

**Ключевые слова:**

промышленные роботы, мировой парк, годовая численность установленных роботов, отрасли промышленности, преимущества использования роботов, сокращение рабочих мест

ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА: МИРОВЫЕ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Александр АКИМОВ

Показаны основные тренды развития робототехники в мире, географическое распределение развития робототехники, формирование мирового центра производства и использования промышленных роботов в странах Восточной Азии, лидирующие в использовании роботов отрасли, экономические преимущества и риски применения роботов.

РОСТ МИРОВОГО ПАРКА РОБОТОВ И ЕГО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ОСНОВНЫМ РЕГИОНАМ

Робототехника развивается уже несколько десятилетий, но общепризнанного определения роботов не существует, хотя есть определение Международной организации по стандартизации (International Organization for Standardization): «Робот – это автоматически управляемый, программируемый, многоцелевой манипулятор, допускающий программирование движения по трем и более осям, установленный на определенной позиции или движущийся и служащий для автоматизации в промышленности» [1]. Такого рода определение затрудняет экономическое статистическое наблюдение за развитием этой области техники, поэтому имеющиеся статистические данные о развитии робототехники представляют собой оценки различных коммерческих фирм, государственных органов и профессиональных объединений.

Наиболее представительная и надежная статистика по развитию и распространению промышленной робототехники собирается отделом статистики Международной федерации робототехники, по этим данным ежегодно публикуются обзоры. Международная федерация робототехники (The International Federation of Robotics) была основана в 1987 году как некоммерческая организация. К настоящему времени в ее составе более 50 участников из более чем 20 стран. Это промышленные фирмы, промышленные ассоциации и исследовательские институты.

Обзоры показывают две основные тенденции: число роботов, установленных в мире, растет темпами, указывающими на структурный сдвиг в промышленности, лидирующим регионом является Восточная Азия (КНР, Япония, Республика Корея (Южная Корея)). На рис. 1 показана динамика роста мирового парка роботов, который с 2009 года увеличивается ежегодно более чем на 9%. В то же время мировой валовой внутренний продукт, то есть агрегированный показатель экономического роста, повышается примерно на 3%. Очевидно, что это не

В 1954 году в США был запатентован погрузочно-разгрузочный манипулятор, управляемый с помощью перфокарт, а в 1956 году была создана первая фирма по производству роботов. Первый промышленный робот был произведен в США в 1959 году. Он весил две тонны, и им управляла программа, записанная на магнитном барабане, но этот робот обладал очень высокой точностью при выполнении операций. В 1961 году промышленный робот был использован «Дженерал Моторс» в производстве автомобилей. С 1967 года промышленные роботы начали использовать в Европе. Пионером здесь была Швеция. В 1969 году промышленные роботы проникли на японский рынок, и уже в 1971 году в Японии была образована первая в мире национальная ассоциация робототехники, которая заложила фундамент успеха этой страны в создании и использовании роботов.



Рис. 1. Мировой парк промышленных роботов. Доклад 2018 года содержит прогноз до 2021 года, 2018 год – оценка. Доклад 2019 года содержит отчетные данные за 2018 год, которые лишь на 1,3% отличаются от прогнозных. Таким образом, прогноз можно признать реалистичным.
 Источник: составлено по Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots, p. 22 и Executive Summary World Robotics 2019 Industrial Robots, Fig. 22

ситуация «прилив поднимает все суда», когда экономический рост увеличивает показатели во многих отраслях. Робототехника показывает взрывной рост, меняя промышленное производство.

В географическом плане этот рост очень неравномерен. Рис. 2 показывает, что лидерами в закупках и установке промышленных роботов являются страны Азии, а именно, КНР, Япония и Республика Корея, которые вместе с Тайванем и Сингапуром,

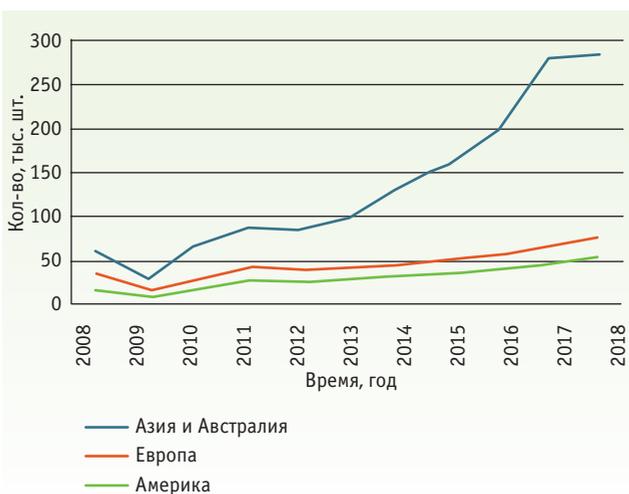


Рис. 2. Число установленных роботов в год по регионам, тыс. шт.
 Источник: составлено автором по данным Executive Summary World Robotics 2019 Industrial Robots

а также Таиландом образуют лидирующий в мире центр технологических изменений в обрабатывающей промышленности.

ОТРАСЛЕВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УСТАНОВЛЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Использование робототехники неравномерно не только географически, но и по отраслям. На рис. 3 показаны основные отрасли-потребители промышленных роботов. На первом месте устойчиво закрепились автомобильная промышленность. Именно ее потребности многие годы определяют динамику и направление развития рынка робототехники. Поскольку в последние годы мировой центр автомобильного производства переместился в Восточную Азию, отраслевая и географическая концентрация робототехники совпадают. Это автопром стран Восточной Азии.

На втором месте электроника и электротехника, которые также активно развиваются к Восточной и Юго-Восточной Азии. Далее следуют разные отрасли машиностроения и металлообработки. В целом, на машиностроение приходится около 70% установленных в 2018 году в мире роботов.

В производстве лидером является Япония, которая дает около половины мирового производства промышленных роботов. Согласно информации Hiroshi Fujiwara, исполнительного директора Японской ассоциации робототехники (Japan Robot Association), в 2017 году на Японию пришлось около 55% мирового производства. Fujiwara называет несколько факторов, которые вывели Японию в лидеры производства и использования роботов. Это потребности национальной автомобильной промышленности, которая с 1980 года стала по объему производства мировым лидером, и уже с конца 1970-х годов японский автопром стал применять роботов в производстве. Население Японии стареет, иммиграция иностранной рабочей силы постоянно ограничивается, поэтому японская обрабатывающая промышленность постоянно испытывает дефицит рабочей силы.

В этих условиях робототехника спасает положение. В частности, в автопроме она успешно заменила квалифицированных сварщиков, дефицит которых сдерживал производство. Постоянная жесткая конкуренция, характерная для Японии, между производителями роботов для автомобильной промышленности привела к стабильному росту качества оборудования. Кроме того, исполнительный директор Японской ассоциации робототехники называет культурные особенности страны, которые способствовали развитию робототехники. Это пожизненный найм рабочей силы, который обеспечивает работнику место на фирме при технологи-



Рис. 3. Отраслевая структура установки промышленных роботов в 2018 году
 Источник: составлено автором по данным Executive Summary World Robotics 2019 Industrial Robots

ческих и экономических изменениях. Рабочие не воспринимали роботов как врагов, забирающих их рабочие места. Кроме того, к факторам успеха в развитии роботизации Hiroshi Fujiwara относит японскую мультипликацию, которая создавала образ робота, помогающего людям [2].

В настоящее время наиболее актуальной технологической задачей в робототехнике для Японии является создание служебных роботов по уходу за престарелыми. Эта работа поддерживается государством, и к ней привлекаются крупные промышленные фирмы, имеющие опыт создания и использования промышленных роботов.

Японским министерством экономики, торговли и промышленности было проведено специальное исследование технологических направлений

использования роботов в мире (табл. 1) [3]. На первом месте находится обработка и перемещение деталей, на втором – сварка и пайка. Эти две позиции оказались наиболее востребованными основными отраслями-потребителями.

ВЕДУЩИЕ ФИРМЫ И СТРАНЫ-ПРОИЗВОДИТЕЛИ

Производство промышленных роботов сконцентрировано в небольшом числе фирм. К числу таких лидеров в производстве промышленных роботов относятся фирмы «большой четверки»: ABB, Kuka, Yaskawa и Fanuc.

Естественно, что все они имеют филиалы в разных странах, в большой степени подвержены транснациональным процессам, но ABB – объединение шведской и швейцарской фирм, Kuka – немецкая фирма, а Yaskawa и Fanuc – японские. В перечне наиболее значимых в мире фирм по производству промышленных роботов, помимо «большой четверки», есть датская фирма (Universal Robots), итальянская (Comau), южнокорейская (Hyundai), шведская (Staubli), две фирмы из США (Rethink Robotics и Flux Integration), две из Германии (Cloos и Reis) и три из Японии (Kawasaki, Mitsubishi, Nachi) [4].

Американские фирмы не относятся к числу лидеров. Таким образом, очевидно, что в области промышленной робототехники США отстают, они импортеры продукции японских и европейских фирм. Инженерная мысль Японии и Европы оказалась более успешной в создании промышленных роботов, чем американская, хотя именно американцы создали первого промышленного робота для автомобильной промышленности еще в конце 1950-х годов.

Важной причиной для успешного распространения роботов стало снижение цен на них. За последние 30 лет средняя цена робота упала в сопостави-

Таблица 1. Продажи промышленных роботов по сферам применения в мире в целом*

Направления использования	2005 г.		2011 г.	
	количество, шт.	%	количество, шт.	%
Обработка и перемещение деталей	44822	37,3	68540	41,3
Сварка и пайка	36567	30,4	47938	28,9
Дозированная подача вещества	4999	4,2	6941	4,2
Обработка резанием, полирование и удаление заусенцев	1916	1,6	2333	1,4
Сборка и разборка	15383	12,8	19531	11,8
Прочее	14520	12,1	16821	10,1
Всего	120100	100,0	166028	100,0

* Роботы, используемые для упаковки, исключены.

мых ценах наполовину, а если сравнивать с ценой труда, то еще больше [5]. Спрос на роботов со стороны развивающихся стран и Китая, где рабочая сила недорогая, подталкивает производителей к снижению цен.

Важной составляющей успеха эксперт компании Mckinsey Tilley J. называет рост числа специалистов по конструированию, установке, обслуживанию и ремонту робототехники. Если ранее инженер-робототехник был редким и высокооплачиваемым специалистом, то сейчас по всему миру развернута подготовка специалистов разных уровней квалификации как на базе вузов и специальных профессиональных школ, так и на курсах по повышению квалификации. Произошел скачок в программировании роботов от индивидуальных программ к типовым программным продуктам. Происходит уменьшение размеров роботов, растет их безопасность, что позволяет организовывать совместную работу роботов и людей.

ПРЕИМУЩЕСТВА И РИСКИ РАЗВИТИЯ РОБОТОТЕХНИКИ

Международная федерация робототехники (International Federation of Robotics), описывая перспективы развития этой отрасли машиностроения, указывает на целый ряд преимуществ и точек роста, которые предопределяют быстрый рост производства промышленных роботов. Среди общих для промышленности процессов подчеркивается рост потребности в смене выпускаемых изделий на фоне спроса на энергоэффективность и использование новых материалов, общий спрос на быстроту и гибкость производства при конкурентоспособных ценах из-за изменения потребительских предпочтений. Современная робототехника позволяет локализовать производство в определенной местности и удовлетворять потребности местного рынка. При этом сокращаются издержки на логистику. На макроэкономическом уровне робототехника возвращает производство в развитые страны и предотвращает его перенос в развивающиеся. Вместе с тем цифровизация производства в рамках четвертой промышленной революции является инструментом, связывающим промышленное производство в глобальные сети. Глобальная конкуренция требует постоянного совершенствования производственного оборудования, а растущий спрос стимулирует увеличивать производственные мощности.

В технологических аспектах важно то, что робототехника становится все более многообразной и дружелюбной человеку. Традиционные заключенные в кожух роботы, способные переносить груз и манипулировать с заготовками и изделиями,

дополняются современными, которые могут работать среди людей и интегрироваться с рабочим местом человека. Роботы способны работать круглые сутки с равновысоким качеством. Они все в большей степени выполняют работы, которые стали обозначать 3D (dull, dirty, and dangerous), то есть монотонные, грязные и опасные. Это сохраняет здоровье персонала и делает его труд более привлекательным. Персонал перемещается на рабочие места, обеспечивающие планирование и контроль. Сокращается объем программирования робототехники за счет применения стандартных программных приложений, что делает применение роботов проще и дешевле. Они становятся проще в эксплуатации, их легче включить в существующие производственные цепочки. Появившиеся возможности самообучения роботов способствуют снижению риска появления дефектов, облачные технологии и сбор данных с однотипных роботов создают возможности оптимизации их деятельности.

Можно назвать две сферы применения роботов: первая, где они безальтернативны, и вторая, где они успешно конкурируют с человеком. Первая – это производства, где участие человека опасно для его жизни и здоровья (работа с радиоактивными материалами и т.п.), а также производства, где микроминиатюризация изделий делает участие человека неэффективным из-за его физиологических ограничений (электроника и т.п.). Вторая сфера – производства, где человек выполняет однообразные монотонные действия, и его можно заменить роботами, что приводит к росту производительности и качества (сварка, сборка и т.п.).

Именно вторая сфера при всех безусловных технических преимуществах роботов несет с собой две существенные угрозы экономического и социального порядка. Роботы, устраняя людей из промышленного производства, а также многих других отраслей, лишают их заработков. В результате ломаются рыночные отношения, поскольку они построены на том, что наемная рабочая сила имеет прочные переговорные позиции в отношениях с нанимателями в силу своей необходимости для производства, и она выступает как потребитель после оплаты труда.

Развернутое исследование проблемы занятости при развитии робототехники предпринято фирмой McKinsey, являющейся одной из крупнейших и наиболее авторитетных консалтинговых фирм. Согласно этому исследованию около половины профессий, существующих сейчас в мире, теоретически могут быть автоматизированы с применением ныне существующих технологий. В то же время всего лишь около пяти процентов могут быть автоматизированы полно-

ТОП-30 ИНТЕГРАТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В РОССИИ

Аналитический центр TAdviser совместно с Национальной ассоциацией участников рынка робототехники (НАУРР) подготовил список 30 крупнейших российских интеграторов промышленных роботов и определил лидера этого рынка.

В ходе подготовки топ-30 были получены данные от 55-ти интеграторов. Участники рынка оценивались по двум основным критериям – выручке и количеству установленных роботов.

Топ-30 интеграторов промышленных роботов в России

Компания	Критерии		Сертификаты	сварка	обслуживание станков	контроль качества	
	выручка (1)	роботы (2)					
Интеграторы, показатели которых удовлетворяют сразу двум критериям (компании отсортированы по алфавиту)							
Альфа Инжиниринг	+	+	Fanuc	+	+		
Белфин*	+	+	Fanuc, Kawasaki	+	+	+	
Вебер Комеханикс	+	+	Fanuc, Yaskawa	+	+	+	
Вектор Групп	+	+	KUKA, Mitsubishi Electric, Omron, OTC	+	+		
ГК Триз Роботикс	+	+	Fanuc	+	+		
ГК Eurotechprom	+	+	ABB, Fanuc, KUKA	+	+	+	
ДельтаСвар	+	+	ABB, Yaskawa	+			
ДС-Роботикс	+	+	ABB, KUKA	+	+		
ИРС (iRS)	+	+	ABB, Fanuc	+			
Квантум Системс	+	+	KUKA, Omron	+			
МДИ2Б	+	+	ABB, Fanuc	+			
УРТЦ Альфа-Интех	+	+	KUKA	+	+	+	
Фруктонад групп	+	+	ABB		+		
Юкам-Груп	+	+	Fanuc, Kawasaki				
BFG Robotics	+	+	Fanuc, KUKA	+	+	+	
DI RoboticS	+	+	Fanuc		+	+	
Интеграторы, показатели которых удовлетворяют хотя бы одному критерию (компании отсортированы по алфавиту)							
Артех	—	+	KUKA, Stäubli				
Велдинг Групп Самара	+	—	KUKA	+	+		
ВР Мастер	-	+	KUKA, Schunk	+	+		
Компания АНТ	—	+	ABB, Universal Robots				
Машин Ритэйл Груп	+	—	Fanuc	+	+		
НТЛТ	+	—	Fanuc				
Пластик Энтерпрайз	+	—	Fanuc		+	+	
ПО Зарница**	—	+	KUKA	+			
Пролог Плюс	+	—	KUKA	+			
Роксор Индастри	+	—	Yaskawa				
Сигма	—	+	Fanuc				
Солан-Д	—	+	Fanuc			+	
Униматик	+	—	Fanuc		+		
Шторм	—	+	Fanuc	+			

(1) – В 2016–2018 годах выручка от интеграции промышленных роботов превысила 100 млн руб. TAdviser, НАУРР, 2019.

(2) – В 2016–2018 годах установлено более 10 промышленных роботов.

(3) – Сверление, фрезерование, клепка, резка водяной струей, обдирка, очистка, шлифовка, полировка.

В результате рассмотрения показателей компаний все они были распределены на три части. В первую часть попали 16 интеграторов, которые отвечали сразу двум критериям. Вторая часть собрала 14 интеграторов, показатели которых удовлетворяли хотя бы одному критерию.

При этом был определен однозначный лидер рынка – «Вектор Групп». В течение 2016–2018 годов эта компания установила 97 роботов на общую сумму 785 млн руб.

Подготовлено по материалам www.tadviser.ru

Для каких операций и областей применений интегратор внедрял роботов

	перемещение материалов	литье	ковка и штамповка	нанесение покрытий распылением	другие операции обработки (3)	сборка деталей (4)	паллетирование	другое
	+		+		+	+	+	
	+	+	+	+	+		+	
	+						+	
	+			+	+	+	+	
	+				+	+	+	+
	+	+	+	+	+		+	
	+						+	
	+			+		+	+	
	+			+				
	+				+			
	+					+	+	
	+	+	+	+	+	+		+
	+					+	+	+
	+						+	
	+	+	+	+	+	+	+	+
	+			+	+	+	+	+
	+				+		+	+
				+	+		+	+
							+	+
	+				+		+	
	+	+			+	+		+
			+	+				+
	+			+	+	+	+	
					+			
	+			+	+			
	+	+				+	+	
	+		+					

(4) – Механических, электрических и электронных.

* – Белорусская компания с филиалом в России. В топ-30 учитывалась выручка всей компании.

** – Без учета образовательных роботов.

стью, однако в 60% профессий около 1/3 выполняемых работ могут подвергнуться автоматизации. Это сильно повлияет на занятых в этих профессиях, на характер работы и на количество рабочих мест.

Согласно сценарию максимально быстрых изменений, к 2030 году до 30% рабочих мест или 800 млн могут исчезнуть, а на 375 млн рабочих мест (14%) произойдет существенное изменение обязанностей. Эти расчеты выполнены на основе гипотезы о сохранении современного тренда роста занятости. Средний сценарий предполагает, что сократится в два раза меньше рабочих мест – 400 млн или 15%, а изменения коснутся 75 млн рабочих мест (3%) [6].

Политика руководства КНР, направленная на широкое развитие роботизации в стране, указывает на безальтернативность развития роботизации в промышленности. В КНР готовы пойти на решение сложных социальных проблем с занятостью ради получения технологических преимуществ от развития робототехники. Отставание России в развитии робототехники грозит тем, что страна окажется за пределами нового высокотехнологичного мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Impact of Robots on Productivity, Employment and Jobs. Positioning Paper. IFR. Frankfurt, Germany. April 2017. P. 1.
2. Fujiwara H. Why Japan leads industrial robot production. <https://ifr.org/post/why-japan-leads-industrial-robot-production>
3. Trends in the Market for the Robot Industry in 2012. July 2013. Industrial Machinery Division, Ministry of Economy, Trade and Industry. Available at <http://www.meti.go.jp>.
4. Robot companies <http://industrialrobot.info/robot-companies>
5. Tilley J. Automation, robotics, and the factory of the future. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/automation-robotics-and-the-factory-of-the-future>
6. Jobs Lost, Jobs Gained: Workforce Transitions in a Time of Automation. McKinsey Global Institute. December 2017. P. 2.

АКИМОВ Александр Владимирович –
доктор экономических наук, заведующий отделом
экономических исследований Института востоковедения РАН

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ТЕХНОСФЕРА»



Цена 1090 руб.

НОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ В СОВРЕМЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Под редакцией Глазунова В. А.

В книге представлены новые механизмы параллельной структуры различных классов, имеющие широкие возможности применения в робототехнических системах для технологических и транспортных процессов в различных отраслях промышленности, а также космической и медицинской робототехнике. Проведены исследования в области кинематики, динамики и управления такими системами.

Рассмотрены механизмы мобильных роботов технологического и медицинского назначения, исследованы вопросы их динамики и управления. Представленные механизмы разработаны и исследованы в Институте машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук.

Книга предназначена для специалистов в области теории механизмов и машин, научных работников и инженеров, чья деятельность связана с созданием новых робототехнических систем, а также студентов, аспирантов и преподавателей.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2020. – 316 с.
ISBN 978-5-94836-537-4

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

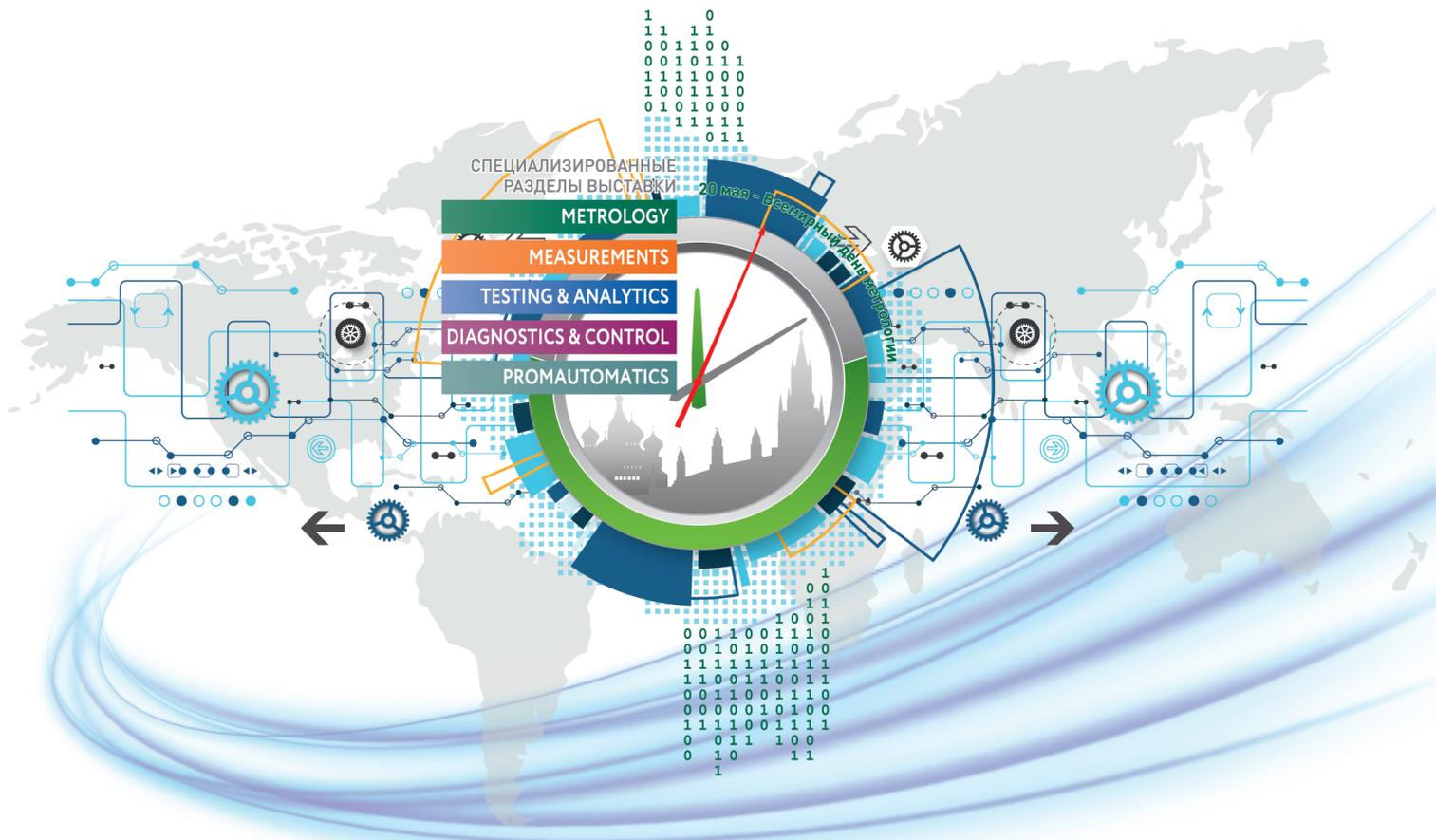
☎125319, Москва, а/я 91; ☎+7 495 234-0110; ☎+7 495 956-3346; knigi@technosphere.ru, sales@technosphere.ru

16-й МОСКОВСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ И ВЫСТАВКА

ТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ –
ОСНОВА КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

MetrolExpo'2020

Москва, 2-4 июня
ВДНХ, павильон 75



ТЕМАТИЧЕСКИЕ РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:



МЕТРОЛОГИЯ
METROLOGY



ИЗМЕРЕНИЯ
MEASUREMENTS



ИСПЫТАНИЯ и АНАЛИТИКА
TESTING & ANALYTICS



ДИАГНОСТИКА и КОНТРОЛЬ
DIAGNOSTICS & CONTROL



АВТОМАТИЗАЦИЯ
PROMAUTOMATICS

Устроитель:



Выставочная компания
ВЭСТСТРОЙ ЭКСПО

+7 (495) 937-40-23
metrol@expoprom.ru

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

www.metrol.expoprom.ru

