примеры использования роботов и искусственного интеллекта для умных городов, сохранения окружающей среды, здравоохранения и промышленных предприятий. Также проанализировано влияние робототехники на рынок труда и демографические тенденции как в России, так и в зарубежных странах. Отдельная глава доклада посвящена опыту правового регулирования робототехники в отдельных странах. Издание снабжено инфографикой, иллюстрациями роботов.

Для исследователей, популяризаторов робототехники, разработчиков роботов и их пользователей.

УДК 681.51:004.8
ББК 32.816

ISBN 978-5-6048564-0-6

© АНО «Лаборатория гуманитарных проектов», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава I. РОБОТОТЕХНИКА И УМНЫЙ ГОРОД	13
Что такое умный город?	13
Роботы для умных городов	14
Роботы для городской среды	15
Роботы для безопасного города	19
Роботы для цифрового городского управления	21
Перспективы развития умных городов с помощью роботов: выводы	23
Глава II. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УМНЫХ ГОРОДАХ.	25
Умные города в условиях «зеленого перехода»	26
Платформенные решения в умных городах	29
Способы управления экологическими рисками в умных городах	31
Примеры	33
Искусственный интеллект в умных городах: выводы	34
Глава III. РОБОТОТЕХНИКА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА ..	37
Глобальные экологические проблемы и робототехника	37
Риски для окружающей среды при производстве и эксплуатации роботов	39
Применение роботов с целью спасения окружающей среды .	42
Робототехника и окружающая среда: выводы	52
Глава IV. РОБОТОТЕХНИКА И ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ	55
Краткий анализ демографической ситуации в России и мире	55
Социально-экономические и демографические последствия роботизации	56

ОГЛАВЛЕНИЕ

Применение роботов в здравоохранении	58
Робототехника и демография: выводы	62
Глава V. РОБОТОТЕХНИКА И РЫНОК ТРУДА	65
Тенденции на рынке труда в России и мире	65
Экономические последствия иммиграции в России и мире .	67
Роботизация в промышленности	68
Влияние роботизации на рынок труда	73
Роботизация и рынок труда: выводы	76
Глава VI. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ	
РОБОТОТЕХНИКИ	79
Юридические подходы к определению понятия «робот»	81
Общий обзор регулирования робототехники	82
Правовое регулирование робототехники: выводы	92
Ссылки на источники иллюстраций	94
Примечания	96
Авторы	106

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий доклад является результатом проведенного исследования коллективом авторов, которые рассмотрели процесс развития робототехники сквозь призму социально-экономических тенденций в России и мире.

Исследование состоит из шести глав.

Робототехника и умный город. В данной главе авторы рассмотрели градостроительную концепцию «Умный город» как с позиции отечественных исследователей и официальных документов, так и с позиции зарубежной практики. Также проведен обзор использования роботов для умных городов по следующим направлениям: городская среда, безопасный город, цифровое городское управление.

Искусственный интеллект в умных городах. В этой главе рассмотрены цифровые решения, которые применяются в умных городах для управления рисками в условиях «зеленого перехода».

Робототехника и окружающая среда. Глава посвящена изучению практик применения робототехники, направленных на сохранение окружающей среды. Проанализированы роботы, которые занимаются уборкой и сортировкой мусора, очисткой водоемов, мониторингом биоразнообразия, точным земледелием, обслуживанием и ремонтом инфраструктуры.

Робототехника и демографические процессы. В данной главе рассмотрены новейшие технологии в области здравоохранения, которые нивелируют негативные тренды в демографических процессах. Авторы считают, что роботизация в медицине может привести к повышению средней продолжительности жизни и трудоспособного возраста, а также вернуть на рынок труда людей с ограниченными физическими возможностями.

Робототехника и рынок труда. Глава посвящена анализу способов решения проблемы старения рабочей силы, а также сохранения темпов роста экономики в будущем. Авторы доказывают, что ставка на низкоквалифицированную рабочую силу является проигрышной, что ведет к еще большому отставанию от ведущих экономик мира, которые уже сделали свой выбор в пользу роботизации. Особое внимание уделено темпам роботизации в промышленности, а также позитивным и негативным последствиям вытеснения человека с монотонной работы.

Правовое регулирование робототехники. В главе представлен обзор нормативного регулирования робототехники в России, ЕС, США, Китае, Японии, Южной Корее и Великобритании.

Прежде чем перейти к результатам исследования поясним понятие «робототехника». Изначально понятия «робототехника», «робот» являлись предметом литературных дискуссий писателей-фантастов. Например, в 1940–1950-х гг. американский писатель Айзек Азимов в серии своих рассказов, собранных в единое издание под названием «Я, робот»¹, описал проблематику социальных и этических последствий создания роботов для человечества. Американский экономист Пол Кругман определяет роботов как «любой объект, который использует технологии для выполнения работы, которую до этого выполняли люди»². Кроме того, аналитики Лаборатории робототехники Сбербанка под руководством Альберта Ефимова выдвигают другой подход на возникновение данного понятия. Они утверждают, что термин «робот» возник в 1921 г., «когда чешский писатель Карел Чапек впервые употребил это слово в своей пьесе «Р.У.Р.» («Россумские универсальные роботы»)»³. Таким образом, следует констатировать, что общепринятого на сегодняшний день понятия «робот» / «робототехника» нет. Как следствие, и на законодательном уровне в России нет единого определения. В «Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года»⁴,

которая утверждена распоряжением Правительства РФ, констатируется, что нет однозначного понимания содержания терминов «искусственный интеллект», «робот», «умный робот», «робототехника», «интеллектуальный агент». Из этой ситуации государственный регулятор предлагает выйти формулированием разных определений в зависимости от отрасли применения технологий искусственного интеллекта и робототехники, а также предлагает, по возможности, избегать внедрения в законодательство РФ единого для всех отраслей нормативного определения указанных терминов. В то же время в национальном стандарте РФ «Роботы и робототехнические устройства», идентичном одноименному международному стандарту, понятию «робот» дается следующее определение: «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»⁵. В рамках настоящего исследования мы будем придерживаться данного определения. Тем более именно оно используется и Международной федерацией робототехники (International Federation of Robotics, IFR), являющейся профессиональной некоммерческой организацией, занимающейся вопросами развития робототехники⁶. Здесь мы можем выделить несколько характеристик роботов, которые фиксируют специалисты IFR. Во-первых, роботы наделены определенной долей независимости от человека. Во-вторых, все те действия, которые совершают роботы, подчинены программным механизмам, заложенным в них также человеком. В качестве примера можно привести деятельность роботов на автомобильном конвейере, которые самостоятельно монтируют отдельные корпусные детали по заранее заведенной программе.

Немаловажной составляющей теоретической концептуализации феномена робототехники является существующая сегодня классификация роботов по специфике их технологической работы. Специалисты аналитического

отдела ГПБ Инвестиции утверждают, что на сегодняшний день следует подразделять роботов по следующим направлениям:

- промышленные роботы (деятельность в специализированных направлениях индустрии определенного государства);
- коллаборативные роботы (роботы, оснащенные датчиками и сенсорами, позволяющими человеку работать совместно с роботом в одной зоне);
- сервисная робототехника (роботы различного функционального назначения, связанные с социальной жизнью человека);
- инфраструктура: инжиниринг, программное обеспечение и так далее (обеспечение таких видов деятельности как пусконаладочные работы, обслуживание, модернизация и обновление).

Чтобы понять темпы и масштабы роботизации в мире отметим, что по данным от IFR⁷, с 2010 по 2020 г. троекратно увеличилось число промышленных роботов на планете, с 1 059 тыс. до 3 015 тыс. При этом 71% всех установленных промышленных роботов в мире за 2020 год приходится на Китай, это наибольший показатель в истории, установленный только для одной страны⁸.

В процентном соотношении промышленные роботы занимают ведущее место с показателем 33,66%, на втором месте идет сервисная робототехника B2B (между компаниями) — 27,32%, третье место занимают инфраструктурные роботы — 23,54%⁹.

Авторы считают важной задачу проанализировать конъюнктуру рынка робототехники сегодня, а также выделить лидеров данной отрасли. По данным компании «Альфа Инжиниринг»¹⁰, на сегодняшний день существуют следующие мировые центры производства роботов: Япония (FANUC, KAWASAKI, MOTOMAN (YASKAWA), OTC DAIHEN, PANASONIC), Соединенные Штаты Америки (KC ROBOTICS, TRITON MANUFACTURING, KAMAN CORPORATION), Германия — Китай (KUKA), Швеция — Швейцария (ABB). При этом

китайская компания Midea Group приобрела немецкого производителя роботов компанию KUKA, консолидировав в 2016 г. 94,55% акций KUKA.

Состояние рынка робототехники в России неоднозначно. С одной стороны, согласно отчету IFR к январю 2020 г.¹¹, **Россия занимает долю в 0,25% глобального рынка по установленным образцам промышленных роботов.** С другой стороны, Россия по итогам 2019 г., согласно данным также IFR¹², заняла второе место по производству сервисных роботов. В России имеется 73 компании — производителя сервисных роботов, больше только у США — 223. Как отмечает журналист Ирина Алпатова: *«Мы производим роботов-помощников, курьеров, навигаторов. Также Россия успешно делает роботизированные протезы — например, кибернетические руки»*¹³. В качестве примера отечественных решений в этой сфере можно привести тестирование и использование роботов-курьеров компанией «Яндекс»¹⁴.

Тем не менее существует ряд проблем, отмечаемых основателем EVO Avatar и TECHNORED Артёмом Лукиным¹⁵, характерных для отечественного рынка робототехники.

Во-первых, низкий уровень заработной платы и долгие сроки окупаемости продуктов компаний (около трех лет).

Во-вторых, технологическое и инновационное отставание в данной отрасли. Это объясняется тем, что, когда в 1980-х на производствах развитых стран стали появляться промышленные роботы, в России заводы закрывались. Первый цикл роботизации страна пропустила, и в дальнейшем автоматизации также не было уделено должного внимания.

В-третьих, нехватка специализированных кадров. По данным Национальной ассоциации участников рынка робототехники (НАУРР), нехватка специалистов по обслуживанию робототехники составляет порядка 19 тыс. человек. К 2025 г. цифра может вырасти до 40 тыс., а к 2030 г. — до 66 тыс.¹⁶

Без решения вышеуказанных проблем России будет сложно встать в число мировых лидеров робототехники. При этом решение проблем возможно, если будет консоли-

ВВЕДЕНИЕ

дача усилий бизнеса, государства, гражданского общества, образовательных и научных центров. Также необходимо поддерживать и развивать инновационный климат в стране, в отдельных компаниях, учебных и научных заведениях.

Доклад был презентован на международной научной конференции «Искусственный интеллект и робототехника: перспективы развития и будущее человечества» (24–25 июня 2022 г.).

Авторы исследования выражают благодарность всем участникам конференции за конструктивное обсуждение доклада. Отдельная благодарность Петру Королёву, Юлии Берг (Афанасьевой), Салтанат Рахимбековой и Артуру Аванесову за идеи и предложения, которые были использованы для написания итоговой версии настоящего доклада.

**Доклад издан при поддержке
АНО «Лаборатория гуманитарных проектов»**



и ООО «Клинспейс Роботикс» (участник «Сколково»)



РОБОТОТЕХНИКА ДЛЯ УМНЫХ ГОРОДОВ

ГОРОДСКАЯ СРЕДА

CLEANSPACE ROBOTICS



Робот-уборщик
Clean Space Robotics



Робот-уборщик
Verdroid



Робототехнический
комплекс P-200



Робот-кладовщик
Stretch



Кибер-кафетерий
Дуняша



Робот Робин

БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД



Роботы-охранники
серии «Трал Патруль»



Робот-полицейский
Xavier



Робот-солдат
REX MK II

ЦИФРОВОЕ ГОРОДСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ



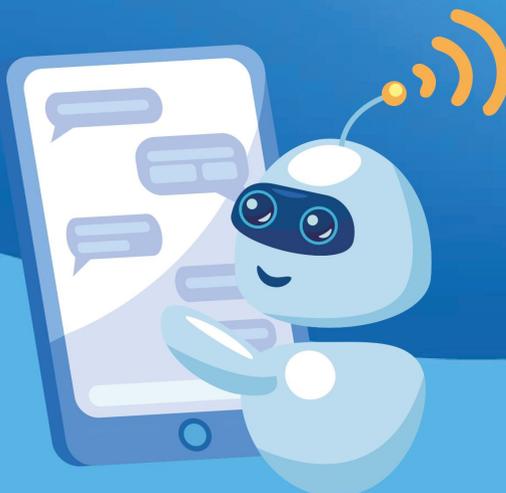
Робот Вера



Роботизированная
цифровая система
"Цифровой двойник"



ERP-платформа
«Мос.Облако»



ГЛАВА I

РОБОТОТЕХНИКА И УМНЫЙ ГОРОД

Что такое умный город?

Существуют разные дефиниции понятия «умный город». Приведем несколько таких определений.

Во-первых, официальное определение, которое сформулировано в Концепции проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город» и утверждено Приказом Минстроя России от 25 декабря 2020 г.¹⁷ В данной концепции умный город определяется следующим образом — это подход к развитию города, использующего цифровые инструменты для повышения уровня жизни, качества услуг и эффективности управления при обязательном удовлетворении потребностей настоящего и будущих поколений во всех актуальных аспектах жизни. Умный город характеризуют функционирующие высокоинтеллектуальные интегрированные системы по следующим направлениям: городская среда, безопасный город, цифровое городское управление, инвестиционный климат и благосостояние людей.

При этом для достижения статуса умного города ведется оценка хода и эффективности цифровой трансформации городского хозяйства (индекс «IQ городов», разработанный представителями министерства совместно со специалистами Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова¹⁸).

Во-вторых, определение, которое предлагают отечественные исследователи Ольга Акимова, Сергей Волков и Анна Хрысева. Умный город они предлагают рассматривать как «единение инженерной и социальной инфраструктуры,

повышающей интеллектуальную мобильность жителей и обеспечивающей интеллектуальное управление территориальной единицы, способствующее наращиванию социального капитала и активному использованию качественных и количественных инструментов роста производительности человеческого капитала и инновационных разработок»¹⁹.

В-третьих, также можно привести определение от Анны Веселовой, Анны Хацкелевич и Ларисы Ежовой, которые считают, что умный город — это эффективное использование ресурсов всеми участниками городской жизни, тем самым обеспечивая им комфортную, безопасную и экологичную среду проживания²⁰.

И, в-четвертых, компания IBM определяет умный город как «систему систем», когда деятельность всех ведомств скоординирована, вся информация стекается в один центр, и работа с информацией, доступная всем ведомствам, позволяет оптимизировать их функционирование»²¹.

На основе разных определений можно сделать вывод, что умный город — это градостроительная концепция, объединяющая различные аспекты общественной и гражданской жизни граждан под эгидой человекоцентричного (ориентированного на потребности и нужды людей) использования новейших достижений в области робототехники, искусственного интеллекта и цифровых технологий. Исходя из данного определения, мы считаем, что количество самых разнообразных роботов в умных городах будет только увеличиваться.

Роботы для умных городов

В настоящем исследовании авторы предлагают рассмотреть различные примеры использования роботов по направлениям, которые в итоге и формируют умный город, а именно: городская среда, безопасный город, цифровое городское управление.

Роботы для городской среды

Городская среда создается человеком и для человека, но роботы могут создать более комфортные условия для проживания, а также взять ряд функций, которые позволят сэкономить трудовые и энергетические ресурсы и способствовать улучшению экологической ситуации в городах. Также все чаще передаются роботам физически трудные и вредные для здоровья человека задачи, повышая безопасность и эффективность работы городских служб.

Приведем несколько примеров использования роботов для более комфортной городской среды.



Робот-уборщик от компании Clean Space Robotics

Clean Space Robotics. Обратим внимание на роботов-уборщиков, которых планирует производить компания Clean Space Robotics (участник «Сколково», отечественный стартап). Принципиальное отличие данного робота в том, что изначально он создается для умного города. Еще несколько важных отличительных черт роботов-уборщиков компании: они способны создавать «цифрового двойника» территории заказчика, выполнять функции подвижного комплекса для осуществления видеонаблюдения (функция для служб безопасности).

Одно из преимуществ автономных электрических роботов-уборщиков состоит в том, что они не потребляют дизельное топливо. А по оценкам компании Trombica, за год уборочные машины по всему миру выделяют более 3 млн тонн CO₂²². Использование роботов позволяет осуществлять уборку городов не только качественно, но и более экологично и энергоэффективно — создавая более комфортную городскую среду.



Робот-уборщик Vedroid

Также все активнее используются роботы и при уборке общественных помещений в городах. Российская компания **ООО МИП «Автономные технологии»**²³ из Якутска создала три поколения **роботов-уборщиков Vedroid**²⁴. Данные роботы-уборщики рассчитаны на влажную и сухую уборку прямых горизонтальных полов (линолеум, плитка, наливные полы, дерево и т.д.) с дезинфекцией полов в формате полного цикла. Роботы имеют два уровня решения оперативных задач: первый — навигация и ориентирование в пространстве за счет микрокомпьютера Raspberry Pi; второй — передвижение и уборка за счет микроконтроллера Arduino. Международная презентация продукта якутских ученых прошла в аэропорту Нур-Султан (Астана, Казахстан) в 2019 г.²⁵ В 2020 г. РЖД подписали дорожную карту с ООО МИП «Автономные технологии» по внедрению роботов-уборщиков на станциях РЖД в Дальневосточном федеральном округе²⁶.



Робототехнический комплекс Р-200

Робототехнический комплекс Р-200. Российское научно-производственное объединение «ТАРИС»²⁷ с 1992 г. производит высокотехнологичные системы обследования и локального ремонта трубопроводов для нужд водоканалов и других предприятий России. Предприятие производит самоходные аналоговые и цифровые робототехнические комплексы, которые способны решать задачи не только по диагностике состояния трубопроводов, но и их локального ремонта с применением фрезерного робота и системы по установке внутренних бандажей для ликвидации утечек. Например, робототехнический комплекс Р-200 в Москве обследует водосточные трубы малого диаметра и другие труднодоступные для человека участки.

Также роботы в умных городах применяются для осуществления простейших функций: погрузчиков вещей и предметов на складах, продавцов в кафе, автоматизированных помощников для социальных учреждений. Тем самым роботы становятся значимым элементом цифровой городской среды. Приведем ряд примеров.



Робот-кладовщик Stretch

Робот-кладовщик Stretch²⁸ компании Boston Dynamics также является интересным примером робота, подходящего для создания умного города. Он представляет собой

всенаправленную мобильную базу, оснащенную манипулятором с присосками. Данный робот предназначен для работы в складских помещениях разной площади и внутреннего обустройства. По мнению создателей, главным преимуществом данного робота является мобильность при встраивании в существующую структуру того или иного складского помещения, что обеспечивает более эффективное исполнение своих функций по программе.



Кибер-кафетерий Дуняша

Российская компания «Промобот» в 2022 г. представила **кибер-кафетерий с роботом Дуняшей** на базе робота-компаньона Robo-C-2 с подвижным лицом, головой, шеей и функциональными руками. Робот-кассир Дуняша может предложить купить мороженое, газировку или кофе. Во время ожидания заказа робот способен поддержать разговор, обсудить новости или предложить сделать совместное селфи²⁹. Благодаря полной роботизации кафе может работать 24 часа в сутки, 7 дней в неделю.



Робот Робин

Еще один пример использования роботов для умного города — это **робот Робин** от армянской компании Exrrer

Technologies. Робот оказывает эмоциональную поддержку маленьким пациентам в больницах.

Роботы для безопасного города

В России известным производителем роботов-охранников является SMP Robotics, разработавшая колесного робота «Трал Патруль».



Роботы-охранники серии «Трал Патруль»

Роботы-охранники серии «*Трал Патруль*» способны автономно патрулировать охраняемую территорию по запрограммированному маршруту без какого-либо участия человека. Они могут быть интегрированы в существующие системы стационарного видеонаблюдения или работать автономно, передавая тревожные события на смартфоны контролирующих лиц³⁰. SMP Robotics поставило свыше 150 своих роботов в разные страны мира, они успешно эксплуатируются в США, Австралии, Италии, Германии, Люксембурге, Саудовской Аравии и Чили.



Робот-полицейский Xavier

*Робот-полицейский Xavier*³¹, запущенный в Сингапуре в период пандемии в 2021 г., обеспечивал порядок

на городских улицах района Тоа-Пайо. В рамках своих простейших функций робот предназначен, по задумке разработчиков, следить за тем, чтобы люди не курили в запрещенных зонах, правильно парковали велосипеды, не ездили по тротуарам, не занимались нелегальной торговлей, не собирались группами более пяти человек, что нарушает ковидные ограничения. Сингапур, как известно, является государством с одной из самых эффективных систем правопорядка в мире.

Безопасность умного города обеспечивается не только внутри границ, но и на внешнем контуре. В этой связи уже сегодня можно привести много интересных примеров применения роботов-солдат, реализующих разведывательные и оборонительные функции. Например, израильская компания Israel Aerospace в 2021 г. представила свою разработку полуавтоматического **робота-вездехода REX MK II**⁵². Робот оборудован системой датчиков, камерами наблюдения и вооружением для ведения ближнего боя. По своему функционалу REX MK II призван проводить разведывательные миссии, вывозить раненых солдат из зоны боевых действий, вести оборонительные бои. Отличительной чертой робота является то, что он имеет возможность, по желанию заказчика, управляться как с электронного планшета, так и самостоятельно (при помощи водителя).



Робот-солдат REX MK II

Как итог, аспект безопасности в рамках умного города является не менее важным, чем другие аспекты концепции, который следует учитывать при рассмотрении проблемы применения робототехнических решений в умном городе.

Роботы для цифрового городского управления

Роботизация процессов цифрового городского управления является еще одним аспектом реализации концепции «Умный город». В данном случае она способствует снижению уровня бюрократизации и «неповоротливости» системы городского управления на низовых уровнях, связанных с непосредственными нуждами простых граждан.



Робот Вера

Робот Вера³⁵, разработанный российским коллективом ученых под руководством Александра Ураксина для компании «Ростелеком», в своей технологической задумке пытается решить эту проблему. По мысли разработчиков, данный робот занимается простейшими вопросами занятости (обработка резюме, принятие звонков от потенциального работника, автоматизация процессов проведения консультаций с гражданами по вопросам занятости) и информационное сопровождение работников в их первых шагах адаптации на рабочем месте. Сбор аналитики и big data является побочным следствием функционирования робота, который обеспечивает обновление систем работы с будущими клиентами.

Роботизированная цифровая система **«Цифровой двойник»**, разработанный специалистами под эгидой Правительства Москвы, представляет собой фотограмметрическую модель Москвы (трехмерная модель города, созданная на основе фотографий, сделанных под разным углом). Основной целью данной системы является помощь в планировании развития города посредством мо-



Роботизированная цифровая система «Цифровой двойник»

делирования будущих решений в области архитектурной застройки мегаполиса или создания новой социальной инфраструктуры³⁴. Данный проект был представлен в 2022 г. на ежегодной конференции «Цифровая индустрия промышленной России» (ЦИПР), проходившей с 1 по 3 июня в Нижнем Новгороде.



ERP-платформа «Мос.Облако»

Еще один смежный с предыдущим проект роботизированной цифровой системы, представленный Правительством Москвы на конференции ЦИПР, ERP³⁵-платформа «*Мос.Облако*»³⁶. В данной системе разработчикам удалось в одной системе соединить множество функций, полезных для городского управления: планирование бюджета, ведение бухгалтерского учета, управление персоналом и имуществом. Важная инновационная составляющая системы — ключевая информация и аналитика аккумулируется и поступает в автоматизированном режиме руководителям ведомств. Стоит отметить, что «платформа «*Мос.Облако*» завоевала национальную награду в сфере ИТ в корпора-

тивном секторе TAdviser IT Prize. Проект отметили в номинации «Цифровое лидерство»³⁷.

Подытоживая, мы можем заметить, что робототехнические решения могут быть успешно включены и в процессы государственной политики и управления в государстве.

Перспективы развития умных городов с помощью роботов: выводы

Теоретически и практически робототехнические решения являются одной из составляющих концепции «Умный город». Они могут быть применимы в различных областях: городской среде жилищно-коммунального обслуживания, обеспечении социального порядка, цифровом городском управлении. Умный город как многосоставная градостроительная концепция с «приходом» роботов различного функционала приобретает выгодные перспективы в области собственного развития и трансформации. В страновом аспекте мы можем констатировать, что, несмотря на то, что зарубежный опыт робототехнических исследований заметно опережает отечественный, тем не менее российские разработки в данной области выглядят перспективными и многообещающими (в частности, сервисная робототехника в сфере ведения жилищно-коммунального хозяйства, программы цифровых управленческих решений, центры обработки больших массивов данных, заменяющих некоторые рутинные сферы деятельности человека).

С точки зрения достоинств роботы отвечают нескольким функциональным задачам, заложенным концепцией. Во-первых, это человекоцентричность разработок. Все они по-разному ориентированы на помощь человеку в его повседневных проблемах (высвобождение от некоторых видов рутинной и, местами, опасной деятельности). Во-вторых, экологичность. В условиях городской среды использование систем нулевых выбросов в атмосферу, экономия ряда традиционных сырьевых ресурсов (нефть, древесина, уголь и др.), используемых в повседневной жизни гражданами,

улучшает проживание людей. В-третьих, как следствие первой задачи, высвобождение человека от ряда рутинных и опасных видов деятельности дает ему возможность переориентироваться на более квалифицированные виды работы, что позитивно отражается на реализации людьми своего творческого потенциала.

С точки зрения недостатков, использование робототехнических решений в рамках умного города сталкивает нас с рядом рисков. Во-первых, высокий спрос на электроэнергию. Использование большого количества роботов (в рамках мегаполисов) может привести к дисбалансу с распределением электроэнергии между традиционными сферами социального городского обеспечения и высокотехнологичными секторами, что может привести к коллапсу городской системы электроснабжения в целом. Встает проблема поиска оптимальных источников электричества, которое должно поступать **бесперебойно**. Во-вторых, это производство, ремонт, эксплуатация и техническое обслуживание роботов. Данные системы нуждаются в постоянном сопровождении со стороны квалифицированных специалистов в области инженерии и механики, которые будут поддерживать их работу перманентно (здесь встает вопрос об открытии новых специализированных образовательных программ). Кроме того, в процесс разработки и ремонта роботов входят вопросы производства комплектующих. Здесь мы прежде всего говорим о производстве полупроводников («мозговой части» робототехнических систем) и глобальных торговых цепочках их поставок (неравенство распределения между «странами-донорами» (производители) и «странами-реципиентами» (покупатели)). Все эти проблемы должны учитываться при реализации концепции «Умный город» на практике.

ГЛАВА II ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В УМНЫХ ГОРОДАХ

Реализация государствами целей устойчивого развития (ЦУР) вынуждает большинство стран использовать комплексный подход с целью обеспечения баланса между практическими возможностями внедрения новых экономических, технологических решений и существующими вызовами для благополучия наций. Для противодействия возможным вызовам со стороны ведущих игроков предпринимаются усилия по созданию инклюзивной зеленой экономики, разработке взаимодополняемых систем социальной защиты, сбора, управления качественными данными для мониторинга состояния биоразнообразия, природного капитала, инвестированию в низкоуглеродную инфраструктуру и местные предприятия, задействованные в продвижении новых проектов решений в сфере устойчивого развития. На современном этапе большинство стран продолжают испытывать трудности в борьбе с последствиями климатических и экологических изменений. В общей динамике «зеленого перехода» прослеживаются следующие тенденции: стимулирование процессов формирования инклюзивных городских зон, внедрение новых подходов управления транспортными потоками, создание взаимосвязанного технологического пространства посредством достижения большего сопряжения между элементами геоинформационной системы и структурами обработки, регулирования, хранения данных пользователей, использование альтернативных финансовых инструментов таких как ESG, «зеленый налог», «зеленый кредит» для поддержания местных компаний в существующих

форматах углеродного партнерства³⁸. Основополагающей целью ранее указанных инициатив является осуществление комплексной интеграции государств и местных сообществ в новую схему управления кризисами в рамках общего вектора трансформации экономических отношений.

Умные города в условиях «зеленого перехода»

В условиях реализации проектов «зеленого перехода», представляющего собой стратегию создания инклюзивной социально-ориентированной и экологической среды, для государств становится актуальным выстраивание устойчивой сети умных городов. Значение соответствующего шага проявляется в формировании самодостаточного технологического и экономического пространства, в рамках которого становится возможным обеспечение качества, надежности услуг, финансовой устойчивости и достижение более тесной информационной, транспортной связности между отдельными объектами. Реализация ведущими игроками проектов по созданию умных городов подчеркивает их роль как новых центров развития, концентрирующих инновационный капитал государства. В практической области подходы организации жизнедеятельности общества основываются на системах комплексного генерального планирования и динамичного и городского управления территориями³⁹. Рассматриваемый проект решения призван нивелировать риски, связанные с изменениями климата, стихийных бедствий, интегрированием отдельных социальных групп, безопасностью, обеспечением доступа к энергии, воде, продовольствию, образованию, выстраиванием устойчивой экономики, ИКТ-инфраструктуры, логистики и связей с правительственными структурами⁴⁰.

Роль технологий искусственного интеллекта в данном вопросе заключается в регулировании цепочек взаимосвязей в самовоспроизводящейся системе управления процессами жизнедеятельности общества⁴¹. Использование искусственного интеллекта направлено на обеспечение

баланса между различными предложениями акторов и попытками формирования матрицы проектов решений. Среди наиболее значимых игроков в этой области стоит выделить государственные структуры, разработчиков программного обеспечения, представителей частного сектора и гражданского общества. Для каждой из сторон в зависимости от специфики интересов становится актуальным интегрирование принципов работы искусственного интеллекта, позволяющих достичь таких показателей, как энергоэффективность, устойчивость, стабильность. В этой области внимание привлекают следующие положения: справедливость, предвзятость, прозрачность, подотчетность, социальная выгода, конфиденциальность и безопасность⁴². В зависимости от комплекса задач, стоящих перед системой, может быть использована следующая типология искусственного интеллекта: реактивные машины; искусственный интеллект с ограниченной памятью; искусственный интеллект, способный формировать представление не только об окружающей действительности, но и о других агентах; искусственный интеллект, обладающий самосознанием⁴³. Для достижения большей эффективности в сфере управления городскими пространствами требуется обеспечить высокую пропускную способность обмена данными и наращивание вычислительной мощности для поддержки функционирования ключевых элементов. Развитие и совершенствование технологий искусственного интеллекта становится возможным при достижении функциональной совместимости его компонентами и осуществлении их последующего сопряжения со специально генерируемой средой, в рамках которой происходит процесс обучения системы и взаимодействия с разработчиком или пользователем. Среди элементов искусственного интеллекта стоит выделить машинное обучение, глубокое обучение, нейронную сеть, когнитивные вычисления, обработку естественного языка (NLP), компьютерное зрение⁴⁴. В отношении вопроса об управлении городскими агломерациями перед государством стоит задача формирования

определенных условий, в рамках которых будет не только осуществляться процесс налаживания более скоординированного обмена и насыщения информацией системы, но и сохранится пространство для совершенствования способов мониторинга и регулирования.

На современном этапе развитие концепции «Умный город» предполагает выделение ряда значимых областей, имеющих особое значение для «зеленого перехода». Среди таковых внимание привлекают мониторинг состояния окружающей среды внутри границ и за пределами городских агломераций, управление водными ресурсами, климатическими рисками, регулирование процессов производства отходов и переработки. Задача искусственного интеллекта заключается в обеспечении связности соответствующих процедур в рамках общей структуры взаимодействия между элементами всей системы. Процессы автоматизации и алгоритмизации, реализуемые параллельно с действиями по совершенствованию способов достижения взаимодополняемости между отдельными проектами решений, стимулируют преобразование подходов осуществления коммуникации между человеком и искусственным интеллектом.

Возможная схема управления умным городом в условиях «зеленого перехода» может быть представлена следующим образом. Мониторинг состояния окружающей среды и управление экологическими рисками в рамках определенной территории осуществляется гибридной структурой, включающей принципы моделей искусственного интеллекта, обладающей ограниченной памятью и способной выстраивать более тесное взаимодействие с агентами посредством формирования цепочки представлений о специфике окружающей действительности. Поддержание экономического и природного благополучия предполагает необходимость выстраивания более тесного взаимодействия между обществом и информационно-технологической системой. Подчеркивается, что достижение глобальной цели, суть которой заключается в сохранении

баланса между устойчивостью окружающей среды и потребностями социума, становится возможным при разделении общего вектора на комплекс задач или отдельные направления деятельности. Канал коммуникации между участниками и системой является средством обучения и самоадаптации искусственного интеллекта, посредством которого отдельные компоненты искусственного интеллекта способны совершенствовать собственный функционал.

Платформенные решения в умных городах

Взаимодействие между индивидом и информационно-технологической системой осуществляется в рамках платформенных решений. Практическое применение данного инструмента тесно связано с определением его формы, типа и задач. В рамках первой категории выделяется следующая классификация:

- B2B (бизнес для бизнеса),
- B2C (бизнес для потребителя),
- B2G (бизнес для правительства),
- C2C (потребитель для потребителя),
- G2C (правительство для гражданина)⁴⁵.

В возможный перечень задач, связанных с использованием рассматриваемого инструмента, входят разработка адаптивной стратегии развития общества, выстраивание иной цепочки социально-экономических взаимосвязей, формирование устойчивой, инклюзивной среды взаимодействия и сотрудничества.

Осуществление работы соответствующей системы взаимодействия основывается на следующих шагах: фиксация, обработка и агрегирование запросов граждан отдельных районов, оценка искусственного интеллекта подведомственных им территорий посредством использования интегрированных систем фиксации уровня загрязнения и накопления отходов, отправка результатов первичного анализа администратору с целью координации действий,

осуществление вторичного анализа полученных данных для выбора оптимальных способов решения поступившего запроса, определение или корректировка маршрутов водителей и клининговых систем посредством введения обработанных данных в структуру регулирования искусственного интеллекта, характеристика категорий отходов и возможностей их утилизации, переработки и последующего использования.

Блокчейн-технологии могут использоваться в качестве основы подобной системы. Подчеркивается значимость процессов децентрализации в получении и агрегировании информации. Связность между подсистемами достигается за счет компонентов сетевого оборудования инфраструктуры, таких как инфраструктура сетей фиксированной и мобильной связи, спутников, центров обработки данных и соответствующих линий передачи⁴⁶. Комплексный мониторинг состояния городской среды осуществляется посредством получения запросов со стороны граждан или системы автоматизированного оповещения. На современном этапе общий подход управления отходами в рамках определенной городской агломерации включает следующие компоненты:

- умные контейнеры и мусоросборщики,
- автоматизированные системы утилизации отходов,
- облачные сервисы,
- мобильные приложения,
- систему постановки и контроля исполнения задач⁴⁷.

Обеспечение большей функциональной совместимости между подсистемами становится возможным при создании единого хранилища данных для населенного пункта, наличии широкополосного доступа в Интернет, дальнего радиуса действия маломощных глобальных сетей, интегрирования IoT-датчиков, центров мониторинга и управления⁴⁸. В практической области работа клининговых систем может опираться на результаты комплексного использования гражданами таких приложений, как Your plan, your planet; WasteConnect; Tody — уборка по-умному⁴⁹.

Это позволяет людям фиксировать информацию об экологичности транспорта, отслеживать свой мусор и графики утилизации, выстраивать схему планирования деятельности управления отходами. Подходящими моделями роботов для осуществления соответствующих процедур в практической области могут быть Robot-based Autonomous Refuse handling (ROAR), BeBot, Alphabet, ZenRobotics, Autonomous sweeper B2, Neo 2⁵⁰. Функционал ранее указанных проектов предполагает наличие связи с направлениями деятельности «умный мусор» и управление экологическими рисками. Значение действий жителей агломераций в качестве участников реализации вышепредставленных программ заключается в создании автоматизированной системы, в чьи задачи будут входить сбор мусора, очистка городских или природных зон, последующая сортировка. На данном этапе регулирование основных параметров деятельности автоматизированных систем осуществляется человеком, при этом сохраняется возможность интегрирования в соответствующий процесс технологии искусственного интеллекта.

Способы управления экологическими рисками в умных городах

На сегодняшний день при реализации концепции «Умный город» государства продолжают предпринимать попытки выстраивания более совершенной системы управления городскими пространствами. В условиях изменения состояния окружающей среды становится актуальным создание цифровых аналогов населенных пунктов, выступающих в качестве специальной информационно-технологической среды, в рамках которой отрабатываются определенные сценарии, схемы, прогнозы. Подобный формат организации цифрового пространства как следующий этап развития платформенных решений расширяет инструментарий разработчиков в области моделирования ситуаций с целью оценки внутренних рисков и положительных

аспектов совершенствования системы. Концепция новой информационно-технологической реальности призвана представить иной взгляд на возможности выстраивания систем коммуникаций в условиях генерирования проектов социального, экономического, экологического назначения. Рассматриваемое понятие возможно охарактеризовать в качестве определенной «конвергенции физической, дополненной и виртуальной реальности в общем онлайн-пространстве»⁵¹. Схема работы человека с новой средой включает такие принципы, как вечность, автономность, отсутствие ограничений по количеству пользователей, наличие собственной экономики, сочетание элементов виртуального и реального миров, мультиплатформенность, наполнение контентом и опытом⁵². Использование подобного формата организации пространства позволяет создавать цифровых двойников крупных экологических и финансовых центров. Компонентами структуры являются системы автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационные проекты решений.

В области мониторинга и управления экологическими рисками в рамках населенного пункта роль соответствующего подхода заключается в совершенствовании процессов самообучения и самоадаптации искусственного интеллекта, оценки степени внедрения и взаимодополняемости между всеми элементами, выработке новых подходов регулирования процессов сбора отходов, переработки или утилизации. Приоритетным результатом может стать создание клининговой системы городского типа с интегрированным искусственным интеллектом, определяющим основные параметры деятельности объектов воздействия.

Определенные схемы реализации подобного проекта возможно рассмотреть при оценке программ ведущих игроков, в рамках которых уделяется внимание определенным компонентам концепции «Умный город».

Примеры

1. Digital Twin S-Map

Задача заключалась в создании модели Digital Twin Seoul S-Map. Приоритетным результатом выступало расширение возможностей местных властей в области регулирования процесса организации городского пространства, повышения эффективности сервисов управления. Значимость соответствующего проекта проявлялась в развитии городской системы мониторинга экологической обстановки, поддержке декарбонизации, осуществлении «зеленого перехода»⁵³.

2. Urban Digital Twin

Реализуется компанией Cityzenith, чья деятельность ориентирована на создание программных инструментов нового поколения в области урбанистики. Цель проекта заключается в объединении доступных данных в общую трехмерную визуальную модель для того, чтобы помочь людям оптимизировать процессы планирования, операций, финансирования и принятия решений по сокращению выбросов. Технология может быть интегрирована в систему управления городами, районами, кампусами, аэропортами, производственными предприятиями, городской инфраструктурой, энергетическим комплексом, клининговыми системами⁵⁴.

3. Fujisawa Sustainable Smart Town

Цель проекта состоит в разработке технологий, способствующих уменьшению влияния человека на окружающую среду, посредством использования экспериментального подхода организации пространства, ориентированного на граждан. Город спроектирован компанией Panasonic. Преимуществом использования соответствующего формата является формирование сообществ нового типа, осознающих значение баланса между экологическим и разумным

образом жизни⁵⁵. Город представляет собой систему интеграции и оценки новых технологических решений в области обеспечения благосостояния окружающей среды. Эффективность данной модели достигается посредством поддержания и развития социальных связей между горожанами с опорой на проекты решений компаний, осуществляющих поддержку работоспособности основополагающих систем⁵⁶.

4. Умные города Росатома

Проект охватывает 19 городов Российской Федерации. Каждый из участников интегрирован в общее информационно-технологическое пространство. Программа Росатома представляет собой комплекс платформенных решений, затрагивающих все области управления городской средой и жизнедеятельности общества⁵⁷.

5. Федеральная программа цифровизации вывоза и утилизации отходов

Проект реализуется компанией МТС при поддержке Российского экологического общества. Программа призвана сформировать условия для контроля процедур вывоза и утилизации твердых коммунальных отходов посредством использования цифровых сервисов. Комплекс призван предотвратить возникновение несанкционированных свалок и улучшить экологическую обстановку в регионах⁵⁸.

Искусственный интеллект в умных городах: ВЫВОДЫ

На сегодняшний день стоит выделить следующий ряд возможностей и барьеров применения использования Российской Федерацией технологий искусственного интеллекта в структуре управления умным городом.

Возможности

- Создание вспомогательных систем разработки проектов решений.
- Развитие комплексной системы оперативного реагирования на угрозы природного или системного характера.
- Формирование коллективной сети мониторинга, фиксации и наблюдения в рамках отдельных территорий и зон городской агломерации.

Барьеры

- Сохранение определенной степени несовместимости продвигаемых отечественных решений с используемыми информационно-технологическими системами зарубежных партнеров.
 - Расхождение позиций между субъектами управления в отношении вопроса определения степени интегрирования и доступа искусственного интеллекта к наиболее значимым сферам жизнедеятельности общества.
 - Наличие некоторых ограничений в отношении возможностей создания необходимых условий для внедрения общей структуры управления системами умного города в рамках социального измерения.
-

РОБОТОТЕХНИКА ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УБОРКА И СОРТИРОВКА МУСОРА



Робот-уборщик
DustClean
и экотакси
DustCart



Робот
для сортировки
отходов АО «Экотех»

ОЧИСТКА ВОДОЕМОВ



Экобот
из Нижнего
Новгорода



Робот SeaClear



WasteShark
за работой



Seaswarm

МОНИТОРИНГ БИОРАЗНООБРАЗИЯ



TurtleROV2



SlothBot

ТОЧНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ



Роботрактор



Агробот



Роботы системы
MultiAgroBot

ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ИНФРАСТРУКТУРЫ



Робот для
телеинспекции



ГЛАВА III РОБОТОТЕХНИКА И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Глобальные экологические проблемы и робототехника

Тот факт, что экологические проблемы занимают важную роль в социально-экономических процессах, не вызывает сомнения. От скандальных выступлений Греты Тунберг до повсеместной моды на «зеленый образ жизни» экологическая повестка присутствует в обсуждении практически любой глобальной проблемы. В рамках нашего доклада мы постараемся отметить те аспекты взаимодействия человека и окружающей среды, состояние которых может значительно изменяться с массовым применением робототехники.

В 2021 г. только в России предприятия выбросили в окружающую среду 22,3 млн тонн загрязняющих веществ⁵⁹. В мире же выбросы одного CO₂ составили 36,3 млрд тонн. Это на 6% больше, чем в 2020 г., абсолютный рост объемов выбросов в 2 млрд тонн стал максимумом за всю историю измерений выбросов. Эксперты считают, что это может быть связано с увеличением расходов угля в промышленности. Одновременно одним из факторов может быть «реанимация» глобальной экономики после 2020 г., отмеченного пандемией и глобальным экономическим спадом⁶⁰.

При этом во всем мире растут темпы образования отходов. По оценкам Всемирного банка в 2020 г. в мире образовалось 2,24 млрд тонн твердых отходов, что составляет 0,79 кг на человека в день. Ожидается, что в связи с быстрым ростом населения и урбанизацией ежегодное образование отходов увеличится на 73% по сравнению с уровнем 2020 г.

до 3,88 млрд тонн в 2050 г. Отмечается, что причина такого роста во многом может заключаться в нерациональном подходе к трате ресурсов, несовершенными моделями управления и человеческом факторе⁶¹. Наиболее пессимистичные прогнозы предполагают, что к 2050 г. ежегодный объем твердых отходов увеличится до 3,4 млрд тонн. При этом до 33% отходов, по мнению экспертов, оказываются таковыми в связи с устаревшими и несовершенными подходами к утилизации мусора либо чрезмерными ресурсными расходами для выполнения тех или иных задач⁶².

Также необходимо заметить, что 2021 год стал одним из семи лет за всю историю человечества, когда средние температуры были более чем на один градус по Цельсию выше, чем в доиндустриальный уровень (1850–1900). Об этом говорят данные Всемирной метеорологической организации. Глобальное потепление не уходит из повестки, наоборот становясь все более и более актуальной проблемой. Последние десятилетия показали, что количественные способы борьбы с ним, связанные с «разумным потреблением», не перекрывают растущие индустриальные издержки. Поэтому качественные подходы к этой проблеме обязаны включать в себя повсеместное внедрение учитывающих экологический фактор инноваций, к числу которых относятся и разнообразные практики из области робототехники.

Стремясь ответить на вызовы по поддержанию устойчивой окружающей среды, государства, коммерческие компании и общественные организации обращаются к достижениям робототехники как к передовой области технологического развития. Оптимисты считают, что широкое применение роботов станет спасением для окружающей среды⁶³, тогда как реалисты говорят, скорее, об отдельных сферах деятельности, в которых роботы могут быть исключительно полезны. К таким мы отнесли:

- уборку и сортировку мусора,
- очистку водоемов,
- мониторинг биоразнообразия,
- точное земледелие,

- обслуживание и ремонт инфраструктуры.

Более того, как нам представляется, цели ряда государственных программ недостижимы без широкого применения робототехники. Например, в рамках национального проекта «Экология» в России к 2030 г. планируется перерабатывать 100% мусора⁶⁴. Очевидно, что без автоматизации достичь таких показателей невозможно.

Роботизация, таким образом, видится одним из наиболее многообещающих направлений в области поддержания глобального экологического баланса. Возрастающие потребности цивилизации и новые технологии производства требуют новых подходов в сфере управления и экологического «постпроизводства».

Прежде чем перейти к примерам применения роботов, которые способствуют решению экологических проблем, обозначим ряд рисков. Так как в СМИ, научных и общественных кругах имеет место дискуссия о влиянии робототехники на окружающую среду, считаем необходимым обозначить эти риски и определить ряд мер по их снижению, так как увеличение роботов в мире — это уже свершившийся факт, при этом роботы не должны ухудшать экологическую ситуацию в мире, а наоборот, способствовать решению глобальных экологических проблем.

Риски для окружающей среды при производстве и эксплуатации роботов

В оценке влияния робототехники и окружающей среды нельзя не учитывать те факторы, которые могут в долгосрочной перспективе стать причиной негативных экологических изменений. В экспертном сообществе сформировалась концепция «эффекта отскока» как предупреждение возможных новых факторов и моделей влияния на окружающую среду.

В январе 2021 г. Университет Лидса провел масштабный экспертный опрос на тему «Как будущее робототехники повлияет на окружающую среду». В опросе приняли участие

более 170 специалистов из 35 стран, работающих в 5 сферах: науки о природе, инженерия, умные города, робототехника и автоматизированные системы или городское планирование. Основным итог исследования, отраженный в соответствующем отчете, можно сформулировать следующим образом: **все очень неоднозначно**. Несмотря на то, что использование роботов позволяет значительным образом снизить ресурсные, временные и интеллектуальные издержки при выполнении многих задач, оно одновременно порождает новые вызовы в сфере использования территорий и пространств, новые логистические цепочки и новые запросы в сфере энергопотребления⁶⁵.

Негативным следствием применения робототехники может стать изменение поведения животных из-за столкновения с активно действующими роботами: дронами, автомобилями, управляемыми искусственным интеллектом и иными самодвижущимися механизмами. Эта сфера еще не до конца изучена в связи с малым объемом данных и недостатком кейсов, однако эксперты, в частности, доктор Мартин Даллимер из Школы Земли и окружающей среды университета Лидса, относят влияние роботов на привычное поведение живых организмов в городских средах и за их пределами к факторам риска⁴⁵.

В статье Хавина Джоши, сотрудника IT-компании Alerin, раскрывается еще один глобальный фактор, который необходимо учитывать при оценке влияния роботов на окружающую среду. Те страны, которые активно применяют роботов в различных секторах экономики, вынуждают менее развитые государства увеличивать объемы производства традиционным экстенсивным путем, что увеличивает и степень негативного влияния на окружающую среду со стороны стран догоняющего развития. Нельзя сказать, что непосредственно роботы становятся источником такого негативного влияния, однако как фактор модернизации их применение влияет на глобальные цепи производства и распределения продукта⁶⁶.

Исследователи из Лейденского и Маастрихтского университетов считают, что рост эргономичности потребления и объемов производства при помощи роботов в каждом отдельном случае в системной реализации приведет к еще большему уровню потребления и выбросов, который уже не получится купировать привычной на текущий момент автоматизацией⁶⁷.

К примеру, гипотетический поголовный переход на автономные электромобили действительно снизит уровень выбросов парниковых газов в контексте дорожного движения, но при этом значительно увеличит затраты на производство новых автомобилей, поскольку технологии создания электродвигателей все еще гораздо более сложные и ресурсозатратные, чем у двигателей внутреннего сгорания, а оснащение каждого автомобиля системой автономного вождения также требует банально большего объема полупроводников, не учитываются ресурсные затраты энергии для зарядки аккумуляторов⁶⁸.

В случае использования роботов на фермах эффект еще более сложный: удешевление еды в связи с увеличением объемов производства и ее оптимизации может привести к значительному увеличению потребления «красного» мяса, в том числе синтетического, что значительно повысит уровень выбросов⁶⁹. Об этом в своей статье пишут ученые из Оксфорда под руководством профессора Тимоти Кея, отмечая, что «красное» мясо становится причиной большей части вредных выбросов, связанных с потреблением пищи⁷⁰.

Таким образом, мы можем сказать, что автоматизация социально-экономических процессов требует детальной и многоплановой аналитики, которая могла бы учитывать не только прямое влияние применения технологии на окружающую среду, но и косвенные издержки или изменения в цепочках производства, которые могут повлиять на иные параметры и характеристики экологически значимых процессов. В преобладающем большинстве случаев применение роботов влияет на окружающую среду позитивно относительно конкретных целевых процессов. Учитывая

это, мы должны как можно более внимательно оценивать, насколько затраты на производство, обслуживание роботов, а также изменения в потреблении и производстве, обусловленные автоматизацией, оправданы относительно итоговой динамики факторов влияния цивилизации на природу.

Для снижения негативных последствий применения робототехники для окружающей среды считаем необходимым следующее:

- постепенное внедрение отдельных образцов робототехники перед запуском массового использования с проверкой в полевых условиях;
- анализ не только прямых, но и косвенных издержек применения конкретных роботов;
- системное моделирование сценариев внедрения робототехники и стремление к созданию герметичных экосистем искусственного интеллекта, не вторгающихся в зону баланса «человек — природа».

Применение роботов с целью спасения окружающей среды

Для получения более полной картины обратимся к практикам применения робототехники, которые позитивно влияют на состояние окружающей среды, используемым сегодня или находящимся на этапе разработки. Важно отметить, что в рамках нашего доклада мы будем считать «влияющими на состояние окружающей среды» те интеллектуальные системы (т.е. роботов), которые изначально имеют такое предназначение: направлены на работу с окружающей средой либо имеют конструкционные особенности, учитывающие экологический фактор активной деятельности робота. В ином случае нам бы пришлось включать в нашу выборку все практики применения робототехники по причинам, описанным выше.

Роботы для уборки и сортировки мусора. Стоит отметить, что наиболее разработанными в сфере «экологической» робототехники становятся проекты умных

машин по очищению пространств от мусора и отходов. Мы предполагаем, что это может быть связано с имплицитной легкостью определения соответствующей проблематики и непреходящей актуальностью задач, связанных с поддержанием чистоты населенных пространств.



Робот-уборщик DustClean и экотакси DustCart

К примеру, проект **DUSTBOT**, разработанный в Италии, включает в себя робота-уборщика **DustClean** и **робота-экотакси DustCart**. Если робот-уборщик представляет достаточно тривиальную по процессу выполнения задачу, то экотакси отличается оригинальным подходом к взаимодействию с человеком. Робот вызывается по Интернету, а для оплаты требуются не деньги, а отходы, которые складываются в специальный отсек. Можно сказать, что такой робот создает пространство нечеловеческого контроля над соблюдением режима чистоты городских пространств в формате «интерактивной игры», в которой человек может обменять отходы на их гарантированную утилизацию и полезную для себя услугу^{71,72}.

В российском АО «Экотех» (ГК «Экологические и энергетические технологии») разработан опытно-промышленный образец **робота для сортировки отходов**⁷³. Система распознавания робота построена на базе гиперспектральной (NIR) сканирующей камеры. Она различает практически все находящиеся на движущейся ленте конвейера предметы, размерами более 7 см² на скорости до 3 м/с. В частности, система распознает до 20 видов пластмасс по их химическому составу и цвету в процессе движения отходов по ленте конвейера.



Робот для сортировки отходов АО «Экотех»

Необходимо сказать, что такие монотонные, но при этом крайне важные задачи, оказываются одним из наиболее востребованных секторов применения роботов. В приведенном случае точность сортировки и ее скорость напрямую влияет на качество и объемы дальнейшей переработки мусора и, как следствие, более рациональное и оптимальное использование имеющихся ресурсов. Представляется, что в сфере сортировки мусора с целью увеличения позитивного влияния на экологию следует добиваться максимальной роботизации процессов.

Роботы для очистки водоемов. В России регулярно предлагаются идеи по созданию роботов-очистителей, иногда сопровождаемые опытными образцами: в 2017 г. Экобота для очистки водоемов представила команда школьников из Нижнего Новгорода⁵⁶, в 2019 г. ученики детского технопарка «Кванториум» создали свой вариант робота шасси катамарана⁵⁷, в 2022 г. ученица школы из Белгорода создала проект робота, собирающего мусор в небольших водоемах⁵⁸. Однако собственных масштабных разработок в



Экобот из Нижнего Новгорода

России на данный момент нет. При этом на мировом рынке присутствует ряд компаний, которые занимаются разработками подобных роботов, к примеру, Nomitech⁵⁹. Это может стать областью роста для отечественных инженеров, которые занимаются проблематикой водоочистки. С 2010 г. в рамках национальных проектов запущен проект «Чистая вода», призванный улучшить качество доступной жителям России воды⁶⁰. Думается, что использование роботов в этой сфере могло бы значительно ускорить реализацию данного проекта и повысить качество исполнения инициатив.



WasteShark за работой

Также интересен опыт голландской компании RanMarine Technology, которая выпускает робота **WasteShark**. Отличительной чертой робота становится то, что его активное поведение сконструировано на основе поведения китовой акулы как крупнейшего морского животного-фильтра-тора. Робот создан как «интеллектуальный инструмент очищения воды». Робот собирает пластик и иной плавающий на поверхности мусор, а также биомассу вроде ряски и тины, от которой тоже следует избавляться. За одну сессию работы WasteShark может собрать до одной тонны отходов, что представляется достаточно солидным объемом. Создатели подчеркивают нацеленности робота на функционирование в городских средах: каналах, прудах, а также иных водоемах, находящихся в непосредственном контакте или внутри цивилизации⁷⁴. Похожий, но более специализированный функционал заложен в роботе **Seaswarm**, разработанном в MIT. Работая на солнечной батарее, робот скользит по поверхности воды, собирая нефтяные



Seaswarm

отходы. Применение робота планируется в группах (за счет чего в название проекта и попало слово «swarm» — рой), что должно повысить эффективность и скорость очищения загрязненных акваторий. Проведенные тесты робота показали его потенциальную успешность. Отметим, что работа с токсичными отходами, какими являются и нефтепродукты, также представляется логичным приоритетом развития робототехники. Ее развитие в этой области не только значительно снизит, а где-то и вообще устраним, риск для человека, но и позволит перейти к очищению тех пространств, которые ранее считались безвозвратно загрязненными⁷⁵.



Робот SeaClear

В той же плоскости находится проект **SeaClear** — робот, спроектированный для очищения дна океанских глубин. Статистика говорит о том, что 94% отходов, попадающих в океан, оседает на дне. Робот функционирует как комплекс идентификации и сбора мусора, при этом создан с учетом возможных столкновений с морскими обитателями в аспекте ненанесения им вреда⁷⁶.

Роботы для мониторинга биоразнообразия. Авторы доклада из университета Лидса⁴⁷ выделяют мониторинг городского биоразнообразия как ту сферу, в которой применение робототехники уже отлажено и имеет сугубо позитивное влияние. Расположение датчиков, камер и анализ больших массивов данных при помощи интеллектуальных систем позволяет гораздо более точно отмечать экологические изменения в городе и оперативно реагировать на них по сравнению с традиционным человеческим выполнением задачи⁷⁷.



TurtleROV2

Российская компания ELMICS создала подводный аппарат **TurtleROV2**, который может на удаленном управлении при помощи камер захвата обследовать водные глубины и автоматически следовать за выбранными оператором объектами. Аппарат может погружаться на глубину до 400 м, а его двигатели работают на электроэнергии⁵⁴. Использование таких роботов может позитивно сказаться на взаимодействии человека с окружающей средой, так как такие механизмы не пугают подводных обитателей. Одновременно с этим наблюдение за труднодоступными зонами обитания живых организмов становится значительно проще.

Роботы для наблюдения за биоразнообразием могут также встраиваться в биосферу, маскируясь под ее обитателей. В Атлантическом ботаническом саду с 2020 г. работает **SlothBot**, то есть робот-ленивец. Механизм питается солнечной энергией и использует особую систему распределения энергии, стараясь быть максимально экологич-

ным⁵⁵. Если робот сливается с окружающей средой, то он не нервнрует ее обитателей. Такой подход в будущем может стать одним из способов решения потенциальных проблем, связанных с вторжением роботов в биосферу.



SlothBot

Можно сказать, что мониторинг окружающей среды при помощи роботов позволяет человеку-оператору присутствовать «в нескольких местах одновременно». Камеры видеонаблюдения дают возможность собирать информацию из самых сложных и труднодоступных точек, радикально не нарушая естественный ход жизни в биоценозах. В этом аспекте рациональное применение робототехники видится нам способом гармонизации взаимоотношений между человеком и природой, а также способом дать естественным наукам в разы больше данных для анализа и исследований.

Роботы для точного сельского хозяйства. Использование роботов в точном сельском хозяйстве — это инструмент одновременно сокращения издержек и переосмысление подходов к ведению сельскохозяйственной деятельности в пользу более экологичных и не вступающих в серьезный конфликт с природой. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства при помощи робототехники активно используется в развитых странах.

В 2021 г. *Минский тракторный завод показал автономного робота-трактора* на дистанционном управлении. Отличительной чертой разработки стало то, что один оператор может направлять сразу несколько машин. Суммарный расход топлива снизился на 7%, а в рабочем режиме — на 12%, по сравнению с тракторами, управляемыми людьми.



Роботрактор

Используемая гибридная электроустановка снижает объем выбросов в 10 раз, что делает такого робота исключительно полезным относительно баланса цивилизации и окружающей среды. Навигационная система позволяет трактору избегать столкновений с препятствиями и делает его безопасным для находящихся рядом людей⁶¹. Этот пример показывает, что роботизация в сельском хозяйстве позволяет заметно снизить издержки производства.



Агробот

В России беспилотный трактор создан компанией Aurora Robotics. **Агробот** из Рязанской области предполагает работу не только на собственном шасси, но и потенциальную установку главного модуля на обычный трактор. В определенных случаях такая технология позволит не избавляться от старой техники, а модернизировать ее. Однако в таком случае не уходит с повестки вопрос выбросов CO₂. Можно также обратить внимание на автоматизированный зерноуборочный комбайн от Cognitive Technologies из Томска. При помощи 4D-радаров робот считывает текстуру поля и может справляться со своими задачами на уровне, близком к человеку-виртуозу.



Роботы системы MultiAgroBot

Наиболее интересной разработкой мы считаем **Multi-AgroBot** от КБНЦ РАН. Это семейство роботов, направленных на мониторинг, сборку, орошение, прополку и транспортировку сельскохозяйственного продукта. Можно сказать, что система представляет собой умную ферму, которая значительно сокращает логистические издержки и напрямую соединяет все этапы процесса в один общий цикл. Герметичность такой системы позволяет убеждаться в том, что за умными фермами, максимально рационально, а значит, экологично производящими сельскохозяйственные культуры, действительное будущее робототехники, в частности и будущее экологии в глобальном масштабе⁶².

Роботы для обслуживания и ремонта инфраструктуры. В 2021 г. во время ремонта Большого Каменного моста в Москве был использован высокоточный строительный робот, который заменял привычные ручные отбойные молотки. Робот управляется при помощи пульта дистанционного управления и может снять до 15 м³ железобетона за смену. В устройство также включен комплекс оперативной самодиагностики, который в случае неисправности сообщает об этом оператору. Кроме того, робот может сам же за собой убрать строительный мусор с помощью дополнительных съемных механизмов. Динамический режим энергосбережения делает робота экологичным в аспекте энергозатрат, а также продлевает период собственного активного использования путем оптимизации⁵¹.

Российская компания **«Вистарос»** предлагает применять особого робота для телеинспекции и бестраншейного ре-



Робот для телеинспекции

монта трубопроводов. Созданный компанией самоходный робот представляет собой компактный самодвижущийся механизм, оснащенный манипулятором, на который может быть установлена видеочамера или иной другой необходимый инструмент. Такие роботы могут заниматься фрезерными и заделочными задачами, то есть подрезкой выступающих элементов и восстановлением целостности конструкций путем ликвидации отверстий и микротрещин. Использование таких малых роботов позволяет значительно сэкономить время и ресурсы, при этом не требует значительных побочных расходов⁵².

В Великобритании сейчас разрабатывается робот для ремонта дорожных ям. Сейчас в мире еще нет интеллектуальной машины, которая могла бы без значительной помощи человека выполнять функционал по ремонту дорожного полотна. Актуальность такой задачи очевидна. Однако компания Robotiz3d Ltd пока что не продвинулась далее разработки прототипа⁵³.

Использование роботов в строительных и ремонтных работах — одно из наиболее широких и требовательных направлений применения новых технологий. Мы замечаем, что многие производители и разработчики обращают внимание на то, чтобы создаваемые роботы не только быстрее и качественнее выполняли поставленную задачу, но и соответствовали экологическим стандартам: тратили мало энергии, производили меньше отходов, были эргономичными.

**Робототехника и окружающая среда:
выводы**

Рассматривая различный опыт использования робототехники в аспекте влияния на окружающую среду, мы можем отметить в целом позитивную роль автоматизации и внедрения элементов искусственного интеллекта в процессы производства. Так или иначе, роботы становятся нечеловеческими акторами социально-экономических процессов, положительная роль которых может быть зафиксирована в следующей форме.

- Роботы самим фактом своего применения, как правило, сокращают ресурсные затраты на выполнение целевой задачи по сравнению с выполнением этой задачи человеком, то есть напрямую сокращают объем отходов. Одновременно роботы, спроектированные с учетом экологических требований, сами по себе создают минимальное количество отходов. Это приводит к тому, что в большинстве случаев сокращаются не только прямые издержки, но и косвенные последствия активной деятельности в процессе выполнения конкретной задачи.
- Роботы могут выполнять те задачи, которые требуют монотонности и высокой скорости гораздо лучше, чем человек. Человек, таким образом, получает гораздо больше времени на решение творческих задач, в том числе связанных с поддержанием экологического баланса.
- Симбиоз робота и человека позволяет значительно повысить безопасность как человека-оператора, так и окружающей среды при выполнении таких задач, в которых указанный симбиоз возможен.
- Роботы, функционирующие на основе протоколов и программ, то есть не подвержены факторам случайности (кроме сбоя), справляются с сохранением и очисткой окружающей среды гораздо более надежно, чем люди. Широкое применение робототехники в городских пространствах позволит сделать их более «экологически дисциплинированными».

Одновременно необходимо учитывать те риски, которые несет в себе широкая и повсеместная автоматизация. Мы можем только предполагать, насколько столкновение с роботами в глобальном масштабе поменяет поведение животных. Пока что мы наблюдаем это лишь в развитых городах, где животные адаптируются под условия цивилизации. Комплексные последствия таких сценариев еще следует глубоко изучить. Также необходимо учитывать и «эффект отскока» (технический прорыв в одной сфере приводит к экстенсивному росту, затормаживающему технологическое развитие в другой), который в долгосрочной перспективе может нивелировать позитивные краткосрочные эффекты применения робототехники. Внедрение любой практики, включающее использование нечеловеческих акторов, должно обязательно быть проанализировано не только в пространстве, собственно, задачи, но и применительно к затрагивающим обозначенный процесс цепочкам производства и потребления.

Применение робототехники видится нам как большая перспектива для развития и модернизации форматов природопользования и в глобальном смысле изменения мышления относительно окружающей среды. Поддержание стабильной экологической обстановки при помощи нечеловеческих акторов позволит переключиться на решение более масштабных и системных задач. Одновременно нельзя впадать в радикальный оптимизм и с должной тщательностью подходить к оценке всех инициатив, направленных на взаимодействие робототехники и окружающей среды.

РОБОТОТЕХНИКА ДЛЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ



Биопротез



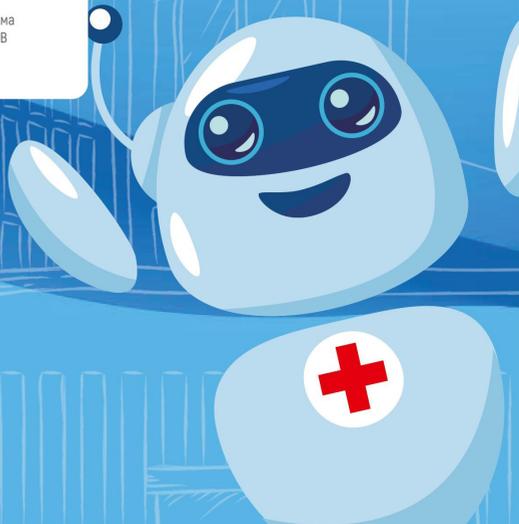
Робот-хирург
Da Vinci



Система
High articulated
intelligent Leg



Система
MURAB



ГЛАВА IV РОБОТОТЕХНИКА И ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Краткий анализ демографической ситуации в России и мире

Демографическая ситуация в РФ вызывает беспокойство экспертного сообщества. Численность населения снижается с 2018 г., и к 1 октября 2021 г., по предварительным результатам Всероссийской переписи населения, составила 147,2 млн человек, естественная убыль за год — 1,04 млн человек⁷⁸. При этом положительная динамика прироста населения в предыдущее десятилетие объяснялась миграционным приростом, а естественный прирост населения за всю современную историю России был зафиксирован только в 2013–2015 гг. Помимо избыточной смертности в период пандемии на текущую демографическую ситуацию в стране накладываются сразу два негативных фактора: демографическая яма 1990-х гг. и эмиграция специалистов и молодежи. Кроме того, в РФ по-прежнему крайне низкий суммарный коэффициент рождаемости (СКР) — 1,5, что недостаточно для простого воспроизводства населения⁷⁹.

Прогнозы также не внушают оптимизма. Так, средний вариант демографического прогноза Росстандарта предполагает снижение численности населения России со 146,7 млн человек в 2020 г. до 143 млн человек к 2036 г., при условии, что миграционный прирост все 15 лет будет оставаться на уровне 2020 г.⁸⁰.

В общих чертах подобная ситуация наблюдается во всех странах, завершивших второй демографический переход. Так, в 2020 г. в США СКР составил 1,6, в Японии — всего 1,3,

Германии — 1,5, Китае — 1,7. Средний возраст населения в РФ составляет 40,3 года, США — 38,5, Японии — 48,6, Германии — 47,8, Китае — 38,4 года⁸¹. В целом, во всех перечисленных странах наблюдается снижение численности населения, исключением стали только США и Германия, в которых высока доля миграционного прироста.

Сохранение населения, здоровье и благополучие людей — задача номер один в Указе Президента РФ о национальных целях развития России до 2030 г.⁸² Тем не менее старение населения и падение рождаемости — общемировые тренды, борьба с которыми ограничивается снижением их негативных последствий. На фоне развивающегося противостояния с коллективным Западом, санкций в отношении России, растущей эмиграции⁸³ и падения уровня жизни населения⁸⁴ можно прогнозировать, что сложная демографическая ситуация в нашей стране будет только усугубляться.

В данных условиях важнейшую роль приобретают современные технологии в области здравоохранения, автоматизация наиболее травмоопасного труда, а также повышение производительности труда за счет использования роботов. В этой главе мы проанализируем взаимное влияние демографической ситуации и важнейшего тренда современной экономики — роботизации.

Социально-экономические и демографические последствия роботизации

В настоящий момент нельзя дать однозначный прогноз относительно последствий роботизации для общества. Так, вытеснение женщин с рынка труда (при условии государственной поддержки или наличия безусловного базового дохода) может привести к росту рождаемости. В случае же финансовых трудностей рождаемость, напротив, снизится. Внедрение искусственного интеллекта в медицине приведет к развитию здравоохранения и снижению смертности, но лишь при условии доступности новых технологий для населения. Однако в условиях снижения спроса на труд и

массовой замены человека роботами может снизиться и финансирование здравоохранения (в настоящий момент в развитых странах расходы на отрасль составляют до 10–17% ВВП⁸⁵), что приведет к остановке роста продолжительности жизни или даже ее снижению. Массовое внедрение робототехники и существенный рост производительности труда в развитых странах делает их рынок недоступным для товаров из развивающихся регионов мира, что (наряду с закрытием границ для иммигрантов) может привести к кровопролитным конфликтам в Азии и Африке, где урбанизация будет проходить без индустриализации. Таким образом, следствием внедрения трудосберегающих технологий могут стать как позитивные, так и негативные сценарии демографического развития⁸⁶.

Для снижения негативных социальных последствий роботизации компаниям необходимо инвестировать в переобучение своих сотрудников. Временной лаг, требующийся для получения актуальных навыков, может снижаться также и за счет реализации государственных программ повышения квалификации и развития человеческого капитала — все это способствует преодолению социальных противоречий в обществе и помогает избежать полномасштабных конфликтов. В конечном счете ускоренное переобучение сотрудников и занятие ими новых позиций, необходимых для обслуживания современных наукоемких отраслей, способствует экономическому развитию всей страны.

В данном вопросе интересно рассмотреть опыт Японии, лидера в процессе роботизации и производстве робототехники. Проблему старения населения власти страны успешно решают путем автоматизации производства. Экономическая стратегия Японии (в рамках широкой концепции «общества 5.0»: использование современных технологий для повышения качества жизни) направлена на внедрение роботов практически во все отрасли: «от сельскохозяйственного оборудования до автомобилестроения, от служб по оказанию помощи при бедствиях до пищевой,

косметической, фармацевтической промышленности»⁸⁷. При этом японская экономика практически полностью изолирована от неквалифицированного миграционного потока: предпочтение отдается иммигрантам японского происхождения с высоким уровнем образования в области информационных технологий. Вместе с тем в стране существует развитая система повышения квалификации в рамках государственных и полугосударственных программ: Японская ассоциация управления (ЯАУ) и Японский центр производительности (ЯЦП)⁸⁸. Широко распространено также и обучение внутри частных компаний, что связано со специфической корпоративной культурой страны, когда многие работники трудятся в одной и той же фирме всю жизнь.

Применение роботов в здравоохранении

Здравоохранение — сфера, в которую в настоящий день идет серьезный поток инвестиций. И пандемия коронавируса только ускорила данный процесс, заставляя государства вкладывать средства в создание и совершенствование вакцин. Конечно, тренд роботизации затрагивает и здравоохранение, следствием чего становится повышение качества оказываемых медицинских услуг. Применение современных технических решений (в том числе медицинских роботов) ускоряет диагностику, повышает точность проводимых операций и обеспечивает безопасность лечения, а также исключает человеческий фактор и снижает вероятность ошибки доктора. Как следствие, с внедрением роботов в медицину происходит развитие здравоохранения, повышается общий уровень здоровья населения и средняя продолжительность жизни. Перечислим основные направления медицины, в рамках которых происходит внедрение роботизированных помощников.

Первое и, пожалуй, наиболее важное — клиническая область. Один из первых роботов-хирургов был разработан компанией Intuitive Surgical еще в 1980-х гг. в рамках



Робот-хирург Da Vinci

контракта с армией США — линейка **da Vinci**. До сих пор модели da Vinci считаются наиболее передовыми роботами во всем мире, к настоящему моменту с их помощью проведено более 200 тыс. операций по всему миру. Производство находится в США, там же установлено наибольшее число систем — 4 139 штук, в России имеются лишь 25 образцов⁸⁹. Тем не менее систему da Vinci еще нельзя назвать полноценным роботом, так как все действия контролируются хирургом. Вместе с тем его использование значительно упрощает проведение операции, увеличивает маневренность инструментов и предлагает лучший обзор операционного поля. Так, сегодня использование роботизированных систем хирургии по типу da Vinci является обязательным для выполнения трех типов операций на сердце: устранения дефекта межпредсердной перегородки, восстановления митрального клапана и коронарного шунтирования.

Роботы все более активно используются и в медицинской диагностике: искусственный интеллект позволяет обрабатывать большое количество данных и выносить



Система High articulated intelligent Leg

точный вердикт относительно состояния пациента. Так, диагностический робот ***High articulated intelligent Leg*** от компании KUKA Systems представляет собой чувствительный пресс для ног и используется для проведения ортопедических анализов и создания биомеханической модели колена. Проект разрабатывается при участии Высшей школы физкультуры и спорта в Кёльне и вскоре может быть запущен в производство⁹⁰.



Система MURAB

Перспективной технологией является также и роботизированная биопсия. Так, проект ***MURAB*** (MRI and Ultrasound Robotic Assisted Biopsy) позволяет провести диагностику рака груди на ранней стадии и снизить использование дорогостоящей магнитно-резонансной томографии (МРТ). В отличие от МРТ, MURAB использует ультразвук и делает снимки в реальном времени, тем самым объединяя преимущества МРТ и УЗИ. Система в автоматическом режиме выбирает место укола и направление движения иглы⁹¹.

Но, пожалуй, наиболее ярким примером, демонстрирующим преимущества робототехники в здравоохранении, являются автоматизированные сенсорные протезы. Современные модели бионических протезов близки к тому, чтобы стать полноценной заменой утерянной конечности или иных частей тела, например, глаз. Лидерами отрасли являются исландская компания OSSUR, немецкий концерн Ottobock и британская фирма RSL Steeper. В России также происходит развитие собственных моделей: компания «**Моторика**» (резидент «Сколково») за время своей деятельности установила более 3,8 тыс. протезов. Проблема

протезирования чрезвычайно актуальна: каждый год в мире делается более 1 млн ампутаций, а в РФ — порядка 70 тыс.⁹² Бионическими протезами пользуется лишь около 10% этих людей. Главным препятствием чаще всего становится их высокая стоимость. Но в обозримом будущем за счет автоматизации, использования 3D-печати и выхода на массовое производство может произойти значительное удешевление биопротезов. Таким образом, на рынок труда смогут вернуться люди с ограниченными физическими возможностями, что несколько нивелирует негативные демографические тренды.



Биопротез

Сложно переоценить влияние здравоохранения на демографию. Достаточно сказать о том, что именно благодаря развитию медицины и снижению младенческой смертности произошел так называемый демографический взрыв в XX в. Сегодня здравоохранение по-прежнему остается отраслью, способной повлиять на основные демографические показатели. И развитие здравоохранения за счет роботизации может привести к повышению трудоспособного возраста и средней продолжительности жизни, а также снизить долю людей, оказавшихся исключенными из рынка труда в результате врожденной или приобретенной инвалидности.

Робототехника и демография: выводы

Второй демографический переход изменил представление ученых о будущем человечества. Если ранее всерьез обсуждалась проблема перенаселения земли, то теперь —

вопросы сохранения численности населения. В этой связи интересно проследить социально-экономические последствия роботизации, а также оценить влияние современных технологий на демографию посредством развития здравоохранения.

Уже на данном этапе нашего исследования можно сделать вывод о неоднозначности социально-экономических последствий роботизации. С одной стороны, применение автоматизированного труда способно решить проблему старения рабочей силы (более подробно об этом будет сказано в пятой главе), освободить человека от монотонного труда и даже привести к росту рождаемости за счет увеличения благосостояния, когда некоторая доля женщин сможет отказаться от наемного труда в пользу семьи. Роботизация в здравоохранении позволяет повысить среднюю продолжительность жизни и общий уровень здоровья населения, а также вернуть на рынок труда людей с ограниченными физическими возможностями.

С другой стороны, в условиях неравномерного распределения благ в капиталистическом обществе роботизация неизбежно ударит по наименее обеспеченным слоям населения и наиболее отсталым странам, что приведет к нарастанию социальных конфликтов, вплоть до военных переворотов и революций.

Если же рассматривать обратное влияние демографии на процесс роботизации, можно сделать оптимистический вывод о том, что Россия находится в достаточно благоприятной ситуации для развития роботизации. С одной стороны, значительная часть монотонной низкооплачиваемой работы уже выполняется иммигрантами, а потому автоматизация монотонного труда в меньшей степени затронет россиян. С другой — в наследство от Советского Союза Россия получила население с развитым человеческим капиталом, который не соответствует гораздо менее сложной ресурсо-ориентированной экономике. Система образования страны также остается конкурентноспособ-

ной — именно на данной основе и необходимо запускать процесс внедрения новых технологий.

Однако на пути роботизации в России существуют и серьезные препятствия: прежде всего отсутствие собственных технологий для отстаивания технологического суверенитета. Совершенно очевидно, что первым шагом для создания наукоемкой продукции должна стать адаптация зарубежных аналогов. В первую очередь это компьютерные технологии, микроэлектроника, серийные образцы промышленной робототехники и медицинская техника. Несмотря на существование некоторых перспективных проектов, затронутых в нашем исследовании, страна по-прежнему уступает ведущим экономикам мира. К сожалению, сложившаяся международная ситуация и экономические санкции препятствуют экспорту технологий. В связи с этим логичным выходом становится развитие сотрудничества с Китаем, крупнейшим рынком робототехники, на долю которого приходится порядка 30% мирового производства роботов⁹³.

РОБОТОТЕХНИКА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Робот-манипулятор
A12



Робот-палетоукладчик
KUKA KR QUANTEC PA



Грузоподъемный
робот FANUC
M-2000iA/1200



Гибрид робота
и 3D-принтера
Stratasys Infinite-Build
3D Demonstrator



Аппарат обработки
LASERTEC 65 3D



ГЛАВА V РОБОТОТЕХНИКА И РЫНОК ТРУДА

Тенденции на рынке труда в России и мире

Общемировые демографические тренды, описанные в предыдущей главе: сокращение рождаемости, старение населения и увеличение людей пенсионного возраста — напрямую отражаются на рынке труда и несут негативные экономические последствия для стран, осуществивших второй демографический переход.

Старение рабочей силы — серьезный вызов для экономики. Его результатом становится снижение производительности труда и падение совокупных сбережений, что приводит к замедлению инвестиций, торможению экономического роста и падению спроса. В свою очередь, увеличение численности пенсионеров в будущем неизбежно потребует дополнительных средств, выделяемых на пенсионную систему, социальную защиту и здравоохранение. При условии снижения численности работающего населения это станет тяжелым бременем для бюджета страны. Так, согласно докладу ВШЭ «Демографические изменения и предложение рабочей силы в регионах России», к 2030 г. доля работающих до 40 лет снизится с 42 до 37,2%⁹⁴, что может привести к торможению экономического роста на 1–1,5% ВВП в год⁹⁵.

Кроме того, старение населения при параллельном снижении рождаемости приводит к снижению совокупного спроса и создается дефляционное давление, что понижает эффективность монетарной политики⁹⁶. В долгосрочной перспективе увеличение потребителей

(пенсионеры) при снижении сберегателей (молодое население) способствует росту инфляции из-за избыточного спроса на товарном рынке⁹⁷. Все это только усилит давление на экономику.

Одной из главных проблем рынка рабочей силы в РФ, помимо старения рабочей силы, является так называемая внутренняя миграция в такие субъекты, как Москва и Московская область, Краснодарский край и Санкт-Петербург — порядка 1,8–1,9 млн человек. Несмотря на проводимую политику развития регионов, только Центральный, Северо-Западный и Южный федеральные округа имеют положительное сальдо миграции. Кроме того, именно в эти федеральные округа направлен миграционный поток из стран ближнего зарубежья. В свою очередь, Приволжский, Северо-Кавказский федеральные округа, а также юг Сибири и Урала являются основными донорами рабочей силы. Данная тенденция развивается и усиливается с 2000-х гг.⁹⁸ Как правило, уезжают молодые квалифицированные кадры, что ускоряет старение населения в регионах. В свою очередь, более привлекательные для иммигрантов субъекты несколько затормаживают данный процесс. В целом же, население России концентрируется на западе и юге страны, и остановить эту тенденцию в текущих условиях не представляется возможным.

На основании анализа мирового опыта можно сделать вывод, что в сложившихся условиях для поддержания и увеличения темпов экономического роста существуют только два пути: усиление эксплуатации рабочей силы (в том числе за счет привлечения иммигрантов, что активно используется в настоящий момент) и рост производительности труда (автоматизация и роботизация, требующие развития технологий и масштабных инвестиций в экономику). Охарактеризуем каждое из направлений, особое внимание уделяя экономическим последствиям.

Экономические последствия иммиграции в России и мире

Дефицит рабочей силы в РФ зачастую компенсируется массовым привлечением иммигрантов. В данном докладе мы не ставим своей целью исследовать социально-культурные последствия иммиграции, кратко охарактеризуем лишь экономические аспекты и докажем, что поддержка неограниченного потока неквалифицированных иммигрантов в долгосрочной перспективе является ошибочным решением.

Точное число трудовых иммигрантов в РФ неизвестно, однако, по разным данным, их количество варьируется в пределах 9–12 млн человек⁹⁹. Таким образом, РФ занимает четвертое место в мире по численности иммигрантов¹⁰⁰. Иммигранты создают дополнительную конкуренцию на рынке труда, что приводит к снижению средней зарплаты, а часто и вытеснению местного населения. Кроме того, как демонстрирует исследование Н. Курбанова и Р. Ульмасова, как правило, в отношении иммигрантов не выполняется трудовое законодательство: «мигранты недополучают до половины реально заработанного, трудятся в полтора раза больше россиян — рабочая неделя иммигрантов длится почти 60 часов, в то время как у россиян — 40»¹⁰¹. Более того, часто иммигранты работают без оформления трудового договора, а потому предприятие не выплачивает НДФЛ, а также пенсионные, медицинские и социальные взносы, что делает их использование еще более выгодным для работодателей.

При этом в России неквалифицированная иммиграция составляет до 90% от общего потока рабочей силы, тогда как в развитых странах неквалифицированных иммигрантов не более половины¹⁰². Использование труда низкоквалифицированных иммигрантов ограничено: преимущественно это сфера услуг и строительная отрасль. Таким образом, иммигранты, с одной стороны, неспособны заполнить нехватку трудовых ресурсов в ряде отраслей экономики,

а с другой — за счет низких требований создают дополнительную конкуренцию на рынке труда, следствием чего становится занижение средней заработной платы и вытеснение местных рабочих с рынка. Привлечение иммигрантов с высшим образованием могло бы частично решить проблему нехватки квалифицированных кадров, однако в этом случае России предстоит вступить в конкуренцию с развитыми странами, проводящими схожую политику.

Не меньшее значение имеет и тот факт, что активное привлечение низкоквалифицированных иммигрантов препятствует развитию инноваций и приводит к технологической деградации ряда отраслей экономики¹⁰³. На фоне падения коэффициента естественного прироста населения в странах-донорах трудовых ресурсов можно с уверенностью утверждать, что ставка на дешевую рабочую силу является проигрышной в долгосрочной перспективе. В свою очередь, альтернативой для сохранения темпов роста экономики в условиях общемировой проблемы снижения численности трудовых ресурсов является автоматизация и роботизация.

Роботизация в промышленности

Уместно рассмотреть мировой опыт роботизации в промышленности на примере ведущих экономик мира, особенно интересно затронуть опыт Китая. Длительное время экономика Поднебесной развивалась за счет притока дешевой рабочей силы из сельских регионов страны. Тем не менее в XXI в. в связи с падением рождаемости этот ресурс оказался близок к истощению, и власти Китая заранее озаботились проблемой старения рабочей силы. Согласно докладу ЮНЕСКО (выходит раз в 5 лет), Китай активнее всех наращивал расходы на науку с 2014 по 2018 г. и обеспечил порядка 44% мирового прироста, в частности, в 2018 г. на него приходилось 24,5% мировых расходов на НИОКР¹⁰⁴. Кроме того, за четыре года Китай стал лидером по числу публикаций по ряду ключевых технологий, количеству регистраций международных патентов и роботизации.

В России доля расходов на науку составляет 1,1% ВВП. Даже в условиях целевых параметров нацпроекта «Наука», по мнению экспертов, расходы на науку в России увеличатся к 2024 г. до 1,2% ВВП. Для сравнения, в Китае траты составляют 2,19% ВВП, в Германии — 3,09%, в США — 2,84%, в Японии — 3,26%, в Южной Корее — 4,53%. Неудивительно, что все вышеперечисленные страны, за исключением России, являются лидерами в сфере роботизации экономики. Также необходимо отметить низкий уровень заработной платы российских ученых. В Германии, например, уровень заработной платы профессорско-преподавательского состава, занятого в сфере НИОКР, в 3,3 раза выше аналогичного российского показателя¹⁰⁵.

Схема 1

Страны-лидеры по использованию промышленных роботов (составлено авторами на основе данных «World Robotics 2021»)



Диаграмма демонстрирует эффективность политики властей КНР по внедрению роботов в производство, высокие темпы роботизации также демонстрируют Япония, США, Южная Корея и Германия, остальные страны серьезно уступают лидерам. Россия не вошла ни в топ-15 стран по числу установок новых промышленных роботов, ни в топ-21 по плотности роботизации в расчете на 10 тыс. рабочих.

Страны-лидеры по плотности роботизации на промышленных предприятиях (составлено авторами на основе данных «World Robotics 2021»)



Помимо статистических данных, в докладе «World Robotics 2021» дан прогноз: Азия, превратившаяся в мировой промышленный центр, будет роботизироваться быстрее Америки и Европы. При этом среднегодовые темпы роста числа внедряемых роботов для всего мира в следующие пять лет окажутся относительно невысокими — 6%¹⁰⁶. Вместе с тем догнать лидеров роботизации при сохранении их ориентации на автоматизацию экономики будет весьма непростой задачей.

Современное промышленное производство активно автоматизируется. Роботы способны выполнять все основные операции, однако управление производственной цепочкой по-прежнему остается задачей инженеров. Лидерами производства промышленной робототехники являются немецко-китайская компания Kuka, японские Fanuc, Yaskawa, Kawasaki и Nachi и шведский концерн ABB¹⁰⁷.

Отметим наиболее интересные современные модели промышленных роботов. Так, робот-палетоукладчик в пищевой промышленности **KUKA KR QUANTEC PA** функционирует при температурах до -30 градусов, имеет бо-



Робот-палетоукладчик КУКА KR QUANTEC PA

лее широкий радиус действия, чем аналоги, и позволяет полностью отказаться от ручного труда на складе¹⁰⁸. Грузоподъемный робот **FANUC M-2000iA/1200**, самый сильный на рынке шестиосевых роботов, способен поднимать



Грузоподъемный робот FANUC M-2000iA/1200

до 1,2 тонн. Робот **Stratasys Infinite-Build 3D Demonstrator** выводит 3D-печать на качественно новый уровень за счет увеличения скорости: для производства одной детали ему требуется несколько минут против нескольких часов, которые необходимо потратить при использовании обычных



Гибрид робота и 3D-принтера Stratasys Infinite-Build 3D Demonstrator



Аппарат обработки LASERTEC 65 3D

SLS-принтеров¹⁰⁹. Наконец, в области обработки деталей также появляются амбициозные проекты, в частности, аппарат **LASERTEC 65 3D** от компании Dmg Mori, сочетающий в себе фрезерную и лазерную виды обработки, это повышает скорость выполнения операции: по сравнению с порошковой камерой в десять раз¹¹⁰.

Российская промышленная робототехника также активно развивается, можно отметить такие компании, как «Эйдос-Робототехника», Aripix Robotics, Saga Robotics, Robotech, Bitrobotics, Grink Robotics, «АРКОДИМ-Про» и НПО «Андроидная Техника». Несмотря на существование интересных проектов, которые не уступают роботам от зарубежных производителей, отечественные фирмы, как правило, ограничиваются созданием единичных экземпляров под заказ¹¹¹. В 2019 г. в России было продано 958 промышленных роботов, из которых только 4,8% были отечественными¹¹². Очевидно, что для полномасштабной роботизации промышленности этого недостаточно.



Робот-манипулятор A12

Влияние роботизации на рынок труда

Увеличение производительности труда за счет внедрения новых технологий в производство — основополагающий фактор экономического развития человеческой цивилизации. Однако технологический прогресс имеет и негативные последствия. Так, перестройка экономики неизбежно приводит к изменению характера занятости и увольнению значительного числа рабочих. Кроме того, автоматизация ведет к неравенству доходов, так как в первую очередь заменяется монотонный низкоквалифицированный труд. Соответственно, под увольнение попадают представители низших слоев населения.

В свою очередь, снижение личных доходов людей, проигравших в ходе автоматизации и внедрения новых технологий, неизбежно ведет к протесту. Протест объясняется относительной депривацией — «восприятие актором расхождения между его ценностными ожиданиями (ожиданиями) и ценностными возможностями»¹¹³. В современном мире он выражается, в частности, в голосовании за правых популистов, заявляющих о необходимости изменения статуса-кво, борьбе с коррумпированными элитами и кардинальной перестройки политической системы. Так, исследование «Political machinery: did robots swing the 2016 US presidential election?» доказывает, что автоматизация имеет прямо пропорциональную связь с долей голосов, отданных за популистов: снижение доли рутинных работ на каждый процентный пункт привело к росту голосов, отданных за Трампа от 3 до 10%¹¹⁴. К похожим результатам приходят и М. Аннели, И. Колантоне и П. Станиг: увеличение на одно стандартное отклонение подверженности роботизации ведет к росту поддержки крайне правых на 1,8%¹¹⁵.

Социальные конфликты, возникающие в ходе автоматизации производства, — явление далеко не новое. Достаточно вспомнить выступления крестьян в Англии в XV–XVI вв. в результате огораживания (чему предшествовало развитие суконной промышленности и появление шерстяных ману-

фактур) или движение луддитов, громящих станки в той же Англии в XIX в., чей труд оказался заменен паровыми машинами. От механизации экономики всегда появляются проигравшие, и чаще всего это наименее обеспеченные и малообразованные слои населения, чей труд заменяется в первую очередь или становится экономически невыгодным¹¹⁶. Автоматизация производства неизбежно ведет к технологической безработице, и роботизация не является исключением¹¹⁷. Это необходимо учитывать и осуществлять поддержку уволенных работников с тем, чтобы как можно быстрее вернуть их на рынок.

В экспертном сообществе существуют две точки зрения относительно перспектив влияния роботизации на рынок труда. Первая заключается в следующем: роботизация приведет к массовой замене человека машинами. В частности, ее придерживается немецкий ученый К. Шваб. Исследователь пишет: «Такие профессии, как юристы, финансовые аналитики, врачи, журналисты, бухгалтеры, страховые агенты или библиотекари, могут быть частично или полностью автоматизированы значительно раньше, чем можно предположить. На сегодняшний день складывается следующая ситуация: четвертая промышленная революция создает меньше рабочих мест в новых отраслях, чем предыдущие революции»¹¹⁸. Таким образом, четвертая промышленная революция будет качественно отличаться от предыдущих и создаст технологический уклад, в котором (в долгосрочной перспективе) практически не останется места для человека. Этот прогноз подтверждают некоторые исследования. Так, в 2017 г. был составлен прогноз о том, что к 2030 г. с рынка труда будет вытеснено до 800 млн человек, что соответствует более 20% глобальной рабочей силы, а их место займут роботы¹¹⁹.

Вторая точка зрения основывается на отрицании качественно иной природы четвертой промышленной революции и роботизации как ее (де-факто) главной характеристики. Ее сторонники уверены, что взамен утраченным будут созданы новые рабочие места, связанные с использованием

современных технологий. Так, в исследовании Всемирного экономического форума (ВЭФ) «The Future of Jobs 2020» приведены данные опроса экспертов из ведущих компаний: к 2025 г. 85 млн сотрудников лишатся своей работы, однако будет создано 97 млн новых рабочих мест в области зеленой экономики, искусственного интеллекта и облачных технологий. В первую очередь под сокращение попадут секретари, бухгалтеры, аудиторы, операторы ввода данных, монтажники, администраторы, заводские рабочие, а также служба поддержки клиентов — данные рабочие процессы можно легко автоматизировать. И напротив, специалисты по искусственному интеллекту и машинному обучению, автоматизации процессов, информационной безопасности, программному обеспечению аналитики данных и ученые станут более востребованными¹²⁰. При этом период, необходимый для переквалификации рабочих, с каждым годом только сокращается.

И действительно, экономическая история говорит о том, что внедрение новых технологий зачастую кардинально изменяет рынок труда. Однако со временем ситуация стабилизируется. Помимо вышеупомянутых негативных примеров (огораживание и движение луддитов), можно рассмотреть и относительно мирный процесс перехода рабочей силы из одной отрасли в другую. Согласно исследованию McKinsey, в результате развития сети Интернет во Франции за 15 лет под сокращение попали порядка 500 тыс. человек, однако при этом было создано 1,2 млн новых рабочих мест¹²¹. В докладе консалтинговой компании Deloitte «Будущее промышленного производства: как будут выглядеть профессии цифровой эры?» также приводится оптимистический прогноз на современные экономические тренды: эксперты уверены, число новых рабочих мест превысит количество замененных роботами. Более того, в условиях старения населения и падения рождаемости, к 2028 г. около 50% вакансий и вовсе останутся открытыми, а на первый план выйдут такие качества, как

эмоциональный интеллект, креативность, критическое мышление и когнитивная гибкость¹²².

Сильнее всего от автоматизации пострадают развивающиеся страны: там машины могут заменить до 2/3 рабочих¹²³. В развитых странах существенная часть монотонной работы уже автоматизирована, а потому процесс модернизации экономики будет не столь разрушительным. Таким образом, на международной арене от роботизации пострадают страны полупериферии и периферии — точно так же, как страдают от нее низшие слои населения. Тем не менее в научном сообществе нет единого мнения и по данному вопросу. Существуют исследования, доказывающие, что в первую очередь роботизация затронет население ведущих экономик мира. Так, в докладе консалтинговой компании PWC приводятся следующие данные: из-за автоматизации под угрозой лишения рабочих мест в США оказываются до 40% сотрудников, в Великобритании — 30%, в Германии — 35%. В Японии показатель наиболее низкий — 21%¹²⁴, что, вероятно, обусловлено лидерством страны в процессе роботизации.

Роботизация и рынок труда: выводы

Монотонная работа обречена на автоматизацию, а будущее всегда было и остается за тем, кто развивает технологии, инвестирует в производительность труда, человеческий капитал и автоматизацию производства. Поэтому главный вопрос состоит не в том, поддерживать или не поддерживать роботизацию, а в том, как это сделать с наибольшей эффективностью¹²⁵.

Сокращение трудоспособного населения и населения в целом — одна из главных проблем современной России. Зачастую ее пытаются решить посредством привлечения иммигрантов, однако при детальном рассмотрении данная политика оказывается полумерой. Эксплуатация рабочей силы в лице иммигрантов, помимо социальных противоречий, возникающих из-за культурных различий с на-

селением страны, создает дополнительную конкуренцию на рынке труда и препятствует модернизации экономики. Более того, низкоквалифицированные иммигранты не способны заполнить ряд «пробелов» в тех отраслях, где требуются специальные знания. Именно поэтому развитые страны все большее предпочтение отдают миграционной политике, направленной на привлечение преимущественно образованных работников.

Кроме того, в условиях второго демографического перехода в течение последующих десятилетий миграционный поток в Россию из стран ближнего зарубежья неизбежно сократится: высокая рождаемость по-прежнему будет сохраняться только в африканском регионе. Таким образом, **ставка на автоматизацию и роботизацию в долгосрочной перспективе является единственной выигрышной стратегией, которая позволит сохранить и повысить конкурентоспособность экономики страны.** Именно роботизация по примеру Японии, Германии и других развитых стран может стать решением проблемы второго демографического перехода, связанной с падением рождаемости и старением населения, которая в обозримом будущем может стать причиной экономической стагнации.

Процесс роботизации не лишен минусов в вопросе влияния на рынок труда. Существует два противоположных тренда: с одной стороны, роботизация вытесняет людей с рынка труда и, снижая тем самым средние доходы населения, еще более усугубляет демографические проблемы. Другой вектор — это повышение производительности труда, освобождение людей от необходимости заниматься монотонным трудом, создание новых рабочих мест, повышение уровня образования и квалификации, а также рост благосостояния, что может положительно отразиться на рождаемости и несколько нивелировать падение численности населения.

Для того чтобы избежать социальных противоречий и контролировать уровень безработицы, необходимо снизить временной лаг, требующийся для переобучения работни-

ков. Следует воспользоваться опытом развитых стран и создавать государственные и частные программы повышения квалификации и производительности труда. Однако в рамках процесса роботизации экономики России есть существенное препятствие — относительно слабая технологическая база и экономические санкции, препятствующие экспорту технологий. Вместе с тем страна обладает весомым преимуществом — развитый человеческий капитал, грамотное использование которого может стать основой для подготовки профессиональных кадров. Именно государство должно взять на себя инициативу запуска процесса роботизации: сделать ставку на адаптацию зарубежных технологий (в том числе с азиатского рынка), начать преобразование миграционной политики, осуществлять выплаты рабочим, попавшим под сокращение, поощрять частные и развивать собственные программы повышения квалификации, поддерживать современные инновационные производства.

ГЛАВА VI ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ

Сегодня мы наблюдаем беспрецедентные темпы развития технологий. В таких областях, как робототехника и искусственный интеллект, развитие происходит особенно стремительно, данные технологии внедряются во многие сферы деятельности, возникают колоссальные возможности для совершенствования производственных и иных процессов. Роботы и искусственный интеллект делают возможным выполнение опасных и сложнейших задач, которые человеку неподвластны в силу его физических особенностей.

Колоссальные возможности, равно как и значительные угрозы, которые несет в себе повсеместное внедрение технологий, требуют сбалансированного регулирования. Эффективная нормативно-правовая основа, которая способна, с одной стороны, минимизировать риски и угрозы, а с другой, не только не затормаживать технологическое развитие, но даже стимулировать его, это то, что сейчас необходимо. Вопросы относительно того, не преждевременны ли попытки сформировать регулирование, отпадают, когда перед человеком возникают многочисленные ситуации нарушений прав и свобод при применении данных технологий. Однако на сегодняшний день правовое регулирование формируется с колоссальной задержкой, что в случае с такими технологиями недопустимо.

Действительно, уже сейчас крайне важно разобраться с такими вопросами, как определение понятия «робот», вопрос ответственности за вред, причиненный при функционировании роботов, вопросы безопасности и уязвимости систем. Необходимо также обеспечить должное

техническое регулирование, создание системы управления рисками, системы мониторинга и контроля с тем, чтобы повысить доверие граждан технологиям, а также обеспечить их безопасное внедрение. Особого внимания заслуживают и проблемы, связанные с данными, ведь для дальнейшего развития технологий необходимо огромное количество данных. Так, крайне важно разграничить понятия персональных и неперсональных данных, обеспечить анонимизацию данных, возможность доступа разработчиков к таким данным и возможность обмена ими.

Особый интерес в данном контексте вызывает область интеллектуальной робототехники, которая представляет собой симбиоз робототехники и ИИ. Так, появляются роботы, способные взаимодействовать со средой, принимать автономные решения или производить рекомендации. Есть и особо чувствительные сферы, такие как здравоохранение, социальное обеспечение и другие, где контроль внедрения и применения технологий представляется крайне необходимым в силу того, что в рамках таких областей человеку может быть нанесен непоправимый вред. Отметим, например, медицинское направление, где появляются хирургические роботы, роботы для ухода, роботизированные протезы и прочие технологии. Здесь особенно явно проявляется проблема ответственности: кто должен нести ответственность за рекомендации или действия систем, применяемых в медицине, если они наносят вред здоровью или жизни человека? Этот и масса других вопросов сигнализируют об отсутствии специального регулирования, которое позволяло бы сбалансированно, безопасно и «этично» интегрировать технологии в человеческое общество.

Ситуация осложняется и затрудненной коммуникацией между разработчиками, которые создают технологии, и законодателями, которые хотят их регулировать, поэтому при разработке норм крайне важно обеспечить максимальное участие всех заинтересованных сторон. Немаловажным является и международное сотрудничество, которое обе-

спечит возможность обмена передовым опытом регулирования между различными государствами, а также возможность формирования единого глобального подхода с тем, чтобы не позволять отдельным технологически развитым странам навязывать всем остальным собственные правила и стандарты.

Юридические подходы к определению понятия «робот»

С юридической точки зрения отсутствие единого подхода к определению понятий «робот», «умный робот», как фундамента, на базе которого выстраивается все дальнейшее регулирование, служит фактором, который затрудняет применение нормативно-правовой основы. Существует огромное количество различных определений, чему способствует сложность и многообразие данных технологий. Для цели эффективного регулирования определение должно обеспечивать собственную актуальность с дальнейшим развитием технологий, допуская включение новых признаков и характеристик. Определение не должно чрезмерно сужать или расширять сферу применения регулирования, иначе ряд технологий останется за бортом или же, наоборот, технологии, которые не нуждаются в регулировании (например, кофемашины), попадут под его действие.

Одним из наиболее удачных вариантов является формулирование определения через перечисление ключевых характеристик объекта. Так, в Резолюции Европарламента № 2015/2013¹²⁶ о нормах гражданского права о робототехнике отмечается важность формулирования общепринятого определения и необходимость указания на следующие характеристики «умных роботов»: «способность становиться более автономными, используя сенсоры и/или обмениваясь информацией со своей средой (совместимость) и анализируя ее; способность обучаться на основе приобретенного опыта и в процессе взаимодействия; наличие формы физической поддержки робота; способность адаптировать свои

действия и поведение в соответствии с условиями среды; отсутствие жизни с биологической точки зрения».

Закон № 9014 о содействии развитию и распространению умных роботов Южной Кореи под «умным роботом» имеет в виду «механическое устройство, которое способно воспринимать окружающую среду, распознавать обстоятельства, в которых оно функционирует, и целенаправленно передвигаться самостоятельно»¹²⁷.

Повторно упомянем и стандарт (упомянут во введении) ГОСТ Р 60.0.0.4 — 2019/ ИСО 8373:2012 «Роботы и робототехнические устройства. Словарь», который указывает на «определенную степень автономности» робота и его «способность перемещаться во внешней среде с целью выполнения задач по назначению»¹²⁸. Согласно стандарту, роботы могут быть промышленными и сервисными.

Общий обзор регулирования робототехники

Описывая опыт различных стран и интеграционных объединений по регулированию робототехники, необходимо сказать, что в целом регулирование данной области находится на стадии формирования и в большинстве случаев отличается фрагментарным, разрозненным характером, тем не менее существует значительное число различных законов и подзаконных актов, стратегий, концепций, масштабных исследований, которые выступают ценными материалами для исследования.

Начиная с 2009–2010 гг., в ряде стран были разработаны отдельные документы, направленные на регулирование робототехники, появлялись различные правовые исследования, посвященные анализу угроз и рисков внедрения данных технологий, возможных подходов к регулированию. А уже с 2017 г. начинаются дискуссии относительного особого правового статуса сложных автономных роботов, появляются знаковые документы и приходит понимание того, что робототехника — это важнейший компонент новой цифровой экономики.

Россия

В России вопросам робототехники уделяется значительное внимание. В том, что касается разработки стратегических и концептуальных документов, РФ нельзя назвать отстающей. Проводится масса различных исследований, анализируется зарубежный опыт. Россия крайне активна и в регулировании ИИ, в том числе и в рамках разработки международных документов (работа в комитете САНАИ, работа над рекомендациями ЮНЕСКО по этике ИИ).

В России отсутствует единый комплексный акт, посвященный регулированию робототехники, и можно говорить о том, что РФ идет по пути фрагментарного регулирования отдельных аспектов и активно принимает законы в отдельных областях. Например, принято три закона, посвященных созданию регуляторных песочниц (№ 258-ФЗ, № 123-ФЗ, № 331-ФЗ).

Важнейшим документом в области регулирования робототехники и искусственного интеллекта является Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 г., утвержденная 19 августа 2020 г. Данный документ обозначает проблемы, направления, задачи и принципы будущего регулирования этих областей в РФ. В рамках разработки Концепции учитывался международный опыт регулирования, однако Россия первой в мире утвердила подобный документ.

Среди принципов регулирования указаны, в частности: принцип «стимулирование как основа регулирования»; риск-ориентированность и междисциплинарность регулирования; применение инструментов сорегулирования и саморегулирования; создание кодексов этических правил; оценка воздействия технологий на все сферы и ряд других. Концепция обращается к общеотраслевым направлениям совершенствования регулирования, в частности, выделяет такое направление, как формирование механизмов упро-

щенного внедрения продуктов («песочницы» и полигоны общего доступа).

Среди проблемных аспектов в РФ отметим работу с данными (отсутствие института анонимизации, затрудненный доступ разработчиков к данным и пр.), необходимость расширения возможностей тестирования технологий, сложности с государственно-частными партнерствами, а также недостаточную государственную поддержку.

Многие эксперты отмечают примат стимулирования как ключевую идею при формировании государственной поддержки развития робототехники в России, а также необходимость избегать чрезмерного регулирования с массой административных барьеров. Подобный подход к регулированию в совокупности с решением вышеобозначенных проблем мог бы обеспечить продвижение России вперед в технологической гонке. Актуальным представляется также активное участие России в международном сотрудничестве по развитию и регулированию робототехники.

Европейский союз

Документы ЕС представляют особый интерес, так как Союз довольно давно и масштабно занимается исследованием вопроса регулирования робототехники. Среди первых документов, которые были разработаны в ЕС, можно отметить дорожную карту развития робототехники в Европе (Robotics 2020). Здесь указаны и детально описаны основные сферы применения роботов, представлен обзор основных типов роботов, их возможностей и компонентов, описаны технологии робототехники, содержится карта технологической готовности, по которой оценены технологии и компоненты¹²⁹. Здесь также обозначены директивы ЕС, положения которых могут применяться и к отдельным видам роботов (в частности, Директива 2001/95/ЕС о безопасности продукции, Директива 2006/42/ЕС по машинному оборудованию и пр.), и указана необходимость корректировки и создания стандартов ISO в данной сфере.

В 2017 г. Европейский парламент принял Резолюцию № 2015/2013 о нормах гражданского права о робототехнике¹³⁰. Данный документ стал первой попыткой оформления комплексного подхода к регулированию робототехники и на сегодняшний день является одним из ключевых документов. В частности, Резолюция содержит характеристики «умного робота» (обозначенные выше), формулирует подходы к вопросу определения ответственности, предлагает базовые правила регулирования по категориям роботов, содержит Хартию роботов и Этический кодекс производителей.

Документ содержит ряд интересных положений относительно ответственности. Так, указывается, что автономность роботов порождает вопросы относительно их правовой природы, а также того, являются ли достаточными существующие правила ответственности. Роботы нового поколения способны к автономным действиям, самообучению и самоорганизации, а их взаимодействие со средой может быть непредсказуемым, что затрудняет установление причинно-следственной связи и конкретного ответственного лица¹³¹. В силу этого, согласно Резолюции, существующих правил об ответственности может быть недостаточно¹³².

Резолюция подчеркивает, что в рамках будущего регулирования не должно допускаться ограничение видов и объема ущерба, возможного к возмещению, а также ограничение форм компенсации, которая может быть получена пострадавшим исключительно на основании того, что вред был причинен не человеком. Резолюция предлагает создать обязательную систему страхования для некоторых категорий роботов с возложением обязанности страховать риски на производителей и владельцев, а также резервный фонд денежных средств для компенсации вреда, который не покрывается страховым полисом. Связь между роботом и конкретным фондом может быть прослежена через присвоение роботу идентификационного номера, который будет регистрироваться в отдельном реестре ЕС.

Крайне важно отметить, что именно в Резолюции была обозначена возможность наделения наиболее продвинутых автономных роботов, способных автономно функционировать и взаимодействовать с третьими лицами, особым правовым статусом «электронных лиц»¹³³. И до, и после принятия Резолюции данная идея неоднократно подвергалась критике¹³⁴, а в последующих документах от нее отказались. Широкая дискуссия, которая сопровождала вопрос относительно возможности наделения продвинутых роботов правосубъектностью, на сегодняшний день предварительно завершилась тем, что роботы остались объектом права, что представляется правильным, с учетом единственно очевидного на данный момент их восприятия в качестве инструмента в руках человека.

Отметим, что отдельные существующие непрофильные акты ЕС частично применимы в том числе и к области робототехники. В частности, Директива 85/374/ЕЕС об ответственности за продукцию с браком, Директива 2001/95/ЕС о безопасности продукции, Директива 2006/42/ЕС по машинному оборудованию, Директива 2004/108/ЕС об электромагнитной совместимости и ряд других.

Под эгидой ЕС было проведено значительное число масштабных правовых исследований в области робототехники, в частности, исследование «Руководство о регулировании робототехники», исследование «Индустрия 4.0», исследование «Этические аспекты киберфизических систем» и ряд других.

США

Обращаясь к опыту США, важно сказать, что важными преимуществами США являются сосредоточение высококлассного экспертного сообщества и IT-гигантов (GAFAM: Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft), а также колоссальные инвестиции в технологии. Эти два аспекта делают свое дело и обеспечивают США лидирующие позиции в технологической гонке. Регулирование технологий здесь

вынесено на уровень корпораций и в большей степени именно бизнес решает, как будет формироваться регулирование. Многие вопросы также получают свое разрешение в рамках прецедентного права.

Среди документов можно отметить Национальную робототехническую инициативу от 2011 г.¹³⁵, которая, по сути, агрегирует предложения различных государственных ведомств США по финансированию и реализации исследований. Отметим также дорожную карту развития робототехники в США. Первая версия была опубликована в 2009 г. и содержала ряд направлений развития робототехники, в частности, «производство роботов и компонентов», «промышленные роботы» и ряд других. Глава 10 документа посвящена правовым вопросам, указаны сферы, требующие законодательного регулирования (вопросы ответственности, страхования и др.). Затем в 2013 и 2016 гг. были опубликованы обновленные версии. Самая недавняя версия дорожной карты была опубликована в сентябре 2020 г.¹³⁶. Глава 8 посвящена вопросам правового, этического и экономического контекста и содержит разделы: безопасность, ответственность, влияние на рынок труда, социальное взаимодействие, приватность и безопасность, рекомендации. В рекомендациях указывается важность большего применения киберфизических систем на всех уровнях в государственном секторе, поддержки междисциплинарных исследований в государственном секторе и научных кругах, устранения исследовательских барьеров.

Отметим Закон об инновациях и конкуренции¹³⁷, где робототехника занимает 4-е место среди ключевых направлений развития для Национального научного фонда США. В целом, данный документ направлен на сохранение лидерства США в технологической гонке и отличается враждебным характером по отношению к Китаю и его попыткам вытеснить США с первого места. США крайне обеспокоены защитой своих исследований и разработок от коммерческого шпионажа, который осуществляется

китайской стороной. Помимо прочего здесь содержатся положения, которые ограничивают ученых, связанных с определенными программами иностранных талантов.

В целом, согласно документу, США продолжают существующий подход, основанный на взаимосвязи между академическими исследованиями, государственными грантами, венчурным капиталом и свободной рыночной конкуренцией.

Китай

Китай активен в развитии робототехники, здесь также уделяется значительное внимание регулированию данных областей. Китай обладает огромным количеством доступных данных, дешевым производством, огромным потребительским рынком и колоссальной государственной поддержкой. Здесь регулирование отличается централизованным государственным характером, разработаны планы развития, которые обозначают цели, которые должны быть достигнуты, и сроки их достижения.

Так, согласно Плану развития робототехнической промышленности (2016–2020), необходимо совершенствовать системы роботизированной промышленности, ускорить разработку исследований и технических стандартов, разработать национальные стандарты, расширить участие в разработке и корректировке международных стандартов в области робототехники. Среди целей к 2020 г. указаны: создание трех и более роботостроительных компаний, а также производство 100 тысяч промышленных роботов китайскими компаниями¹³⁸.

Обращает на себя внимание и программа развития КНР «Made in China 2025»¹³⁹, которая была представлена в 2015 г. Здесь указано, что к 2030 г. Китай должен стать лидером на рынке робототехники. Данная программа направлена на всестороннюю модернизацию китайской промышленности с тем, чтобы превратить Китай из промышленного гиганта в одно из сильнейших технологических государств. Среди

10 приоритетных секторов значатся автоматизированные станки и робототехника.

Несмотря на значительную роль государства в обеспечении общей основы, использовании финансовых и фискальных инструментов и поддержке создания производственных инновационных центров, программа также предусматривает опору на рыночные институты, укрепление защиты прав интеллектуальной собственности для малых и средних предприятий, предоставление компаниям возможности самостоятельно устанавливать свои собственные технологические стандарты и ряд других мер.

Китай ставит четкие цели и пускает все силы на их достижение, делая все необходимое для уменьшения зависимости от импорта инноваций и продвижения собственных технологий и компаний на мировой рынок. Основные трудности здесь возникают из-за низкого числа высококвалифицированных кадров и фундаментальных исследований.

Южная Корея

Интересным для изучения представляется опыт Южной Кореи, как одного из лидеров по показателям плотности роботизации промышленности¹⁴⁰. По мнению экспертов, одним из факторов, способствующих достижению лидирующих позиций по роботизации экономики, является разработка норм, эффективно регулирующих данную сферу¹⁴¹.

Отметим Закон № 9014 о содействии развитию и распространению умных роботов, принятый в марте 2008 г.¹⁴², который является одним из первых в своем роде. Помимо правового регулирования данный акт содержит и элементы национальной стратегии по развитию робототехники. Здесь сформулировано определение «умного робота» (представлено выше). Для эффективного достижения целей Закона правительство разрабатывает пятилетние планы развития и распространения умных роботов.

Также был создан Корейский институт развития робототехники, ответственный за разработку политики в области

робототехники, разработку этических норм, стандартизацию и пр. Функции контроля за его деятельностью и за областью роботостроения в целом возложены на Министерство торговли, промышленности и энергетики. Министр обязан также проводить детальные аналитические исследования каждый год, для формирования которых может обратиться в любую организацию с запросом о раскрытии информации или предоставления мнения.

Вводится понятие компании, инвестирующей в умных роботов. Такие компании должны инвестировать не менее 50% собственного капитала в развитие умных роботов или приобретение прав участия в роботостроительных компаниях. При этом они получают налоговые преимущества, а также могут получить компенсацию от государства (в обмен на некоторые постоянные сборы), в случае возникновения в процессе их деятельности убытков¹⁴³.

Согласно документу, создаются специальные территории для развития умных роботов «Роботлэнд». В таких зонах создан режим одного окна, а объекты инфраструктуры частично финансируются государством.

В 2018 г. действие Закона было продлено еще на десять лет (за все время поправки в Закон вносились около 15 раз)¹⁴⁴.

Япония

Япония — одно из лидирующих государств в области развития робототехники. С середины предыдущего века Япония была одним из абсолютных лидеров в области робототехники. С 2010 г. ситуация несколько поменялась, однако Япония остается среди лидеров по плотности роботизации промышленности.

В 2015 г. в Японии была разработана национальная стратегия развития робототехники — Новая стратегия роботов. Стратегия направлена на сохранение за Японией лидирующих позиций в области развития робототехники.

Стратегия состоит из общего обзора и пятилетнего плана развития робототехники. В общем обзоре сформулированы цели развития робототехники, среди которых решение проблемы старения населения и предотвращение потери лидерства в сфере робототехники.

План включает такие меры, как создание частно-государственного партнерства «Инициатива революции роботов», развитие технологий, участие в разработке международных стандартов, создание тест-зон, развитие кадров, регуляторная реформа и др. Концепция «Инициатива революции роботов» является открытой платформой для заинтересованных сторон для совместной работы и принятия мер.

Отметим успешность мер по созданию специальных зон для проведения экспериментов. Например, в 2003 г. в Японии была создана первая «регуляторная песочница» Токку (Tokku Special Zone), где на дорогах общего пользования успешно тестировались двуногие роботы (2004–2007). Позднее и в других префектурах были созданы «песочницы».

Эксперты отмечают, что среди возможных причин замедления прежних темпов развития робототехники в Японии можно назвать внедренное в 2007 г. Руководство по безопасности для нового поколения роботов, которое касается всех этапов эксплуатации. Вероятно, оно не представляет гибкость, которая необходима в свете быстрого развития технологий¹⁴⁵.

Великобритания

Начиная с 2012 г., Великобритания начала разработку документов и исследований в области робототехники. В Докладе «Восемь наиболее значимых технологий» Великобритания обозначила среди таких технологий робототехнику и автономные системы. В 2014 г. была опубликована Национальная стратегия для робототехники и автономных систем (RAS2020), разработанная учеными и представителями промышленности. В Стратегии обознача-

лись рекомендации, призванные способствовать развитию робототехники.

Отметим «Принципы робототехники», которые были разработаны Исследовательским советом по инженерным и физическим наукам. В частности, среди принципов указаны следующие: роботы не могут быть разработаны с единственной целью убивать или причинять вред человеку за исключением тех случаев, когда это необходимо для обеспечения национальной безопасности; человек, а не робот является ответственным агентом; механизмы действия роботов должны быть понятными и прозрачными; должно быть определено лицо, которое будет нести ответственность за робота, и ряд других.

Правовое регулирование робототехники: выводы

Подводя итог, необходимо отметить, что регулирование роботов только формируется и характеризуется значительным отставанием от темпов развития самой области робототехники. В отдельных странах можно встретить более «продвинутое» регулирование, где-то оно остается рудиментарным.

Практически везде утверждены стратегии развития робототехники. В ряде стран существуют концепции регулирования, которые создают основу для будущего регулирования, в частности, отметим передовой характер Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники (РФ).

В некоторых рассмотренных юрисдикциях предусмотрена возможность создания «регуляторных песочниц» (Южная Корея, Япония, Россия, ЕС), что представляется неотъемлемым компонентом для дальнейшего развития технологий.

Особенно можно выделить Южную Корею — здесь принят отдельный комплексный акт, регулирующий область робототехники, который в том числе содержит и нацио-

нальную стратегию. Интересными представляются положения Резолюции Европарламента о нормах гражданского права о робототехнике, в частности, относительно создания обязательной системы страхования для некоторых категорий роботов с возложением обязанности страховать риски на производителей и владельцев, а также резервного фонда денежных средств для компенсации вреда.

ССЫЛКИ НА ИСТОЧНИКИ ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Умный город

1. Clean Space Robotics — ссылка на презентацию компании.
2. VeDroid — <http://vedroid.org/index.php/nashi-proekty>
3. P-200 — <http://servoelectronics.ru/index.php/2-uncategorised/96-robototekhnicheskie-kompleksy-r-100-i-r-200>
4. Stretch — <https://www.ixbt.com/news/2021/03/29/stretch-boston-dynamics.html>
5. Дуняша — <https://habr.com/ru/news/t/662081/>
6. Робин — <https://expper.tech/>
7. «Трал Патруль» — <https://securityrobot.ru/produkcija/teplovizor-robot-ohrannik/>
8. Xavier — <https://www.htx.gov.sg/news/media-release-htx-ground-robot-on-trial-at-toa-payoh-central-to-support-public-officers-in-enhancing-public-health-and-safety>
9. REX МК II — <https://www.iai.co.il/iai-unveils-rex-mk-ii-multi-mission-unmanned-land-vehicle>
10. Робот Вера — <https://www.youtube.com/watch?v=QfwR6me2gaE>
11. «Цифровой двойник» — <https://www.mos.ru/news/item/96288073/>
12. «Мос.Облако» — <https://www.mos.ru/news/item/107501073/>

Окружающая среда

1. Dustbot — <https://cordis.europa.eu/article/id/35690-robots-designed-to-clean-up-our-streets>
2. Экогех — <http://robotrends.ru/pub/1922/robotizaciya-rossiyskiy-robot-dlya-sortirovki-othodov-sozdan-v-ekoteh>
3. Экобот — <http://robotrends.ru/pub/1718/nizhegorodskiy-ekobot-vyshel-v-final>
4. Ranmarine — <https://cordis.europa.eu/article/id/254172-aquadrones-remove-deliver-and-safely-empty-marine-litter/fr>
5. Seaswarm — <https://www.popsci.com/technology/article/2010-08/sea-swarmling-robots-can-skim-surface-collecting-oil-they-roll-along/>
6. Seaclear — <https://seaclear-project.eu>
7. Elmics — https://www.elmics.com/project_ru.html#news_1
8. Slothbot — <https://news.gatech.edu/news/2020/06/16/slothbot-garden-demonstrates-hyper-efficient-conservation-robot>

ССЫЛКИ НА ИСТОЧНИКИ ИЛЛЮСТРАЦИЙ

9. Роботрактор — <https://auto.onliner.by/2021/05/29/mtz-bespilotnik>
10. Аврора — <http://robotrends.ru/robopedia/katalog-avtonomnyh-robotov-dlya-raboty-v-selskom-hozyaystve>
11. КБНЦ РАН — <https://cordis.europa.eu/article/id/254172-aquadrones-remove-deliver-and-safely-empty-marine-litter/fr>
12. Вистарос — <https://vistaros.ru/catalog/oborudovanie-dlya-teleinspektсии>

Здравоохранение

1. Биопротез — <https://incrossia.ru/concoct/v-svoih-rukah-kak-ustroeno-proizvodstvo-protezo-v-motoriki/>
2. Робот-хирург da Vinci — <https://www.pavlinolifecare.ru/technology.php?id=29>
3. Система High articulated intelligent Leg — <https://top3dshop.ru/blog/the-latest-medical-robots.html>
4. Система MURAB — <https://drivems.by/news/murab-robotizirovannaya-biopsiya-molochnoj-zhelezy-pod-kontrolem-uzi/>

Промышленность

1. Робот-манипулятор A12 от компании «Эйдос-Робототехника» — <https://tehnorussia.ru/archives/5835> (этот робот отсутствует в тексте доклада, но вынесен в инфографику)
 2. Робот-палетоукладчик KUKA KR QUANTEC PA — <https://www.pvsm.ru/roboty/253328/print/>
 3. Грузоподъемный робот FANUC M-2000iA/1200 — <https://www.fanuc.eu/ru/ru/roboty/strаница-филтра-роботов/серия-m-2000/m-2000ia-1200>
 4. Гибрид робота и 3D-принтера Stratasys Infinite-Build 3D Demonstrator — <https://3dtoday.ru/blogs/top3dshop/robots-in-the-industry-their-types-and-varieties>
 5. Аппарат обработки LASERTEC 65 3D — <https://3dtoday.ru/blogs/top-3dshop/robots-in-the-industry-their-types-and-varieties>
-

ПРИМЕЧАНИЯ

- 1 Азимов А. Я, робот. СПб.: МП Издатель, 1991.
- 2 Аналитический обзор мирового рынка робототехники, 2019. [Электронный ресурс]. С. 10. URL: https://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf (дата обращения: 06.06.2022).
- 3 Там же.
- 4 Концепция развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники до 2024 года, утвержденная Распоряжением Правительства Российской Федерации от 19.08.2020 г. № 2129-р. [Электронный ресурс]. <http://government.ru/docs/all/129505/>.
- 5 ГОСТ Р 60.0.0.4–2019/ИСО 8373:2012 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения» — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200162703>.
- 6 International Federation of Robotics (IFR). [Электронный ресурс]. URL: <https://ifr.org/> (дата обращения: 06.06.2022).
- 7 World Robotics 2021. [Электронный ресурс]. URL: https://ifr.org/downloads/press2018/2021_10_28_WR_PK_Presentation_long_version.pdf.
- 8 World Robotics 2021. 28.10.2021. [Электронный ресурс]. URL: https://ifr.org/downloads/press2018/2021_10_28_WR_PK_Presentation_long_version.pdf (дата обращения: 12.06.2022).
- 9 Робототехника: фантастика, которая станет реальной. 26.11.2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://gazprombank.investments/blog/market/robotics/> (дата обращения: 06.06.2022).
- 10 Производство промышленных роботов. Страны-лидеры. [Электронный ресурс]. URL: <https://alfamatic.ru/info/articles/obzor-rynka-proizvodstvo-promyshlennykh-robotov-strany-lidery/>.
- 11 FACTS about ROBOTS — worldwide // IFR Press Room. 24.01.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/facts-about-robots-worldwide> (дата обращения: 07.06.2022).
- 12 Summary — OUTLOOK on World Robotics Report 2019 by IFR. [Электронный ресурс]. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/summary-outlook-on-world-robotics-report-2019-by-ifr> (дата обращения: 07.06.2022).
- 13 Россия заняла второе место в мире по производству сервисных роботов // Российская газета. 29.10.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2020/10/29/rossiya-zaniala-vtoroe-mesto-v-mire-po-proizvodstvu-servisnyh-robotov.html> (дата обращения: 13.06.2022).
- 14 «Яндекс» выпустил своих роботов-доставщиков на улицы городов // cnews.ru. 09.12.2020. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2020-12-09_yandeks_vypustil_svoih (дата обращения: 07.06.2022).

- 15 Автоматизация поневоле: как развивается рынок робототехники в России // РБК. Тренды. 09.11.2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/617fd2f59a79476a8f848479> (дата обращения: 08.06.2022).
- 16 Минкомсвязь России исследовала перспективные направления применения робототехники. 16.04.2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://digital.gov.ru/ru/events/39758/> (дата обращения: 08.06.2022).
- 17 Приказ Минстроя России от 25 декабря 2020 г. № 866/пр. «Об утверждении Концепции проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/81884/>.
- 18 Умный город. [Электронный ресурс]. URL: <https://russiasmartcity.ru/about> (дата обращения: 08.06.2022).
- 19 *Акимова О.Е., Волков С.К., Хрысева А.А.* Концепция «Умный город»: эволюция, элементы и форма реализации // Теоретическая экономика. 2020. № 6. С. 55–63.
- 20 *Веселова А.О.* Перспективы создания «умных городов» в России: систематизация проблем и направлений их решения / А.О. Веселова, А.Н. Хацкелевич, Л.С. Ежова // Вестник ПГУ. Серия: Экономика. 2018. № 1. С. 75–89.
- 21 IBM расширяет программу Smarter Cities Challenge // TADViser. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:IBM_Smarter_Cities_\(Разумные_города\)#.D0.9F.D0.BE.D0.BB.D0.BE.D0.B6.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5_.D0.B2_.D0.B8.D0.B5.D1.80.D0.B0.D1.80.D1.85.D0.B8.D0.B8_IBM](https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:IBM_Smarter_Cities_(Разумные_города)#.D0.9F.D0.BE.D0.BB.D0.BE.D0.B6.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5_.D0.B2_.D0.B8.D0.B5.D1.80.D0.B0.D1.80.D1.85.D0.B8.D0.B8_IBM) (дата обращение: 11.06.2022).
- 22 <https://trombia.com/free/>.
- 23 Главная страница VeDroid. [Электронный ресурс]. URL: <http://vedroid.org/index.php> (дата обращения: 09.06.2022).
- 24 Наши проекты. [Электронный ресурс]. URL: <http://vedroid.org/index.php/nashi-proekty> (дата обращения: 09.06.2022).
- 25 Презентация робота-уборщика VeDroid. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=K6f90ZZXdQ0> (дата обращения: 09.06.2022).
- 26 Робот-дезинфектор СВФУ тестово запускается в РЖД // Пресс-служба Северо-Восточного федерального университета. [Электронный ресурс]. URL: https://www.s-vfu.ru/news/detail.php?SECTION_ID=17&ELEMENT_ID=146313 (дата обращения: 09.06.2022).
- 27 <https://taris.ru/>.
- 28 Boston Dynamics unveils new robot for warehouse automation. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bostondynamics.com/new-robot-for-warehouse-automation> (дата обращения: 11.06.2022).
- 29 Пермская компания «Промобот» представила кибер-кафетерий с роботом «Дуняшей». [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/news/t/662081/>.
- 30 Трал Патруль 5.3 — робот тепловизионного видеонаблюдения. [Электронный ресурс]. URL: <https://securityrobot.ru/produkciya/teplovizor-robot-ohrannik/>.

- ³¹ [Media Release] HTX Ground Robot on trial at Toa Payoh Central to support Public Officers in enhancing public health and safety // HTX. A Singapore Government Agency Website. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.htx.gov.sg/news/media-release-htx-ground-robot-on-trial-at-toa-payoh-central-to-support-public-officers-in-enhancing-public-health-and-safety> (дата обращения: 11.06.2022).
- ³² IAI Unveils Rex MK II: A New Multi-Mission Unmanned Land Vehicle. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iai.co.il/iai-unveils-rex-mk-ii-multi-mission-unmanned-land-vehicle> (дата обращения: 13.06.2022).
- ³³ Робот Вера (компания «Ростелеком»). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=QfwR6me2gaE> (дата обращения: 13.06.2022).
- ³⁴ Наталья Сергунина: Москва представила на ЦИПР-2022 цифровой двойник города и управленческую платформу «Мос.Облако» // Российская газета. 02.06.2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2022/06/02/natalia-sergunina-moskva-predstavila-na-cipr-2022-cifrovoj-dvojniki-goroda-i-upravlencheskuu-platfomu-mosoblako.html> (дата обращения: 13.06.2022).
- ³⁵ Enterprise Resource Planning — планирование ресурсов предприятия.
- ³⁶ Цифрового двойника города и управленческую платформу «Мос.Облако» представила Москва на ЦИПР-2022 // Агентство городских новостей Москва. 02.06.2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mskagency.ru/materials/3216397> (дата обращения: 13.06.2022).
- ³⁷ Там же.
- ³⁸ Green Infrastructure Investment Opportunities: Indonesia — Green Recovery 2022 Report // Asian Development Bank. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.adb.org/publications/green-infrastructure-investment-indonesia-2022> (дата обращения: 09.06.2022).
- ³⁹ Yoon S.Y., Lee H.S., Zelt T., Narloch U. Aguirre E. Smart City Pathways for Developing Asia // Asian Development Bank. — 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/673441/sdwp-071-smart-city-pathways-developing-asia.pdf> (дата обращения: 09.06.2022).
- ⁴⁰ Там же.
- ⁴¹ Otte S. How does Artificial Intelligence work? // Innoplexus. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.innoplexus.com/blog/how-artificial-intelligence-works/> (дата обращения: 08.06.2022).
- ⁴² Purcell B. Five AI Principles To Put In Practice // Forrester. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forrester.com/blogs/five-ai-principles-to-put-in-practice/> (дата обращения: 10.06.2022).
- ⁴³ Hintze A. Understanding the Four Types of Artificial Intelligence // Government technology. 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.govtech.com/computing/understanding-the-four-types-of-artificial-intelligence.html> (дата обращения: 08.06.2022).
- ⁴⁴ Otte S. How does Artificial Intelligence work? // Innoplexus. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.innoplexus.com/blog/how-artificial-intelligence-works/> (дата обращения: 08.06.2022).
- ⁴⁵ Лисоволик Я., Мок Э., Степанова А. Мир платформ: от корпораций к регионам // Международный дискуссионный клуб «Валдай». 2021.

- [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.valdaiclub.com/a/reports/mir-platform-ot-korporatsiy-k-regionam/> (дата обращения: 09.06.2022).
- 46 Yoon S.Y., Lee H.S., Zelt T., Narloch U., Aguirre E. Smart City Pathways for Developing Asia // Asian Development Bank. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/673441/sdwp-071-smart-city-pathways-developing-asia.pdf> (дата обращения: 09.06.2022).
- 47 Clean Cities // AFAQY. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.afaqy.com/en/smart-cities/clean-cities> (дата обращения: 09.06.2022).
- 48 Там же.
- 49 Your plan, your planet. [Электронный ресурс]. URL: <https://yourplanyourplanet.sustainability.google/> (дата обращения: 7.06.2022); WasteConnect. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.waste360.com/waste-reduction/10-innovative-and-informative-waste-and-recycling-apps/gallery?slide=1> (дата обращения: 9.06.2022); Tody — уборка по-умному. [Электронный ресурс]. URL: <https://uborka-club.ru/lifehack-2/5-prilozheniy-dlja-planirovanija-uborki-i-domashnih-del/> (дата обращения: 10.06.2022).
- 50 RObot based Autonomous Refuse handling // Chalmers. -2015. [Электронный ресурс]. URL: <https://newatlas.com/volvo-robot-based-autonomous-refuse-handling-project-test/42042/> (дата обращения: 10.06.2022); BeBot // 4Ocean. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.4ocean.com/pages/4ocean-x-poralu-bebot> (дата обращения: 10.06.2022); World's First Multi-robot ZenRobotics Recycler Process // Energy. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://energydigital.com/smart-energy/worlds-first-multi-robot-zenrobotics-recycler-process> (дата обращения: 06.06.2022); Autonomous sweeper B2 // ENWAY. Электронный ресурс. URL: <https://www.enway.ai/> (дата обращения: 07.06.2022); 京都ポルタ / 自動清掃ロボットで清掃無人化 // 流通. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ryutsuu.biz/it/o011817.html> (дата обращения: 09.06.2022).
- 51 Масленко Д. Что такое метавселенная и почему все о ней говорят // РБК Тренды. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/61449fa89a7947159f1df418> (дата обращения: 6.06.2022).
- 52 Ball M. The Metaverse: What It Is, Where to Find it, and Who Will Build It // MatthewBall.vc. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.matthewball.vc/all/themetaverse> (дата обращения: 07.06.2022).
- 53 Seoul City builds the nation's first urban problem solving simulation 'Digital Twin S-Map // Smart City Korea. 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://smartcity.go.kr/en/2021/04/01/%EC%84%9C%EC%9A%B8%EC%8B%9C%EB%8F%84%EC%8B%9C%EB%AC%B8%EC%A0%9C%ED%95%B4%EA%B2%B0%EC%8B%9C%EB%AE%AC%EB%A0%88%EC%9D%B4%EC%85%98-%EB%94%94%EC%A7%80%ED%84%B8-%ED%8A%B8%EC%9C%88-s-map-%EC%A0%84/> (дата обращения: 10.06.2022).
- 54 Discover Urban Digital Twins // Cityzenith. [Электронный ресурс]. URL: <https://cityzenith.com/discover-digital-twins> (дата обращения: 10.06.2022).

- ⁵⁵ The Tall Order of Developing a «100-Year Community»: Where Panasonic’s First Smart Town Is at 5 Years into That // Panasonic. 2020. [Электронный ресурс. URL: <https://news.panasonic.com/global/stories/2020/75665.html> (дата обращения: 09.06.2022).
- ⁵⁶ About Fujisawa SST // Fujisawa SST. [Электронный ресурс. URL: <https://fujisawasst.com/EN/project/> (дата обращения: 09.06.2022).
- ⁵⁷ Цифровая платформа «Умный город» // Умные города Росатома. [Электронный ресурс. URL: <https://rosatom.city/> (дата обращения: 10.06.2022).
- ⁵⁸ МТС и Российское экологическое общество запускают федеральную программу цифровизации вывоза и утилизации отходов // Система. 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://sistema.ru/press/news/mts-i-rossiyskoe-ekologicheskoe-obshchestvo-zapuskayut-federalnuyu-programmu-tsifrovizatsii-vyvoza-i> (дата обращения: 09.06.2022).
- ⁵⁹ В России выбросили в атмосферу более 22 млн тонн загрязняющих веществ в 2021 году // ТАСС. URL: <https://tass.ru/obschestvo/14642301> (дата обращения: 11.06.2022).
- ⁶⁰ Global CO₂ emissions rebounded to their highest level in history in 2021 // IEA. URL: <https://www.iea.org/news/global-co2-emissions-rebounded-to-their-highest-level-in-history-in-2021> (дата обращения: 11.02.2022).
- ⁶¹ GRI 306: Waste 2020 // GRI. URL: <https://www.globalreporting.org/standards/media/2573/gri-306-waste-2020.pdf>.
- ⁶² What a waste 2.0 // World Bank. URL: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html.
- ⁶³ Смогут ли роботы спасти экосистему Земли и что они уже умеют делать // Hightech.fm. URL: <https://hightech.fm/2020/11/05/robots-save-the-world>.
- ⁶⁴ Искусственный интеллект и роботы скоро заменят человека на сортировке мусора // Реальное время. URL: <https://realnoevremya.ru/articles/222263-iskusstvennyy-intellekt-i-roboty-smogut-zamenit-lyudey-na-sortirovke-musora>.
- ⁶⁵ *Goddard M.A., Davies Z.G., Guenat S. et al. A global horizon scan of the future impacts of robotics and autonomous systems on urban ecosystems. Nat Ecol Evol 5, 219–230 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41559-020-01358-z>.*
- ⁶⁶ The Negative Environmental Impact Of Robotics // Allerin.com. URL: <https://www.allerin.com/blog/the-negative-environmental-impact-of-robotics&>. (дата обращения: 05.06.2022).
- ⁶⁷ *Font Vivanco D., Kemp R., van der Voet E. How to deal with the rebound effect? A policy-oriented approach // Energy Policy. Vol. 94. 2016. P. 114–125.*
- ⁶⁸ If robots take our jobs, what will it mean for climate change? // theconversation.com. URL: <https://theconversation.com/if-robots-take-our-jobs-what-will-it-mean-for-climate-change-123507> (дата обращения: 07.06.2022).
- ⁶⁹ Rising global meat consumption ‘will devastate environment’ // The Guardian. URL: <https://www.theguardian.com/environment/2018/jul/19/rising-global-meat-consumption-will-devastate-environment> (дата обращения: 08.06.2022).

- ⁷⁰ Key T. et al. Meat consumption, health, and the environment // *Sceince*. Vol. 361. Issue 6399.
- ⁷¹ Robots designed to clean up our streets // *cordis.europa.eu*. URL: <https://cordis.europa.eu/article/id/35690-robots-designed-to-clean-up-our-streets> (дата обращения: 04.06.2022).
- ⁷² 9 роботов, которые помогают решить экологические проблемы // *recyclemag.ru*. URL: <https://recyclemag.ru/article/robotov-kotorie-pomogayut-reshit-ekologicheskie-problemi> (дата обращения: 04.06.2022).
- ⁷³ Роботизация: Российский робот для сортировки отходов создан в Экотех [Электронный ресурс]. URL: <https://robotrends.ru/pub/1922/robotizaciya-rossiyskiy-robot-dlya-sortirovki-othodov-sozdan-v-ekotех>.
- ⁷⁴ RanMarine // *Ranmarine.io*. URL: <https://www.ranmarine.io> (дата обращения: 06.06.2022).
- ⁷⁵ Autonomous Swarming Robots Can Skim Sea Surface, Collecting Oil As A Team // *popsci.com*. URL: <https://www.popsci.com/technology/article/2010-08/sea-swarming-robots-can-skim-surface-collecting-oil-they-roll-along/> (дата обращения: 06.06.2022).
- ⁷⁶ Seaclear // *seaclear-project.eu*. URL: <https://seaclear-project.eu> (дата обращения: 06.06.2022).
- ⁷⁷ Experts Weigh In: How Will a Robotic Future Impact Nature // *TechBriefs.com*. URL: <https://www.techbriefs.com/component/content/article/tb/stories/blog/38383> (дата обращения: 05.06.2022).
- ⁷⁸ Российская газета. Предварительные итоги Всероссийской переписи населения [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2022/05/30/predvaritelnye-itogi-vserossijskoj-perepisi-naseleniia.html> (дата обращения 10.06.2022).
- ⁷⁹ The World Bank. Fertility rate, total (births per woman) [Электронный ресурс]. URL: https://data.worldbank.org/indicator/SP.DYN.TFRT.IN?most_recent_value_desc=true (дата обращения 12.06.2022).
- ⁸⁰ Федеральная служба государственной статистики. Росстат представил уточненный демографический прогноз до 2036 года [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/72529> (дата обращения 12.06.2022).
- ⁸¹ NoNews. Средний возраст населения в странах мира [Электронный ресурс]. URL: <https://nonews.co/directory/lists/countries/median-age> (дата обращения 14.06.2022).
- ⁸² Указ Президента от 21.07.2020 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/63728> (дата обращения 15.06.2022).
- ⁸³ Субботин А.А. Масштабы миграции из России (на примере данных американской и российской статистики) // *Социально-гуманитарные знания*. М., 2021. С. 329–335.
- ⁸⁴ Российская газета. Кудрин спрогнозировал падение уровня жизни в России в 2022 году [Электронный источник]. URL: <https://www.vedomosti.ru/economics/news/2022/04/13/917935-kudrin-padenie-urovnya-zhizni> (дата обращения 15.06.2022).

- ⁸⁵ Gtmarket. Рейтинг стран мира по уровню расходов на здравоохранение [Электронный ресурс]. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/global-health-expenditure> (дата обращения 15.06.2022).
- ⁸⁶ *Акимов А.В.* Влияние робототехники и трудосберегающих технологий на демографические процессы: тренды и сценарии // Демографическое обозрение. М., 2017.
- ⁸⁷ Сбербанк. Аналитический обзор мирового рынка робототехники. 2019. [Электронный источник]. URL: [Sberbank robotics review 2019 17.07.2019 m.pdf](https://sberbank-robotics-review-2019-17.07.2019-m.pdf) (дата обращение 10.06.2022).
- ⁸⁸ *Николайчук О.А.* Японская система подготовки управленческих кадров и возможности ее использования в современной России // E-Scio. 2018.
- ⁸⁹ Evercare. Top 13 инноваций в сфере медицинской робототехники [Электронный ресурс]. URL: <https://evercare.ru/news/top-13-innovaciy-v-sfere-meditsinskoy-robototekhniki> (дата обращения 15.06.2022).
- ⁹⁰ *Маджаева С.И., Шаховский В.И.* Медицинские инновации и их язык: эмотивнолингвоэкологический подход // Вопросы журналистики, педагогики, языкознания. Белгород, 2020. С. 497–510.
- ⁹¹ Evercare. Top 13 инноваций в сфере медицинской робототехники [Электронный ресурс]. URL: <https://evercare.ru/news/top-13-innovaciy-v-sfere-meditsinskoy-robototekhniki> (дата обращения 15.06.2022).
- ⁹² РБК. Бионические протезы: на что они способны, и когда мы станем киборгами? [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e91e02b9a79474e8cb6d892> (дата обращения 15.06.2022).
- ⁹³ *Круглов Д.В., Воротынская А.М., Поздеева Е.А.* Влияние роботизации на рынок труда // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. СПб., 2017. С. 101–105.
- ⁹⁴ Научный дайджест НИУ ВШЭ «Демографические изменения и предложение рабочей силы в регионах России» / Под ред. А.В. Андриановой. М., 2022. № (5)10.
- ⁹⁵ *Снигирёв А.Ю., Остапенко Е.* Старение населения и его влияние на экономическое развитие [Электронный ресурс]. URL: <https://econs.online/articles/ekonomika/starenie-naseleniya/> (дата обращения 10.06.2022).
- ⁹⁶ *Baksa D., Munkacsi Z.* More Gray, More Volatile? Aging and (Optimal) Monetary Policy, 2019. 46 p.
- ⁹⁷ *Takáts E., Juselius M.* Can demography affect inflation and monetary policy? 2015. 50 p.
- ⁹⁸ Научный дайджест НИУ ВШЭ «Демографические изменения и предложение рабочей силы в регионах России» / Под ред. А.В. Андриановой. М., 2022. № (5)10.
- ⁹⁹ Коммерсант. ООН: Россия вошла в пятерку стран с самым высоким числом мигрантов в мире [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4651795> (дата обращения 15.06.2022).
- ¹⁰⁰ *Седлов А.П., Кубишин Е.С., Соболева И.В.* Рынок труда иностранной рабочей силы в России: влияние пандемии // Россия и современный мир. М., 2021. С. 59–72.

- ¹⁰¹ Курбанов Н., Ульмасова Р. Трудовая миграция и особенности функционирования российского рынка труда во время и после пандемии // Социально-трудовые исследования. М., 2021. С. 45–53.
- ¹⁰² Мкртчян Н.В., Флоринская Ю.Ф. Трудовая иммиграция в России: международный и внутренний аспекты // Журнал новой экономической ассоциации. 2018. № 1(37). С. 186–193.
- ¹⁰³ Мигранян А.А. Влияние трансграничных денежных переводов трудовых мигрантов на экономику России // Труд и социальные отношения. М., 2013. С. 40–49.
- ¹⁰⁴ Коммерсант. Увлеченные цифрой и экологией. Рост расходов на науку в мире обогнал ВВП, Китай уходит в отрыв [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4857449> (дата обращения 14.05.2022).
- ¹⁰⁵ Уровень финансирования российской науки недостаточен для обеспечения технологического прорыва. URL: <http://audit.gov.ru/checks/9658>.
- ¹⁰⁶ Press Conference World Robotics 2021 [Электронный ресурс]. URL: https://ifr.org/downloads/press2018/2021_10_28_WR_PK_Presentation_long_version.pdf (дата обращения 14.05.2022).
- ¹⁰⁷ ЯRobot. Мировой рынок робототехники (Обзор Сбербанка, часть 3). Промышленная робототехника [Электронный ресурс]. URL: <https://ya-r.ru/2018/05/17/mirovoj-rynok-robototehniki-obzor-sberbanka-chast-3-promyshlennaya-robototehnika/> (дата обращения 16.06.2022).
- ¹⁰⁸ Kuka.com. KR QUANTEC PA [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kuka.com/ru-ru/продукция-услуги/промышленная-робототехника/промышленные-роботы/kr-quantec-pa> (дата обращения 16.06.2022).
- ¹⁰⁹ 3dtoday. Роботы в промышленности — их типы и разновидности [Электронный ресурс]. URL: <https://3dtoday.ru/blogs/top3dshop/robots-in-the-industry-their-types-and-varieties> (дата обращения 16.06.2022).
- ¹¹⁰ Dmgmori. Гибрид LASERTEC 65 DED [Электронный ресурс]. URL: <https://www.dmgmori.co.jp/en/products/machine/id=3592> (дата обращения 16.06.2022).
- ¹¹¹ РБК. Каких роботов выпускают в России? Часть 1: роботы на производстве [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/616606aa9a794756592477bf> (дата обращения 16.06.2022).
- ¹¹² Использование промышленных роботов: обзор рынка робототехники в России и мире. URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/ispolzovanie-promyshlennykh-robotov-obzor-rynka-robototekhniki-v-rossii-i-mire/>.
- ¹¹³ Внукова Л.Б. Концептуальные подходы к анализу социально-политической напряженности // Russian Journal of Education and Psychology. Красноярск, 2012.
- ¹¹⁴ Frey C.B., Berger T., Chen C. Political machinery: did robots swing the 2016 US presidential election? // Oxford Review of Economic Policy. Oxford University Press. Vol. 34(3). 2018. P. 418–442.
- ¹¹⁵ Anelli M., Colantone I., Stanig P. We Were the Robots: Automation and Voting Behavior in Western Europe // IZA DP No. 12485, 2019.

- ¹¹⁶ *Matthews P., Greenspan S.* 2020. Automation and Collaborative Robotics: A Guide to the Future of Work. Berkeley, CA, Apress. 285 p.
- ¹¹⁷ *Писсаридес К.* Роботы изменят рынок труда, и для людей в этом есть плюсы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hse.ru/news/science/191202689.html> (дата обращения 15.06.2022).
- ¹¹⁸ Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Издательство «Э», 2017. С. 51.
- ¹¹⁹ *Росбалт. McKinsey:* Роботы к 2030 году заменят до 800 млн работников по всему миру [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rosbalt.ru/business/2017/11/29/1664755.html> (дата обращения 10.06.2022).
- ¹²⁰ *Cnews.* Рынок труда на историческом переломе: К 2025 г. роботы выгонят на улицу 85 млн людей [Электронный ресурс]. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2020-10-22_rynok_truda_na_istoricheskom (дата обращения 10.06.2022).
- ¹²¹ *Круглов Д.В., Воротынская А.М., Поздеева Е.А.* Влияние роботизации на рынок труда // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. СПб., 2017. С. 101–105.
- ¹²² *Ведомости.* Человеческие ресурсы: капитал будущего [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vedomosti.ru/salesdepartment/2019/06/25/chelovecheskie-resursi-kapital-buduschego> (дата обращения 09.06.2022).
- ¹²³ *Деловой портал TAdviser.* Как роботы заменяют людей [Электронный ресурс]. URL: http://www.tadviser.ru/index.php/Статья%3AКак_роботы_заменяют_людей (дата обращения 09.06.2022).
- ¹²⁴ *Круглов Д.В., Воротынская А.М., Поздеева Е.А.* Влияние роботизации на рынок труда // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. СПб., 2017. С. 101–105.
- ¹²⁵ *Писсаридес К.* Роботы изменят рынок труда, и для людей в этом есть плюсы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hse.ru/news/science/191202689.html> (дата обращения 15.06.2022).
- ¹²⁶ Резолюция 2015/2013(INL) Нормы гражданского права о робототехнике и Хартия робототехники. [Электронный ресурс]. URL: <https://robopravo.ru/uploads/s/z/6/g/z6gj0wkwhv1o/file/HnEzgwZd.pdf> (дата обращения: 25.06.2022).
- ¹²⁷ Закон Южной Кореи о содействии развитию и распространению умных роботов № 9014 от 28.03.2008 г. (пер. А. Незнамова): http://robopravo.ru/zakon_iuzhnoi_koriei_2008 (дата обращения: 11.07.2022).
- ¹²⁸ ГОСТ Р 60.0.0.4-2019/ИСО 8373:2012 «Роботы и робототехнические устройства. Термины и определения». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200162703>.
- ¹²⁹ *Robotics 2020. Multi-Annual Roadmap.* [Электронный ресурс]. URL: https://www.eu-robotics.net/cms/upload/downloads/ppp-documents/Multi-Annual_Roadmap2020_ICT-24_Rev_B_full.pdf (дата обращения: 25.06.2022).
- ¹³⁰ Резолюция Европарламента от 16 февраля 2017 года 2015/2013(INL) P8_TA-PROV(2017)0051 Нормы гражданского права о робототехнике. URL: https://robopravo.ru/riezoliutsia_ies.
- ¹³¹ *Марченко А.Ю.* Правовой статус систем искусственного интеллекта и проблема определения ответственности за их действия по праву

- Европейского союза / А.Ю. Марченко // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия экономика и право. 2021. № 8. С. 134–138.
- 132 Резолюция 2015/2013(INL) Нормы гражданского права о робототехнике и Хартия робототехники. [Электронный ресурс]. URL: <https://robopravo.ru/uploads/s/z/6/g/z6gj0wkwhv1o/file/HnEzgwZd.pdf> (дата обращения: 25.06.2022).
- 133 Новые законы робототехники. Регуляторный ландшафт. Мировой опыт регулирования робототехники и технологий искусственного интеллекта / В.В. Бакуменко [и др.] / Под ред. А.В. Незнамова. М.: Инфотропик Медиа, 2018. 220 с.
- 134 Study for the JURI Committee. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/571379/IPOL_STU\(2016\)571379_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/571379/IPOL_STU(2016)571379_EN.pdf) (дата обращения: 13.06.2021).
- 135 National Robotics Initiative 2.0. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nsf.gov/pubs/2019/nsf19536/nsf19536.htm>.
- 136 A Roadmap for US Robotics. From Internet to Robotics 2020 Edition. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hichristensen.com/pdf/roadmap-2020.pdf>.
- 137 Сенат США принял законопроект о стимулировании технологической промышленности. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax.ru/world/771259> (дата обращения: 13.06.2021).
- 138 Новые законы робототехники. Регуляторный ландшафт. Мировой опыт регулирования робототехники и технологий искусственного интеллекта / В.В. Бакуменко [и др.] / Под ред. А.В. Незнамова. М.: Инфотропик Медиа, 2018. 220 с.
- 139 Made in China 2025. Backgrounder / Institute for Security& Development Policy. [Электронный ресурс] URL: <https://isdpc.eu/content/uploads/2018/06/Made-in-China-Backgrounder.pdf> (дата обращения: 13.06.2022).
- 140 Пичков О.Б., Уланов А.А. Регулирование робототехники: анализ опыта ведущих стран // Цифровое право. 2 (2). 2021. С. 31–44. URL: <https://doi.org/10.38044/2686-9136-2021-2-2-31-44>.
- 141 Новые законы робототехники. Регуляторный ландшафт. Мировой опыт регулирования робототехники и технологий искусственного интеллекта / В.В. Бакуменко [и др.] / Под ред. А.В. Незнамова. М.: Инфотропик Медиа, 2018. 220 с.
- 142 Закон о содействии развитию и распространению умных роботов № 9014 от 28.03.2008, с последующими изменениями и дополнениями. URL: https://robopravo.ru/zakon_iuzhnoi_koriei_2008.
- 143 Лаборатория робототехники Сбербанка. (2019, 17 июля). Аналитический обзор мирового рынка робототехники 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://www.sberbank.ru/common/img/uploaded/pdf/sberbank_robotics_review_2019_17.07.2019_m.pdf.
- 144 Пичков О.Б., Уланов А.А. Регулирование робототехники: анализ опыта ведущих стран // Цифровое право. 2 (2). 2021. С. 31–44. URL: <https://doi.org/10.38044/2686-9136-2021-2-2-31-44>.
- 145 Там же.

АВТОРЫ

Щербаков Илья Михайлович — магистрант кафедры международных отношений и интеграционных процессов факультета политологии МГУ имени М.В. Ломоносова, координатор Экспертного совета молодых политологов журнала «Русская политология — Russian Political Science» (Глава I).



Шаповалов Александр Евгеньевич — магистрант факультета политологии МГУ имени М.В. Ломоносова, участник Экспертного совета молодых политологов журнала «Русская политология — Russian Political Science» (Глава II).



Атаманенко Артемий Андреевич — выпускник кафедры политологии и политического управления Института общественных наук Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте России, эксперт «Яндекс. Кью», заместитель программного директора Форума «Дигория» (Глава III).

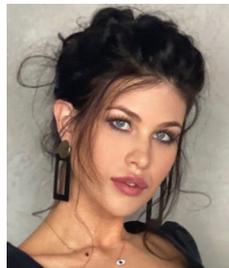


Беляков Глеб Сергеевич — выпускник кафедры государственной политики факультета политологии МГУ имени М.В. Ломоносова (Главы IV, V).



АВТОРЫ

Марченко Анна Юрьевна — старший преподаватель кафедры биоэтики и международного медицинского права ЮНЕСКО Российского национального исследовательского медицинского университета имени Н.И. Пирогова, аспирантка кафедры европейского права МГИМО МИД России (Глава VI).



Автор идеи обложки доклада для обсуждения:

Васильев Кирилл Вадимович — представитель редакции журнала «Русская политология — Russian Political Science».



Научный руководитель коллектива авторов:

Горохов Андрей Анатольевич — главный редактор журнала «Русская политология — Russian Political Science», председатель АНО «Лаборатория гуманитарных проектов», кандидат политических наук.

Научное издание

**Серия «Новые технологии
для будущего России и мира»**

**РОБОТОТЕХНИКА:
УМНЫЙ ГОРОД, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА,
ДЕМОГРАФИЯ И РЫНОК ТРУДА**

Редактор: А.А. Горохов

Корректор: М.В. Сигарева

Компьютерная верстка: Л.В. Тарасюк

Подписано к печати 12.07.2022

Формат 148 × 210

Электронное издание

Издательство АНО
«Лаборатория гуманитарных проектов»

studes@yandex.ru