

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

**ПАТЕНТНЫЙ ЛАНДШАФТ
ЦЕНТРА ТРАНСФЕРА ТЕХНОЛОГИЙ УНИВЕРСИТЕТА ИТМО**



ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ИНСТИТУТА
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

Издание подготовлено в рамках
деятельности Центра трансфера
технологий и Центра развития
института интеллектуальной
собственности
Университета ИТМО

Авторы:

Сенникова Анастасия Владимировна
Митягина Мария Николаевна

Научный руководитель:

Николаев Андрей Сергеевич

Ответственный редактор:

Николаев Андрей Сергеевич

Адрес редакции:

191187, Российская Федерация, Санкт-
Петербург, ул. Чайковского, 12/2, каб.
410, Университет ИТМО, Высшая
инженерно-техническая школа,
Центр развития института
интеллектуальной собственности

ip@itmo.ru

tt.itmo.ru

При создании дизайна обложки
использовано изображение,
сгенерированное с помощью
нейросети «Midjourney»

Дата выхода издания: сентябрь 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ	6
1.1 Декомпозиция предметной области	6
1.2 Общая характеристика уровня техники.....	11
1.3 География патентования	15
1.4 Лидеры рынка	17
2. АНАЛИЗ ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	21
2.1. Тренды патентования.....	21
2.2. Прогнозирование направлений развития технологической области	28
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	33
Приложение 1	27
Приложение 2	28
Приложение 3	30
Приложение 4	31
Приложение 5	35

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕРМИНОВ

CIM — Автоматизированные интегрированные производства
CNN — Сверточные нейронные сети
DNC — Числовое управление
ERP — Enterprise Resource Planning
FMS — Гибкое автоматизированное производство
HRI — Human-Robot Interaction
IMS — Интегрированные производственные системы
IoT — Технологии интернета вещей
KPI — Key Performance Indicator
LSTM — Рекуррентная нейронная сеть типа «Долгая краткосрочная память»
MES — Manufacturing Execution System
PCT — Договор патентной кооперации
QRM — Quick Response Manufacturing (Быстрореагирующее производство)
RNN — Рекуррентная нейронная сеть
WO — Международная патентная заявка, поданная по PCT
АСОУ — Автоматизированная система организации управления
АСУП — Автоматизированная система управления предприятием
АСУТП — Автоматизированная система управления технологическим процессом
ГПС — Гибкие производственные системы
ЕПО — Европейская патентная организация
ИАСУ — Интегрированная автоматизированная система управления
ИИ — Искусственный интеллект
МПК — Международная патентная классификация
ОАСУ — Отраслевая автоматизированная система управления
ПАК – Программно-аппаратный комплекс
ПО – Программное обеспечение
РРПО – Реестр российского программного обеспечения
РФ — Российская Федерация
США — Соединенные Штаты Америки
ФГБУ ФИПС — Федеральный институт промышленной собственности
ЭВМ – Электронная вычислительная машина

ВВЕДЕНИЕ

Современное промышленное производство находится на этапе глубокой трансформации, обусловленной переходом к четвёртому и пятому технологическим укладам. Роботизированные производства становятся ключевым элементом глобальной индустриальной экосистемы, обеспечивая рост производительности, гибкости и качества выпускаемой продукции. Управление такими производствами требует интеграции передовых цифровых технологий, таких как искусственный интеллект (ИИ), интернет вещей (IoT), киберфизические системы (CPS), цифровые двойники и машинное обучение.

Настоящее исследование посвящено анализу способов управления роботизированными производствами в контексте современных технологических трендов и патентной активности. Цель работы — выявление ключевых направлений развития технологий, оценка уровня техники, определение географии патентования и идентификация лидеров рынка в данной области.

В рамках исследования проведена декомпозиция предметной области, определены основные проблемы и вызовы, сформулирован перечень ключевых слов и индексов Международной патентной классификации (МПК), а также проанализирована мировая и российская патентная документация. Особое внимание уделено трендам патентования и прогнозу развития технологий в условиях перехода к концепциям Industry 4.0 и Industry 5.0.

Результаты исследования могут быть использованы для формирования стратегий технологического развития, принятия решений в области интеллектуальной собственности и определения приоритетных направлений научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР).

1 ОБЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Модель предметной области

Для построения патентного ландшафта разработана модель предметной области, отражающая направления, на которых сконцентрировано настоящее исследование «Способы управления роботизированными производствами», представлена на рисунке 1.

Ветка предметной области «Области применения» сконцентрирован на классификациях применения решений по виду воздействия и по виду технологического процесса.

Ветка предметной области «Проблемы уровня техники» раскрывает аспекты, на которые направлены современные исследования, включая снижение операционных затрат; обеспечение безопасности; улучшение качества и и уменьшение количества несоответствий; повышение производительности; оптимизацию цепочки создания ценности; снижение производственных потерь.

Ветка предметной области «Отрасль промышленности» содержит наиболее релевантные для применения технологий, рассматриваемых в настоящем исследовании, индустрий.

Ветка предметной области «Состав системы» сконцентрирован на основных элементах и подсистемах, а также внешнюю среду, с которой рассматриваемые в настоящем исследовании решения взаимодействуют.

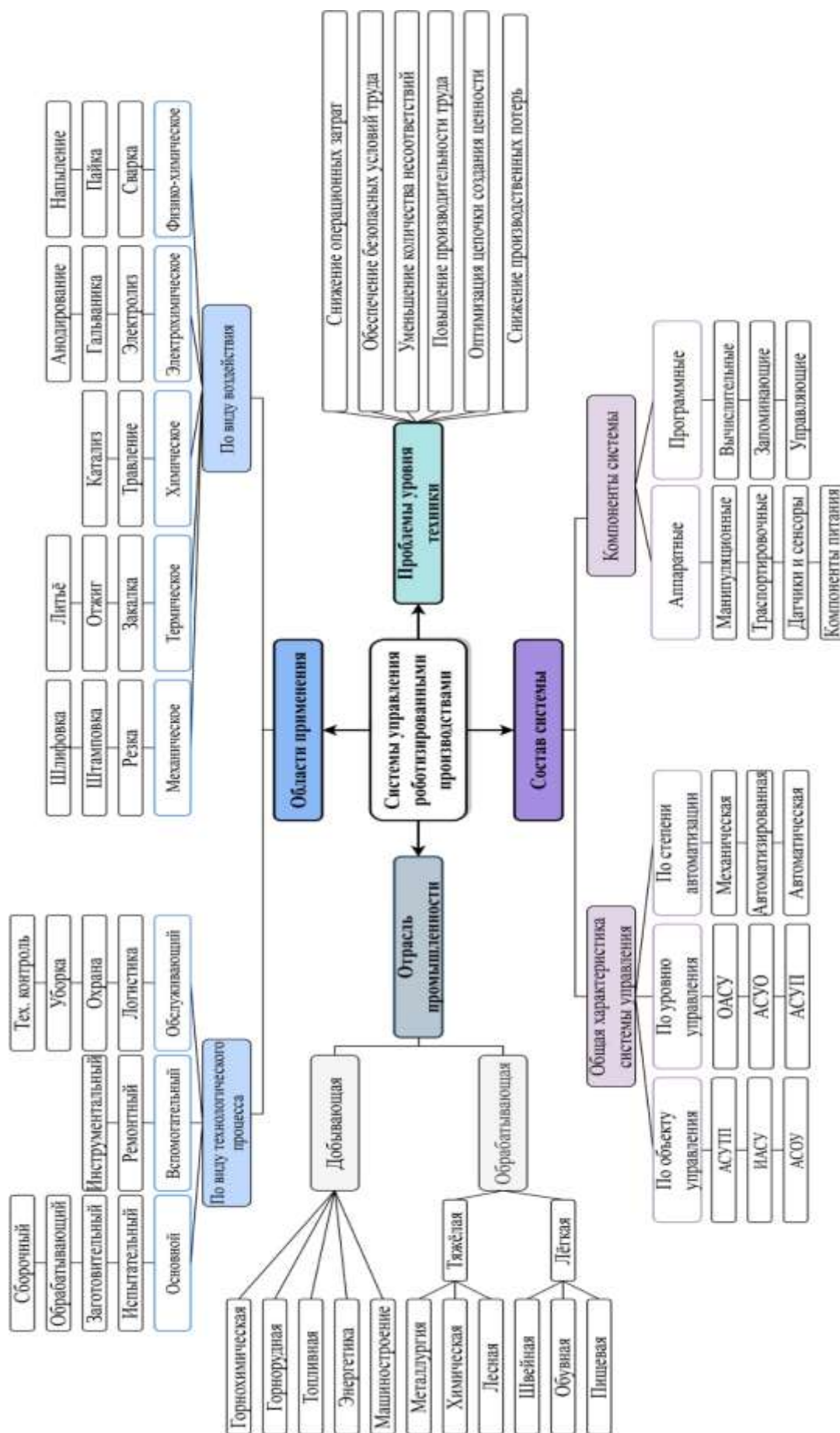


Рисунок 1 — Модель предметной области патентного исследования

На основании модели предметной области составлен перечень ключевых слов и словосочетаний (Таблица 1), а также подобраны индексы МПК (Таблица 2).

Таблица 1. Перечень ключевых слов

Ключевые слова	Key words
роботизированное производство, автоматизированное производство, гибкое производство, автоматизация, промышленный робот	robotic manufacturing, automated production, flexible manufacturing, automation, industrial robot
производственная ячейка, роботизированная ячейка, станок с ЧПУ, транспортная система, конвейер, накопитель, склад, сенсор, датчик, система технического зрения	manufacturing cell, robotic cell, CNC machine, transport system, conveyor, buffer, warehouse, sensor, vision system
управление роботом, программирование робота, траектория планирование, управление движением, обратная связь, адаптивное управление, кооперативное управление, групповое управление, централизованное управление, децентрализованное управление, диспетчеризация, планирование задач, оптимизация, киберфизическая система	robot control, robot programming, trajectory planning, motion control, feedback, adaptive control, cooperative control, swarm control, centralized control, decentralized control, scheduling, task planning, optimization, cyber-physical system
цифровой двойник, интернет вещей, промышленный интернет вещей, Industry 4.0, умная фабрика, интеллектуальное производство, большие данные, машинное обучение, искусственный интеллект, нейронная сеть, предиктивное обслуживание	digital twin, Internet of Things, IoT, Industrial IoT, IIoT, Industry 4.0, smart factory, intelligent manufacturing, big data, machine learning, artificial intelligence, AI, neural network, predictive maintenance
сборка, сварка, паллетизация, покраска, напыление, обработка, контроль качества, мониторинг, логистика, перемещение материалов	assembly, welding, palletizing, painting, spraying, machining, quality control, monitoring, logistics, material handling
гибкость, переналадка, эффективность, производительность, безопасность, отказоустойчивость, энергоэффективность, точность, синхронизация	flexibility, reconfigurability, efficiency, productivity, safety, fault tolerance, energy efficiency, precision, synchronization

Таблица 2. Перечень индексов МПК

Индекс	Расшифровка
B25J	Манипуляторы; камеры, оборудованные манипуляторами
B25J 3/00	Манипуляторы копирующего типа, т.е. манипуляторы, у которых оба элемента - управляющий и управляемый - выполняют соответствующие перемещения в пространстве
B25J 5/00	Манипуляторы, смонтированные на тележках или на прочих наземных транспортных средствах
B25J 7/00	Микроманипуляторы

B25J 9/00	Манипуляторы с программным управлением
B25J 9/02	.характеризуемые движением механических рук, например в декартовой системе координат
B25J 9/16	.программное управление
B25J 11/00	Манипуляторы, не отнесенные к другим рубрикам
B25J 13/00	Управление манипуляторами
B25J 15/00	Захватные головки
B25J 18/00	Руки манипуляторов
B25J 19/00	Вспомогательные устройства в манипуляторах, например для контроля, для визуального наблюдения; предохранительные приспособления, конструктивно сопряженные с манипуляторами или специально приспособленные к ним
B25J 21/00	Камеры, оборудованные манипуляторами
B23Q	Детали, узлы или вспомогательные устройства для металлообрабатывающих станков, например устройства для копирования или управления (инструменты, применяемые в токарных или расточных станках В 23В 27/00); станки вообще, отличающиеся конструкцией деталей или узлов; агрегатные станки или поточные линии, не ограничивающиеся выполнением какого-либо одного вида металлообработки
B23Q 15/00	Автоматическое управление подачей, скоростью резания или положением инструмента и(или) обрабатываемого изделия
G05B	Регулирующие и управляющие системы общего назначения; функциональные элементы таких систем; устройства для контроля или испытания таких систем или элементов
G05B 13/00	Самонастраивающиеся системы управления, т.е. системы, автоматически выбирающие оптимальный режим работы для достижения заданного критерия
G05B 15/00	Системы, управляемые вычислительными устройствами
G05B 17/00	Системы с использованием моделей или моделирующих устройств
G05B 19/00	Системы программного управления
G05B 19/04	..программное управление иное, чем числовое, например в контроллерах последовательности или логических контроллерах
G05B 19/048	...мониторинг; безопасность во время работы
G05B 19/418	..общее управление технологическим процессом, т.е. централизованное управление множеством станков, например непосредственное или распределенное числовое управление (DNC), гибкое автоматизированное производство (FMS), интегрированные производственные системы (IMS), автоматизированные интегрированные производства (CIM)
G05G	Механические устройства систем управления и регулирования
G05G 1/00	Управляющие элементы, например кнопки или рукоятки; их расположение в узлах; индикация положения управляющих элементов

G05G 3/00	Управляемые элементы; их расположение в узлах
G06	Обработка данных; вычисление или счет
G06C	Цифровые компьютеры, в которых все вычисления выполняются механически
G06E	Оптические вычислительные устройства
G06F	Обработка цифровых данных с помощью электрических устройств
G06G	Аналоговые вычислительные машины
G06J	Гибридные вычислительные устройства
G06K	Считывание графических данных; представление данных; носители информации; манипулирование носителями информации;
G06M	Счетчики; способы и устройства для подсчета предметов, не отнесенные к другим подклассам
G06N	Компьютерные устройства, основанные на специфических вычислительных моделях
G06Q	Информационные и коммуникационные технологии [ICT], специально предназначенные для административных, коммерческих, финансовых, управленческих или надзорных целей; системы или способы, специально предназначенные для административных, коммерческих, финансовых, управленческих или надзорных целей, не предусмотренные в других подклассах
H04L	Техника электрической связи: передача цифровой информации
H04L 1/00	Устройства для обнаружения или предотвращения ошибок в принятой информации
H04L 12/00	Сети переключения сигналов
H04L 27/00	Многоканальные системы связи с модулированными несущими частотами
H04L 41/00	Устройства для поддержания, администрирования или управления сетями коммутации данных, например сети коммутации пакетов
H04L 43/00	Устройства для мониторинга или тестирования сетей переключения данных
H04L 65/00	Сетевые устройства, протоколы или услуги для поддержки приложений реального времени при передаче пакетов данных (обмен сообщениями в реальном или близком к реальному времени, например, обмен мгновенными сообщениями)
H04N	Передача изображений
H04N 1/00	Сканирование, передача или воспроизведение документов или им подобного, например передача точных копий (факсимиле); конструктивные элементы
H04N 13/00	Стереоскопические видеосистемы; много ракурсные видеосистемы; детали
H04N 19/00	Способы или устройства для кодирования, декодирования, сжатия или декомпрессии цифровых видео сигналов
H04N 23/00	Камеры или модули, содержащие электронные датчики изображения; управление ими

H04Q	Избирательные устройства (переключатели, реле, селекторы; сети беспроводной связи)
H04W	Сети беспроводной связи
H04W 4/00	Сервисы, специально предназначенные для беспроводных сетей связи; средства обслуживания для них
H04W 8/00	Управление сетевыми данными
H04W 16/00	Планирование сетей, например, зоны обслуживания или инструменты планирования трафика; развертывание сетей, например, распределение ресурса или структуры сот
H04W 24/00	Устройства контроля, мониторинга или тестирования
H04W 28/00	Управление сетевым трафиком; управление сетевым ресурсом
H04W 88/00	Устройства, специально предназначенные для сетей беспроводной связи, например, терминалы, базовые станции или устройства точек доступа

При подготовке настоящего патентного ландшафта в качестве источников непатентной литературы использованы обзоры литературы по мировому рынку, статьи, найденные в системах «Scopus», «GoogleScholar», ResearchGate, eLIBRARY.ru (elibrary.ru), а так же информационно-коммуникационной сети «Интернет».

В качестве источника патентных документов были использованы 2 базы –поисковая система ФГБУ ФИПС и Orbit Intelligence. Поиск проводился по ключевым словам в соответствии с Таблицей ключевых слов (Таблица 1) с указанием индексов МПК (Таблица 2).

1.2 Общая характеристика уровня техники

Развитие систем управления производством неразрывно связано с концепцией промышленных (индустриальных) революций - чередой качественных изменений в процессах организации производства. Революции возникают вследствие достижений в науке и технике, что, ввиду распространения знаний и диффузии инноваций, формирует трансформацию характера, условий, ресурсной базы промышленного производства. В результате происходят фундаментальные изменения всех сфер общественной жизни.

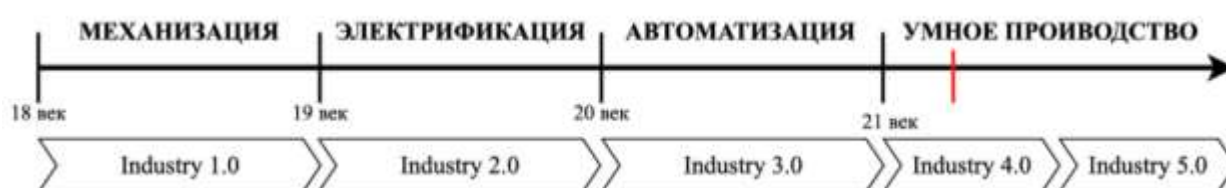


Рисунок 2 – Эволюция способов управления роботизированным производством

Современный уровень развития техники приходится на четвёртый технологический уклад, связанный с переходом от автоматизированного производства к киберфизическому (CPS), объединяющему элементы, которые представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Элементы Industry 4.0 и Industry 5.0

Современные способы управления роботизированными производствами характеризуются глубокой интеграцией цифровых технологий, ИИ, IoT и систем компьютерного зрения. Управление всё

чаще строится на основе данных в реальном времени, что позволяет обеспечивать гибкость, адаптивность и высокую эффективность производственных процессов.

Ключевыми элементами являются:

1. Цифровые двойники — виртуальные модели физических объектов и процессов, которые позволяют имитировать, оптимизировать и прогнозировать поведение системы в реальном времени. Они используются для мониторинга, управления жизненным циклом изделий, предсказания отказов и планирования обслуживания.

2. Искусственный интеллект и машинное обучение — применяются для оптимизации производственных процессов, контроля качества, прогнозной аналитики, управления цепями поставок и адаптивного управления роботами. Нейросетевые алгоритмы, включая CNN и рекуррентные архитектуры (RNN, LSTM), используются для распознавания образов, классификации дефектов и управления сложными динамическими системами.

3. Компьютерное зрение — обеспечивает роботизированные системы возможностью визуального восприятия среды, что критически важно для задач позиционирования, навигации, контроля качества и безопасного взаимодействия с человеком (HRI). Алгоритмы сегментации, детекции объектов и 3D-реконструкции интегрируются в системы управления для повышения точности и автономности.

4. Системы управления производством (MES, ERP) — интегрируются с роботизированными комплексами для обеспечения сквозного управления данными, планирования ресурсов, логистики и мониторинга KPI.

5. ГПС и QRM — позволяют быстро перенастраивать производственные линии под изменяющийся спрос, обеспечивая массовую кастомизацию и сокращение времени на переналадку.

6. CPS и IoT — обеспечивают соединение физических устройств с цифровыми платформами, enabling удалённое управление, сбор данных и координацию между устройствами в рамках концепции «умного производства».

7. Бережливое производство — принципы устранения потерь и оптимизации процессов интегрируются в алгоритмы управления, что способствует снижению издержек и повышению производительности.

Таким образом, современный уровень техники управления роботизированными производствами ориентирован на создание

автономных, самоорганизующихся, адаптивных и энергоэффективных систем, способных работать в условиях высокой неопределённости и динамично меняющейся рыночной среды. Основной тренд — переход от жестко запрограммированных автоматизированных линий к гибким, интеллектуальным и сетевым производственным экосистемам, управляемым данными и искусственным интеллектом.

В приложениях 1 - 5 представлены примеры разработок, существующих на рынке, связанных с решением задач управления роботизированными производствами.

1.3 География патентования

Для анализа территориальных аспектов (Рисунок 4А, 4Б) настоящего исследования в анализируемую коллекцию отобрано наиболее широкое количество патентных документов, а именно 108858 патентных документов.

Выделение китайского патентного сегмента позволяет наглядно продемонстрировать общее численное доминирование технических решений в исследуемой предметной области, патентуемых в Китае.

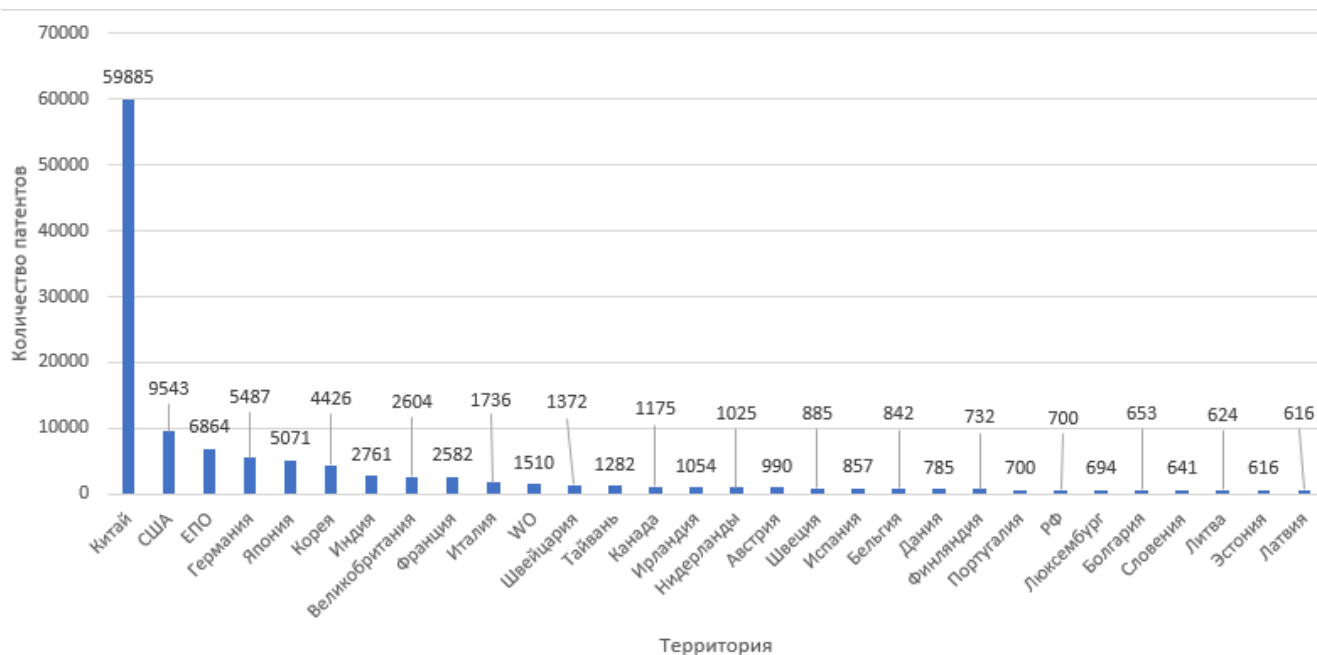


Рисунок 4А. Число действующих патентов, охраняемых в различных национальных ведомствах (вместе с Китайским сегментом)

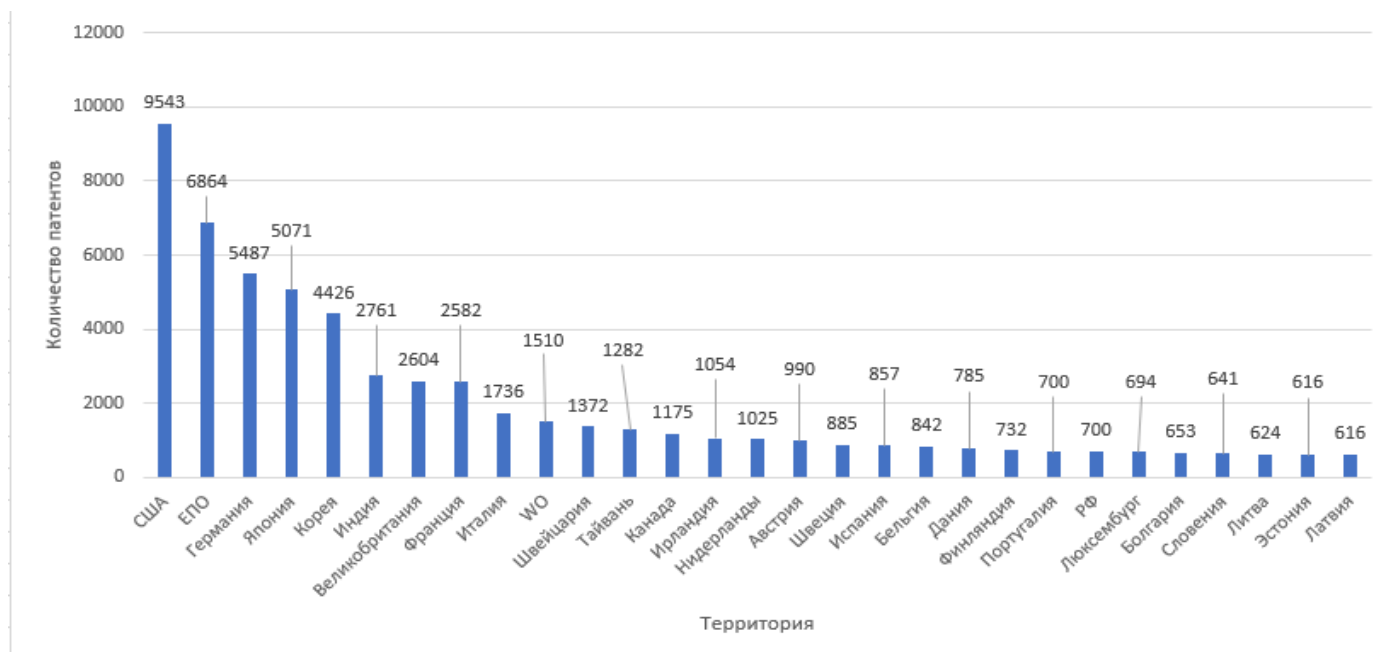


Рисунок 4Б. Число действующих патентов, охраняемых в различных национальных ведомствах (без Китайского сегмента)

Рисунок 4 предоставляет информацию о патентных стратегиях участников изучаемого сектора, поскольку национальные заявки являются индикатором рынков, в отношении которых обеспечивается правовая охрана.

Патентный сегмент США занимает второе место по числу запатентованных решений, тройку лидеров занимает Европейское патентное ведомство, включающее и Германию, расположившуюся на четвертом месте. Стоит отметить, что в данной технологической области только 6% запатентованных решений охраняются посредством договоров о международной патентной кооперации или при помощи международных патентных ведомств. Это свидетельствует о том, что владельцы технологий предпочитают точечную региональную правовую охрану своих решений.

1.4 Лидеры рынка

На рисунке 5 показаны представленные ведущие заявители/правообладатели/патентообладатели по количеству патентных документов анализируемой патентной коллекции по общемировой тенденции. Эти данные служат индикатором уровня изобретательности активных участников рынка. Рисунок 5 представляет топ заявителей с наибольшим количеством патентов в портфелях в анализируемой предметной области.

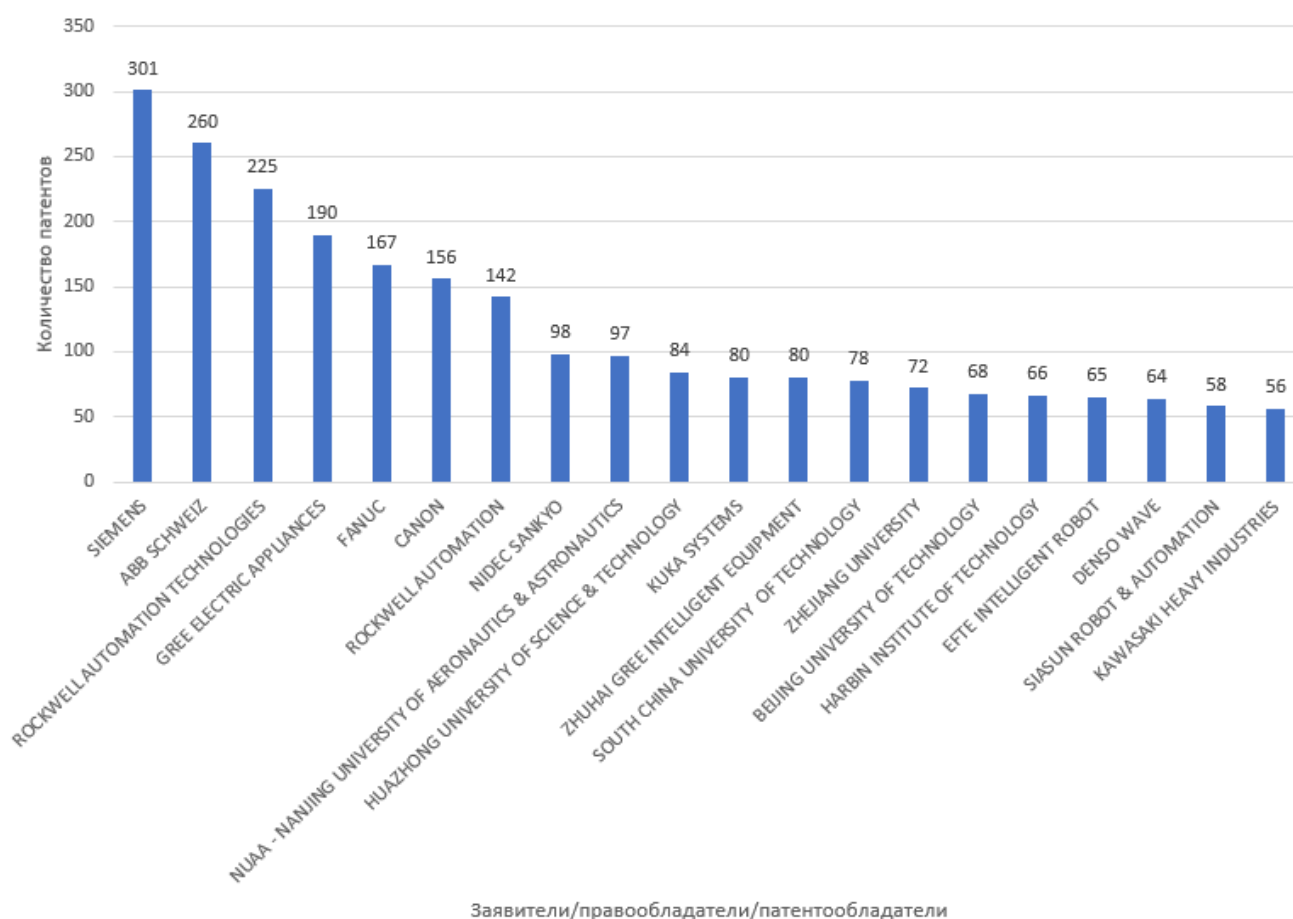


Рисунок 5. ТОП-20 патентообладателей



SIEMENS — немецкая технологическая компания, один из крупнейших в мире производителей электротехнического и электронного оборудования, а также решений для промышленности, энергетики, транспорта и здравоохранения.

ABB SCHWEIZ — швейцарское отделение ABB Asea Brown Boveri, ведущей шведско-швейцарской технологической корпорации, специализирующейся на электротехнике, робототехнике, автоматизации и энергетическом машиностроении.

Rockwell Automation, Inc. — один из ведущих мировых поставщиков технологий промышленной автоматизации, информационных решений и услуг цифровой трансформации. Американская компания, мировой лидер в области промышленной автоматизации и цифровой трансформации, предлагающая широкий ассортимент оборудования, программного обеспечения и услуг для оптимизации производственных процессов.

Gree Electric Appliances Inc. — крупнейший в мире производитель кондиционеров, сплит-систем и другого климатического оборудования.

FANUC — японская компания-производитель высокотехнологичного оборудования для промышленной автоматизации, которая является ведущим мировым поставщиком систем числового программного управления (ЧПУ), промышленных роботов, обрабатывающих центров и систем управления движением.

Canon — японская транснациональная компания, специализирующаяся на производстве оптико-механического и электронного оборудования, такого как фототехника, офисная техника, медицинское диагностическое оборудование и полупроводниковые технологии.

Nidec Sankyo — это японская компания, входящая в группу Nidec, специализирующаяся на производстве электронных компонентов, включая картридеры, диспенсеры карт, а также музыкальные механизмы и прецизионные инструменты.

KUKA systems — международный поставщик инженерных услуг и гибких автоматизированных производственных решений.

DENSO WAVE — это японская компания, дочернее предприятие корпорации Denso, которая занимается разработкой и производством промышленных роботов, контроллеров, а также оборудования для автоматической идентификации (Auto-ID).

Siasun Robot & Automation Company Limited — это китайская компания, занимающаяся разработкой и производством робототехники и решений в области автоматизации, включая промышленную робототехнику для сборки, логистическое оборудование и технологии на основе искусственного интеллекта.

Kawasaki Heavy Industries (KHI) – это японская транснациональная корпорация, основанная в 1896 году, которая занимается широким спектром деятельности, является пионером в разработке промышленных роботов и производит гидравлические компоненты и системы, а также другое промышленное оборудование.

Согласно патентным данным, наибольшее количество патентов в рассматриваемой области техники, охраняемых на территории Российской Федерации, принадлежит АНО ВО «Университет Иннополис». Также активными участниками являются ООО «Уралинновация», ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), ООО «ДС-РОБОТИКС», ПАО «НК «Роснефть». Ряд патентов принадлежит физическим лицам, в частности Новинькову Николаю Никоноровичу, Гомбожапову Зорикто Георгиевичу, Еникееву Михаилу Эликовичу,.

На Рисунках 6А, 6Б обозначены изобретатели, указанные в наибольшем количестве патентов анализируемой патентной коллекции. Эти данные служат индикатором уровня изобретательности активных участников рынка.

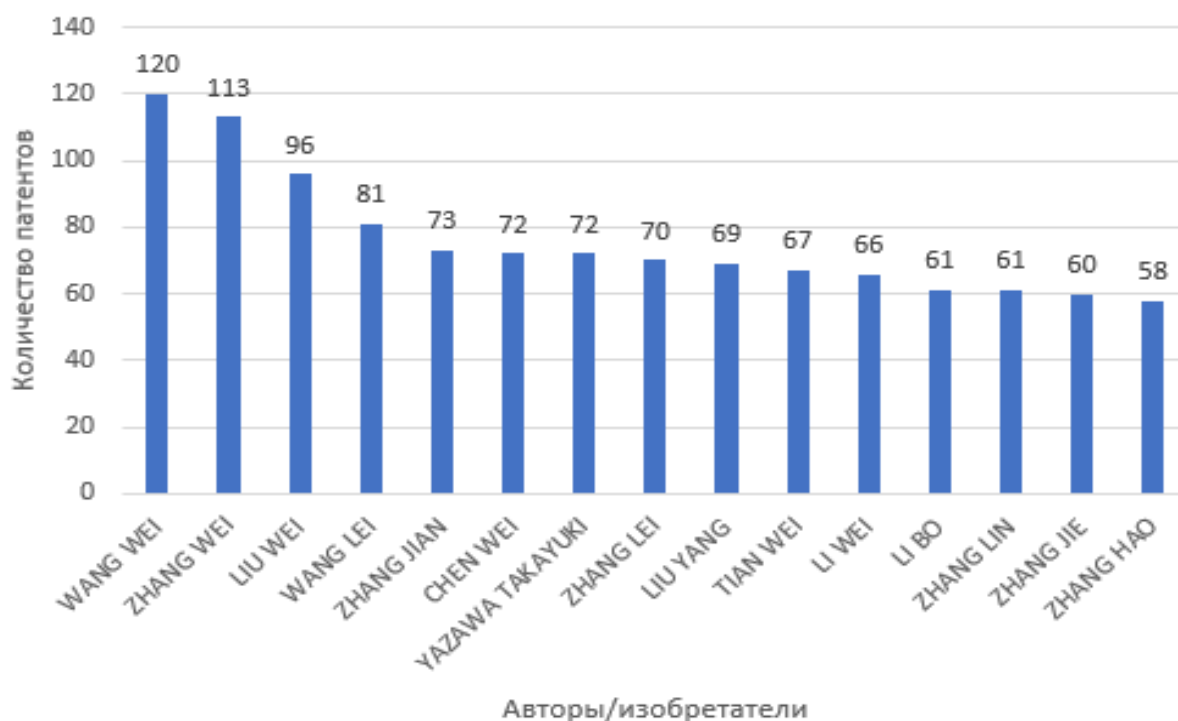


Рисунок 6А. ТОП-15 авторов Китайского сегмента

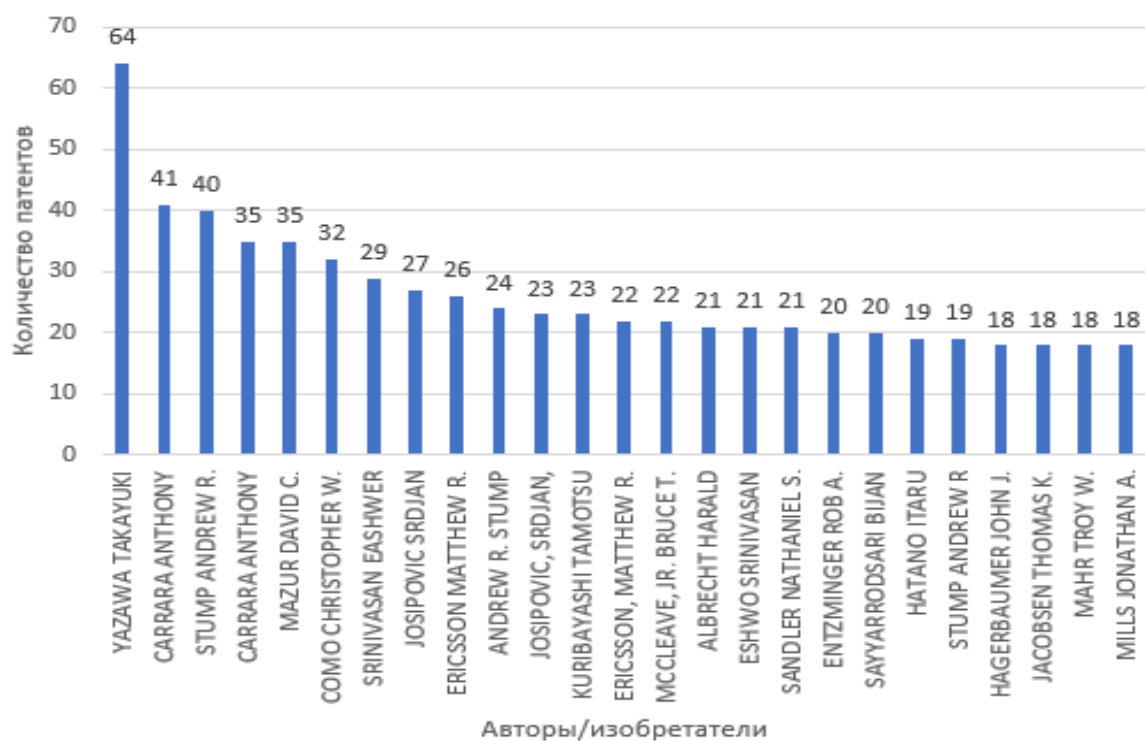


Рисунок 6Б. ТОП-25 авторов без Китайского сегмента

2. АНАЛИЗ ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

2.1. Тренды патентования

На рисунке 7 представлена карта инновационного потока развития способов управления роботизированными производствами, разработанная на основе динамики количества патентных семейств с течением времени.

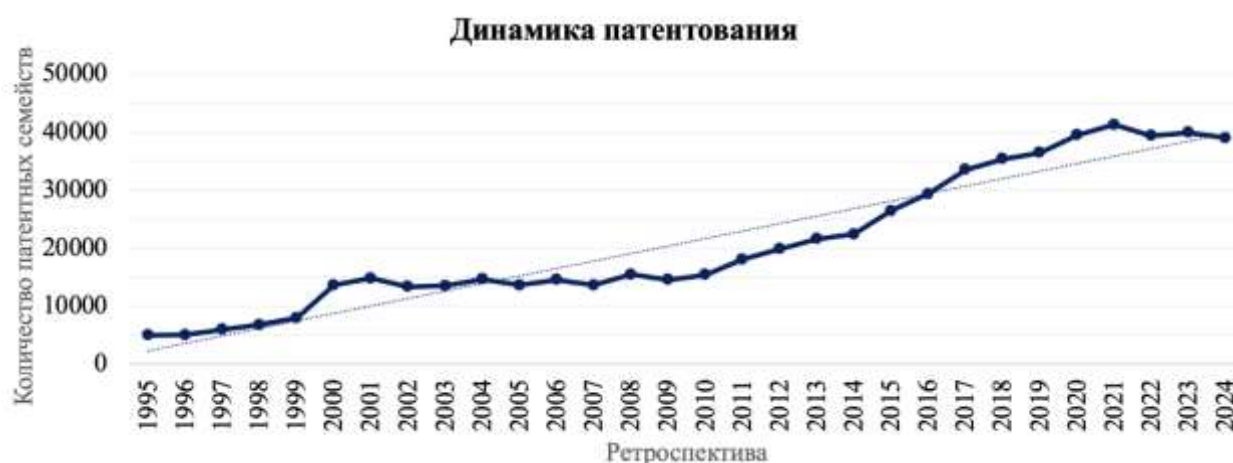


Рисунок 7 – Динамика патентования развития способов управления роботизированными производствами

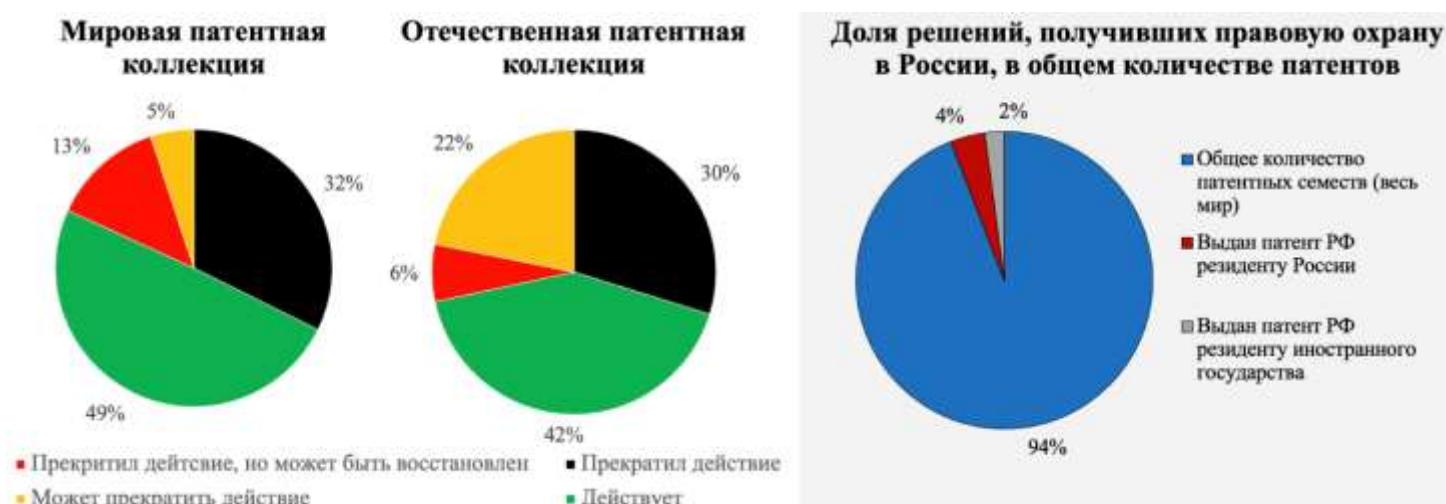


Рисунок 8 – Правовой статус патентной коллекции

Согласно представленным на рисунке 8 данным можно сделать вывод, что более половины технических решений, получивших правовую охрану в иностранных и российском патентных ведомствах, являются действующими. Следовательно, предметная область активно

развивается, реализуемые в ней технические решения являются актуальными и релевантными для промышленного применения с целью решения производственных задач. Это подтверждается не только количеством новых заявочных документов, но и статистикой поддержания патентов в силе.

Проведённый анализ технических, программных и программно-аппаратных решений, получивших правовую охрану, показал, что мировой уровень техники полностью соответствует ключевым направлениям развития средств организации производства согласно основным технологическим направлениям Industry 4.0.

Визуализируем выявленные тренды патентования способов управления роботизированными производствами на рисунке 10. Для каждого из технологических мегатрендов по оси абсцисс отложена ретроспектива 20 лет, а ординат – количество патентных семейств. Во всех из отобранных для анализа патентах содержатся сведения об управлении роботизированным производством с применением компонентов, относящихся к одной или нескольким технологиям киберфизических систем четвёртой промышленной революции.

Стоит отметить, что в конце наблюдений можно зафиксировать переход на нисходящую траекторию кривой патентной активности. Это связано с временным лагом, ввиду которого сведения о динамике поданных заявок отображаются в неполном объёме. Это связано с требованиями, установленными к срокам публикации заявочных документов (18 – 24 месяца после их подачи в уполномоченное ведомство), а также задержкой оперативного наполнения международной патентной базы данных.

На рисунке 9 описаны технологические сегменты, которые определяют принадлежность элементов системы к способу и порядку осуществления управляющего воздействия в роботизированных производствах.

Классификация по технологическим сегментам основана на группировке кодов МПК, поэтому патенты могут отображаться в нескольких разных категориях.

Высокая концентрация патентов в таких сферах, как «Методы контроля», «Технологии управления», «ИТ-методы управления» и «Компьютерные технологии», выделена красным и оранжевым цветами с числами более 3000, что указывает на значительный объем уже зарегистрированных решений. Это свидетельствует о том, что эти

области содержат множество патентов, которые могут иметь широкое и многократное применение, что крайне важно для анализа способов управления роботизированными производствами.

В исследовании способов управления роботизированными производствами особенно интересны такие категории, как «Методы контроля» и «Технологии управления», поскольку они напрямую связаны с автоматизацией и управлением процессами. Кроме того, разделы «ИТ-методы управления» и «Компьютерные технологии» также критичны, учитывая необходимость цифровых и программных решений для оптимизации и контроля роботизированных систем. Наибольшая плотность патентов в этих сферах, а также значительные значения в «Технологии цифровой связи» и «Телекоммуникации», подчеркивают важность сетевых и коммуникационных технологий в этой предметной области.

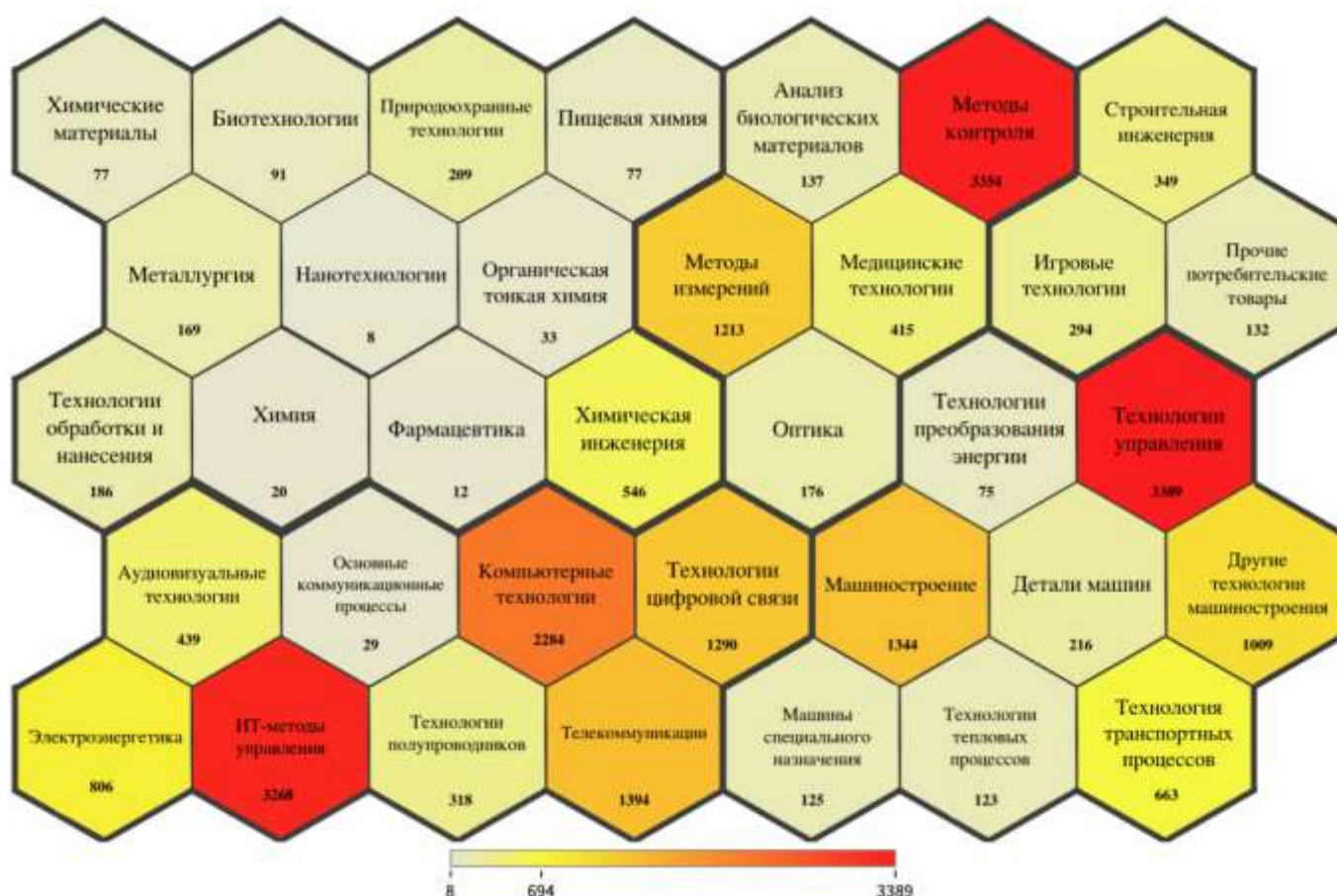
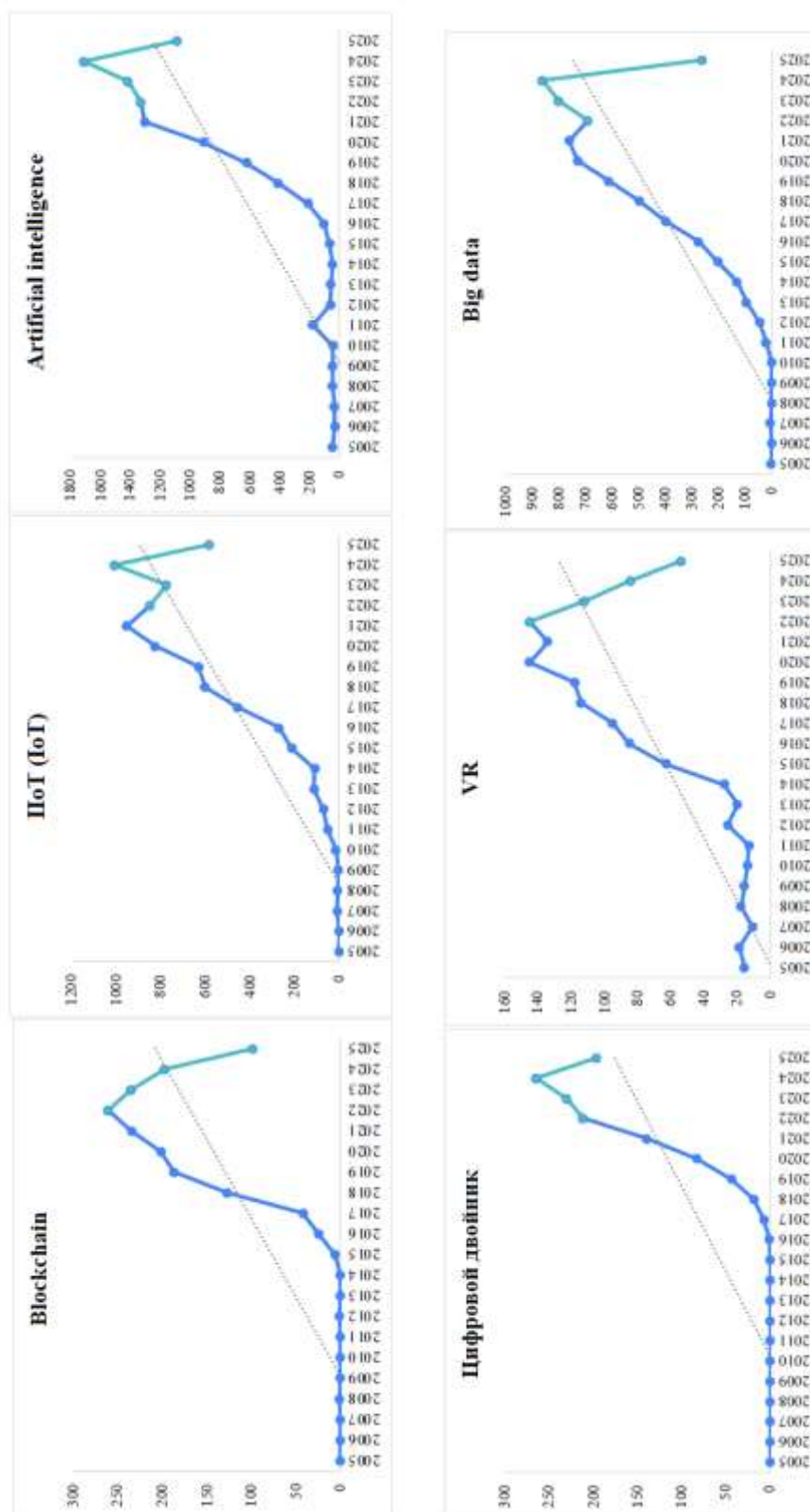
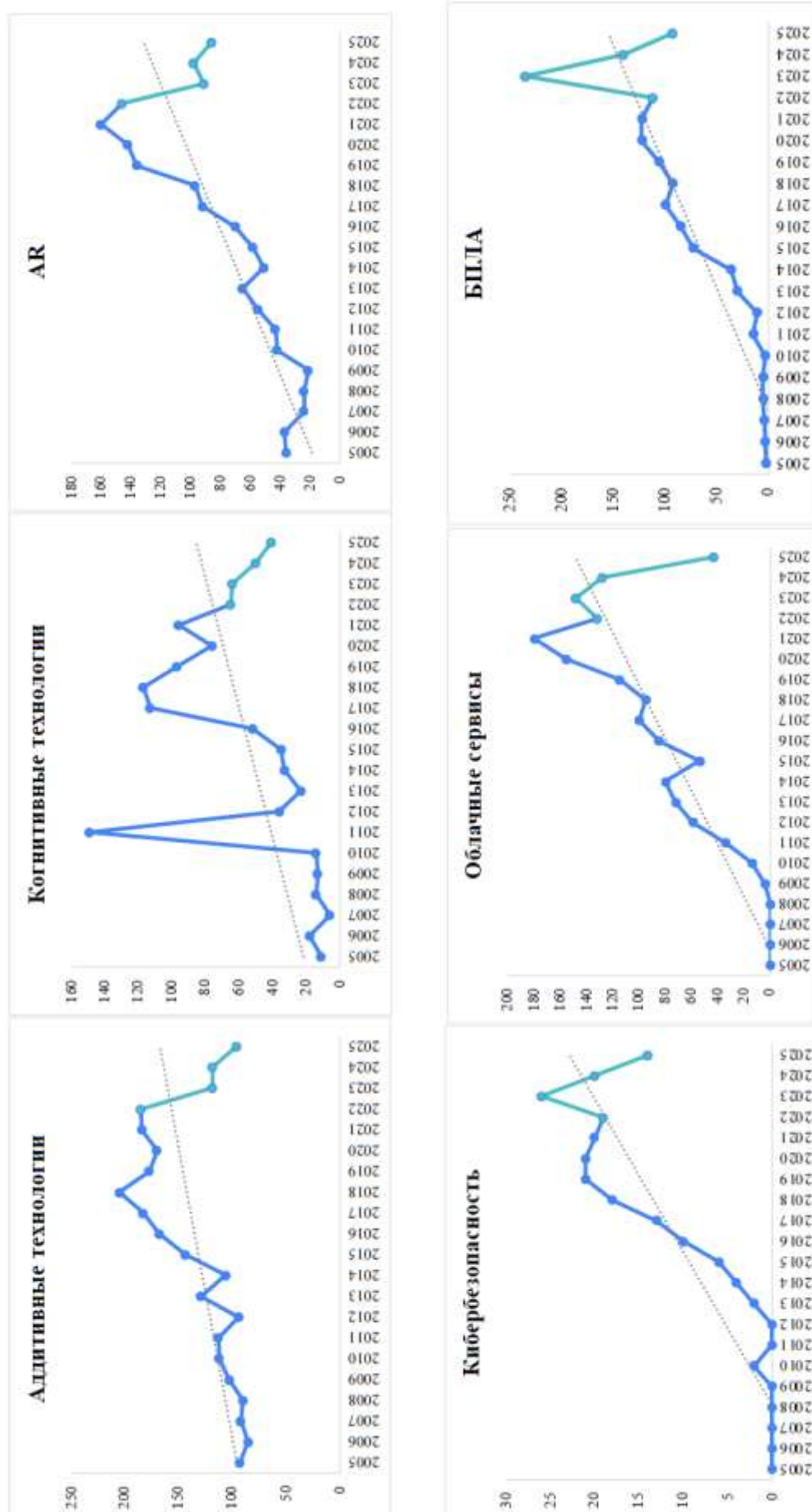


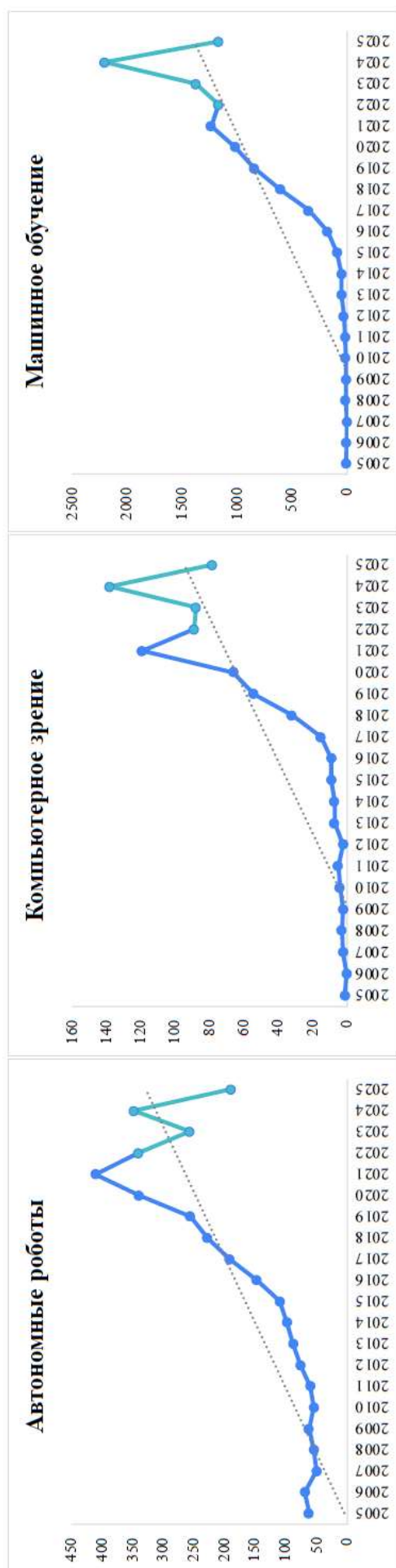
Рисунок 9 – Технологические сегменты запатентованных технических решений, входящих в состав исследуемой коллекции

Патентование технических решений, включающих компоненты киберфизических производственных систем, активно реализуется как иностранными, так и российскими заявителями. Наблюдается возрастающий положительный тренд получения патентов на изобретения и полезные модели, в состав которых входит каждая из сквозных, передовых или цифровых технологий четвёртой промышленной революции. Высокая динамика патентной активности свидетельствует о том, что компании стремятся закрепить за собой права на перспективные технологии, которые являются ключевыми для конкурентоспособности в условиях глобальной цифровой трансформации промышленности.

Рисунки 10 А – П демонстрируют тренды развития способов управления роботизированными производствами.







2.2. Прогнозирование направлений развития технологической области

Направления развития элементов способов управления роботизированными производствами связаны с переходом к новому технологический укладу.

Четвёртый этап промышленной революции характеризуется появлением умных производственных систем (англ. Smart Manufacturing), в состав которых входит взаимосвязанная сеть программных и аппаратных средств, объединяющих технологии сбора, хранения, обработки, поиска, передачи и представления информации для обеспечения продукции на всех стадиях жизненного цикла - от проектирования и производства до эксплуатации и утилизации. Функционирование умного производства направлено на повышение эффективности технологических операций, рост производительности, снижение операционных затрат и потерь, а также повышение качества реализуемой продукции или оказываемых услуг. Описываемые проблемы уровня техники формируются под влиянием отдельных факторов, являющихся закономерными для развития объектов техники в условиях динамики явлений макроэкономической среды. Ключевое подобное событие - изменение рыночной конъюнктуры из-за перераспределения потребительского спроса вследствие появления элементов более высокого уровня полезности.

Ядро Industry 5.0 будет базироваться на достижениях Industry 4.0: аккумулировать их и развивать основные имеющиеся технологические направления. Предприятие будущего – это единая интеллектуальная система.

Эксперты прогнозируют, что ключевой чертой пятой промышленной революции станет создание кибер-физико-социальных производственных систем «Cyber – Physical – Social system», объединяющих программные и аппаратные средства, а также общество путём конвергенции био-, нано-, когнитивных и информационных технологий.

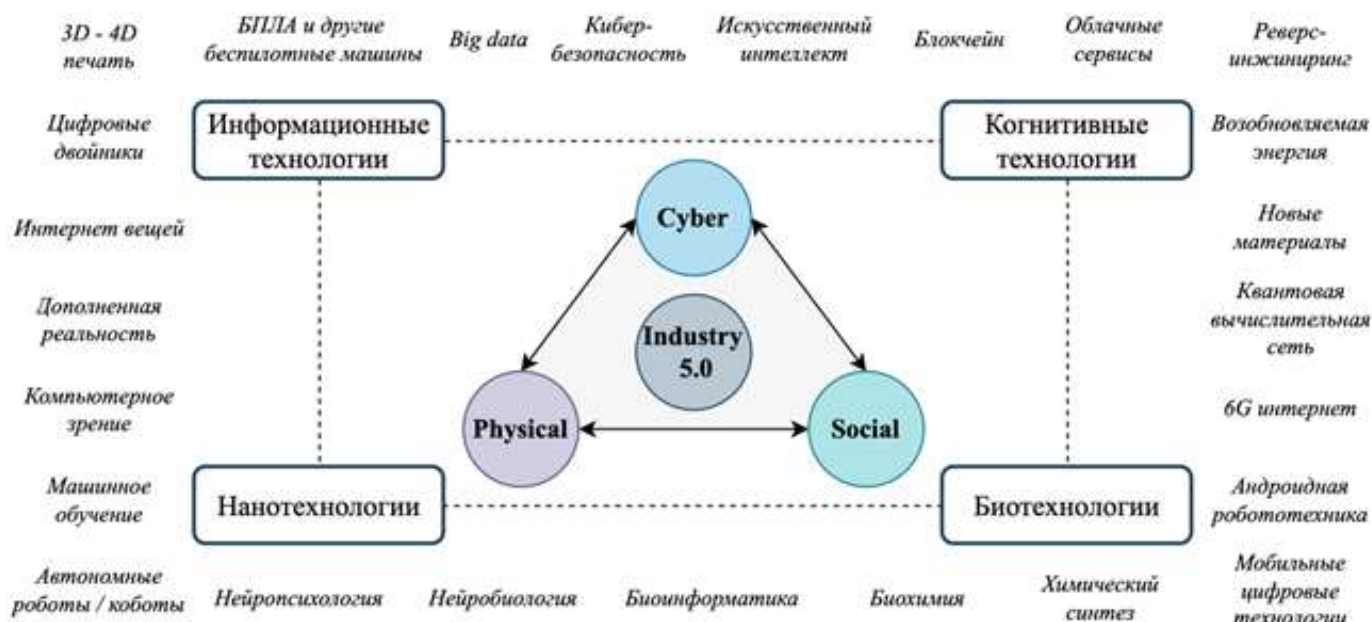


Рисунок 11 – Прогнозы развития способов управления роботизированными производствами

Системы управления роботизированными производствами будут характеризоваться в качестве нейро-цифровых и трансформировать следующие уровни цепочки создания ценности:

- уровень ресурса производства: внедрение высокотехнологичного оборудования с интеллектуальным управлением для обеспечения глубокой интеграции и комплексного человеко-машинного взаимодействия;
- уровень операции: переход к выполнению управляющих воздействий в автономном режиме под контролем интеллектуальной системы
- уровень бизнес-процесса подразумевает переход к саморегулируемым (самоуправляемым) системам управления за счёт сбора, анализа и обработки больших данных с применением различных моделей.

Ключевые элементы Industry 5.0: гиперперсонализация, человекоцентричность, гибкость и адаптивность к изменениям макроэкономической среды, связь с ESG-повесткой.

Развитие техники также будет направлено на решение производственных проблем, связанных со снижением операционных затрат, повышением оперативности и эффективности выполняемых действий, уменьшением до минимума потерь – в целом с оптимизацией цепочки создания ценности и повышением качества продукции.

Разрабатываемые инновационные решения будут обеспечивать всесторонний сбор и обработку данных на каждой стадии жизненного цикла организации, продукта и процесса. Перспективная область исследований – предиктивная аналитика, направленная на предвидение динамики технико-функциональных характеристик объекта в будущем. Это обеспечивает нивелирование негативных последствий на ранней стадии обнаружения признаков отклонений от определённых целевых индикаторов.

Акцент на будущем этапе развития техники будет сделан не на извлечении прибыли от результатов их эксплуатации, а ориентации на потребностях каждого человека и общества в целом. Интеграция, функционирование и взаимодействие описанных цифровых, передовых, сквозных технологий будет способствовать масштабированию имеющихся киберфизических производственных систем, что обеспечит формирование такой среды, где границы между физическим, цифровым и биологическим системами отсутствуют.

В результате станет возможной трансформация не только производственной системы, но и всего городского пространства в единую интеллектуальную среду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило всесторонне проанализировать современное состояние и перспективы развития способов управления роботизированными производствами. На основе изучения патентной и научно-технической литературы, анализа рыночных тенденций и технологических трендов были сделаны следующие выводы:

- Управление роботизированными производствами находится на этапе активной трансформации, обусловленной переходом к четвертому и пятому технологическим укладам. Происходит эволюция от жестко запрограммированных автоматизированных систем к гибким, интеллектуальным и сетевым производственным экосистемам.

- Ключевыми технологическими драйверами развития выступают цифровые двойники, искусственный интеллект и машинное обучение, промышленный интернет вещей, компьютерное зрение и киберфизические системы. Их интеграция позволяет создавать автономные, самоорганизующиеся и адаптивные производственные системы.

- Технологическая область характеризуется высокой активностью как международных, так и российских заявителей. Лидерами в области патентования являются компании «Siemens», «ABB», «Fanuc», «Rockwell Automation», а среди российских организаций выделяется Университет Иннополис.

- Наблюдается четкий тренд на интернационализацию патентной защиты с доминированием китайских, американских и европейских патентных ведомств. Российские разработчики демонстрируют растущую активность, что свидетельствует о понимании важности защиты интеллектуальной собственности в данной области.

- Перспективы развития связаны с переходом к концепции Industry 5.0, которая предполагает создание кибер-физико-социальных систем, ориентированных на человеко-машинное взаимодействие, гиперперсонализацию и устойчивое развитие.

Рекомендации для дальнейших исследований:

- Углубленное изучение интеграционных аспектов различных технологических платформ и стандартов для обеспечения совместимости и совместимости в рамках цифровых производственных экосистем.
- Разработка способов оценки эффективности внедрения интеллектуальных систем управления роботизированными производствами с учетом экономических, технологических и социальных показателей.
- Исследование вопросов кибербезопасности и устойчивости производственных систем к внешним воздействиям, включая разработку способов защиты от кибератак и обеспечения отказоустойчивости.
- Анализ правовых и нормативных аспектов применения перспективных технологий, включая вопросы ответственности за решения, принимаемые автономными системами.
- Изучение социально-экономических последствий внедрения роботизированных производств, включая трансформацию рынка труда и требования к подготовке кадров для работы в условиях Industry 4.0/5.0.
- Разработка отечественных решений в области ключевых технологий управления роботизированными производствами с акцентом на импортозамещение и обеспечение технологического суверенитета.

Проведенное исследование подтверждает актуальность и перспективность развития интеллектуальных систем управления роботизированными производствами как ключевого элемента технологической трансформации промышленности в XXI веке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобзев В. В., Скоробогатов А. С. Разработка концептуальной модели smart-производства для предприятий машиностроения //техника. – 2025. – Т. 1. – С. 3.
2. Божко-Божинский В. А. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ РАЗРАБОТКОЙ ПРОЕКЦИОННОГО ИНТЕРФЕЙСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ //Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. – С. 1425-1431.
3. Ююкин Н. В. Моделирование и алгоритмизация управления роботизированными модульно-кластерными комплексами в технологических процессах фотолитографии. – 2006.
4. Симонова М. В. Позиционирование производительности труда в системе управления //Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2022. – №. 5. – С. 211.
5. ТОЛСТЫХ Т. О., АФОНИН С. Е. ЭКОНОМИКА ПРОМЫШЛЕННОСТИ //ЭКОНОМИКА. – 2021. – Т. 14. – №. 4. – С. 410-417.
6. Башилов А. М., Королев В. А. Проектирование видеосистем управления объектами аграрного производства //АгроФорум. – 2021. – №. 1. – С. 68-72.
7. Божек П., Зелник Р. Применение сенсорной инерциальной навигационной системы для управления специализированными эффекторами мобильных роботов //Э 651 Энергетические установки и технологии: науч. журнал.–Севастополь: ФГАОУ ВО СевГУ, 2024.–Т. 10.-№ 2.–160 с.: ил. – С. 10.
8. Шкутова А., Дыдик Н., Соболевская Ю. InfoGenerator.№ 3, 2023. – 2023.
9. Ткаченко И. С. Методические подходы к созданию и функционированию серийного роботизированного производства малых космических аппаратов //VESTNIK of Samara University. Aerospace and Mechanical Engineering. – 2024. – Т. 23. – №. 3. – С. 178-194.
10. Колесникова Т. А. Роботизированные комплексы и менеджмент: путь к эффективному и устойчивому развитию //Актуальные исследования. – 2024. – №. 46 (228). – С. 10-13.

11. Шамлицкий А. Я., Иванченко Л. А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ //Решетневские чтения. – 2022. – С. 753-755.

12. Гедыгушев Р. А. Современные производства на пути к цифровизации и автоматизации.

13. Сидоров П. А. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ //Символ науки. – 2025. – №. 4-2. – С. 62-71.

14. Мефодьев В. Ю., Сафаргалиев М. Ф. О ПОДГОТОВКЕ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ РОБОТИЗАЦИИ МЕХАНОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – Т. 27. – №. 1. – С. 24-31.

15. Черемисин Д. Г., Мкртчян В. Р., Музлова А. Д. СЛОЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА: ОТ РОБОТОВ ДО ИНТЕГРАЦИИ IOT //Символ науки. – 2024. – №. 1-2. – С. 48-49.

16. Аннаева М., Атанепесова А., Едиев П. РАЗВИТИЕ УМНОГО ПРОИЗВОДСТВА (SMART MANUFACTURING) //НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ «МАТРИЦА НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ» ISSN 2541-8084. – С. 98.

17. Маликова А. М., Князьков Г. И., Дымов Е. В. ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕГРАЦИИ РОБОТОВ В МАСШТАБИРУЕМУЮ ЛАБОРАТОРНУЮ СРЕДУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА //Пищевые инновации и биотехнологии. – 2022. – С. 38-40.

18. Зайцев Н. В. БЕЗЛЮДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: РАБОТА ТЕХНИКИ БЕЗ ЧЕЛОВЕКА НА ПРОИЗВОДСТВЕ //ББК 65.290-2 Э40. – С. 81.

19. Околов А. Р., Груша Ю. А., Матрунчик Ю. Н. Эффективность роботизации производства для малого и среднего бизнеса. – 2023.

20. Розанова Надежда Михайловна ИНДУСТРИЯ 5.0: ЗОЛОТОЙ ВЕК ИЛИ ПРЫЖОК В ТЕМНОТУ? // Вестник Института экономики Российской академии наук. 2023. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-5-0-zolotoy-vek-ili-pryzhok-v-temnotu> (дата обращения: 14.09.2025).

21. Бабкин А., Либерман И., Клачек П., Шкарупета Е. Индустрия 5.0: основы создания системной тетрады киберсоциальных экосистем // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2023. №. 1. С. 103-120. DOI:

<https://doi.org/10.24143/2073-5537-2023-1-103-120> (дата обращения: 14.09.2025).

22. Ху Тинтин. Обзор национальных стратегий перехода к Индустрии 5.0 // Экономика и управление инновациями. 2022. № 3 (22). С. 28-38.

23. Ю. С. Нехорошев Научно-техническая революция и ее влияние на эффективность производства // Известия ТПУ. 1973. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-tehnicheskaya-revolyutsiya-i-ee-vliyanie-na-effektivnost-proizvodstva> (дата обращения: 14.09.2025).

24. Поисковая платформа. Роспатент [Электронный ресурс]. - URL: <https://searchplatform.rospatent.gov.ru> (дата обращения: 15.09.2025).

25. Информационно-поисковая система. ФИПС [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/> (дата обращения: 15.09.2025).

26. РЕЕСТР РОССИЙСКОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ [Электронный ресурс]. - URL: <https://reestr.digital.gov.ru> (дата обращения: 15.09.2025).

27. Международная патентная база данных Queslel Orbit [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.orbit.com/> (дата обращения: 15.09.2025).

28. Международная патентная база данных PATENTSCOPE. URL: <https://www.wipo.int/ru/web/patentscope> (дата обращения: 15.09.2025).

29. Тарасов И.В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития // Стратегии бизнеса. 2018. №6 (50).

30. Шваб К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб — «Эксмо», 2016 — (Top Business Awards). ISBN 978-5-699-90556-0.

31. Динец Дарья Александровна, Сокольников Максим Александрович, Ломаченко Станислав Сергеевич Технологии и финансы: четвертый и пятый технологические уклады // Инновации и инвестиции. 2016. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-i-finansy-chetvertyy-i-pyatyy-tehnologicheskie-uklady> (дата обращения: 17.09.2025).

32. Кудрявцева А.С. Киберфизическая система как развитие автоматизации на всех этапах жизненного цикла деятельности предприятия на основе внедрения цифровых технологий // SAEC. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kiberfizicheskaya-sistema-kak->

razvitie-avtomatizatsii-na-vseh-etapah-zhiznennogo-tsikla-deyatelnosti-predpriyatiya-na-osnove (дата обращения: 17.09.2025).

33. Городничая, Е. В. Развитие промышленной революции: переход от промышленной революции 4.0 к промышленной революции 5.0 // *Universum: экономика и юриспруденция*. – 2024. – № 11-1(121). – С. 15-17.

34. К.М. Беликова «Умное» производство — реалии и вектор современности в контексте права // *Вестник Университета имени О. Е. Кутафина*. 2023. №8 (108). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/umnoe-proizvodstvo-realii-i-vektor-sovremennosti-v-kontekste-prava> (дата обращения: 17.09.2025).

35. Дударева О. В., Аракчеев Д. В., Дударев Д. Н. Концептуальные аспекты перехода к умному производству в условиях цифровизации // *Организатор производства*. 2020. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptualnye-aspekty-perehoda-k-umnomu-proizvodstvu-v-usloviyah-tsifrovizatsii> (дата обращения: 17.09.2025).

36. ГОСТ Р 59799-2021 Умное производство. Модель эталонной архитектуры индустрии 4.0 (RAMI 4.0). - Москва: Российский институт стандартизации, 2021. - 29 с.

37. Кесова Е.Л. Киберфизические производственные системы и их роль организации "интеллектуального" промышленного предприятия // *StudNet*. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kiberfizicheskie-proizvodstvennye-sistemy-i-ih-rol-organizatsii-intellektualnogo-promyshlennogo-predpriyatiya> (дата обращения: 17.09.2025).

38. Sobb, T.; Turnbull, B.; Moustafa, N. A Holistic Review of Cyber–Physical–Social Systems: New Directions and Opportunities. *Sensors* 2023, 23, 7391. <https://doi.org/10.3390/s23177391>

39. Павельева Т. Ю. NBIC-конвергенция и ее влияние на развитие современной науки // *Социально-политические науки*. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nbic-konvergensiya-i-ee-vliyanie-na-razvitie-sovremennoy-nauki> (дата обращения: 17.09.2025).

40. Калакуцкая Е. С. Применение когнитивных технологий для оптимизации бизнес-процессов // *Экономика и экологический менеджмент*. 2023. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-kognitivnyh-tehnologiy-dlya-optimizatsii-biznes-protsessov> (дата обращения: 18.09.2025).

Приложение 1
Примеры программ для ЭВМ, прошедших процедуру
государственной регистрации в Роспатенте

№ свидетельства	Наименование программы для ЭВМ	Правообладатель
	Программное обеспечение «Система цифрового управления производством на основе машинных данных»	ООО «Экстенсив-Сервис
	Система управления и мониторинга производственного оборудования на предприятиях машиностроения «Инмаш-Про»	ООО Концерн «Инмаш»
	Программа управления робототехнической системой промышленных коллаборативных роботов	АНО ВО «Университет Иннополис»
	Система мониторинга производственного оборудования. Модуль анализа данных.	АО «Вятское машиностроительное предприятие «АВИТЕК»
	Голосовой ИИ-ассистент для применения в системах управления робототехническими комплексами и беспилотным транспортом	ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»
	Автоматизированная система планирования на основе цифрового двойника производства	ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
	Программа управления процессом аддитивного производства изделий работающих в экстремальных условиях эксплуатации	ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ»
	Программа интеллектуального управления последовательной робототехнической системой с вакуумным захватом с применением нейросетевой модели	ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
	Программа дополненной реальности для оперативного контроля промышленного оборудования	ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
	Кибернетическая система для инженерии и автоматизации	ООО «Кибернетические системы инженерии и автоматизации»

Приложение 2

Программное обеспечение, зарегистрированное в РРПО

№ и дата регистрации	Наименование	Правообладатель	Класс ПО
29323 20.08.2025	Система управления техническим обслуживанием и ремонтами производственного оборудования (СУ ТОиР)	ООО «ЦЕНТР 2М»	08.22 Программы управления жизненным циклом сервисного обслуживания
21592 20.02.2024	Программа для навигации робототехнического устройства по оптическим меткам	ФГАОУ ВО МФТИ	01.04 Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики
28436 11.06.2025	Интеллектуальная система видеомониторинга и контроля производственных процессов	ООО «ВИАР ПРО»	02.08 Средства мониторинга и управления 11.04 Средства интеллектуального анализа данных (Data Mining) 11.06 Инструменты обработки, анализа и распознавания изображений
27903 06.05.2025	Виртуальный учебный комплекс Машинное обучение для управления промышленными роботами и мехатронными объектами	ООО «ПРОГРАМЛАБ»	12.17 Программное обеспечение для решения отраслевых задач в области образования 05.01 Мультимедийное программное обеспечение 11.06 Инструменты обработки, анализа и распознавания изображений 12.20 Информационные системы для решения специфических отраслевых задач
25650 20.12.2024	«Программный комплекс для автономного программирования роботов в различных процессах сварки»	ООО «РПИ»	08.14 Средства управления процессами и данными компьютерного моделирования (SPDM) 05.13 Средства интеллектуальной обработки информации и

			интеллектуального анализа бизнес-процессов 08.06 Средства управления оборудованием с числовым программным управлением (CAM) 09.04 Средства управления технологическими процессами (АСУ ТП, SCADA) 10.03 Средства математического и имитационного моделирования
24397 18.10.2024	Программа управления робототехническим конструктором	ООО «ГРАНЬ НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»	01.04 Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики 01.03 Встроенные прикладные программы 01.05 Встроенное микропрограммное обеспечение искусственного интеллекта
21692 07.03.2024	СМАРТ АВР: Цифровое зрение для беспилотных роботизированных систем	ООО «СМАРТ ПРО»	11.06 Инструменты обработки, анализа и распознавания изображений 02.08 Средства мониторинга и управления
19047 18.09.2023	Унифицированное программное обеспечение для автономной навигации наземных роботизированных систем «Вектор»	ООО «НОВЫЙ АЙТИ ПРОЕКТ»	01.04 Программное обеспечение интернета вещей, робототехники и сенсорики
8539 30.12.2020	ELMA RPA - система роботизации бизнес-процессов	ООО «ЭЛМА»	09.01 Средства управления бизнес-процессами (BPM) 02.02 Программы обслуживания 02.08 Средства мониторинга и управления 12.20 Информационные системы для решения специфических отраслевых задач

Приложение 3

Примеры программно-аппаратных комплексов, зарегистрированных в РРПО

№ и дата регистрации	Наименование ПАК	Правообладатель	Класс ПАК
23842 29.08.2024	Программно-аппаратный комплекс для реализации систем автоматизированного управления технологическими процессами ИНТЕГРИТИ ОПТИМА	ОО «ИНТ»	11.03 ПАК диспетчерского управления производством 03.02 ПАК мониторинга и управления 09.01 ПАК для управления городским хозяйством 11.01 ПАК контроля технического состояния оборудования 11.07 ПАК управления производством 13.04 ПАК измерения, учета и анализа потребления ресурсов промышленными объектами
29349 20.08.2025	Цифровое Универсальное Сборочное Приспособление	АО «ЦИФРОВАЯ СБОРКА»	11.11 ПАК регулирования режимов работы технологического оборудования
27612 11.04.2025	Единая автоматизированная система диспетчерского управления	ООО «ГЕО ТЕХНО СОТ»	11.05 ПАК автоматизированного управления технологическим процессом 11.03 ПАК диспетчерского управления производством

Приложение 4

Примеры запатентованных технических решений: выдержка из мировой патентной коллекции

Название изобретения Номер и дата получения патента Правообладатель	Соответствие декомпозиции предметной области			
	Область применения	Отрасль промышленности	Проблема уровня техники	Элементы технологий
Industrial automatic intelligent manufacturing management system based on block chain technology CN718627841, 2024-07-11 Chongqing Mashenbang Information Technology	Все этапы жизненного цикла	Обрабатывающая	Общая оптимизация цепочки создания ценности	RFID, NFC, Qr-code; RSA, ECC, PBFT, Raft, LSTM algorithms, система IBC, PoW и PoS, CNN, DRL technology, марковские цепи.
IIoT Artificial Intelligence IoT system for smart factory based on blockchain KR10-1976626, 2019-01-21 Anifan	Основные и обслуживающие процессы производства	Обрабатывающая	Повышение производительности труда, уменьшение количества несоответствий	Various distributed applications (DAPPs), collaborative and cooperative robots, Application Specific Integrated Circuit, methods of PoW, PoS, Pol.
Machine vision monitoring system for industrial production	Все этапы жизненного цикла	Обрабатывающая	Снижение производственных потерь, уменьшение количества несоответствий	GigEVision, LSTM, cameraLink, Cyclic Redundancy Check, The support

progress management <i>CN119723462, 2025-02-26</i> Xiamen Boshiyuan Machine Vision Technology				vector machine model, dynamic adjustment system, the fuzzy logic algorithm.
Methods and systems for industrial internet of things (IIoT) security management based on management cloud platform <i>US20250097248, 2024-10-28</i> Chengdu Qinchuan IoT Technology	Основные процессы производства	Обрабатывающая	Обеспечение безопасных условий труда	Support Vector Machine model, GigE Vision interface, cameraLink, abnormality detection algorithm, network transmission unit.
Apparatus and Method for Analysis of Machine Performance <i>US20180164764, 2016-12-12</i> General Electric	Все этапы жизненного цикла	Добывающая и обрабатывающая	Общая оптимизация цепочки создания ценности	Asset Management Platform (AMP) technology.
System and method for enhancing production flow using advanced machine learning, IIoT data management, and robotic process automation <i>IN20231103843, 2023-06-05</i> GL Bajaj Institute of	Все этапы жизненного цикла	Добывающая и обрабатывающая	Общая оптимизация цепочки создания ценности	Robotic process automation (RPA) module, modular machinery, Programmable Logic Controllers, blockchain module, edge computing, digital twin, adaptive

Technology & Management				manufacturing.
A data driven method for automated detection of anomalous work pieces during a production <i>EP3499329, 2017-12-13 SIEMENS</i>	Управление качеством, основные процессы производства	Обрабатывающая	Снижение производственных потерь, уменьшение количества несоответствий	Deviation data signal, convolution-based model, LSTM network, recurrent neural network RNN, quality control system.
Comprehensive chip automated manufacturing optimization system using oracle databases, cloud-based ai, machine learning models, and python scripting <i>IN2024410738 07, 2024-09-30 Pulivarthy Padmaja</i>	Все этапы жизненного цикла	Добывающая и обрабатывающая	Общая оптимизация цепочки создания ценности	Oracle databases, Utilizes cloud-based, AI-based insights, Python scripting, intelligent platform, machine learning models, real-time decision-making.
Data-driven digital twinning virtual model construction and entity synchronization method <i>CN120044797, 2025-02-24 Guangxi Technological College of Machinery & Electricity</i>	Основные процессы производства	Добывающая и обрабатывающая	Снижение производственных потерь, уменьшение количества несоответствий	PLC-RFID Integration, PLC by adopting a Profinet or a MODBUS TCP, Physical Entity, Virtual Entity, OPC UA server, twin data.

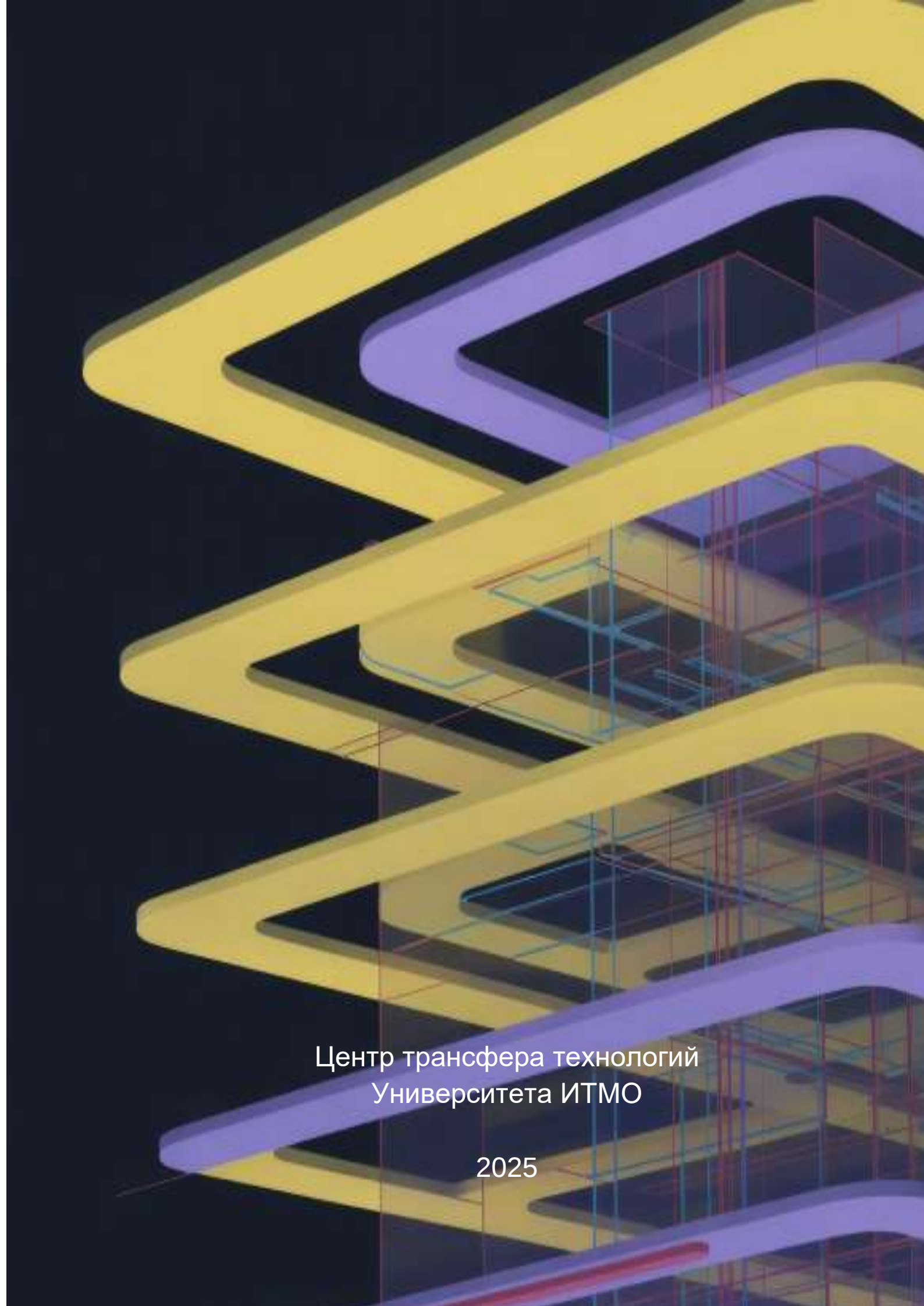
System and method for operating smart sensor-based smart factory using lightweight signal processing acceleration engine <i>KR10-2024-0086814,</i> <i>2022-12-09</i> Korea Electronics Technology Institute	Основные процессы производства	Обработывающая	Повышение производительности труда, уменьшение количества несоответствий	Programmable Logic Controller, Human Machine Interface, DSP engine, Neural Network, AI/ML models, micro controller unit, data collection unit.
Autonomous drone system for smart factory automation management <i>KR10-2643413,</i> <i>2021-12-29</i> Kumoh National Institute of Technology Industry Academic Cooperation Foundation	Логистика	Добывающая и обрабатывающая	Снижение производственных потерь	Sensor module, the station of the autonomous drone system, the 2D grid coordinates, recognition module, the path planning module.

Приложение 5

Примеры запатентованных технических решений: выдержка из российской патентной коллекции

Название изобретения <i>Номер и дата получения патента</i> Правообладатель	Соответствие декомпозиции предметной области			
	Область применения	Отрасль промышленности	Проблема уровня техники	Элементы технологий
Способ и система информационного моделирования бизнес-процессов жизненного цикла производственного объекта RU2686006C1, 18.05.2018 Общество с ограниченной ответственностью «Газпром проектирование» (RU)	Все этапы жизненного цикла	Добывающая и обрабатывающая	Общая оптимизация цепочки создания ценности	3D-моделирование, BIM-модели, САПР, АСТПП, САМ, информационно-исполнительная точка, исполнительная модель производственного объекта.
Управляющая система для квантовых вычислительных устройств RU2814936C1, 06.04.2023 Российская Федерация, от имени которой выступает Фонд перспективных исследований (RU)	Основные этапы производства	Обрабатывающая	Общая оптимизация цепочки создания ценности	Выделенный сервер, управляющие платы, dual-rail кодировка, ЭВМ, линейно-оптический вычислитель, формирователь импульсов, интерфейс API, бинарный файл команд BIN, четырехканальная микросхема.

Применение цифровых двойников в автоматизированной системе для виртуального обучения пользователя работе в шахте, автоматизированная система для виртуального обучения пользователя работе в шахте и способ виртуального обучения пользователя работе в шахте RU2767723C1, 12.02.2021 Акционерное общество «СУЭК-Кузбасс» (RU)	Основные этапы производства	Добывающая	Обеспечение безопасных условий труда, снижение производственных потерь	Графический интерфейс средств индивидуальной защиты, модули сбора данных, управления обучающей виртуальной средой и обеспечения, Digital Twin Prototype, Digital Twin Instance, Digital Twin Aggregate, ЦП, ОЗУ, ПЗУ.
---	------------------------------------	-------------------	---	--



Центр трансфера технологий
Университета ИТМО

2025