МИНИСТЕРСТВО ИНДУСТРИИ
И ИНФРАСТРУКТУРНОГО
РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ

QazIndustry

АО «КАЗАХСТАНСКИЙ ЦЕНТР ИНДУСТРИИ
И ЭКСПОРТА **«QAZINDUSTRY»**

Нур-Султан, **2020** год

СОДЕРЖАНИЕ

1 АННОТАЦИЯ

2 ВВЕДЕНИЕ

2.1 Описание методологии отчета

3 МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

3.1 Принятие цифровых повесток в мире, включая сферу промышленности

3.2 Технологические тренды в цифровой трансформации (по отраслям)

3.3 Цифровые (компании) решения мира (по отраслям)

4 ПОТЕНЦИАЛ КАЗАХСТАНА В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

6 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. АННОТАЦИЯ

Цифровая трансформация стала одной из наиболее заметных стратегий для государственных и частных предприятий за последние несколько лет. Это все больше трансформирует ландшафт традиционных технологий во всех отраслях. Хотя корпоративные приложения, основанные на технологиях цифрового преобразования, все еще находятся на начальной стадии разработки, они постепенно начинают внедрять инновации в бизнес-стратегии и доказывают свою значимость на каждом этапе.

Цифровая трансформация – это процесс использования цифровых технологий для изменения существующих процессов, моделей, структур и бизнес-операций с целью повышения эффективности работы предприятий. Принятие цифровой трансформации ведет к новой эре или индустриальной трансформации, позволяя предприятиям отслеживать свою деятельность, повышать производительность, расширять бизнес-стратегии и взаимодействовать с клиентами в цифровом мире. Таким образом, с постоянно растущей осведомленностью о преимуществах оцифровки, предприятия по нескольким отраслевым вертикалям внедряют стратегии цифрового преобразования для поддержания и расширения своих существующих позиций на высококонкурентном рынке.

Прогнозируется, что в **2025** году рынок цифровой трансформации достигнет **3 294** млрд. долларов США, увеличившись в среднем на **22,7%** в период с **2019** по **2025** год. Рост в основном объясняется растущим внедрением искусственного интеллекта и робототехники в обрабатывающей промышленности, все более широкое внедрение Интернета вещей (**IoT**) в различных отраслях промышленности, а также правительственных инициатив и политики по оцифровке в развивающихся странах. Кроме того, ожидается, что спрос на оптимизацию бизнес-процессов и внедрение технологии **5G** будет способствовать росту рынка цифровой трансформации в течение прогнозируемого периода. Тем не менее, высокая стоимость трансформации и отсутствие инфраструктуры являются основными проблемами, ограничивающими рост этого рынка.

Основываясь на типе технологии, интернет вещей (**IoT**) занял в **2019** году самую большую долю на всем рынке цифровых преобразований. Большая доля сегмента связана с быстрым распространением интеллектуальных устройств, что приводит к расширению внедрения **IoT** в сфере здравоохранения, включение промышленных **IoT**-устройств в производство, а также потребность предприятий различных отраслей промышленности в повышении операционной эффективности бизнес-процессов.

Исходя из масштабов, крупные предприятия заняли самую большую долю на всем рынке цифровых преобразований в **2019** году. Большая доля этого сегмента в основном связана с ростом спроса на повышение качества обслуживания клиентов, разработку продуктов и услуг следующего поколения, автоматизацию традиционных операций, повышение операционной эффективности и рост доходов.

Исходя из географии, глобальный рынок цифровой трансформации разделен на пять основных географических регионов: Северная Америка, Европа, Азиатско-Тихоокеанский регион, Латинская Америка и Ближний Восток и Африка.

В **2019** году Северная Америка заняла самую большую долю на мировом рынке цифровых преобразований, за ней следуют Азиатско-Тихоокеанский регион, Европа, Латинская Америка, а также Ближний Восток и Африка. Большая доля региона Северной Америки объясняется присутствием развитых экономик наряду с высокой готовностью предприятий в этом регионе внедрять передовые технологии в свои бизнес-операции и процессы, а также легким доступом к передовым технологиям благодаря существованию крупных поставщиков решений цифрового преобразования в этом регионе. С другой стороны, согласно прогнозам, Азиатско-Тихоокеанский регион будет расти самыми быстрыми темпами в течение прогнозируемого периода с **2019** по **2025** год. Высокие темпы роста в этом регионе объясняются наличием в регионе быстро развивающихся экономик, развитую инфраструктуру и растущее распространение **IoT**, увеличение располагаемого дохода населения и растущее признание современных технологий на предприятиях из разных отраслей промышленности. Кроме того, растущее внедрение решений и услуг на основе **AI** в операциях цепочки поставок, рост числа интеллектуальных устройств, правительственные инициативы и инвестиции, растущая электронная коммерция и совершенствование инфраструктуры связи также играют важную роль в росте рынка цифровой трансформации в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

В данном аналитическом документе сделана попытка ответить на ряд вопросов по цифровой трансформации отраслей экономики, с упором на внедрение элементов Индустрии **4.0** в отраслях промышленности, для решения задач, которые поставлены перед Правительством, а именно в каких направлениях необходимо двигаться, какие проекты могут стать драйверами цифровой трансформации промышленности, какова связь цифровой трансформации промышленности с цифровой экономикой и другими отраслями.

2. ВВЕДЕНИЕ

При оценке масштабов цифровой экономики в отраслях, а также создаваемой в ней стоимости и получаемых выгод возникает множество трудностей. Во-первых, нет общепринятого определения цифровой экономики. Во-вторых, не хватает достоверных статистических данных о её ключевых компонентах и аспектах, в особенности в развивающихся странах. Хотя уже осуществляется ряд инициатив, призванных исправить такое положение дел, их все же недостаточно, и они едва поспевают за стремительным развитием цифровой экономики.

В зависимости от используемого определения размер цифровой экономики составляет, по оценкам, от **4,5** до **15,5%** мирового ВВП. Почти **40%** добавленной стоимости, создаваемой в мировом секторе цифровизации отраслей, приходятся на Соединенные Штаты и Китай.

Крупнейшим компонентом цифровизации в отраслях являются услуги, на которые приходится **40%** всей создаваемой в секторе добавленной стоимости. В мировой индустрии ведущую роль в цифровой трансформации играют Соединенные Штаты. Среди развивающихся стран наибольшая доля, приходится на Индию.

Индустрия цифровых услуг является единственным сектором, который характеризуется ростом во всех регионах и который выступает одним из главных источников занятости в цифровой экономике. Добавленная стоимость, создаваемая при производстве продукции с использованием цифровых решений, в основном приходится на Восточную Азию (прежде всего на Китай), и возможности других развивающихся стран по извлечению стоимости в этом секторе, вероятно, ограничены.

На протяжении последних десяти лет мировой экспорт товаров и услуг, которые можно предоставлять с использованием цифровых решений, увеличивался гораздо быстрее, чем весь экспорт в целом, что свидетельствует о все большей цифровизации мировой экономики.

2.1 ОПИСАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОТЧЕТА

При формировании данного аналитического документа, использовалась всесторонняя и итеративная методология исследования для анализа мирового опыта цифровых преобразований, направленная на минимизацию отклонений, для обеспечения максимально точных данных, мировых аналитических оценок и прогнозов. Методология исследования регулируется шестиступенчатым процессом: определение области анализа, сбор данных, проверка данных, анализ данных, триангуляция данных и формулировка данных.

Информация собиралась из первичных и вторичных источников посредством поиска данных на официальных ресурсах, с осуществлением перекрестной проверки данных с разных точек зрения, связанных с отраслью, исследований компаний и экспертных мнений. В поиске учитывались меры, программы, стратегии или планы, разработанные в период между **2011** и **2020** годами, ориентированные на отрасль Индустрии **4.0** и рассматривались как инициативы отрасли **4.0.** по странам и регионам.

Страны разделены на **5** регионов с целью количественного анализа.

1 - регион Латинской Америки и Карибского бассейна с **15** национальными инициативами в области промышленности **4.0** для **7** стран (таблица **1**);

2 - Северная Америка с **7** инициативами для **2** стран (Таблица **2**);

3 - Европейский регион имеет **41** инициативу для **25** стран (Таблица **3**);

4 - регион Азии и Океании **39** инициатив для **14** стран (Таблица **4**);

5 - регион Ближнего Востока и Африки имеет **15** инициатив для **8** стран (Таблица **5**).

ТАБЛИЦА 1

ИНДУСТРИЯ 4.0 - ИНИЦИАТИВЫ В ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКЕ И КАРИБСКОМ БАССЕЙНЕ

№ П/п	СТРАНА	ИНИЦИАТИВЫ **INDUSTRY 4.0**	ГОД ПРИНЯТИЯ	ФИНАНСИРОВАНИЕ
1	Бразилия	Новая национальная стратегия развития отрасли **4.0**	**2013**	общественное
		Бразильская цифровая стратегия (**E-Digital**) или Бразилия **Eficiente**	**2018**	общественное
		Рабочая группа по **I4.0** (**WGI4.0**)	**2017**	общественное
2	Мексика	**Prosoft 4.0**	**2018**	общественное
		Создание будущего (**CF**)	**2016**	государственно-частное
		Nuevo Léon 4.0 (**NL4.0**)	**2018**	общественное
3	Аргентина	Национальная инновация	**2017**	общественное
		План цифровой индустрии **4.0**	**2018**	общественное
		Научно-исследовательские инновационные кластеры	**2017**	общественное
4	Колумбия	Программа трансформации производства	**2016**	общественное
		Микро и МСП **Live Digital** (**MiPyme Vive Digital**)	**2014**	общественное
5	Парагвай	Видение Парагвая **2030**	**2014**	общественное
6	Доминиканская Республика	План повышения конкурентоспособности	**2014**	общественное
		План цифровой экономики МСП	**2015**	общественное
7	Чили	Стратегическая программа «Умные отрасли» (**Programa Estratégico Industrias Inteligentes** (**PEII**))	**2015**	общественное

ТАБЛИЦА 2

ИНДУСТРИЯ 4.0 - ИНИЦИАТИВЫ В СЕВЕРНОЙ АМЕРИКЕ

№ П/п	СТРАНА	ИНИЦИАТИВЫ **INDUSTRY 4.0**	ГОД ПРИНЯТИЯ	ФИНАНСИРОВАНИЕ
1	Северная Америка	Умная производственная коалиция лидерства (**SMLC**) или **Smart Manufacturing**	**2012**	государственно-частное
		AMP и **2-** е передовое производственное партнерство (**AMP 2.0**)	**2012** и **2014**	общественное
		Национальная сеть производственных инноваций (**NNMI**) и **Manufacturing USA** (**MUSA**)	**2012** и **2016**	государственно-частное
		Программа расширения производства **Hollings** (**HMEP**)	**2017**	общественное
		Индустриальный интернет-консорциум (**IIC**) или индустриальный интернет вещей	**2014**	частное
2	Канада	Индустрия **2030**	**2016**	общественное
		Центр Умного Производства (**CSM**)	**2015**	общественное

ТАБЛИЦА 3

ИНДУСТРИЯ 4.0 - ИНИЦИАТИВЫ В ЕВРОПЕ

№ П/п	СТРАНА	ИНИЦИАТИВЫ **INDUSTRY 4.0**	ГОД ПРИНЯТИЯ	Финансирование
1	**Объединенное Королевство**	Высокопроизводительные производственные катапульты (**HVMC**) или катапультные центры	**2013**	общественное
		Цифровая Академия (**DA**) или Британская Цифровая Стратегия	**2017**	общественное
		Национальный инновационный план (НИП)	**2016**	общественное
		Innovate UK (будущее производства (**FOM**)	**2013**	общественное
2	**Франция**	Индустрия будущего (**IdF**) или альянс за промышленность будущего (**AIdF**)	**2015**	общественное
		La Nouvelle France industrielle (**LNFI**) или новая индустрия Франции (**NFI**)	**2013**	общественное
		French Fab (**FF**) (сделано во Франции)	**2017**	общественное
3	**Италия**	**Piano Nazionale Industria 4.0** или **Piano Impressa 4.0**	**2016**	общественное
		Интеллектуальные фабричные кластеры (**CFI**) (**Fabbrica Intelligente**)	**2012**	частное
4	**Португалия**	**PRODUCTECH**	**2015**	общественное
5	**Швеция**	Сделано в Швеции **2030**	**2014**	общественное
		Продукция **2030**	**2013**	общественное
6	**Бельгия**	Сделано иначе	**2013**	общественное
7	**Швейцария**	Промышленность **2025**	**2015**	общественное
8	**Нидерланды**	Умная индустрия	**2014**	общественное
9	**Финляндия**	Промышленный Интернет Бизнес Революция	**2015**	общественное
		IoT Pilot Factory (**IoT PFF**)	**2017**	общественное
10	**Польша**	Будущая отраслевая платформа	**2015**	общественное
11	**Республика Чехия**	Прумысл **4.0**	**2013**	общественное
12	**Эстония**	Цифровая Повестка **2020**	**2015**	общественное
		Электронное общество Эстонии	**2012**	общественное

ТАБЛИЦА 3 (продолжение)

ИНДУСТРИЯ 4.0 - ИНИЦИАТИВЫ В ЕВРОПЕ				
№ П/п	СТРАНА	ИНИЦИАТИВЫ **INDUSTRY 4.0**	ГОД ПРИНЯТИЯ	ФИНАНСИРОВАНИЕ
13	**Хорватия**	Импульс оцифровки **2020 -** индустрия будущего	**2016**	общественное
14	**Латвия**	**Demola** (Рижский **IT TechHub**)	**2017**	общественное
15	**Дания**	**MADE**	**2012**	общественное
16	**Венгрия**	**IPAR 4.0** Национальная технологическая платформа / План Ирини	**2017**	общественное
17	**Болгария**	Концепт Индустрия **4.0**	**2017**	общественное
18	**Румыния**	Национальная стратегия Румынии **Digital Agenda 2020**	**2017**	общественное
19	**Литва**	Прамоне **4.0**	**2017**	общественное
20	**Австрия**	**TUWin 4.0**	**2013**	общественное
		Платформа Индустрия **4.0**	**2014**	общественное
		Индустрия **4.0** Австрия	**2015**	общественное
21	**Словения**	Словенская цифровая коалиция / Словенская промышленная политика **2013**	**2013**	общественное
22	**Словакия**	Платформа **Smart Industry**	**2016**	общественное
23	**Ирландия**	Стратегия Ирландии «Индустрия **4.0**»	**2019**	общественное
24	**Испания**	Индустрия Конектада **4.0**	**2017**	общественное
		5G Digital Agenda	**2018**	общественное
25	**Германия**	**Industrie 4.0** (**I4.0**) и **Plattform Industrie 4.0** (**PI4.0**)	**2011** и **2013**	государственно-частное
		Mittelstand 4.0	**2012**	государственно-частное
		Цифровая стратегия (**DS**) **2025** и высокотехнологичная стратегия (**HTS**) **2025**	**2016** и **2018**	общественное
		Стратегия ИИ	**2018**	общественное
		Формирование стратегии внедрения дигитализации для федерального правительства (**SDISFG**)	**2018**	общественное

ТАБЛИЦА 4

ИНДУСТРИЯ 4.0 - ИНИЦИАТИВЫ В АЗИИ И ОКЕАНИИ

№ П/п	СТРАНА	ИНИЦИАТИВЫ INDUSTRY 4.0	ГОД ПРИНЯТИЯ	ФИНАНСИРОВАНИЕ
1	Китай	Сделано в Китае 2025 (MIC 2025)	2015	общественное
		Интернет Плюс (+)	2015	государственно-частное
		Пояс и Дорожная Инициатива (BRI)	2013	общественное
		13-й пятилетний план (13-й FYP)	2016	общественное
2	Тайвань	Тайвань производительность 4.0	2015	общественное
		Умная техника	2017	общественное
		Развитие Силиконовой долины в Азии	2017	общественное
3	Южная Корея	Производственные инновации (MI) 3.0	2014	общественное
		Я-Корея 4.0	2018	общественное
		Программа инновационных платформ (IPP)	2017	общественное
4	Япония	Инициатива производственно-сбытовой цепочки (IVI)	2016	частное
		Ревитализация и стратегия роботов (инициативы революции роботов (RRI)	2015	государственно-частное
		Общество 5.0 (5-й Базовый план науки и техники), супер-умное общество	2016	государственно-частное
		AI технологическая стратегическая конференция (AITSC)	2016	общественное
		IoT Ускорение Консорциума (IoTAC)	2015	частное
		Промышленность 4,1 Дж	2015	общественное
5	Сингапур	Инфоком-Медиа (ICM) 2025	2015	общественное
		План RIE 2020 (исследования, инновации и предпринимательство)	2016	общественное
		Умная нация	2014	общественное
		Дорожная карта технологий обслуживания и цифровой экономики (SDETRM)	2018	общественное

ТАБЛИЦА 4 (продолжение)

ИНДУСТРИЯ 4.0 - ИНИЦИАТИВЫ В АЗИИ И ОКЕАНИИ				
№ П/п	СТРАНА	ИНИЦИАТИВЫ INDUSTRY 4.0	ГОД ПРИНЯТИЯ	ФИНАНСИРОВАНИЕ
6	Индия	Сделано в Индии (MII)	2014	общественное
		Стартап Индия	2015	общественное
		Цифровая Индия (DI)	2014	общественное
		Навык Индии (СИ)	2015	общественное
		Умная Индия	2015	общественное
7	Индонезия	Создание Индонезии 4.0 (МИ 4.0)	2017	общественное
		2020 Go цифровое видение	2015	общественное
8	Россия	Национальная технологическая инициатива (НТИ)	2015	государственно-частное
		Дата Экономика Россия 2024	2017	общественное
9	Таиланд	Таиланд 4.0	2016	общественное
10	Турция	Ассоциация цифрового преобразования	2016	общественное
11	Вьетнам	Укрепление потенциала страны для решения проблем промышленности 4.0	2017	общественное
12	Малайзия	Промышленность 4WRD или Национальная политика в промышленности 4.0	2018	общественное
		Одиннадцатый план Малайзии	2015	общественное
13	Филиппины	Комплексная программа стратегии возрождения автомобильной промышленности	2016	общественное
14	Австралия	Индустрия 4.0 Testlabs	2017	государственно-частное
		Рабочая группа премьер-министра «Индустрия 4.0»	2016	частное
		Следующая волна производства	2013	общественное

ТАБЛИЦА 5

ИНДУСТРИЯ 4.0 - ИНИЦИАТИВЫ НА БЛИЖНЕМ ВОСТОКЕ И В АФРИКЕ				
№ п/п	Страна	Инициативы Industry 4.0	Год принятия	Финансирование
1	Израиль	Израиль 2028	2018	общественное
		Инновационный отчет Израиля 2017	2015	общественное
		Нация запуска	2012	общественное
2	Объединенные Арабские Эмираты (ОАЭ)	Умный Дубай 2021	2017	общественное
		Стратегия AI ОАЭ 2031	2018	общественное
		Национальная повестка дня ОАЭ до 2021 года	2016	общественное
3	Королевство Саудовская Аравия (КСА)	Saudi Vision 2030	2016	общественное
		Национальный план преобразований КСА до 2020 года	2016	общественное
4	Катар	Катарское национальное видение 2030	2016	общественное
		Национальная стратегия развития Катара на 2017–2022 годы	2017	общественное
5	Кувейт	Новый Кувейт Vision 2035	2016	общественное
6	Южная Африка (SA)	Национальная электронная стратегия	2017	общественное
		Intsimbi программа	2018	общественное
7	Марокко	Агентство цифрового развития (L'Agence de Développement Digital) (ADD)	2017	общественное
8	Руанда	Центр Интернет вещей (IoT)	2017	государственно-частное

Количество стран и общее количество инициатив отрасли Индустрии 4.0, запущенных в каждом регионе, представлены в таблице 6. Далее таблица 7 иллюстрирует, что Европа (37%) лидирует в остальных регионах по запуску инициатив «Индустрия 4.0», далее следуют Северная Америка (28%), Азия и Океания (17%), Латинская Америка и Карибский бассейн (10%), а также Ближний Восток и Африка (8%). Общий процент стран с инициативами отрасли 4.0 оценивался в 25%. Данные этого отчета показывают, что европейские страны прогрессируют быстрее, чем остальной мир, в принятии стратегии Индустрии 4.0 - это может быть связано с сильным международным сотрудничеством (Европейский союз) с целенаправленной политикой Индустрии 4.0.

Каждый регион, а также страна принимает инициативы Индустрии **4.0** в своем собственном темпе. Это связано с тем, что запуск инициатив Индустрии **4.0** и технологические разработки требуют финансовых затрат и ресурсов. По этой причине, неравенство очень заметно между странами и регионами, поскольку развитые страны не ограничены финансами в отличие от развивающихся стран. Это подтверждается тем фактом, что в Европе больше экономически и технологически развитых стран, чем в остальных регионах вместе взятых.

Таблица 6: ИНДУСТРИЯ 4.0 В МИРЕ

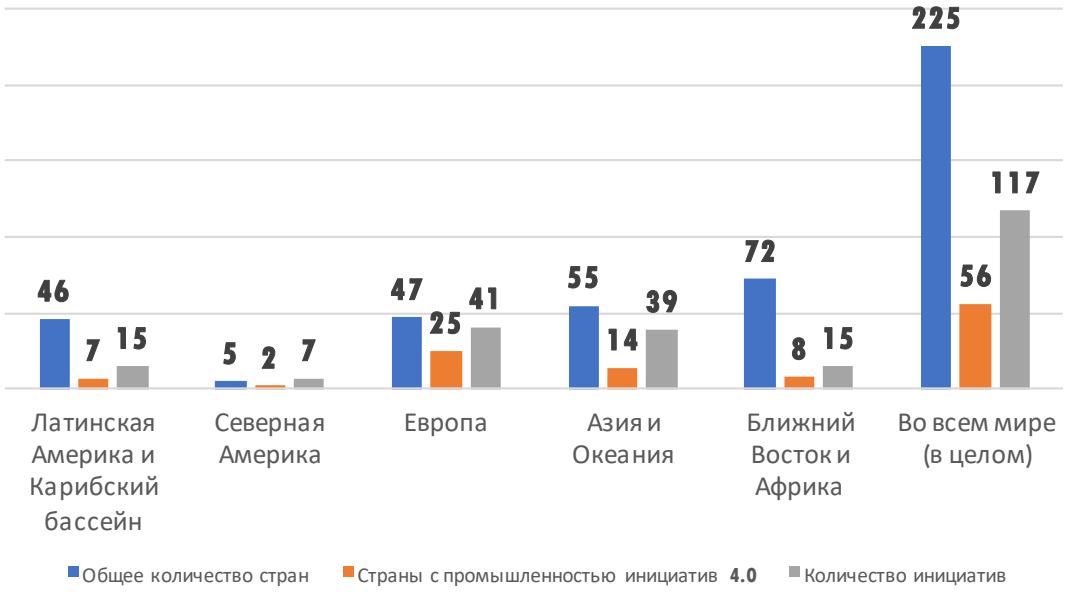
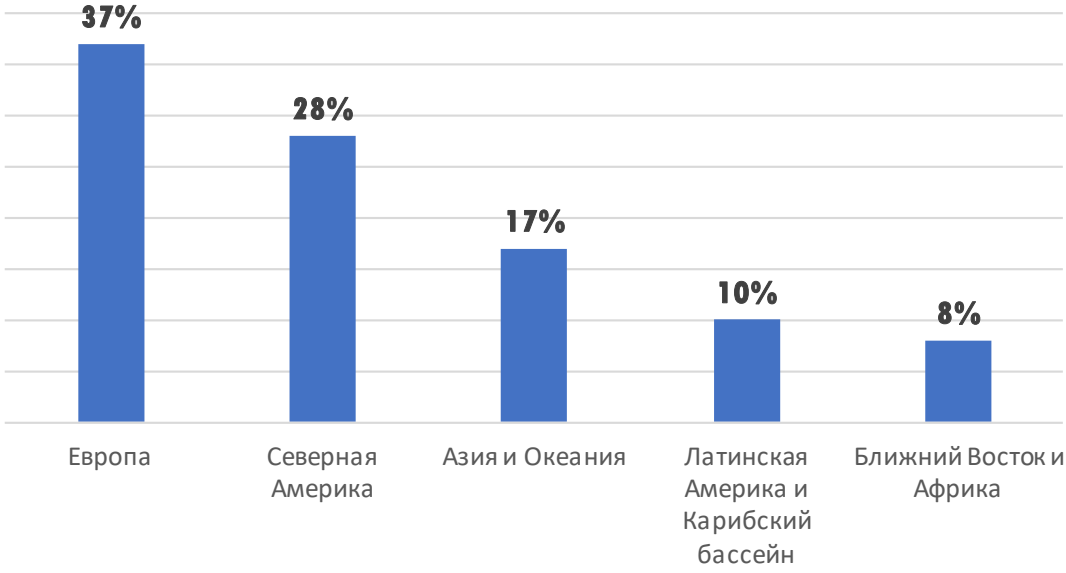


Таблица 7: ИНИЦИАТИВЫ ИНДУСТРИИ 4.0 ПО ВСЕМУ МИРУ



Дальнейший поиск материалов и изучение данной тематики были направлены на то, чтобы понять различия, существующие между различными инициативами Индустрии **4.0**, которые были запущены в разных странах. Чтобы сузить область поиска материалов, **было отобрано шесть стран** с инициативами, которые были сопоставлены с точки зрения их целей и приоритетных областей технологий Индустрии **4.0**.

Как показано в ***таблице 8***, Германия, США, Китай и Япония были выбраны из-за их выдающихся экономических и технологических возможностей. В то время как Индия и Мексика были также выбраны из-за их беспрецедентного технологического скачка в **21** веке. Эти две страны смогли «прыгнуть» напрямую из промышленности **2.0** в промышленность **4.0**. и поэтому их совокупное направление может быть хорошо сопоставлено с инициативами других стран.

Таблица 8: Инициативы Индустрии 4.0 в шести выбранных странах

Германия

1. **Industrie 4.0** (**I4.0**) и **Plattform Industrie 4.0** (**PI4.0**)
2. **Mittelstand 4.0**
3. Цифровая стратегия (**DS**) **2025** и высокотехнологичная стратегия (**HTS**) **2025**
4. Стратегия ИИ
5. Формирование стратегии внедрения дигитализации для федерального правительства (**SDISFG**)

США

1. Умная производственная коалиция лидерства (**SMLC**) или **Smart Manufacturing**
2. **AMP** и **2-** е передовое производственное партнерство (**AMP 2.0**)
3. Национальная сеть производственных инноваций (**NNMI**) и **Manufacturing USA** (**MUSA**)
4. Программа расширения производства **Hollings** (**HMEP**)
5. Индустриальный интернет-консорциум (**IIC**) или индустриальный интернет вещей

Китай

1. Сделано в Китае **2025** (**MIC 2025**)
2. Интернет Плюс (**+**)
3. Пояс и Дорожная Инициатива (**BRI**)
4. **13-** й пятилетний план (**13-** й **FYP**)

Япония

1. Инициатива производственно-сбытовой цепочки (**IVI**)
2. Ревитализация и стратегия роботов (инициативы революции роботов (**RRI**))
3. Общество **5.0** (**5-** й Базовый план науки и техники), супер-умное общество
4. **AI** технологическая стратегическая конференция (**AITSC**)
5. **IoT** Ускорение Консорциума (**IoTAC**)
6. Промышленность **4.1** Дж

Индия

1. Сделано в Индии (**MII**)
2. Стартап Индия
3. Цифровая Индия (**DI**)
4. Навык Индии (СИ)
5. Умная Индия

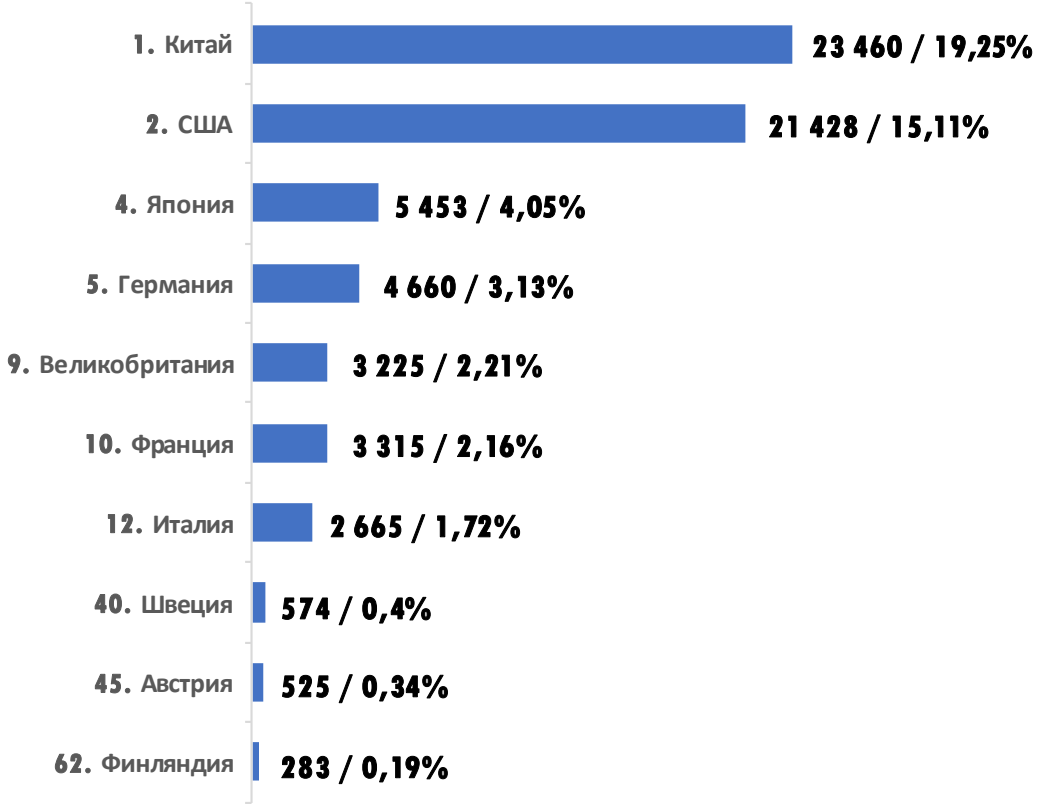
Мексика

1. **Prosoft 4.0**
2. Создание будущего (**CF**)
3. **Nuevo Léon 4.0** (**NL4.0**)

Учитывая, что одними из драйверов и показателей любой экономики государства являются показатели ВВП и объем инвестиций в промышленность и производство, далее рассматривались рейтинги в разрезе стран, где развитие цифровой трансформации имеет наивысшие показатели (***таблица 9***).

Таблица 9. Выборка стран с самыми эффективными и передовыми принятыми государственными программами и инициативами, направленными на развитие Индустрии **4.0** и указанием доли в мировом ВВП.

Таблица 9: Рейтинг ВВП
(оборот, млрд долларов США / Доля в мире)



Основываясь на вышеизложенной информации, а именно развитию государств в области внедрения цифровых технологий в производстве и промышленности, уровню государственной поддержки и направленными инициативами, показателю ВВП в мировом рейтинге и общему благосостоянию страны, в данном аналитическом документе выбраны **3** лидирующие страны по этим показателям - Германия, США и Китай.

Доля экспорта в данных странах с использование цифровых технологий в отраслях экономики преобладает над другими государствами. Ниже рассмотрим их структуру экспорта за **2019** год (***таблица 10***).

Таблица 10

Товарная группа	ГЕРМАНИЯ	США	КИТАЙ
	Доля от экспорта страны		
Средства наземного транспорта	16,3% (244 млрд USD)	8,09% (133 млрд USD)	3,01% (75 млрд USD)
Электрические машины и оборудование	10,4% (155 млрд USD)	10,4% (171 млрд USD)	26% (654 млрд USD)
Фармацевтическая продукция	6,04% (90 млрд USD)	3,24% (53 млрд USD)	
Пластмассы и изделия из них	4,1% (61 млрд USD)	3,97% (65 млрд USD)	3,22% (80 млрд USD)
Топливо минеральное, нефть и продукты их перегонки	2,28% (34 млрд USD)	12,1% (199 млрд USD)	
Изделия из черных металлов	2,09% (31 млрд USD)		2,62% (65 млрд USD)
Летательные аппараты, космические аппараты		8,27% (136 млрд USD)	
Инструменты и аппараты оптические		6,13% (100 млрд USD)	2,88% (71 млрд USD)

Цифровая трансформация промышленности и использование всевозможных передовых инструментов и методов на предприятиях вышеуказанных государств способствует высокому преобладанию промышленного экспорта над другими странами. Их подходы берутся как пример для большинства развивающихся государств в мире. По этой причине в данном отчеты будут раскрываться все принятые инициативы, направленные на трансформацию производства США, Германии и Китая.

3. МИРОВОЙ ОПЫТ

3.1 ПРИНЯТИЕ ЦИФРОВЫХ ПОВЕСТОК В МИРЕ, ВКЛЮЧАЯ СФЕРУ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Успешные результаты запущенных инициатив цифровой трансформации предприятий в Республике Казахстан стали возможны благодаря реализации аналогичных инициатив в передовых международных странах-лидерах. Кроме того, за счет успешных инициатив со стороны крупнейших промышленных и индустриальных компаний мира, такие как, **Siemens, General Electric, SAP, Intel** и др.

ГЕРМАНИЯ

Цифровая стратегия **2025** и **High-Tech Strategy 2025** (**DS & HTS 2025**) **-** две дополняющие друг друга программы Индустрии **4.0.**

Инициатива **«**Цифровая стратегия **2025»** была запущена в **2016** году Федеральным министерством экономики и энергетики Германии (**BMWi**). В центре его внимания находится оцифровка всего малых и средних предприятий (МСП) для достижения конкурентного преимущества. Инициатива также была направлена на предоставление возможностей экономике Германии реагировать на новые вызовы и повысить ее конкурентоспособность как по качеству, так и по технологии, сочетая традиционные конкурентные преимущества с новейшими технологиями, современными методами и специальными программами поддержки. Германия быстро осознала слабость их оцифровки в секторах промышленности (автомобилестроение, станки, химикаты и фармацевтика) по сравнению с конкурентами (США, Япония и Китай). Это привело к запуску Цифровой стратегии **2025** года, которая начала свою реализацию в параллели с существующими инициативами (**Industrie 4.0** и **Mittelstand 4.0**).

Кроме того, в Германии реализуется еще одна инициатива под названием **«**Стратегия высоких технологий **2025»**, которая была запущена в сентябре **2018** года в качестве стратегической основы для политики в области исследований и инноваций. Инициатива направлена на увеличение инвестиций в исследования и разработки и фокусируется на использовании ключевых проблем общества, а именно: устойчивость здравоохранения, защита климата и энергии, мобильность, городские и сельские районы, безопасность и защита, а также экономика и работа в Индустрии **4.0.**

США

Производство в США (**MUSA**) - в **2011** году президент США Барак Обама объявил о создании «Партнерства передового производства» (**Advanced Manufacturing Partnership – AMP**) – национальной инициативы, объединяющего промышленность, университеты и федеральное правительство для привлечения инвестиций в новые технологии, которые позволят создать рабочие места высокого качества и повысить конкурентоспособность на мировом рынке. Разработка **AMP** была основана на рекомендации Совета по науке и технике при Президенте (**President's Council of Advisors on Science and Technology – PCAST**), которая выпустила доклад под названием «Обеспечение лидерства в передовом производстве». Отчет **PCAST** предусматривает партнерство между правительством, промышленностью и университетами для выявления наиболее насущных проблем и возможностей для трансформации технологий, процессов и продуктов в различных отраслях обрабатывающей промышленности.

Последующий доклад - «Национальный стратегический план перспективного производства», был подготовлен Национальным научно-техническим советом рабочей группы по передовому производству (**IAM**). Отчет предоставляет возможности для федеральной политики ускорить развитие передового производственного сектора, а также проблемы оздоровление передового производства в США.

Основываясь на политических возможностях и потребностях Соединенных Штатов (с точки зрения экономической и национальной безопасности), в **2012** году был принят окончательный отчет «Получение конкурентного преимущества в передовом производстве».

В докладе содержится **16** основных рекомендаций, которые подразделяются на три ключевые области:.

1. Стимулирование инноваций:

1) принятие национальной стратегии передового производства;
2) увеличение финансирования НИОКР по сквозным технологиям;
3) создание национальной сети институтов инноваций в производстве;
4) усиление кооперации между индустрией и университетами в исследованиях технологий передового производства;
5) создание более надежной среды для коммерциализации разработок на производстве;
6) создание национального портала передового производства.

2. Обеспечение работы с талантами:

1) формирование публичного мнения о производстве;
2) использование навыков возвращающихся ветеранов;
3) инвестирование в общеобразовательные колледжи;

4) развитие сотрудничества для сертификации и аккредитации навыков;

5) совершенствование образовательных программ в университетах;

6) запуск национальных стипендий в области передового производства.

3. Улучшение делового климата:

1) проведение налоговых реформ;

2) рационализация законодательного регулирования;

3) совершенствование торговой политики;

4) обновление энергетической политики.

В результате, в январе **2013** года была опубликована программа «Национальная сеть для производственных инноваций» (**National Network for Manufacturing Innovation** (**NNMI**)), также известная как «**Manufacturing USA**», призванная ускорить развитие и принятие передовых производственных технологий для создания новой и конкурентоспособной продукции.

По своей сути, **NNMI** – это сообщество исследовательских институтов США, назначением которых является усиление кооперации между более чем **1300** компаниями, университетами и федеральными агентствами, взаимодействующими по принципам государственно-частного партнерства. При этом, на реализацию **240** проектов было инвестировано **600** млн. долларов США государственных и **1,3** млрд долларов США частных средств.

На данный момент **NNMI** включает в себя **9** институтов, специализирующихся на аддитивных технологиях, цифровом производстве, легких материалах, полупроводниках, композитных материалах, фотонных интегральных схемах, гибкой электронике и текстиле.

Другой основной инициативой в поддержку **AMP** стала «Национальная инициатива робототехники» (**National Robotics Initiative** (**NRI**), призванная оказывать содействие в разработке роботов, которые могли бы работать вместе с человеком, дополняя или превосходя его возможности. Целями инициативы являются повышение производительности труда в производственном секторе, помощь в опасных и дорогих миссиях в космосе, ускорение обнаружения новых видов лекарств и улучшение продовольственной безопасности.

В **2016** году на поддержку программы **NRI** было выделено **225** млн. долларов США, тогда как на **2017** пришлось **221.** млн долларов США.

Программа «Производство в США» представляет собой сеть из **14** производственных институтов, которые работают и осуществляют деятельность в своих технологических областях, причем каждый институт финансируется за счет уникального государственно-частного партнерства, как показано ***в таблице 11.***

Таблица 11

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИНСТИТУТЫ США И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ		
№ п/п	Технология	Институты
1	Производство добавок	**American Makes:** Национальный институт аддитивного производства
2	Цифровое производство и дизайн	**DMDII: Digital Manufacturing and Design Institute** или **MxD:** Производство в цифровом формате
3	Производство легких металлов	**LIFT:** Легкая инновация на завтра
4	Производство силовой электроники с широкой запрещенной зоной	**PowerAmerica:** Новое поколение института инноваций в области производства силовой электроники
5	Волокно-армированные полимерные композиты	**IACMI:** Институт перспективных композитных производств
6	Интегрированное производство фотоники	**AIM Photonics:** Американский институт по производству интегрированной фотоники
7	Изготовление тонких гибких электронных устройств и датчиков	**NextFlex:** Американский институт гибкой гибридной электроники
8	Волокнистые материалы и производственный процесс	**AFFOA:** Институт современной функциональной ткани Америки
9	Умное производство	**CESMII:** Инновационный институт по производству экологически чистой энергии
10	Биофабрикация и производство	**BioFabUSA:** Передовой институт регенеративного производства (**ARMI**)
11	Роботизированное производство	**ARM:** Передовая робототехника для производственного института
12	Биофармацевтическое производство	НИИБМЛ: Национальный институт инноваций в производстве биофармацевтических препаратов
13	Молекулярно-химическая интенсификация процессов для чистого производства	**RAPID:** Быстрый прогресс в институте развертывания интенсификации процессов
14	Устойчивое сокращение выбросов углерода и производство с чистой энергией	Сокращение энергопотребления и сокращение выбросов

Китай

7 июля **2015** года Государственным Советом Китая была принята стратегия развития промышленного производства страны **«Made in China 2025».**

Предпосылками для принятия новой программы стали.

1. Нерациональная структура производства – доминирование производств с низкой добавленной стоимостью (низкие переделы, сборочные производства).
2. Отсутствие собственных технологических разработок и инноваций (в основном технологии импортируются).
3. Низкое качество китайской продукции.
4. Угроза промышленности Китая со стороны новой волны НТР;
5. Низкая ресурсоэффективность.
6. Повышение стоимости рабочей силы;
7. Увеличение препятствий, обусловленных ограниченными сырьевыми ресурсами и окружающей средой.

Таким образом, программа направлена на отход экономики от модели трудоемкого производства товаров с низким уровнем переработки в сторону товаров с более высокой добавленной стоимостью. В целом, программа призвана сделать Китай к **2049** году технологическим лидером в обрабатывающей промышленности.

Основными целями стратегии являются.

1. Инновационный потенциал, в т.ч. исследования базовых технологий, коммерциализация научных разработок, оптимизация национальной производственной инновационной системы, защита интеллектуальной собственности для МСБ.

   Целевые индикаторы:

   a) Доля внутреннего НИОКР от дохода от основной деятельности: с **0.95%** в **2015** году до **1.68%** в **2025** году.

   b) Количество патентов на изобретение на миллиард юаней дохода от основной деятельности: с **0.44** в **2015** году до **1.10** в **2025** году.

2. Качество и ценность продукции, в т.ч. импортозамещение стратегически важных изделий и материалов, а также развитие метрологической инфраструктуры и внедрение стандартов качества, безопасности, гигиены, охраны окружающей сред и энергосбережения.

   Целевые индикаторы:

   a) Индекс конкурентоспособности качества производства: с **83.5** в **2015** году до **85.5** в **2025** году

   b) Рост промышленной добавленной стоимости: на **4%** в период с **2015** по **2025** годы.

c) Рост производительности труда: на **6.5%** в период с **2015** по **2025** годы.

d) Интеграция ИТ и индустриализации, в т.ч. интеллектуальные производственные процессы, интернет-приложения в производстве, цифровая инфраструктура.

e) Проникновение широкополосного доступа к Интернет: с **50%** в **2015** году до **82%** в **2025** году.

f) Проникновение цифровых инструментов НИОКР: с **58%** в **2015** году до **84%** в **2025** году.

g) Цифровой контроль ключевых производственных процессов: с **50%** в **2015** году до **64%** в **2025** году.

3. «Зеленое» развитие, в т.ч. пропаганда низкоуглеродистых производств, переработки отходов, увеличение ресурсоэффективности производств.

   Целевые индикаторы:

   a) Сокращение количества потребляемой энергии в промышленности: на **34%** в период с **2015** по **2025** годы

   b) Сокращение количества выбрасываемых углекислых газов: на **40%** в период с **2015** по **2025** годы

   c) Сокращение количества потребляемой воды: на **40%** в период с **2015** по **2025** годы

   d) Процент утилизации промышленных стоков: с **65%** в **2015** году до **79%** в **2025** году.

4. Прорывы в приоритетных секторах:

   - Информационные технологии следующего поколения;
   - Автоматизированные станки и робототехника;
   - Аэрокосмическое и авиационное оборудование;
   - Морское оборудование и высокотехнологичное судоходство;
   - Современное оборудование железнодорожного транспорта;
   - Энергоэффективный транспорт и автомобили на новых видах энергии;
   - Энергетическое оборудование;
   - Сельскохозяйственное оборудование;
   - Новые материалы;
   - Биофармакология и современные медицинские изделия.

На реализацию программы выделено на первоначальном этапе **20** млрд юаней (**2.7** млрд. евро). Для сравнения, на аналогичную программу Германии **«Industrie 4.0»** выделено только **200** млн. евро. Это объясняется разными подходами двух стран: Китай использует подход «сверху-вниз», когда государство диктует стратегическое видение предприятиям, в то время как в Германии инициативы исходят от предприятий и отраслевых ассоциаций.

В настоящее время в реализацию программы приняты следующие документы:

1. ***Made in China 2025 Key Area Technology Roadmap***: подробно расписаны группы товаров в приоритетных секторах, производство которых подлежит максимальной локализации. В целом, к **2025** планируется производить не менее **70%** ключевых материалов и деталей.
2. ***Action plan (2015-2018) for Implementing the State Council's Guiding Opinions on Actively Advancing the Internet Plus Action Plan***: набор механизмов направленных на развитие информационной инфраструктуры, совместного использования государственных ресурсов, развитие инновационных кредитных инструментов.
3. ***Development Plan for Robotics Industry 2016-2020***: целью документа является повышение конкурентоспособности местных производителей робототехники. В частности запланировано ежегодное производство **100 000** роботов местных брендов к **2020** году.
4. ***Implementation Plan for the Special Programme for Building National Champions in Single Commodities***: развитие ограниченного числа предприятий-«чемпионов», т.е. лидеров, способных предлагать передовые технологии и конкурировать с зарубежными поставщиками как в Китае, так и за его пределами.
5. ***Guiding opinions on Improving the Innovation System of Manufacturing and Promoting the Establishment of Manufacturing Innovation Centres***: к **2025** году Китай планирует создать **40** национальных производственных инновационных центров, которые будут работать по направлениям ИТ, интеллектуальному производству, новым материалам.

Несмотря на то, что практическая реализация данных программ еще официально не начата, согласно докладу Торговой палаты Евросоюза в Китае, достижение целей программы планируется осуществлять посредством следующих механизмов.

1. Форсированный трансферт передовых зарубежных технологий.
2. Барьеры доступа на рынок и государственный закуп для компаний с зарубежным участием.
3. Активное участие в международных процессах стандартизации с целью включения китайских технологий в международные стандарты.
4. Займы из государственных банков по низким процентным ставкам, возмещение затрат на монтаж оборудования.
5. Государственные инвестиционные фонды с совокупным капиталом в **294** млрд евро по состоянию на **2015** год.
6. Инвестиции в зарубежные технологии, в т.ч. выкуп передовых зарубежных компаний.
7. Региональные инициативы.

3.2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Большинство организаций полагает, что к **2021** г. в среднем половина их доходов будет генерироваться в цифровых каналах. Далее, по оценкам Всемирного экономического форума к **2025** г. общий экономический эффект цифровой трансформации в отношении бизнеса и общества превысит **100** трлн. долл. Все это отражает актуальные макроэкономические тренды, показывающие в чем будет состоять будущий потенциал бизнеса основной массы предприятий. Самые перспективные возможности роста большинства организаций сегодня состоят в том, чтобы захватить пустующие места на быстро расширяющихся цифровых рынках.

Новейшие тренды цифровой трансформации на предстоящий год отражают ряд особенно трудных уроков, усвоенных предприятиями в последние несколько лет как в плане бизнеса, так и по линии технологии. Стоит показывать опыт других предприятий, чтобы организации, встающие на новый путь, могли избежать повторения многих болезненных, дорогостоящих и временных затрат.

Анализ мирового опыта цифровой трансформации промышленности показывает, что основными идеологиями в данном направлении стали такие концепции, как Индустрия **4.0** (**Indusry 4.0**), Умное производство (**Smart Manufacturing**), Цифровое производство (**Digital Manufacturing**), Интернет в промышленности (**Internet of Manufacturing**), Открытое производство (**Open Manufacturing**).

Можно выделить следующие основные технологические тренды в сфере цифровой трансформации промышленности, которые базируются на вышеперечисленных концепциях.

1. Массовое внедрение интеллектуальных датчиков в оборудование и производственные линии (технологии индустриального Интернета вещей).
2. Переход на безлюдное производство и массовое внедрение роботизированных технологий.
3. Переход на хранение информации и проведение вычислений с собственных мощностей на распределенные ресурсы («облачные» технологии»).
4. Сквозная автоматизация и интеграция производственных и управленческих процессов в единую информационную систему («от оборудования до министерства»).
5. Использование всей массы собираемых данных (структурированной и неструктурированной информации) для формирования аналитики (технологии «больших» данных).
6. Переход на обязательную оцифрованную техническую документацию и электронный документооборот («безбумажные» технологии»).
7. Цифровое проектирование и моделирование технологических процессов, объектов, изделий на всем жизненном цикле от идеи до эксплуатации (применение инженерного программного обеспечения).
8. Применение технологий наращивания материалов взамен среза («аддитивные» технологии, **3D**-принтинг);

9. Применение сервисов по автоматическому заказу расходных материалов и сырья для производства продукции и автоматической поставке готовой продукции потребителю, минуя посреднические цепочки.
10. Применение беспилотных технологий в транспортных системах, в т. ч. для доставки промышленных товаров.
11. Применение мобильных технологий для мониторинга, контроля и управления процессов в жизни и на производств.
12. Переход на реализацию промышленных товаров через Интернет.

Кроме этих базовых технологий, с цифровой трансформацией промышленности связаны и другие технологические направления (например, интернет-торговля промышленными товарами, промышленная аналитика) и ряд других направлений.

Стратегические подходы к использованию корпоративных данных

Одной из крупных проблем, сдерживающих многие инициативы, является несогласованное, фрагментированное, дублируемое и разобщенное использование данных, характерное для многих предприятий. Эту проблему даже можно назвать одной из форм технического долга. Говорится о том, что для успешного движения вперед организации должны создавать более прочный фундамент для работы с данными, выделяя время на подготовку заделов на будущее. Это подтверждают успехи цифровой трансформации в таких компаниях, как международный интернет-магазин **Nordstrom**, который сфокусировался на ослаблении привязки данных к своим местным филиалам и для улучшения пользовательского опыта начал объединять информацию из разных мест. Хотя управление мастер-данными и другие общекорпоративные проекты часто кажутся непосильной задачей, ныне стало намного легче, чем раньше, шаг за шагом создавать проверенный и безопасный фундамент данных, на котором можно будет строить цифровые инициативы. Сегодня одним из самых перспективных и жизнеспособных подходов в этом плане являются открытые корпоративные микросервисы.

Реалистическая оценка и уменьшение технического долга

ИТ-инфраструктура многих организаций в последние годы обросла огромными размерами технического долга, накопление которого сильно тормозит цифровую трансформацию. Сюда относится и устаревшие решения, и манкирование обновлением систем, и импровизированные решения технических проблем, которые помогают лишь на короткий срок. Вся эта внебалансовая цифровая задолженность является существенным барьером для предприятий, перед которым стоят трансформационные задачи.

Обновление и усовершенствование облачной стратегии

Основным средством для реализации практически всех инициатив цифровой трансформации является использование той или иной комбинации облачных сервисов. Тем не менее, хотя с начала освоения различных возможностей облака, включая гибридные и многооблачные решения, прошел неполный десяток лет, многие предприятия так и не смогли сформировать на будущее внятную облачную

стратегию. В этом отчасти не их вина, поскольку на ландшафте публичных облаков протекали быстрые изменения, которые вызывали смены состава игроков и привели к конкурентной схватке между **Amazon**, **Microsoft** и **Google**. Тот факт, что до **80%** предприятий уже используют многоблачные ресурсы, серьезно осложняет решение задач трансформации. В перспективе предприятия будут иметь дело с еще более сложными и динамичными (даже меняющимися в реальном времени) многооблачными средами, которые, по мнению многих экспертов, являются будущим ИТ. Но на практике организации часто тщетно ищут возможность получить все что нужно от одного вендора, хотя сегодня это уже невозможно.

В **2020** г. предприятия будет все больше интересовать модель, в которой с одной стороны присутствует основной облачный вендор, предоставляющий базовую платформу цифровой трансформации и имеющий для этого соответствующий бизнес и технические возможности, и с другой стороны используются многооблачные средства управления для решения дополнительных задач.

Интенсивная работа в сфере цифрового опыта людей

Пожалуй, главным приоритетом большинства крупных инициатив цифровой трансформации является улучшение пользовательского опыта, который сегодня причисляется к основным факторам успешного роста рынка и удержания покупателей. Однако многим предприятиям здесь еще предстоит пройти длинный путь. Тем не менее, сегодня существует новое поколение архитектур, средств и методов, значительно ускоряющих и индустриализирующих формирование пользовательского опыта покупателей, партнеров и внутренних рабочих мест. Но, чтобы продвинуться в этом направлении, предприятиям необходимо модернизировать свой инструментарий и реорганизовать свою деятельность, на что потребуется время. Ввиду императивного характера задач, связанных с улучшением цифрового опыта, уже сегодня в этой сфере наблюдается значительная активность и выделяться крупные инвестиции.

Систематические эксперименты и внедрение революционных технологий

В повестке **2020** г. стоит немало новых технологических приоритетов, включая **5G**, искусственный интеллект, машинное обучение, **IoT**, а также технологии блокчейн и распределенного реестра. Огромный список того, что предприятия должны как-то абсорбировать, чтобы идти в ногу со временем. Многие организации уже научились активно экспериментировать с инновациями, часто взаимодействуя с партнерами и стартапами, предпринимая пилотные проекты и быстро внедряя перспективные вещи в бизнес. И в будущем этот тренд только усилится.

Усиление упора на аналитику

Хотя для полной реализации идеи предприятия, управляемого количественными данными, еще потребуется научиться подключать к сетям больше разнообразных вещей, последнее время большинство организаций проявляет огромный интерес к **Data Science**. Это подтверждают последние исследования. Расходы на аналитику, машинное обучение и исследование данных быстро растут. Следует ожидать роста

деятельности центров передового опыта в области аналитики, обучающих использованию **Data Science** в управлении предприятиями, а также интенсивного поиска и повышения квалификации соответствующих кадров, особенно в целях поддержки инициатив цифровой трансформации.

Решение каждого из перечисленных вопросов цифровой трансформации станет драйвером роста даже для обеспеченных ресурсами организаций. Однако если компания не примет данные вызовы, она не сможет успешно конкурировать и не получит тех преимуществ, которых смогут достичь более сильные и упорные игроки на арене цифровой трансформации. Это одна из причин, почему цифровая трансформация требует нового образа мыслей, на который не способен или к которому не готов традиционный тип ИТ-департаментов.

Чтобы успешно двигаться вперед, цифровые лидеры должны делиться друг с другом усвоенными уроками и активно учиться у своих коллег по роду деятельности.

Развитие цифровой промышленности Германии

Многие германские предприятия делают ставку на промышленность **4.0**, благодаря которой форсируется оцифровка технологий производства и логистики. В целом экономика исходит из того, что международная конкурентная борьба за технологическое лидерство в производстве будет обостряться и дальше. Федеральное правительство активно поддерживает и осуществляет цифровые преобразования.

По оценкам некоторых исследований, позитивные сценарии развития благодаря промышленности **4.0** могут принести стране дополнительный экономический рост, оцениваемый к **2025** г. в **200-425** млрд. евро.

Сектор информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) как сквозной технологический элемент будет играть при этом ключевую роль. В **2017** г. сектор стал крупнейшим работодателем в промышленности. Свыше **1** млн. занятых в нем работников генерируют оборот в **160** млрд. евро. Драйвером послужила сфера софта.

Развитие цифровой инфраструктуры считается одной из важнейших задач процесса цифровизации. Цель – повсеместное создание гигабитных сетей: к **2025** г. в каждом регионе, в каждой общине, по возможности прямо к дому, должны быть подведены оптоволоконные кабели для подключения к интернету. Для этого нужны совместные усилия оферентов телекоммуникационных услуг и государства. На эти цели федеральное правительство выделяет до **12** млрд. евро.

Ключевая роль на пути к «цифровой стране» отводится перспективному пятому поколению мобильной связи. В **2020** г. в одной только Германии будут объединены в сеть около **770** млн. устройств – наряду со смартфонами и планшетами это и транспортные средства, и бытовая техника, и промышленное оборудование. Это предъявляет большие требования прежде всего к мобильной связи. Федеральное

правительство намерено сделать Германию ведущим рынком для **5G**. В пяти регионах должны пройти испытания этой технологии с тем, чтобы ускорить развитие и обеспечить повсеместное, сплошное покрытие. Начало коммерческого использования ожидается в текущем **2020** г.

Ведущая позиция Германии **в области обрабатывающей промышленности,** производства оборудования и машиностроения позволила ей стать центром развития «Индустрии **4.0**». Научные исследования, разработка технологий производства и систем управления способствуют формированию нового подхода к индустриализации. Основные принципы «Индустрии **4.0**» можно сформулировать следующим образом.

1. Функциональная совместимость. Киберфизические системы (носители обрабатываемых деталей, сборочных станций и продуктов), люди и «умные» производства должны иметь возможность общаться посредством «Интернета вещей» и интернет-услуг.
2. Виртуализация. «Умный» завод должен иметь виртуальную копию (цифрового двойника), созданную посредством связывания данных от датчиков (получаемых в ходе мониторинга физических процессов) с виртуальными имитационными моделями производства.
3. Децентрализация. Киберфизические системы должны быть способны принимать собственные решения в рамках «умных» производств.
4. Функционирование в режиме реального времени. Сбор и анализ данных должны происходить в реальном времени, с мгновенной выдачей результатов.
5. Ориентация на услуги. Киберфизические системы, люди и «умные» заводы должны иметь возможность оказывать услуги через Интернет.
6. Модульность. «Умным» заводам необходима гибкая адаптация к изменяющимся требованиям - путем замены или расширения отдельных модулей.

В основе четвертой **промышленной революции лежат «умные» заводы.** На таких предприятиях можно реализовать производственные процессы любой сложности, при этом сведя к минимуму риск сбоев и обеспечив эффективное создание «умных» продуктов. Одной из важных составляющих подобных производств являются беспроводные сети, которые охватывают все процессы, машины, ресурсы и сотрудников, а также позволяют наладить обмен данными между компаниями.

В рамках нового производства **«умные» продукты** можно точно идентифицировать, узнать их текущее состояние, какие производственные процессы они уже прошли, а какие только предстоят - во всех подробностях. В зависимости от полученной информации «умные» заводы выстраивают маршрут следования продукта и работу оборудования. Такой подход позволяет обеспечить мобильность и улучшить логистику.

Благодаря глобальным сетям «умные» продукты можно будет отслеживать в течение всего цикла производства в режиме реального времени. В некоторых случаях они даже смогут практически автономно контролировать процесс своего производства, обеспечивая оптимизацию данных этапов с точки зрения логистики, обслуживания и интеграции с остальными процессами предприятия. Также в дальнейшем в любой момент можно будет интегрировать в «умную» продукцию некоторые сервисные функции и задать специфические параметры

конструкции, формирования заказа, планирования производства, эксплуатации и утилизации, что особенно важно при выпуске небольших партий товара.

«Умные» предприятия будут способны учитывать индивидуальные требования заказчиков, в любую минуту меняя режим работы производства и быстро реагируя на сбои в работе поставщиков. Полная прозрачность производственных процессов позволяет принимать оптимальные решения и создавать новые бизнес-модели.

Важно отметить, что на интеллектуальных производствах работники будут освобождены от необходимости выполнять рутинные задачи за счет возможности контролировать производственные процессы и управлять ими через сети. Специалисты смогут уделить больше внимания профессиональному развитию и более творческим заданиям. При этом дольше будут востребованы пожилые сотрудники в связи с нехваткой квалифицированных работников, знакомых с производством. Гибкая организация производства также будет способствовать более эффективному сочетанию работы и качества жизни сотрудников.

Также для внедрения «Индустрии **4.0**» необходимо развивать сетевую инфраструктуру, увеличивать пропускную способность для ресурсоемких приложений и повышать качество обслуживания сети, особенно в тех случаях, когда время выполнения задачи критически важно.

Сервисные CPS-платформы

CPS-платформа - решение типа «облако в коробке», предназначенное для поддержки процессов предприятия и объединяющих их сетей. С помощью приложений, предоставленных этой платформой, можно будет обеспечить надежную связь между сотрудниками, объектами и системами. Такие приложения предусматривают:

- гибкость, производительность и простоту использования разработанных сервисов;
- легкое развертывание модели бизнес-процессов напрямую из **App Store**;
- комплексное, безопасное и надежное резервное копирование всех бизнес-процессов;
- безопасность и надежность всего производственного процесса — от датчиков до пользовательских сетей;
- поддержку мобильных платформ и устройств;
- поддержку совместного производства, процессов обслуживания, анализа и прогнозирования в сетях.

При оркестровке разработки сервисов и приложений на **CPS**-платформах необходимо учитывать требования вертикальной и горизонтальной интеграции. При этом в рамках «Индустрии **4.0**» оркестровка имеет более широкий смысл, чем в случае веб-сервисов: создание общих служб и приложений должно быть частью совместной работы компаний.

Во время оркестровки и последующей реализации производственных и сервисных процессов требуется также учитывать вопросы безопасности, надежности, удобства использования, анализа данных в реальном времени и построения прогнозов. Это позволит решить и проблемы, связанные с огромным

количеством источников данных и конечных устройств. Что касается моделирования, то будут разработаны приложения и услуги для **CPS**-платформ, которые предусматривают изменение функциональности, кластеризацию и взаимодействие между службами предприятий. При совместной работе нескольких компаний также потребуется эталонная архитектура, учитывающая перспективы развития промышленности. Гарантировать безопасный обмен информации будет эффективная и надежная сетевая инфраструктура с широкополосной связью.

Кадровый вопрос

«Индустрия **4.0**» окажет влияние и на социальную организацию труда. Уже сейчас в некоторых отраслях промышленности не хватает молодых и квалифицированных сотрудников - особенно актуальна эта проблема для таких стран, как Германия, где очень высок процент старого населения (второе место в мире), а средний возраст работников производств составляет **40–45** лет. Чтобы демографические изменения прошли как можно более гладко и это не сказалось на производительности сотрудников, в Германии планируют эффективно использовать существующие резервы рынка труда - например, увеличив долю женщин и пожилых людей в сфере занятости. Ведь, по данным исследований, производительность человека зависит не от возраста или пола, а от организации рабочих мест и того, в каком положении сотрудник выполняет свои обязанности. Чтобы обеспечить высокую производительность, необходимо также контролировать и при необходимости изменять здравоохранение, обучение, модель карьерного роста и структуру команд. Для этого требуется трансформировать и систему образования. Таким образом, влияние на конкурентоспособность немецких компаний в рамках «Индустрии **4.0**» окажут не только юридические и технические факторы, но и организация социальной инфраструктуры.

Изменится и отношение человека к технологиям и окружающей среде, ведь появится возможность выполнять работу на заводе удаленно, с помощью виртуальных рабочих мест и мобильных устройств с удобными мультимодальными интерфейсами. Не менее важное значение будут иметь проектные модели с высокой степенью саморегуляции и управленческими решениями: сотрудники смогут свободнее принимать собственные решения, регулировать свою нагрузку и активнее участвовать в производстве.

Эффективное энергопотребление

На современном производстве некоторое оборудование остается включенным во время перерывов в работе, что позволяет быстро запустить производственный процесс после выходных, но при этом приводит к большим тратам энергии. Около **90%** мощности, израсходованной в перерыв, приходится на такие объекты, как роботы (**20-30%**), экстракторы (**35-100%**), лазерные источники и их системы охлаждения (**0-50%**). Например, в течение простоев сборочная линия кузова транспортного средства, на которой используется лазерная сварка, потребляет **12%** от общего количества энергии.

На «умном» предприятии роботы будут отключаться во время коротких перерывов, а в течение длительных - находиться в режиме ожидания **Wake-On-LAN**. Экстракторы смогут настраивать в зависимости от текущих условий двигатели с регулируемой скоростью, а лазерные источники будут заменены на новые системы. Повысить энергоэффективность упомянутой сборочной линии поможет

координированное включение и отключение узлов. В результате общее потребление энергии можно будет снизить примерно с **45000** до **40000** кВт (на **12%**), а расход энергии во время перерывов сократить на **90%**. При этом важно учитывать, что обеспечить энергоэффективность необходимо еще в самом начале проектирования **CPS**.

Соотношение затрат и рисков модернизации производства пока остается не очень привлекательным, но в дальнейшем такой подход станет техническим стандартом для разработки механизмов в рамках «Индустрии **4.0**».

Развитие цифровой промышленности США

Анализ показывает, что сегодня практически все компании США в целях минимизации затрат, не препятствующих снижению производительности труда и получению уникальных **технологических и конкурентных преимуществ**, формируют стратегии трансформации производственных технологий, продуктов и услуг в цифровые форматы. Это означает, что производственные процессы ориентируются на новые операционные модели, **а компании становятся цифровизированными и автоматизированными** (**Model-Based Enterprise**, **Digital Enterprise**, **Smart Factory**).

Цифровые технологии позволяют формировать параллельные цепочки выпуска продукции, состоящие из модельных дубликатов производства и соответствующих бизнес-моделей. Для работы с дубликатами требуется объединение реального и виртуального контентов процессов производства в дополненную реальность. Это позволяют осуществлять **BIM** (**Building Information Model**) и прочие технологии моделирования, а также блокчейн-технологии создания распределенных реестров записей. На основе полученной программно-модельной (дополненной) реальности можно оптимизировать пуско-наладку процессов производства продукции, а в целях запуска и отработки реальных технологических линий переносить результаты в производственную среду. **Внедрение цифровых технологий требует цифровой трансформации бизнес-процессов компаний.**

По мере того, как происходит цифровизация, ведущие компании внедряют на рынках инновационные бизнес-модели, основанные на специфических технологиях очередного этапа цифровизации. За счет этого они формируют новые предложения стоимости продукции и изменяют правила конкуренции по секторам деятельности.

Так, компания **Google** усовершенствовала рекламу, компания **Amazon.com** - ретейл, компания **Uber** предложила новый формат услуг на транспорте, компания **Social Finance** (**SoFi**) изобрела новые финансовые инструменты. Другие компании, которым не удалось трансформировать бизнес-модели, потеряли клиентов или перестали существовать, тогда как доминирующие в цифровизации компании получили дальнейшее развитие в конкурентных секторах рынка. Отмеченная выше динамика прослеживается на всех этапах цифровизации компаний США.

В результате этого происходит как технологический прорыв во многих секторах бизнеса, так и обновление перечня крупных по рыночной стоимости компаний. Драйвером цифровизации является промышленный интернет вещей и интерактивные технологии для обучения и бизнеса, ориентированные на применение в компаниях, которые разрабатывают, производят, продают и эксплуатируют продукцию. На повестке дня стоит внедрение технологий искусственного интеллекта, включая отрасли, использующие нанотехнологии, робототехнику, цифровую биологию и химию.

Цифровые технологии не развиваются в изоляции от технологий более ранних этапов цифровизации, а сами этапы этим не исчерпываются. Так, все больше и больше цифровизируется контент дополненной и виртуальной реальности (от газет до видео), а сфера цифровых услуг продолжает расширяться в диапазоне от электронной коммерции до мобильных платежей и блокчейнов, при этом искусственный интеллект совершенствует все предыдущие технологии.

Однако лидерство компании на отдельном этапе цифровизации не гарантирует ее лидерства в течение всего ее жизненного цикла. Так, например, компания **Yahoo!** была среди лидеров первоначального этапа цифровизации контента, однако она не смогла закрепить свой успех, в то время как компания **Google**, которая появилась на том же этапе развития, постоянно укрепляла свои позиции в полном соответствии с новыми цифровыми технологиями. Компании **General Electric Co.** И **General Motors Co.** закрепили за собой право быть лидирующими компаниями путем цифровых стартапов в секторах промышленного интернета вещей и автомобильных рынков.

Опыт крупных американских компаний показывает, что в современных условиях ведения бизнеса руководителям важно понимать не только перспективы эффективности внедрения цифровых технологий, но и специфику их применения, а также гарантировать, что главные лица компаний располагают стратегией, отвечающей на эти и другие запросы рынка. Отдельные компании, которые не находятся в лидирующем секторе цифровизации бизнеса, могут позволить себе только на внедрение точечных решений, относящихся к основным высокоэффективным технологиям, в число которых входят, например, веб-сайты, мобильные приложения, предложения электронной торговли, присутствие в социальных СМИ и др.

Развитие цифровой промышленности Китая

Цифровой экономикой уже сейчас охвачено **30,6%** ВВП Китая. Благодаря ей в стране удалось создать **2,8** млн. новых рабочих мест и обеспечить ежегодный рост занятости на **21%**. Несомненно, цифровая экономика стала самой оживленной областью экономического развития Китая за последние годы. В **2017** г. о ней впервые упомянули в отчете о работе правительства. Ее стали считать новой силой, ускорившей рост и развитие экономической жизни Китая. Уже самые первые результаты развития цифровой экономики Китая показали всему миру громадный потенциал и привлекательность скачкообразного роста науки и техники.

Всего за каких-то несколько лет в Китае невероятную популярность получили мобильные платежи. Они перешагнули эпоху банковских карт, на формирование которой ушли десятки лет. В городах первой и второй линий больше не требуются платежные терминалы (информационно-управляющая система в месте продажи), а для проведения подавляющего большинства повседневных транзакций достаточно всего лишь мобильного телефона.

Сегодня с помощью мобильного телефона люди могут получать консультации врачей, оплачивать воду и электричество, решать вопросы, возникающие во время автомобильных аварий, а в случае таких стихийных бедствий, как тайфуны и грозы, можно информировать и предупреждать все население. Цифровая информация берется у людей и используется для их же блага.

3.3 ЦИФРОВЫЕ (КОМПАНИИ) РЕШЕНИЯ МИРА В ОТРАСЛЯХ ЭКОНОМИКИ

В **2018** году Аналитики агентства **The Boston Consulting Group** (**BCG**) подготовили ежегодное исследование самых инновационных компаний в мире. Также есть многочисленные ресурсы, бизнес-издания, которые формируют различные рейтинги крупнейших компаний в области **IT** и цифровизации.

Анализ данных рейтингов позволяет сказать, что именно эти компании формируют глобальную цифровую стратегию развития мировой экономики.

Самые инновационные компании 2018 года

1 Apple	1 Airbnb	1 Siemens	1 Intel	1 3M
1 Google	1 SpaceX	1 Unilever	1 NTT Docomo	1 SAP
1 Microsoft	1 Netflix	1 BASF	1 Daimler	1 DuPont
1 Amazon	1 Tencent	1 Expedia	1 AXA	1 InterContinental Hotels Group
1 Samsung	1 Hewlett Packard	1 Johnson&Johnson	1 Adidas	1 Disney
1 Tesla	1 Cisco Systems	1 JPMorgan Chase	1 BMW	1 Huawei
1 Facebook	1 Toyota	1 Bayer	1 Nissan	1 Procter&Gamble
1 IBM	1 General Electric	1 Dow Chemical	1 Pfizer	1 Verizon
1 Uber	1 Orange	1 AT&T	1 Time Warner	1 Philips
1 Alibaba	1 Marriot	1 Allianz	1 Renault	1 Nestle

Цифровые решения мира в отраслях экономики

Горнодобывающая и обрабатывающая промышленность

Австралия - **«BHP Billiton»** - одна из крупнейших в мире горнодобывающих компаний и обусловлено это развитием современных технологий, в частности автоматизированных и сенсорных систем и тем, что это развитие сочетается с необходимостью разработки более сложных, глубоких и бедных рудных тел.

Скважина **BHP Billiton**

Кроме того, в последние пару лет в **«BHP Billiton»** занялись совершенствованием и выстраиванием на своих предприятиях рабочих процессов. «Стимул - изменить основные рабочие процессы и системы добычи - от карьера до порта; организовать производственные процессы в соответствии с процессами технического обслуживания; разработать стандарты последовательности и эффективности выполнения работ. Все это ориентировано на устранение каких-либо производственных несоответствий перед внедрением технологий автоматизации».

Наибольшие сложности всегда вызывает процесс внедрения инновационных решений, именно поэтому необходима обширная программа испытаний и оптимизации: внедрение новых технологий на определенных предприятиях, организация работы центров удаленного контроля, систем автоматизированных самосвалов, бурения, изучение альтернативных методов добычи и различные способы оценки и моделирования рудного тела.

В целом можно сказать, что на данный момент основное направление развития автоматизированных технологий добычи закреплено на системах транспортировки материала, в частности самосвалах. Однако это направление не единственное.

Активно идет разработка и производство удаленно-управляемой техники, в частности погрузчиков, а также автоматизация процессов переработки и обогащения минерального сырья. Например, развивается область автоматизация процессов дробления и классификации, которые бы могли обеспечить высокую производительность и безопасность, что в свою очередь положительно влияет на оптимизацию и эффективность работы комбината по переработке и обогащению минерального сырья. Внедрение разработок в области автоматизированных средств коснется дронов и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), используемых на рудниках. Это связывается со строительством и развитием центров удаленного контроля. В частности, БПЛА будут применять для изысканий, картографирования, отслеживания техники, мониторинга состояния рудника и инфраструктуры и т.д.

Канада - Dundee Precious Metals - канадская международная горнодобывающая компания, занимающаяся приобретением, разведкой, разработкой, добычей и переработкой драгоценных металлов.

Золотой и медный рудник Челопеч в Болгарии канадской компании **Dundee Precious Metals** (**DPM**) является одним из ярких примеров успешного внедрения элементов Индустрии **4.0** в горнодобывающем секторе.

В **2010** году в **DPM** осознали, что большие ограничения для управляющих шахтами заключались в том, что они не могли обладать актуальной информацией о добыче до конца каждой восьмичасовой смены, когда контролеры заполняли бумажный отчет. Если во время смены происходило какое-либо прерывание процесса, они узнавали об этом значительно позже, поэтому они часто не могли решить появившуюся проблему, что влияло на объем добычи.

Руководство компании решило, что, если управляющие могли бы обладать всеми необходимыми данными в режиме реального времени (к примеру, местоположение шахтеров и оборудования, статус транспортного средства и количество заполненных тележек), это бы способствовало достижению поставленных производственных целей.

DPM развернули унифицированную беспроводную сеть **Cisco** в шахте в качестве основы для решения, со специальной антенной с частотой **2,4** ГГц и

разработанным приложением по эксплуатации горных работ. **RFID**-метки на транспортных средствах и касках шахтеров позволяют отслеживать активы и людей, а **IP**-телефоны и планшеты осуществляют связь и совместную работу как на поверхности, так и под землей. Другие системы, такие как конвейерная система, взрывная система, освещение, вентиляция и электричество также связаны единой сетью.

С внедрением новых технологий на руднике стали возможными множество улучшений. Знание точного местоположения и состояния транспортных средств позволяет руководителям оптимизировать некоторые процессы. Например, водители могут получать уведомления об изменениях маршрута, чтобы забрать побольше руды. Вместо того, чтобы оставлять машины без дела, они могут быть эффективно перераспределены. Контроллеры смены и водители могут видеть, сколько тележек было опорожнено и сколько еще необходимо. Если проблема с транспортным средством угрожает производственным целям, совместное с экспертами использование видео в реальном времени может обеспечить максимально быстрое решение проблемы.

В дополнение к улучшению рабочих характеристик были также достигнуты улучшения в области безопасности, энергии и производительности активов.

Безопасность. Сигналы с **RFID**-меток на касках и транспортных средствах использовались для определения местоположения людей и машин, которые затем были наложены на **3D**-карту. Интеграция системы взрывных работ с системой отслеживания людей позволяет гарантировать, что взрывные работы не будут производиться до тех пор, пока каждый человек не выйдет из шахты.

Экономия энергии. Благодаря способности отслеживания людей можно также снизить затраты на энергию, регулируя вентиляционные системы, освещение и мощность, исходя из того, находятся ли там люди. Кроме того, отслеживание транспортных средств позволяет сократить неэффективные маршруты и частичные нагрузки.

Эффективность активов. Непрерывная передача и мониторинг данных о характеристиках машины, таких как давление в двигателе и шинах, число оборотов в минуту, количество выгруженных ковшей позволяют производить ремонт транспортных средств, в тех случаях, когда показатели выходят за пределы допустимых диапазонов

Если транспортное средство не готово выйти на линию, оно отправляет уведомление руководителям, чтобы можно было использовать другое транспортное средство.

На данный момент **DPM** удалось достичь увеличения ежегодного объема добычи с **0,5** млн. тонн до **2** млн. тонн, т.е. роста в **400%**, вместо запланированного в начале проекта **30%**.

Промышленность

Германия - Siemens AG - немецкий конгломерат, работающий в области электротехники, электроники, энергетического оборудования, транспорта, медицинского оборудования и светотехники, а также специализированных услуг в различных областях промышленности, транспорта и связи.

Возможности «Сименс» для цифровой трансформации промышленных производств

Специалисты определяют ряд признаков наступления четвертой промышленной революции, среди которых выделим следующие:

1. Взрывное распространение облачных решений с технологиями обработки «больших данных» (**big data**), которые позволяют выявить закономерности, не распознаваемые человеком. Это можно использовать в промышленности для предиктивного технического обслуживания, приведения потребительских качеств продукции в соответствие с требованиями клиентов, проактивного управления рисками и др.
2. Широкое применение моделеориентированных технологий, которые обеспечивают автоматическую оптимизацию и быструю переналадку производств. Это позволяет реализовать кастомизацию, т. е. учет индивидуальных требований заказчика, и в итоге дает возможность перейти к продвижению продукта как сервиса, что является характерным трендом для цифровой экономики в целом.
3. Глобальное присутствие киберфизических систем, самостоятельно передающих информацию в «Интернет вещей» (**Internet of Things, IoT**), которое обеспечивает получение достоверной информации о состоянии производства и позволяет принимать качественные решения.

Часто употребляемое понятие **Industry 4.0** («Индустрия **4.0**»), впервые публично озвученный в **2011** г., - это название немецкой инициативы, направленной на поддержание конкурентоспособности промышленных предприятий за счет перечисленных технологий.

Основой «Индустрии **4.0**» является цифровое, или «умное», производство (**Smart Factory**) - условное предприятие будущего, которое сочетает в себе преимущества массового выпуска с возможностью единичного изготовления продуктов по индивидуальным требованиям конкретных клиентов, автоматическим обеспечением максимального качества изделий и минимальными затратами на их создание.

Таким образом, технологическая суть «Индустрии **4.0**» - это автоматизированная оптимизация производственных процессов. Есть два глобальных сценария ее реализации. В первом, варианте реализуются мероприятия, направленные на развитие и совершенствование производства, которые принесут определенные преимущества. Во втором варианте – с использованием исторических данных определяется эффективность проводимых мероприятий для получения необходимого результата.

Чтобы в условиях современной экономики развивать **Smart Factory** по второму сценарию, «Сименс» предлагает решения для внедрения вышеупомянутых технологий «Индустрии **4.0**».

1. Платформа **MindSphere**, которая обеспечивает доступ к «большим данным» и инструментам их обработки.

2. Платформы **COMOS** (для непрерывных процессов) и **TeamCenter** (для дискретных процессов), позволяющие реализовать на предприятии моделеориентированный подход.
3. Платформа **SIMATIC**, ряд платформ в приводной технике, а также контрольно-измерительные приборы и автоматика для широкого использования киберфизических систем.

Реализация Smart Factory

Цепочку создания продукта на промышленном предприятии можно разбить на следующие фазы:

1. Разработка продукта.
2. Планирование производства.
3. Подготовка производства и инжиниринг.
4. Собственно производство продукта.
5. Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР).

Облачные приложения для анализа данных

Открытая платформа для построения "Интернета вещей": MindSphere

На каждой из этих фаз, в зависимости от конкретного производства, используются свои наборы компонентов, инструментов, технологических установок и решаются специфические задачи. При этом на всех этапах происходит взаимодействие с внешними и внутренними поставщиками, что является отдельной задачей оптимизации. Это то, что происходит в реальном мире.

Для построения **Smart Factory** необходимо создать отражение этой цепочки в виртуальном мире, состоящее из цифровых двойников (**digital twin**) объектов и процессов реального мира. Чтобы с помощью такой виртуализации производственных процессов получить экономический эффект, потребуются инструменты для работы с этими цифровыми двойниками и для объединения реального и виртуального миров.

Сегодня в мире существует всего несколько вендоров, способных предложить полный портфель инструментов для всей цепочки жизненного цикла предприятия. Одним из таких поставщиков является компания «Сименс». В основе ее

комплексного предложения лежит единая информационная платформа, также служащая средством коллективной разработки. Для непрерывных отраслей промышленности предназначена платформа **COMOS**, а для дискретных - **TeamCenter**.

Единая объектно-ориентированная информационная платформа способна хранить все данные о **Smart Factory** и в любой момент жизненного цикла предоставлять эту информацию участникам процесса в целостном и непротиворечивом виде. По сути, это база данных, которая содержит сведения обо всех объектах производства и вместе с тем является платформой для набора программных инструментов, предназначенных для работы с цифровыми двойниками на том или ином этапе жизненного цикла.

Для оптимизации жизненного цикла предприятия на верхнем уровне «Сименс» разработал открытую облачную платформу **MindSphere** с набором аналитических инструментов, которые позволяют не только аккумулировать огромные массивы данных, генерируемые любым производством, но и эффективно их обрабатывать. Благодаря этому можно уменьшить затраты, повысить добавленную стоимость продукции, оптимизировать ТОиР и т. д.

Разработка продукта

В общем случае все начинается с разработки продукта. В единую информационную базу вносится спецификация будущего изделия. Для него разрабатывается проектная документация - например, с помощью пакета **NX** от «Сименс». Затем изготавливается пилотный образец, который испытывается на соответствие заявленным и ожидаемым характеристикам. Если выявляются несоответствия, то в первоначальную конструкцию вносятся коррективы, опытный образец создается и подвергается тестированию повторно, и так может быть не один раз. Если речь идет об изготовлении не элементарного болта, а, например, кофе-машины, то все эти итерации в масштабах предприятия приносят существенные финансовые потери и затраты времени на выпуск продукции.

С помощью программного обеспечения (ПО) «Сименс» можно провести все испытания на цифровых моделях: заранее проверить моменты механической совместимости узлов и протестировать планируемые нагрузки, выявить несанкционированные области перегрева, выполнить электромагнитные испытания, зафиксировать ошибки внутреннего кода, без необходимости изготавливать опытный образец «в железе».

В ряде отраслей конструирование изделия неспецифично - например, для переработки нефти и газа, плавки металла и др. Для таких применений в портфеле «Сименс» есть программные пакеты, предназначенные для моделирования различных сред. Полученные этими инструментами данные с помощью интеграции могут передаваться в системы управления рецептурной продукцией, что также позволяет оптимизировать дальнейшее производство.

Таким образом, после некоторого количества виртуальных итераций можно получить отлаженную и подходящую цифровую модель будущего продукта, которая и называется цифровым двойником.

Планирование производства

На втором этапе с помощью ПО «Сименс» можно полностью спроектировать будущее производство и провести моделирование его параметров.

Инструменты «Сименс» позволяют эффективно моделировать не только роботов, конвейеры, экструдеры, прокатные станы и прочие механизмы, но и биомеханику человека. Благодаря этому можно оценить трудозатраты персонала и степень усталости человека, а также выявить риски взаимодействия сотрудника с коллаборативными механизмами. Программное обеспечение «Сименс» позволяет заранее оценить эргономичность различных производственных операций и риски для здоровья сотрудников.

Используя цифровые модели механизмов, технологических установок и персонала, можно смоделировать работу целых производственных участков и цехов, а также сопряженных логистических цепочек. Это позволяет заранее определить, сколько времени потребуется на изготовление единицы продукции, предотвратить ситуации, когда механизмы могут нанести повреждения персоналу, выстроить потоки материалов и заблаговременно понять, какой запас сырья является оптимальным и будет гарантировать ритмичную работу **Smart Factory**.

Если говорить про непрерывные технологические установки (такие как электростанции, химические реакторы, печи), то их также можно описать в системе **COMOS** и построить полный цифровой двойник, включая технологическую часть, логику управления, электрические схемы, автоматизацию, **3D**-визуализацию и т. д.

Объектно-ориентированная платформа **COMOS** позволяет, единожды создав технологический узел (например, привод-мешалку), затем многократно использовать его в различных частях проекта. При этом **COMOS** будет автоматически следить за непротиворечивостью характеристик и трансформировать представление объекта. Перетягивая способом **drag-and-drop** этот привод-мешалку из перечня объектов, можно получить различные графические представления узла - на технологической, однолинейной схемах или схеме электрических подключений. Все это выполняется без участия человека, что экономит время и инженерные ресурсы и является формой оптимизации жизненного цикла предприятия.

Имея полную модель технологической установки, можно заранее испытывать на ней различные режимы работы, в том числе пограничные, без какого-либо риска техногенных катастроф или травматизма персонала.

Также можно заранее, когда технологическая установка еще только строится, приступить к обучению персонала, погружая людей в виртуальную реальность при помощи аватара или виртуальных очков.

Благодаря инструменту виртуальной реальности **COMOS Walkinside** будущий сотрудник может ознакомиться с расположением производства, подойти к любому технологическому узлу. При этом ему будут доступны параметры процесса, генерируемые цифровой моделью технологической установки. Сотрудник может мгновенно получить доступ к технической документации на узел, к которому он «подошел», в несколько кликов понять логику работы, а переключившись на технологическую схему, быстро разобраться, фрагментом какой технологической цепочки является интересующий его объект.

В итоге мы получаем полный цифровой проект и можем приступать к созданию производства в реальном мире.

Обучение сотрудников с помощью виртуальной реальности

Подготовка производства и инжиниринг

На этапе детального проектирования производства появляется прикладное ПО для АСУ ТП, реализующее логику управления технологическими процессами, разрабатываются операторские интерфейсы. Все это требует многомесячного труда квалифицированных программистов.

Технологии «Сименс» позволяют генерировать программный код автоматически, на основе цифровых моделей технологического оборудования, созданных на разных этапах жизненного цикла предприятия. Подобный код для промышленного логического контроллера можно загрузить как в физический контроллер, так и в его цифровую копию. И, соответственно, затем перенести в виртуальную реальность отдельные этапы пусконаладки, оберегая дорогостоящее технологическое оборудование от повреждений.

Возможен также вариант, когда шкафы с автоматикой уже прибыли на строящийся объект, а технологическая установка еще не готова. В этом случае можно подключить физические системы управления к шлюзовому устройству **SIMBA**, которое будет имитировать присутствие реального «поля» на основе модели технологии, созданной, например, при помощи пакета **SIMIT** от «Сименс».

Использование таких технологий существенно сокращает время ввода промышленных объектов в эксплуатацию.

Производство продукта

С момента, когда начинается выпуск продукции, критически важным становится сбор всех данных с максимального количества производственных участков. Чем больше данных мы соберем, тем более достоверную картину получим и тем качественнее будет оптимизация производственных процессов.

Для этих целей предназначен такой инструмент «Сименс», как **WinCC Open Architecture** (**WinCC** OA). Для традиционных решений подойдут ПО **WinCC Flexible** и **WinCC Classic. WinCC OA** - это **SCADA**-система с открытой архитектурой, позволяющая собирать огромное количество данных со множества устройств (не

только производства «Сименс», используя большое количество протоколов, включая специализированные.

Основной задачей **WinCC OA** является объединение разнородных систем управления предприятием (в том числе уже существующих) в единую информационную среду, которая качественно улучшает аналитику данных и принятие производственных решений.

Важное качество **WinCC OA** - кастомизируемость, готовность учитывать индивидуальные требования промышленных предприятий в различных отраслях. Гибкость **WinCC OA** позволяет применять ее даже для нестандартных объектов, например Большого адронного коллайдера в ЦЕРНе. В части кастомизируемости **WinCC OA** обладает целым рядом возможностей: создание алармов, зависимых от пользователя, абсолютно вариативное представление трендов и экранных форм, включая **3D**, формирование отчетов, соответствующих специфическим отраслевым или национальным требованиям.

На базе **WinCC OA** можно строить локализованные решения и создавать производные **SCADA**-пакеты, учитывающие отраслевую и иную специфику. Сам «Сименс» создал таким образом **SCADA**-систему **Disigo CC**, спрофилированную под автоматизацию зданий и сооружений, где акцент сделан на управление климатом, контроль периметра и другие моменты, характерные для такого применения. При этом степень локализации полученного программного продукта может достигать **60%**, а объем программного кода, написанного, не будет превышать **5%**, что является важным требованием.

Для данного этапа жизненного цикла **Smart Factory** у «Сименс» есть и множество других инструментов дигитализации: например, система **RFID**-меток, с помощью которой можно автоматизировать складскую логистику и обеспечить прослеживаемость производственных цепочек; **MES/MOM**-системы и системы безопасности.

Техническое обслуживание и ремонт

Если предприятие уже работает и есть надобность обеспечить исправность всех процессов, необходимо заняться сервисом, или ТОиР.

С помощью описаний технологических объектов, которые были созданы в единой информационной платформе **COMOS** на предыдущих стадиях жизненного цикла, можно автоматизировать и оптимизировать ТОиР.

При описании любого объекта в **COMOS** можно разработать план его технического обслуживания. Это может быть заранее определенный график или обслуживание в зависимости от наработки. Но концепция **Smart Factory** диктует нам по возможности чаще применять обслуживание по фактическому состоянию оборудования, на основе предиктивного анализа. Этот подход позволяет не останавливать производство на обслуживание агрегата в то время, когда он находится в хорошем техническом состоянии, что дает существенную экономию для предприятия. Примером платформы для реализации предиктивного анализа является **SIPLUS CMS** от «Сименс».

Если регламент ТО технологического узла определен, **COMOS** позволяет автоматически формировать заявки на ТОиР в оптимальный для ритмичности производства момент. Назначенному персоналу предоставляются пошаговые перечни операций, которые необходимо выполнить, - с выводом, например, на

экран планшета. Благодаря меткам технологических узлов сервисный инженер мгновенно получает доступ к технической документации на нужное оборудование или историю обслуживания интересующего устройства.

Выполнение ТОиР с помощью **COMOS**

Кроме того, **COMOS** позволяет автоматически протоколировать выполняемые операции, выявлять «узкие» места в технологической цепочке, предотвращать наиболее вероятные отказы и осуществлять внешние услуги и инспекции, имеет возможность интеграции с **ERP** для автоматического поддержания необходимого склада запасных частей и инструментов, а также имеет ряд других функций.

MindSphere

Дополнительный и значимый эффект в части оптимизации жизненного цикла **SmartFactory** можно получить благодаря использованию открытой облачной платформы **MindSphere**.

MindSphere дает возможность подключать к облаку машины, установки и любые парки оборудования, в том числе распределенного, независимо от производителя. Получать данные от устройств третьих производителей позволяют открытые стандарты и интерфейсы.

Для подключения оборудования «Сименс» вывел на рынок ассортимент так называемых коннектор-боксов (**connector box**), которые обладают рядом конкурентных преимуществ: функциями буферизации и предварительной обработки информации, возможностью конфигурирования в режиме **plug-and-play** (например, коннектор-бокс **MindConnectNano**), а также низкой стоимостью.

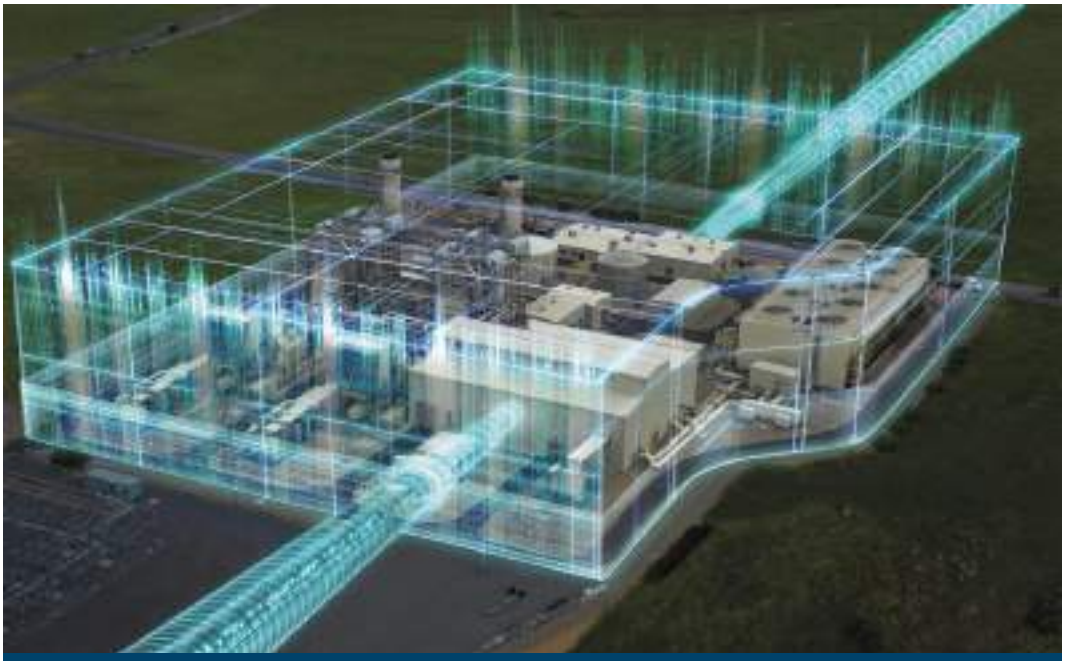
Данные передаются в облако в зашифрованном с помощью **256**-битного ключа виде. При этом нужно понимать, что **MindSphere** - это не облако, а облачная платформа (**PaaS**), которая, как сервис, позволяет использовать удобные облака. В настоящее время основными ЦОДами для **MindSphere** являются **Atos SAP**, **Amazon AWS** и **Microsoft Azure**. Концептуально ЦОДом может служить и частное облако.

Возможность использования выгружаемых данных третьей стороной исключается также рядом других мер защиты, таких как.

1. Невозможность внешнего доступа к устройствам клиента (входящее соединение с ними неосуществимо).
2. Передача данных от устройства только после установки безопасного **HTTPS**-соединения с облаком.
3. Должен быть открыт только определенный исходящий порт для подключения к **Siemens Cloud Integrity**.
4. Все доступы требуют аутентификации через пароль.
5. Данные разных клиентов хранятся раздельно и т. д.

В облаке данные могут анализироваться с помощью множества приложений. **MindSphere** - открытая экосистема. В ней есть приложения (**MindApps**) от «Сименс», в которые компания вложила свою отраслевую компетенцию. Но большинство приложений разрабатывается сторонними компаниями, экспертами в той или иной технической либо технологической области. Эти приложения дают возможность прогностического обслуживания, управления энергетическими данными, оптимизации ресурсов, онлайн-управления распределенными парками оборудования и т. д.

Можно провести прямую аналогию с использованием смартфонов, когда мы с помощью **Google Play** или **App Store** выбираем и устанавливаем приложения, решающие именно наши задачи, устраивающие именно нас своей функциональностью и нравящиеся именно нам. Количество приложений в магазине (**Market Place**) облачной платформы **MindSphere** постоянно растет, среди них есть и бесплатные. При этом концепция **MindSphere** является сервисной и кастомизированной, что позволяет разрабатывать и доставлять приложения, созданные на основе индивидуальных требований конкретного заказчика.



Smart Factory с использованием концепции **MindSphere**

Если отдельное предприятие по каким-то причинам не готово передавать данные в облако, можно выполнять аналитику и на «заводском» уровне - например, с использованием инструментария уже упомянутого **WinCC OA**. Но если предприятие принимает решение о загрузке данных в **MindSphere**, оно получает доступ к широкой компетенции, выходящей далеко за пределы «Сименс». Таким образом, у **Smart Factory** появляется необходимое количество экспертного потенциала в виде искусственного интеллекта без дополнительных затрат на привлечение дорогостоящих услуг в традиционном форм-факторе.

Важен также и следующий экономический аспект. Использование **MindSphere** позволяет существенно снизить капитальные расходы (**CAPEX**) на построение собственных ЦОДов (серверное, сетевое оборудование, ПО и др.).

Обычно это долгосрочные и циклические инвестиции, поскольку актуальный по вычислительным мощностям на момент внедрения комплект по прошествии **5–10** лет перестает удовлетворять быстрорастущим требованиям (или поддерживаться производителем). Таким образом у предприятия ограничена способность гибко реагировать на запросы рынка, в то время как **MindSphere** позволяет быстро менять вычислительные мощности по мере увеличения спроса. К тому же при использовании **MindSphere** затраты потребителя смещаются в сторону операционных расходов (**OPEX**), что положительно сказывается на налогообложении.

Химическая промышленность

Германия - **BASF Societas Europaea** - крупнейший в мире химический концерн. Химикаты, пластмассы, специальные продукты, средства защиты растений, а также нефть и природный газ.

Концепция, лежащая в основе экосистем, не является чем-то новым для **BASF**. Она имеет центральное значение для принципа **«Verbund»** (интеграции), который представляет собой традиционно наиболее сильную сторону компании. **Verbund** придает особое значение интеллектуальной интеграции не только промышленных предприятий, логистических потоков и инфраструктуры, но также и экспертных знаний и спроса. Принцип заложил прочные основы для запуска **«BASF 4.0»**, комплексной цифровой инициативы, результаты которой повышают эффективность и обеспечивают рост.

Большая эффективность Инициатива управляет цифровой трансформацией во всех областях деятельности компании. Ключевой областью является «умное производство». Приложения дополненной реальности оказывают поддержку лицам, работающим в производственной отрасли, в их повседневной деятельности. Они сокращают время переналадки и период оборачиваемости активов, помогая сделать задачи осязаемыми и реальными, а данные мгновенно доступными в нужное время и в нужном месте.

Компания **BASF** ставит целью внедрение технологий дополненной реальности на более чем **400** заводах по всему миру. Прогнозное техническое обслуживание развивается в том же направлении и будет применяться на **100** крупных производственных объектах. Оно связано с проектированием кривой рабочих характеристик критически важных машин и оборудования. Эти данные используются для запуска работ по техническому обслуживанию или корректировки параметров рабочего процесса. Одним из основных направлений в области цифровизации в НИОКР является научное моделирование и симуляция с использованием высокопроизводительных машин.

Суперкомпьютер **BASF Quriosity** поможет сократить время вывода на рынок, позволяя обрабатывать больший объем и намного более сложные симуляции и модели, исследуя ранее неизвестные взаимоотношения, что повысит эффективность **BASF** с точки зрения продолжительности цикла и получения результатов. Примеры предусматривают симуляции промышленных катализаторов и продукции для защиты посевов. Важно повысить эффективность использования катализаторов - и, следовательно, устойчивость - за счет сокращения объемов поступающего сырья и образования меньшего количества отходов. Также крайне важно, чтобы продукция для защиты посевов действовала эффективнее и более целенаправленно, чтобы добиться лучшего соответствия текущим и будущим требованиям.

BASF также использует цифровые технологии для повышения доступности и прозрачности данных во всей цепочке поставок, что позволит повысить надежность поставок и построить более тесные отношения с клиентами, поставщиками и стратегическими партнерами.

Сотрудничая с партнерами в цепочке поставок посредством интегрированной экосистемы, **BASF** обретает видимость в режиме реального времени и способность обеспечить упреждающее управление информацией, одновременно повышая быстроту реагирования на требования клиентов и получая устойчивый рост бизнеса.

Активизация роста бизнеса Цифровые бизнес-модели открывают возможности для продажи новых услуг клиентам, включая новые потоки выручки помимо выручки от продукции химической промышленности. На данный момент компания **BASF** разработала более **50** таких моделей, многие из которых получили успешное завершение, предоставляя клиентам возможность сотрудничать при разработке спецификации продукции способами, которые ранее были невозможны. Например, портфель цифровых продуктов для фермеров **Maglis** компании **BASF** помогает им организовать работу на полях и поддерживает в принятии более информированных решений на протяжении всего года в вопросах производства и продажи зерновых культур.

Совместно с **BASF** фермеры могут создавать индивидуальные планы управления полями и культурами, которые позволяют управлять рисками и повышать урожайность. **BASF** отводит быстроте адаптации, итерационному улучшению и раннему вовлечению клиентов роль ключевых условий для полноценного использования возможностей цифровых технологий. Онлайн-платформа для подключения **OASE®** в газообрабатывающей промышленности поддерживает взаимодействие с клиентами в режиме реального времени, позволяя им симулировать и совершенствовать условия эксплуатации на заводах, получать аналитические результаты от использования сырья и предоставляет доступ к материалам для дистанционного обучения и получения информации общего характера.

Сотрудники компании **BASF** являются центральным элементом цифровой трансформации. Процесс охватывает **115 000** сотрудников в **13** производственных подразделениях, **7** функциональных подразделениях, три технологические платформы, четыре региона, шесть производственных комплексов **Verbund** и **347** дополнительных производственных объектов по всему миру. Разнородный портфель отраслей потребления и бизнес-решений требует сбалансированного подхода к цифровизации. В **BASF** директор по цифровым технологиям подчиняется непосредственно генеральному директору и обеспечивает создание цифровой экосистемы в тесном согласовании с сильной ИТ-базой.

Принцип **Verbund** (интегрированных производственных площадок) служит в качестве стратегического руководства в этом долгосрочном процессе трансформации. Создавая цифровые экосистемы и накладывая их на принципы **Verbund**, компания **BASF** возглавляет процесс цифровой трансформации в отрасли химической промышленности.

Инженерное дело, электротехника и автомобильная промышленность

Германия - Robert Bosch GmbH - группа компаний, ведущий мировой поставщик технологий и услуг в области автомобильных и промышленных технологий, потребительских товаров, строительных и упаковочных технологий.

Комплексные программные решения «Индустрии **4.0**» делают трудовые процессы легче, при этом технологические процессы становятся более транспарентными и эффективными. Завод будущего способствует своевременной адаптации к меняющимся рыночным условиям и требованиям. Требования потребителей смещаются от массовой продукции к индивидуализированным, высококачественным изделиям.

В условиях быстро развивающихся рынков, жизненные циклы продукции становятся все короче. Следовательно, производственные компании стремятся сократить сроки технического обслуживания и затраты на ремонт, а также добиться более высокой доступности машин с меньшим временем простоя. Чтобы реализовать это видение, компаниям необходимы концепции гибкой и быстрой адаптации производства, когда машины непрерывно обмениваются данными со своей средой. Соединяя потоки создания ценности и объединяя сильные стороны людей и машин, производственные компании могут реагировать на текущие и будущие вызовы.

В промышленном секторе это подразумевает соединение всех потоков создания ценности - от закупок (источника) и производственных процессов (производство) до внутрипроизводственной логистики и внешней логистики (доставка). Но, прежде всего, на пути к связанной фабрики ключевую роль играют люди.

Высшая роль «Индустрии **4.0**» заключается в том, чтобы сделать повседневную работу проще для сотрудников, одновременно оптимизируя производственные мощности в плане прозрачности, качества, гибкости и производительности. Соответственно, «Индустрия **4.0**» является неотъемлемой частью стратегии Интернета вещей компании **Bosch**.

Компания реалиует экономию затрат в размере **1** млрд. евро при помощи собственных решений «Индустрии **4.0**».

Имея широкий портфель решений и услуг интеллектуального программного обеспечения «Индустрия **4.0**», **Bosch Connected Industry** направлена на предоставление решений, которые будут решать реальные проблемы. Все решения разработаны для поддержки операторов, технического персонала, начальников производственного участка и руководителей предприятия в их ежедневной работе. Соответственно, основное внимание уделяется простоте использования и модульной конструкции.

Основываясь на опыте пилотных проектов, подходящие решения получают дальнейшее развитие и как только они достигли рыночной зрелости запускаются на внешнем рынке. Глубокие знания и опыт позволили **Bosch** оптимальным образом осуществлять поддержку клиентов на протяжении всего процесса цифровизации от консультирования и выбора соответствующих решений до их реализации и поддержки компаний и персонала при работе с новыми инструментами.

Автомобилестроение

Германия - Daimler AG - транснациональный автомобилестроительный концерн.

Цифровая трансформация охватывает всю цепочку создания стоимости в Автомобильном подразделении **Daimler AG. «**Умное производство**» -** это общая целевая картина. Видение **Mercedes-Benz Cars:** Умное производство характеризуется очень высокой степенью гибкости. Оно прозрачно и чрезвычайно эффективно. Оно обеспечивает и улучшает качество продукции, а также производственные процессы посредством перспективных и самооптимизирующихся процессов гарантии качества.

На заводах с полностью гибкой конфигурацией все архитектуры транспортных средств и типы привода идут от одной и той же производственной линии. Все предприятия и отрасли, а также цепочки поставок с поставщиками образуют цифровую сеть в контексте умного производства. На основе цифровых двойников продуктов и продукции данные записываются и оцениваются в режиме реального времени.

Таким образом, ресурсы могут использоваться еще эффективнее. Цифровые методы поддерживают идею экологически чистого производства. Сотрудники работают на эргономически оптимизированных рабочих местах и процессах. Планирование заказов при поддержке больших данных выявляет и в оптимальной степени отвечает потребностям клиентов. Цифровизация фокусируется на пяти ключевых областях:

1. Всемирная **360-**градусная сеть для всех производственных площадок и машин, начиная с самых маленьких сенсоров.
2. Цифровая и непрерывная цепочка процесса, начиная с этапа разработки и производства до этапа послепродажного обслуживания.
3. Использование больших данных **-** все чаще в режиме реального времени **-** для обеспечения и дальнейшего повышения качества и эффективности.
4. Адаптируемые фабрики, которые могут быть преобразованы в новые серии за несколько часов.
5. Прозрачная «интеллектуальная цепочка поставок» с автоматическими транспортными системами, интеллектуально активированными корзинами продуктов и заводами с автоматизированной информационноуправляющей системой.

Во всем мире инициативы реализуются во всех пяти областях. Например, в области **360-**градусной связи используются **Wi-Fi** и отслеживание местоположения, а также программное обеспечение **Integra,** которое соединяет все производственные площадки и производственные линии друг с другом.

Что касается цифровой технологической цепочки, основное внимание уделяется цифровому развитию, планированию и симулированию. Одним из примеров является виртуальная сборочная станция **Station Avatar**, с помощью которой обеспечивается эргономика производства за счет виртуальной реальности на ранней стадии процесса разработки продукта. Еще одним примером использования является взаимодействие человека и робота, анализ больших данных, таких как прогнозное обслуживание, использование искусственного интеллекта и интеллектуальная логистика, например, **RFID**-чипы и беспилотные транспортные системы.

Несмотря на использование (или именно благодаря этому) таких чрезвычайно современных технологий, процесс цифровизации также включает трансформацию корпоративной культуры компании. **Mercedes-Benz Cars** уравнивает иерархии, тем самым достигая чрезвычайно высокой скорости процесса принятия решений.

Основное внимание уделяется людям в роли клиентов и сотрудников. Подразделение автомобильных операций **Mercedes-Benz** (**MO**) отвечает за производство автомобилей на более чем **30** площадках по всему миру.

В гибкой и эффективной производственной сети, где работает примерно **78 000** сотрудников, данное подразделение выполняет функции центрального органа, ответственного за планирование производства, **TECFACTORY**, логистику и управление качеством. Структура сети основана на производственных архитектурах переднеприводных (компактных автомобилей) и заднеприводных (например, **S-**, **E-** и **C-**класса) автомобилей, а также на архитектурах внедорожников и спортивных автомобилей.

Данные архитектуры сопровождаются производственной сетью для компонентов трансмиссии (двигатели, редукторы, оси, компоненты). Координатором каждой производственной сети архитектуры является ведущий завод, который выступает в качестве центра компетенции для новых запусков производства, технологий и контроля качества. Благодаря этой стратегии МО может обеспечить еще большую гибкость в процессе производства автомобилей и эффективность в сочетании с доказанным абсолютным качеством.

Отдел **Daimler** способен быстрее реагировать на изменения спроса, а также интегрировать электромобили в текущее серийное производство. Успех данного подхода очевиден: в результате высокого спроса на свою продукцию, компания **Mercedes-Benz Cars** установила новый рекорд производства в **2017** году, построив более **2,4** миллиона автомобилей. Это седьмой производственный рекорд подряд. Четвертая промышленная революция обеспечит дальнейшее развитие данной стратегии роста.

Электроэнергетика, авиационная промышленность

США - General Electric Aviation - американская многоотраслевая корпорация, производитель многих видов техники, включая локомотивы, энергетические установки (в том числе и атомные реакторы), газовые турбины, авиационные двигатели, медицинское оборудование, фототехнику, бытовую и осветительную технику, пластмассы и герметики, а также широкий спектр продукции военного назначения, от стрелкового оружия и бронетехники до военно-космических систем и ядерных боеголовок. Около пятой части доходов от продажи продукции и услуг составляют военные заказы федеральных властей США (без учёта иностранных заказов вооружения и военной техники).

Корпорация является одним из крупнейших производителей авиационных двигателей, использует **3D** печать для производства топливных форсунок для своих реактивный двигателей **LEAP**, которые используются на воздушных судах авиакомпаний **Boieng** и **Airbus**.

Электронный луч спаивает шаблоны слоев детали из кобальт-хромового сплава, обозначенных в трехмерной модели.

Использование аддитивных технологий при производстве форсунок позволило достичь следующих преимуществ по сравнению с традиционным методом производства:

1. Уменьшение веса – вес форсунок стал на **25%** легче
2. Упрощение дизайна - количество деталей, используемых для изготовления форсунки уменьшено с **18** до **1**.
3. Новые конструктивные особенности - более сложные пути охлаждения и опорные связки ведут к увеличению долговечности в **5** раз по сравнению с обычным производством.

Цифровая трансформация в GE (General Electric) не только трансформирует производительность внутри компании, но и обеспечивает трамплин для очередного роста промышленной производительности за пределами компании. Использование передовых цифровых технологий для трансформации производственных процессов и повышения эффективности приносит ощутимые результаты.

Цель **GE**, заключающаяся в получении **1** млрд. долл. США прибыли от роста производительности в период **2015-2020** гг. Выполнение этой цели является ключевым шагом на первом этапе цифровой промышленной стратегии **GE** - максимальное использование цифровых возможностей промышленного производства для стимулирования внутренней производительности и операционной эффективности. Компания назвала это явление **«GE** для **GE»**.

Полученные знания будут применены для обеспечения автоматизации и внедрения пакетных приложений, которые позволят клиентам воспользоваться новыми возможностями в рамках концепции **«GE** для Клиентов**»**. И наконец, концепция **«GE** для Мира**»** использует открытый инновационный подход, который доступен практически любой компании в любой категории промышленности за счет совместной работы над созданием продукта с помощью платформы разработки приложений **Predix** для промышленного интернета вещей. Инициатор цифровых перемен Внутри **GE** подразделение **GE Digital** выступает в роли «инициатора цифровых перемен», имеющего цель стать лучшей цифровой промышленной компанией в мире. Более совершенное управление эффективностью активов, обслуживание на местах и операционная эффективность стали основными направлениями цифровой инновации. Значительное внимание уделялось сенсорной технологии, технологии поглощения и управления данными, а также технологии прогнозного технического обслуживания. Достижения, например, можно наблюдать в области сбора данных и цифровизации многих ручных процессов, связанных с управлением перебоями в работе, реализованными командой обслуживания подразделения электроснабжения **GE**. Эта инициатива привела к снижению затрат примерно на **200** млн долл. США за счет сокращения продолжительности цикла и объема ресурсов, которые требуются для осуществления ремонта и технического обслуживания.

Развиваясь, **GE Digital** подчеркивает важность технологии **edge**, искусственного интеллекта и виртуальной реальности. Абсолютный объем данных от активов отводит периферийным вычислениям главенствующую роль в будущем. Автомобиль может генерировать педабайт (**1015** байтов) данных самостоятельно в течение одного месяца. По сути, периферийные вычисления позволят расширить платформу **GE Predix** на устройства, которые расположены на или рядом с активами.

Получение преимуществ в будущем, с развитие искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет **GE** анализировать, моделировать и связывать разрозненные источники данных для создания «цифрового близнеца» актива, что поможет компаниям выработать лучшее понимание и лучше прогнозировать производительность, найти новые каналы генерации выручки и изменить способ работы.

GE рассчитывает на то, что виртуальная реальность будет играть ключевую роль, например, когда инструменты виртуальной реальности будут передавать инструкции на защитные очки технического специалиста, сокращая время, затрачиваемое на задачи по ремонту и техническому обслуживанию.

GE предвидит, что цифровая трансформация и Промышленный Интернет вещей приведут к изменению парадигмы работы в будущем. Сотрудникам больше не придется сообщать системе о том, что произошло или что должно произойти. Вместо этого система сообщит сотрудникам наилучшие варианты, дополняя процесс принятия решений. **GE** также трансформирует бизнес-модель исходя из потребностей в обслуживании. В некоторых областях бизнеса **GE** уже ввела «почасовую оплату», когда клиент платит за час работы устройства, а не оплачивает полную стоимость услуг. В мире, основанном на услугах, вместо продажи активов **GE** продает результат, предоставленный активом.

Торговля

Китай - Li & Fung - одна из крупнейших торговых компаний мира

Работает со многими самыми известными брендами и ритейлерами одежды, мебели и других товаров во всем мире и поставляет им услуги в области цепочек поставки и сорсинга (дизайн продуктов, размещение заказов на производствах, контроль качества, дистрибуция и т.д.). Компания стремится установить новые стандарты решений в глобальной цепочке поставок посредством создания цифровой платформы, которая связывает поставщиков и клиентов в рамках экосистемы с поддержкой аналитики.

В прошлом клиенты **Li & Fung** хотели достичь преимуществ по показателям затрат, эффективности и качества, но, хотя эти требования все еще актуальны, в настоящее время они стремятся добиться более высокой скорости выхода на рынок, внедрить инновационный подход и получить результаты аналитической обработки данных.

Компания рассматривает цифровизацию как основную возможность обслуживания этой розничной среды. Цифровая платформа цепочки поставок компании **Li & Fung** и интегрированная экосистема служат для сокращения и оптимизации процесса цепочки поставок путем внедрения данных и аналитики для каждого вида деятельности в цепочке создания стоимости.

Изменение типа мышления трансформация **Li & Fung** является лишь фрагментом более масштабных изменений, затрагивающих глобальную

.

инновацию цифровых процессов, в контексте которых азиатские компании в настоящее время воспринимаются иначе с точки зрения управления инновациями

Изменение корпоративной культуры идет сверху, при этом все топ-менеджеры прошли курс «погружения в будущее», и теперь все сотрудники имеют доступ к инновационным возможностям в зависимости от выполняемых функций.

Помимо привлечения новых, профилирующихся в вопросах цифровых технологий, высококвалифицированных специалистов, **Li & Fung** также использует самые лучшие идеи на примере зарубежного опыта. Например, **Li & Fung** регулярно проводит «мозговой штурм», мероприятие выходного дня, чтобы выслушать не стандартные идеи своих сотрудников и различных внешних третьих лиц, которые вдохновят инновации для создания цепочки поставок будущего.

Перспективные технологии и создание стоимости в то время как **Li & Fung** находится в процессе цифровизации всех ключевых аспектов цепочки поставок, наблюдается сильное стремление к совершенствованию этапа подготовки к серийному производству и проектированию, включая виртуальную разработку продукта, динамичную калькуляцию себестоимости, а также интеллектуальную оцифровку библиотеки изображений. **Li & Fung** также использует технологии трехмерного проектирования в сочетании со средой организации совместной работы, чтобы объединить дизайнеров продавцов из разных странах мира в любой момент времени, что безотлагательно повлияет на скорость и эффективность принятия решений.

Дизайнеры получат возможность видеть, как одежда выглядит на человеке в динамике и в статике, и работать с покупателями и продавцами, чтобы убедиться, какие изменения последуют за изменением дизайна модели - ведь весь процесс происходит в виртуальной среде. Цифровизация не только исключает неоправданные потери времени и средств, но также существенно сокращает срок вывода продукта на рынок, что приобретает все большее значение в эпоху молниеносного изменения модных трендов.

4. ПОТЕНЦИАЛ КАЗАХСТАНА В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

В Казахстане впервые задача по цифровизации промышленности была поставлена Первым Президентом РК – Елбасы Н. Назарбаевым в **2017** году в Послании народу. В послании следующего, **2018** года инициирована разработка третьей пятилетки индустриализации, посвящённой становлению промышленности «цифровой эпохи».

В соответствии с мировыми трендами, была начата активно проводится работа по цифровизации промышленных предприятий. В данном направлении на сегодняшний день есть компании - первопроходцы, которые внедряют новые цифровые технологии и инновации.

В рамках четвертой промышленной революции «Индустрии **4.0**» крупные отечественные компании сформировали свои стратегии развития, позволяющее учитывать целый ряд вопросов как минимизация производственных затрат, конкурентное позиционирование компании за счет внедрения цифровых решений.

Для демонстрации преимуществ "Индустрии **4.0**" казахстанскому бизнесу было принято решение выбрать **7** предприятий и сделать из них "модельные цифровые фабрики". Вместе с тем, уже есть положительные сдвиги на примере «модельных цифровых фабрик», которые создаются с целью популяризации внедрения технологий Индустрии **4.0** и станут демонстрационными площадками возможностей цифровых технологий к **2025** году. Всего в рамках проекта создания **7**-ми модельных цифровых фабрик реализуются более **40** проектов.

Говоря о реализации конкретных проектов по цифровизации системообразующих предприятий горнодобывающей промышленности, необходимо отметить, что до **2025** года запланированы к реализации **18** проектов тогда как изначально планировалась реализация **14** проектов.

Это говорит о том, что бизнес самостоятельно понимает целесообразность и своевременность внедрения цифровых технологии на производстве.

Концепция отбора предприятий

Дополнительно проведено анкетирование **107** предприятий РК на выявление уровня внедрения цифровых технологий.

Согласно результатов анкетирования, рассмотрим детально уровень цифровизации предприятий в 16 отраслях:

АВИАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ (ТРАНСПОРТ)

Кол-во отпрошенных предприятий: **1**

Наличие стратегии цифровой трансформации: отсутствует

Полностью автоматизированные бизнес-процессы:

1. Электронный документооборот;
2. Управление финансовыми ресурсами (бюджетирование, платежный календарь);
3. Автоматизация бухгалтерского учета с выходом на итоговую бухгалтерскую и налоговую отчетность;

Наличие службы отвечающей за цифровизацию: отсутствует

Внедренные системы/ПО: отсутствуют

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
2. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
3. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
4. Недостаток поставщиков и решений по цифровизации для предприятия

Кол-во сотрудников, занимаются автоматизацией и цифровизацией: **1**

Наличие в бюджете финансовых средств для обучения сотрудников в области цифровизации: нет

Уровень цифровизации: низкий

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

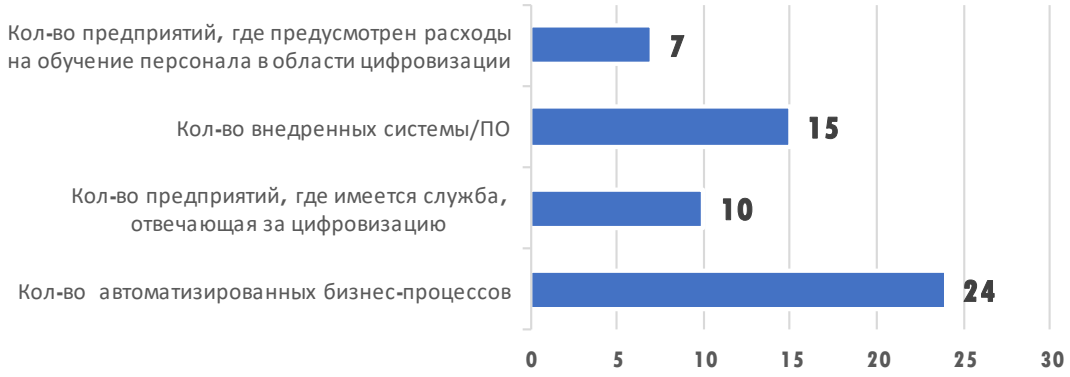
Кол-во отпрошенных предприятий: **13**

Уровень цифровизации:

1. **7** предприятий с низким уровнем
2. **4** предприятия со средним уровнем
3. **2** предприятия с уровнем выше среднего

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
2. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
3. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
4. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
5. Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
6. Недостаток поставщиков решений по цифровизации для предприятия



ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Кол-во отпрошенных предприятий: **1**

Наличие стратегии цифровой трансформации: отсутствует

Полностью автоматизированные бизнес-процессы: Производственный учет

Наличие службы отвечающей за цифровизацию: имеется

Внедренные системы/ПО: **MDC** (система сбора машинных данных)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
2. Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
3. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации

Кол-во сотрудников, занимаются автоматизацией и цифровизацией: **2**

Наличие в бюджете финансовых средств для обучения сотрудников в области цифровизации: отсутствуют

Уровень цифровизации: низкий

ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА УРАНОСОДЕРЖАЩИХ РУД

Кол-во отпрошенных предприятий: **1**

Наличие стратегии цифровой трансформации: отсутствуют

Полностью автоматизированные бизнес-процессы: Производственный учет

Наличие службы отвечающей за цифровизацию: имеется

Внедренные системы/ПО: **MDC** (система сбора машинных данных)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия: недостаток соответствующих квалифицированных кадров

Кол-во сотрудников, занимаются автоматизацией и цифровизацией: **2**

Наличие в бюджете финансовых средств для обучения сотрудников в области цифровизации: отсутствуют

Уровень цифровизации: низкий

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

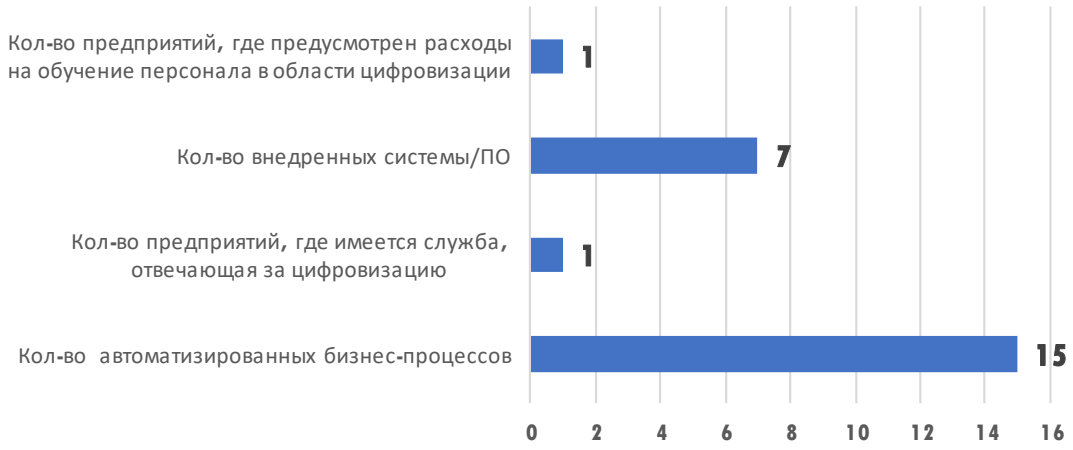
Кол-во отпрошенных предприятий: **7**

Уровень цифровизации:

1. **3** предприятия с низким уровнем
2. **4** предприятия со средним уровнем

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
2. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
3. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
4. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
5. Недостаток поставщиков решений по цифровизации для предприятия
6. Топ менеджмент компании не поддерживает инициативы по цифровизации деятельности предприятия



МАШИНОСТРОЕНИЕ

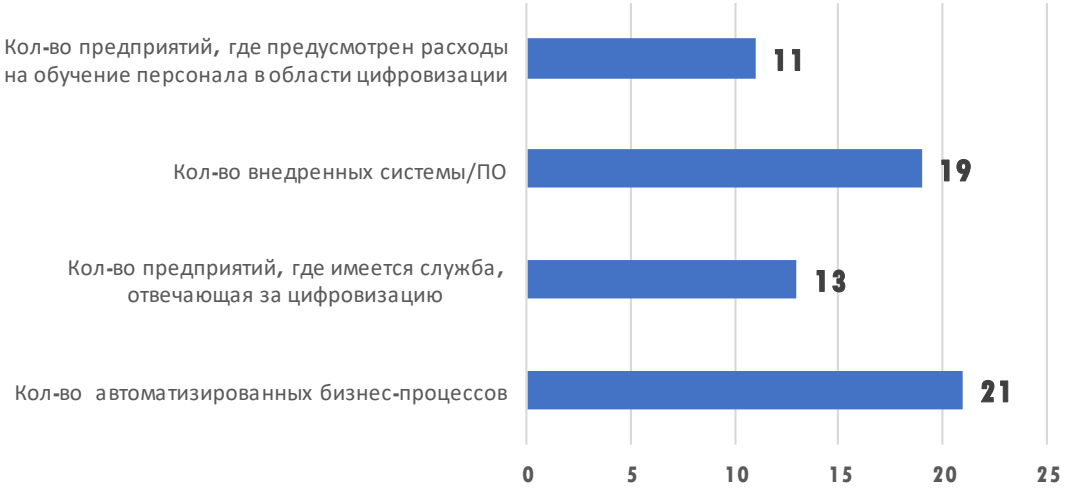
Кол-во отпрошенных предприятий: **27**

Уровень цифровизации:

1. **15** предприятий с низким уровнем
2. **10** предприятия со средним уровнем
3. **2** предприятия с уровнем выше среднего

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
2. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров;
3. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
4. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
5. Недостаток поставщиков, решений по цифровизации для предприятия
6. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
7. Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением



МЕТАЛЛУРГИЯ

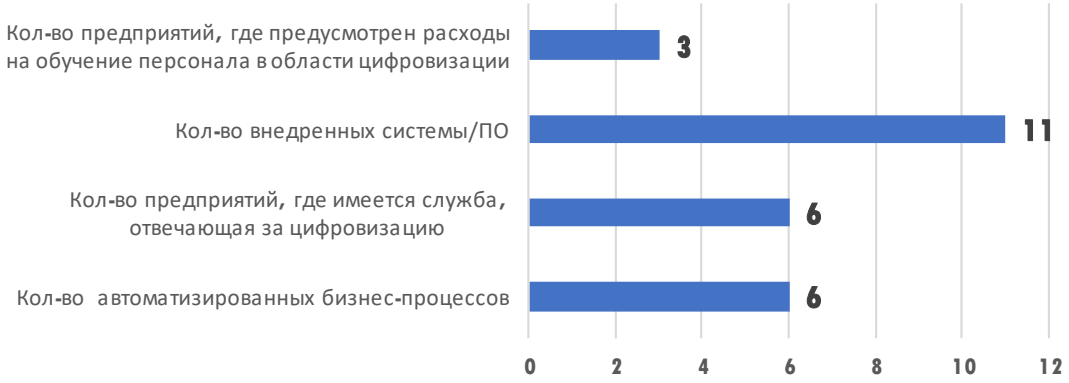
Кол-во отпрошенных предприятий: **8**

Уровень цифровизации:

1. **5** предприятий с низким уровнем
2. **2** предприятия со средним уровнем
3. **1** предприятие с уровнем выше среднего

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Недостаток поставщиков решений по цифровизации для предприятия
2. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
3. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
4. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
5. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию



НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Кол-во отпрошенных предприятий: **13**

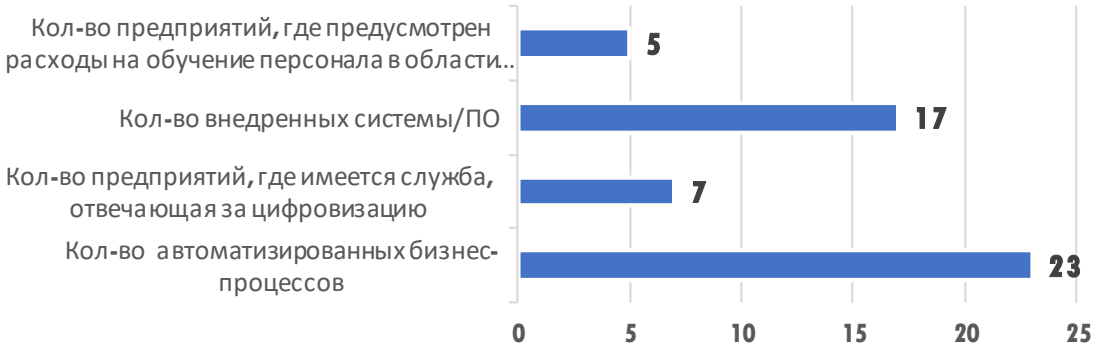
Уровень цифровизации:

1. **7** предприятий с низким уровнем
2. **3** предприятия со средним уровнем
3. **3** предприятия с уровнем выше среднего

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
2. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
3. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
4. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
5. Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных

6. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
7. Совместное предприятие (долгие бюрократические процедуры)
8. Недостаток поставщиков, и решений по цифровизации для предприятия
9. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами



ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

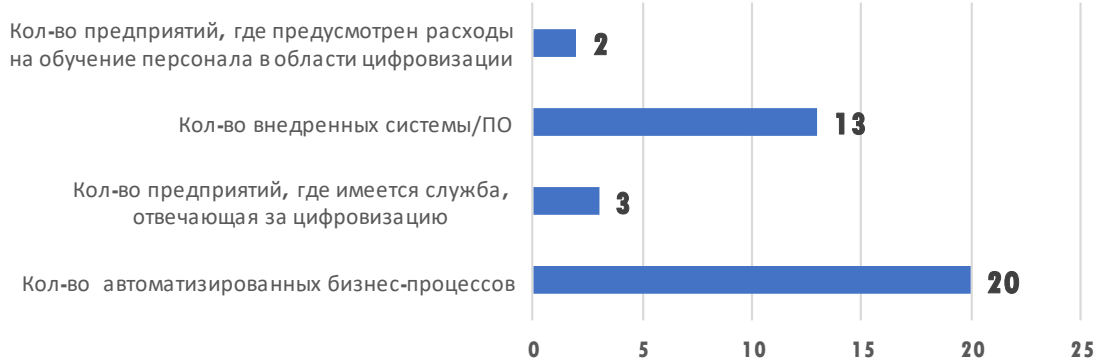
Кол-во отпрошенных предприятий: **15**

Уровень цифровизации:

1. **14** предприятий с низким уровнем
2. **1** предприятие со средним уровнем

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
2. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
3. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
4. Недостаток поставщиков решений по цифровизации для предприятия
5. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
6. Нет не имеется
7. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
8. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации



ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Кол-во отпрошенных предприятий: **1**

Наличие стратегии цифровой трансформации: имеется

Полностью автоматизированные бизнес-процессы:

1. процесс разработки проектов
2. программирование
3. депозиторий данных

Наличие службы отвечающей за цифровизацию: отсутствует

Внедренные системы/ПО:

1. **CAD** (система автоматизированного проектирования), **CAM, CAE**
2. Аддитивные технологии или **3D** Печать
3. **SCRUM**

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
2. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров

Кол-во сотрудников, занимаются автоматизацией и цифровизацией: **9**

Наличие в бюджете финансовых средств для обучения сотрудников в области цифровизации: имеется

Уровень цифровизации: средний

СТРОЙИНДУСТРИЯ

Кол-во отпрошенных предприятий: **3**

Наличие стратегии цифровой трансформации: отсутствует

Полностью автоматизированные бизнес-процессы:

1. Автоматизация бухгалтерского учета с выходом на итоговую бухгалтерскую и налоговую отчетность
2. Производственный учет
3. Управление запасами (складами)
4. Электронный документооборот
5. Не имеется

Наличие службы отвечающей за цифровизацию: отсутствует

Внедренные системы/ПО:

1. ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
2. **1**С предприятие
3. не имеется

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
2. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
3. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации

Кол-во сотрудников, занимаются автоматизацией и цифровизацией: по **1**

Наличие в бюджете финансовых средств для обучения сотрудников в области цифровизации: из **3** предприятий имеется в **1**

Уровень цифровизации: низкий

УСЛУГИ

Кол-во отпрошенных предприятий: **6**

Уровень цифровизации:

1. **4** предприятия с низким уровнем
2. **2** предприятия со средним уровнем

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
2. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
3. Недостаток поставщиков, решений по цифровизации для предприятия
4. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Кол-во отпрошенных предприятий: **1**

Наличие стратегии цифровой трансформации: отсутствует

Полностью автоматизированные бизнес-процессы:

1. Расчет плановой себестоимости
2. Производственный учет

3. Управление запасами (складами)
4. Управление персоналом, Управление качеством
5. Управление техническим обслуживанием оборудования
6. Управление сервисным обслуживанием
7. Управление взаимоотношениями с клиентами
8. Автоматизация бухгалтерского учета с выходом на итоговую бухгалтерскую и налоговую отчетность
9. Расчет фактической себестоимости продукции и экономических показателей
10. Мониторинг и анализ результатов деятельности предприятия (эффективности бизнес-процессов)

Наличие службы отвечающей за цифровизацию: отсутствует

Внедренные системы/ПО:

1. **PPS** (система управления планированием производства)
2. ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
3. Система сбора исторических данных
4. **ERP** (система управления ресурсами предприятия)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия: необходимо увеличивать объем инвестиций

Кол-во сотрудников, занимаются автоматизацией и цифровизацией: **5**

Наличие в бюджете финансовых средств для обучения сотрудников в области цифровизации: имеется

Уровень цифровизации: средний

ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

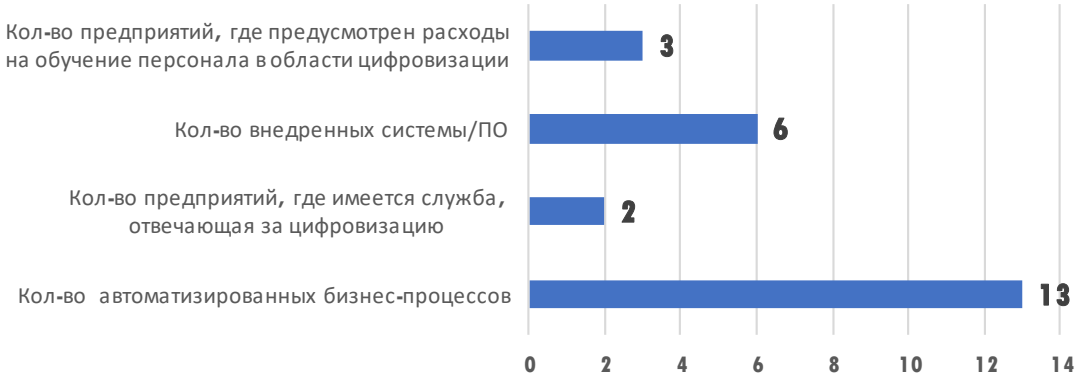
Кол-во отпрошенных предприятий: **5**

Кол-во сотрудников, занимаются автоматизацией и цифровизацией:

1. до **5** - в **4** предприятиях
2. до **50** - в **1** предприятии

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
2. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
3. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
4. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
5. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
6. Недостаток поставщиков, решений по цифровизации для предприятия



ЦЕЛЛЮЛОЗНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Кол-во отпрошенных предприятий: **1**

Наличие стратегии цифровой трансформации: отсутствует

Полностью автоматизированные бизнес-процессы:

1. Производственный учет
2. Управление продажами (сбытом)
3. Управление персоналом

Наличие службы отвечающей за цифровизацию: имеется

Внедренные системы/ПО:

1. **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации);
2. **CAD** (система автоматизированного проектирования), **CAM**, **CAE**
3. **RPA** (автоматизация однотипных бизнес-процессов через программное обеспечение и ускорение выполнения задач)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
2. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
3. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию

Кол-во сотрудников, занимаются автоматизацией и цифровизацией: **10**

Наличие в бюджете финансовых средств для обучения сотрудников в области цифровизации: имеется

Уровень цифровизации: низкий

ЭНЕРГЕТИКА

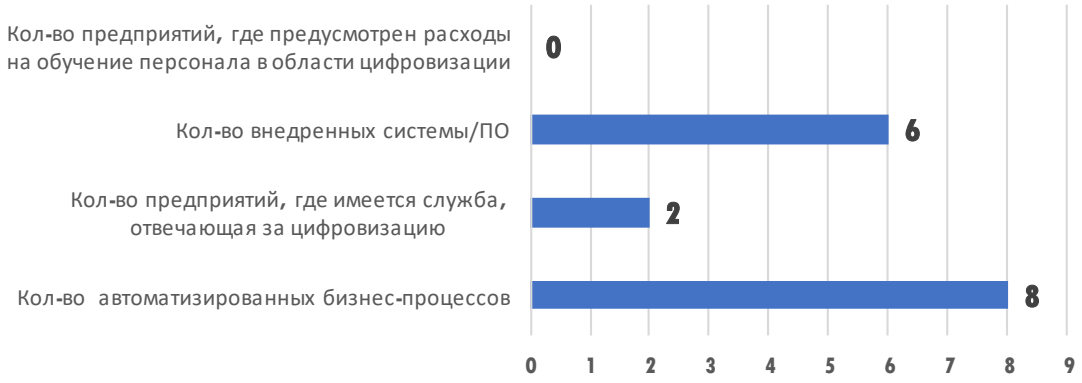
Кол-во отпрошенных предприятий: **4**

Уровень цифровизации:

1. **3** предприятия с низким уровнем
2. **1** предприятие со средним уровнем

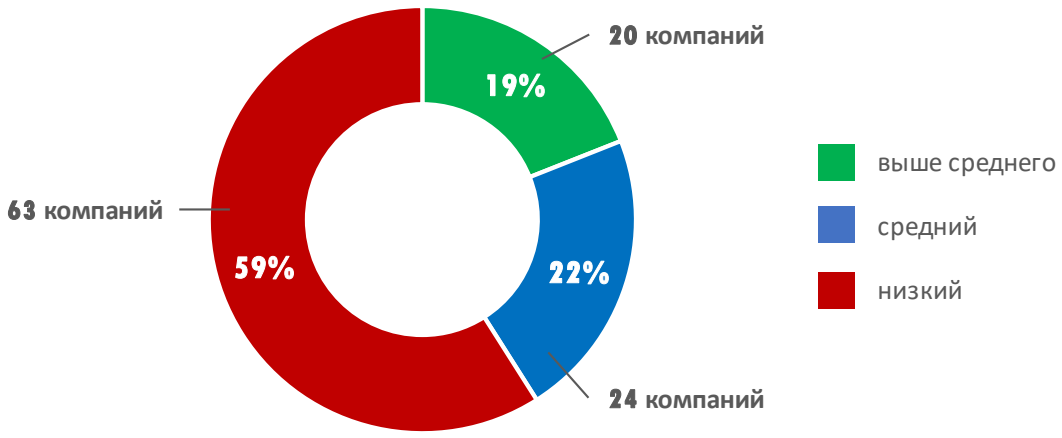
Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности предприятия:

1. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
2. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
3. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами,
4. Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных,
5. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации



Результаты анкетирования показывают, что уровень цифровизации на **107** предприятиях в большей мере низкий.

Уровень цифровизации предприятий по итогам анкетирования



АВИАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ (ТРАНСПОРТ)

1 Предприятие с низким уровнем цифровизации

Внедренные системы:

- не внедрено

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров;
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию;
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации;
- Недостаток поставщиков решений по цифровизации предприятия

ГОРНОДОБЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

13 предприятий с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- СДУ
- АСКУЭ
- Цифровая геологическая модель
- **CAD** (**CAM**, **CAE**)
- **1С**
- АСУ ТП
- **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации)
- Цифровая геологическая модель;
- Аддитивные технологии или **3D** Печать
- **PDA** (система сбора производственных данных)
- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
- **LIMS** (Система управления лабораторной информацией)
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)
- **RPA** (автоматизация однотипных бизнес-процессов через программное обеспечение и ускорение выполнения задач)
- **PPS** (система управления планированием производства)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
- Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
- Недостаток поставщиков решений по цифровизации для предприятия

ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1 предприятие с низким уровнем цифровизации

Внедренные системы:

- **MDC** (система сбора машинных данных)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
- Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации

ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА УРАНОСОДЕРЖАЩИХ РУД

1 предприятие с низким уровнем цифровизации

Внедренные системы:

- АСУ ТП (Автоматическая Система Управления Технологическими Процессами)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

7 предприятий с преобладанием среднего уровня цифровизации

Внедренные системы:

- АСУ (но не все блоки)
- **PDM** (система управления данными об изделии)
- **MDC** (система сбора машинных данных)
- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты),
- Система сбора исторических данных,
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)
- **RPA** (автоматизация однотипных бизнес-процессов через программное обеспечение и ускорение выполнения задач)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
- Недостаток поставщиков решений по цифровизации для предприятия
- Топ менеджмент компании не поддерживает инициативы по цифровизации деятельности предприятия

МАШИНОСТРОЕНИЕ

27 предприятий с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- **RPA** (автоматизация однотипных бизнес-процессов через программное обеспечение и ускорение выполнения задач)
- АСУ ТП (Автоматическая Система Управления Технологическими Процессами)
- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
- Аддитивные технологии или **3D** Печать
- **PPS** (система управления планированием производства)
- **PDA** (система сбора производственных данных)
- **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации)
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)
- **CAD** (система автоматизированного проектирования),
- **CAM**
- **CAE**
- **NDA**
- **SCM** (система управления цепочкой поставок)
- планирование производства, продаж и закупок в системе **1**С
- **MDC** (система сбора машинных данных)
- АСКУЭ (Автоматизированная система коммерческого учёта энергоресурсов)
- **MES** (система управления производственными процессами)
- **PDM** (система управления данными об изделии)
- **1**С Предприятие

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров;
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Недостаток поставщиков, решений по цифровизации для предприятия
- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
- Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных

МЕТАЛЛУРГИЯ

8 предприятий с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- АСУ ТП (Автоматическая Система Управления Технологическими Процессами)
- **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации)
- АСКУЭ (Автоматизированная система коммерческого учёта энергоресурсов)
- **LIMS** (Система управления лабораторной информацией)
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)
- **MES** (система управления производственными процессами)
- СДУ (Система Диспетчерского Управления)
- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
- **PDA** (система сбора производственных данных)
- Цифровая геологическая модель;
- **CAM, CAE; AI/ML** (искусственный интеллект, применение инструментов работы с данными и предиктивная аналитика для получения качественной рекомендации)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Недостаток поставщиков решений по цифровизации для предприятия
- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию;

НЕФТЕГАЗОВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

13 предприятий с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации)
- АСКУЭ (Автоматизированная система коммерческого учёта энергоресурсов)
- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
- **LIMS** (Система управления лабораторной информацией)
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)
- **MES** (система управления производственными процессами)
- АСУ ТП (Автоматическая Система Управления Технологическими Процессами)
- **CAD** (система автоматизированного проектирования), **CAM, CAE**
- **PDA** (система сбора производственных данных)
- Цифровая геологическая модель
- СДУ (Система Диспетчерского Управления)
- Система сбора исторических данных
- **PPS** (система управления планированием производства)
- **SCM** (система управления цепочкой поставок)
- **AR/VR** (виртуальная реальность, дополненная реальность)
- **RPA** (автоматизация однотипных бизнес-процессов через программное обеспечение и ускорение выполнения задач)
- **AI/ML** (искусственный интеллект, применение инструментов работы с данными и предиктивная аналитика для получения качественной рекомендации)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
- Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
- Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
- Совместное предприятие (долгие бюрократические процедуры)
- Недостаток поставщиков, и решений по цифровизации для предприятия
- Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

15 предприятий с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- СДУ (Система Диспетчерского Управления)
- **PDA** (система сбора производственных данных)
- **LIMS** (Система управления лабораторной информацией)
- **RPA** (автоматизация однотипных бизнес-процессов через программное обеспечение и ускорение выполнения задач)
- АСКУЭ (Автоматизированная система коммерческого учёта энергоресурсов)
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)
- **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации)
- **PPS** (система управления планированием производства)
- АСУ ТП (Автоматическая Система Управления Технологическими Процессами)
- Система управления предприятием на базе **1**С, другие приложения
- не имеется
- **MES** (система управления производственными процессами)
- **CAD** (система автоматизированного проектирования), **CAM**, **CAE**

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
- Недостаток поставщиков решений по цифровизации для предприятия
- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1 предприятие со средним уровнем цифровизации

Внедренные системы:

- **CAD** (система автоматизированного проектирования), **CAM**, **CAE**
- Аддитивные технологии или **3D** Печать
- **SCRUM**

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров

СТРОЙИНДУСТРИЯ

3 предприятия с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
- **1**С предприятие
- не имеется

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации

УСЛУГИ

6 предприятий с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- Система сбора исторических данных
- **CAD** (система автоматизированного проектирования), **CAM**, **CAE**
- Проектирование в сфере электроэнергетики
- АСУ ТП (Автоматическая Система Управления Технологическими Процессами)
- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)
- Не имеется

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Недостаток поставщиков, решений по цифровизации для предприятия
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1 предприятие со средним уровнем цифровизации

Внедренные системы:

- **PPS** (система управления планированием производства)
- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
- Система сбора исторических данных
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Необходимо увеличивать объем инвестиций

ХИМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

5 предприятий с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- АСУ ТП (Автоматическая Система Управления Технологическими Процессами)
- **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации)
- АСКУЭ (Автоматизированная система коммерческого учёта энергоресурсов)
- **LIMS** (Система управления лабораторной информацией)
- Система сбора исторических данных
- Виртуализация
- **PDM** (система управления данными об изделии)
- СДУ (Система Диспетчерского Управления)
- ТОиР (Техническое Обслуживание и ремонты)
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия)
- **MES** (система управления производственными процессами)
- **CAD** (система автоматизированного проектирования), **CAM, CAE**
- Цифровая геологическая модель
- нет

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных
- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Недостаток поставщиков, решений по цифровизации для предприятия

ЦЕЛЛЮЛОЗНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

1 предприятие **1** предприятие с низким уровнем цифровизации

Внедренные системы:

- **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации);
- **CAD** (система автоматизированного проектирования), **CAM, CAE**
- **RPA** (автоматизация однотипных бизнес-процессов через программное обеспечение и ускорение выполнения задач)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию

ЭНЕРГЕТИКА

4 предприятия с преобладанием низкого уровня цифровизации

Внедренные системы:

- АСУ ТП (Автоматическая Система Управления Технологическими Процессами)
- АСКУЭ (Автоматизированная система коммерческого учёта энергоресурсов)
- СДУ (Система Диспетчерского Управления)
- **SCADA** (систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации)
- **ERP** (система управления ресурсами предприятия);
- **AR/VR** (виртуальная реальность, дополненная реальность)

Барьеры, препятствующие цифровизации деятельности:

- Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
- Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
- Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами,
- Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных,
- Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации

Резюмируя результаты анкетирования представляем общую характеристику по уровню внедрения Индустрии **4.0** на выбранных **107** предприятиях.

Из вышеуказанных данных видно, что внедрение цифровизации в преобладает в таких отраслях как машиностроение, горнодобывающая промышленность, нефтегазовая промышленность, металлургия, пищевой и химической промышленности.

На пути развития Индустрии **4.0** в РК самыми актуальными проблемами являются такие как:

1. Недостаток соответствующих квалифицированных кадров
2. Отсутствие финансовых средств для инвестиций в цифровизацию
3. Недостаток поставщиков, решений по цифровизации для предприятия
4. Отсутствует достаточная инфраструктура для цифровизации
5. Отсутствие понимания по выгодам от внедрения цифровизации
6. Барьеры, связанные с цифровыми стандартами, нормами и сертификатами
7. Барьеры, связанные с недостаточной кибербезопасностью, сохранением конфиденциальности данных, несанкционированный доступ, утечка данных

Цифровизация это долгосрочный процесс и требует постоянного обновления. Самое главное - это два фактора: создание инфраструктуры, и донесения до предприятий выгод.

Проделаны огромные работы в области цифровизации и сегодня Казахстан является одним из **15** государств мира, которое запустило комплексную программу цифровизации и вопросы вхождения Казахстана в **30**-ку международного рейтинга цифровой конкурентоспособности.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем отчете были рассмотрены инициативы Индустрии **4.0** в промышленности, выдвинутые странами во всем мире. Данные из отчета показывают, что ряд стран еще не начали реализацию программ в рамках инициативы Индустрии **4.0.** Результаты настоящего отчета подчеркивают, что европейский регион лидирует в мире, поскольку половина его стран уже разработала стратегии для отрасли **4.0.** Тем не менее, Ближний Восток и Африка все еще находятся на начальной стадии принятия, и лишь немногие страны разработали инициативы по внедрению цифровых технологий в промышленности.

Технологии и инициативы Индустрия **4.0** являются дополнительной ДНК в экономике страны. По этой причине одной лишь реализации технологий Индустрии **4.0.** недостаточно для успеха в целом. Каждая страна должна обеспечить, чтобы внедрение технологий отрасли **4.0** продвигалось вперед с запуском инициатив. Это то, к чему стремились страны-пионеры отрасли **4.0** (Германия и США) и в настоящее время уделяют больше внимания исследованиям и разработкам в области «науки, технологий и инноваций (ИППП)» в качестве многообещающей стратегии для обеспечения устойчивой конкурентоспособности в современной динамичной бизнес-среде.

Разнообразие мер государственной поддержки и примеры практик используемых в Китае, США и Германии могут быть взяты за основу при внедрении технологий Индустрии **4.0** в РК. К существенно повлиявшим на развитие цифровизации можно отнести такие как:

1. Пониженные ставки налогов на добавленную стоимость
2. Освобождение от уплаты налогов и налоговые каникулы до **2**-х лет
3. Снижение налогообложения на налог на прибыль
4. Различные совместные центры с другими странами
5. Ускоренная амортизация на объекты долгосрочных активов
6. Финансовая поддержка

Также к мерам поддержки можно предложить Программу государственного инкубатора/акселератора, используемую в странах Европы, что является новым форматом поддержки развития инноваций за счет снятия административных барьеров, координации деятельности разработчиков/инвесторов, поддержки развития инновационной экосистемы и наполнения ее участниками с помощью управляющих воздействий, а также оказания содействия в формировании кейса и его финансировании. Направления деятельности государственных инкубаторов/ акселераторов:

1. Обеспечение поддержкой в области консультационных услуг, защиты интеллектуальной собственности, выхода на внешний рынок
2. Содействие созданию конкурентоспособных предприятий на внутреннем и международном рынках
3. Обеспечение всеми возможностями и поддержкой для прототипирования выбранных идей, включая нетворкинг

4. Содействие организации финансирования
5. Работа с центрами поддержки изобретателей для развития потенциала в таких областях, как патенты и промышленные изобретения

Сегодня перед страной поставлена задача по вхождению в **30** самых развитых государств мира, которая требует нового инновационного развития и ускоренного технологического обновления. Данный анализ поможет раскрыть потенциал технологий в промышленности РК и на основании мирового опыта внедрения Индустрии **4.0** будут разработаны оптимизированные под локальную экономику РК методические рекомендации и направления цифровизации производства.

6. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малайзийская Производственная Корпорация, *Гонка к промышленности **4.0***, **MPC**, Селангор, Малайзия, **2018.**
2. **CGI Global**, ***Industry 4.0:*** *повышение конкурентоспособности вашего бизнеса* , **CGI Global**, Монреаль, Канада, **2017.**
3. Роланд Бергер, « *Развитие навыков для промышленности **4.0»*** , Роланд Бергер, Мумбай, Индия, **2016.**
4. Всемирный экономический форум, *Цифровой арабский мир: понимание и принятие региональных изменений в четвертой промышленной революции* , Всемирный экономический форум, Колоньи, Женева, Швейцария, **2018** год.
5. Роланд Бергер, *Индустрия **4.0:** Новая промышленная революция Как Европа преуспеет*, Роланд Бергер, Мюнхен, Германия, **2014.**
6. **Technopolis & Research ICT Africa and Tambourine Innovation Vancures**, *раскрывающая потенциал четвертой промышленной революции в Африке* , **Technopolis Group**, Абиджан, Кот-д'Ивуар, **2019** г.
7. **J. Basl**, «Компании на пути к промышленности **4.0** и их готовность», *журнал системной интеграции*.
8. **SH Moon**, «Индустрия **4.0** для передового производства и ее реализация», *Евразийский журнал аналитической химии*.
9. **METI**, стратегия Японии в области роботов: концепция, *стратегия и план действий, оживление экономики Японии*, Токио, Япония, **2015.**
10. К. Сиау, Ю. Си и К. Зоу, «Индустрия **4.0:** проблемы и возможности в разных странах», ***Cutter Business Technology Journal***.
11. **O. Bongomin, G. Gilibrays Ocen, E. Oyondi Nganyi, A. Musinguzi** и **T. Omara**, «Экспоненциальные прорывные технологии и необходимые навыки промышленности **4.0**», ***Journal of Engineering***.
12. В. Алькасер и В. Крус-Мачадо, «Сканирование отрасли **4.0:** обзор литературы по технологиям для производственных систем», « ***Engineering Science and Technology»***, *международный журнал*.
13. К. Шваб, *Революция в индустриальном* мире, Всемирный экономический форум, Колоньи, Женева, Швейцария, **2016.**

14. С. Грасси, С. Пантекук и Ю. Ринго, *немецкие роботы в Китае и деревнях **Alibaba:** документ для обсуждения на основе конференции по интеллектуальному производству и работе **4.0** - вызовы и перспективы в Китае, Юго-Восточной Азии и Германии* , **2018**

15. **OG Daniel** и **MH Xu**, ***Made in China 2025:*** *рыночные возможности для малых и средних предприятий ЕС* , **2018.**

16. Ф. Цянь, В. Чжун и В. Ду, «Фундаментальные теории и ключевые технологии для разумного и оптимального производства в обрабатывающей промышленности», ***Engineering***.

17. Группа высокого уровня ***Manufuture*** , ***Manufuture Vision 2030:*** *конкурентоспособное, устойчивое и устойчивое европейское производство* , **2018.**

18. ЮНИДО, *Индустрия **4.0:** возможности стоящие перед вызовом, Справочный документ* , ЮНИДО, Вена, Австрия, **2017.**

19. Дж. К. Геррикагоития, Г. Унамуно, Э. Уркия и А. Серна, «Платформы цифрового производства в отрасли **4.0** с частной и общественной точек зрения», *Прикладные науки*.

20. Б. М. Фукуяма, *Общество **5.0:** нацеленность на новое общество , ориентированное на человека* , **Japan Spotlight**, Япония, **2018.**

21. **C.-C. Kuo, JZ Shyu, K. Ding**, «Оживление промышленности через промышленность **4.0** - сравнительный анализ политики Китая, Германии и США», ***Global Transitions***.

22. ЮНИДО, *вы говорите, что хотите революции: стратегические подходы к промышленности **4.0** в странах со средним уровнем дохода* , ЮНИДО, Вена, Австрия, **2018** год.

23. К.Б. Белтон, Д.Б. Одрецч, Дж.Д. Грэм и Дж.А. Рупп. *Кто будет устанавливать правила для интеллектуальных фабрик? Лидерство в управлении информацией обеспечит первостепенное преимущество для производственного сектора страны*, **2018** год.

24. С. Такакува, И. Веза и С. Селар, «Индустрия **4.0** в Европе и Восточной Азии», в *материалах **29**-го Международного симпозиума **DAAAM** по интеллектуальному производству и автоматизации* , с. **61–69**, Задар, Хорватия, октябрь **2018** г

25. **K.-D.** Тобен, С. Лингва и С. Виснер, «Индустрия **4.0** и интеллектуальное производство - обзор проблем исследований и примеров применения», *Международный журнал технологий автоматизации*.

26. Д. Бур и Т. Стенкен, *Индустрия **4.0** и Европейская инновационная политика* , **2018.**

27. **GMIS-PwC**, *Будущее производства-Франция* , **2018.**

28. **PwC**, *Преобразование австралийского производства: подготовка предприятий и рабочих мест для промышленности **4.0***, **PwC**, Канберра, **Autralia, 2019.**

29. **BSR**, *новая эра: оптимизация китайской промышленности в эпоху автоматизации* , **BSR**, Сан-Франциско, Калифорния, США, **2017.**

30. **EC-JRC**, ***China-Challenges*** и ***Respect*** от промышленного и инновационного центра , Брюссель, Бельгия, **2019.**

31. **AMP2.0**, *Ускорение производства в США* , Вашингтон, округ Колумбия, США, **2014.**

32. **G. Aichholzer, W. Rhomberg, N. Gudowsky, F. Saurwein** и **M. Weber**, *Индустрия **4.0:** предвидение и оценка технологий в социальном измерении следующей промышленной революции* , Вена, Австрия, **2015.**

33. Г. Гарсия, *Искусственный интеллект в Японии: промышленное сотрудничество и бизнес-возможности для европейских компаний* , Токио, Япония, **2019.**

34. Делойт, *к следующему горизонту Индустрия **4.0:** ускорение трансформации через сотрудничество и стартапы* , Делойт, Лондон, Великобритания, **2018.**

35. С. Эзелл, *Руководство для политиков по умному производству* , **2016.**

36. П. Раданлиев, *Промышленный Интернет вещей в промышленности **4.0.** Цепочки поставок: обзор литературы и будущие тенденции* , Лондон, Великобритания, **2019.**

37. **CMTC** и **SMLC**, ***Smart Manufacturing:*** *следующая революция в производстве* , **2015.**

38. Ю. Лу, К. Моррис и С. Фрешетт, *Текущий ландшафт стандартов для интеллектуальных производственных систем Текущий стандарт стандартов для интеллектуальных производственных систем* , **2016.**

39. **BMWi**, *Оцифровка производства в инициативах **G20**, лучшие практики и политические подходы* , **BMWi**, Берлин, Германия, **2017.**

40. ОЭСР / ООН / ЮНИДО, «Преобразование отраслей: раскрытие потенциала промышленности **4.0** в Колумбии», « *Обзор политики трансформации производства в Колумбии: раскрытие производительности*».

41. Государственный совет, *сделано в Китае **2025***, **2015.**

42. Л. Да Сюй, Э. Л. Сюй и Л. Ли, «Индустрия **4.0**: состояние и будущие тенденции», *Международный журнал исследований производства*.

43. **F. Kimura, R. Shrestha** и **D. Narjoko**, «цифровая и четвертая промышленная революция и экономические преобразования АСЕАН», в « *Преобразование и углубление сообщества АСЕАН*», **F. Kimura, V. Anbumozhi** и **H. Nishimura, Eds.**

44. Стандарты Австралия, *Индустрия **4.0:** австралийская перспектива* , Австралия, **2017.**

45. С. Кота и Т. С. Махони, *Процветание производства: смелая стратегия национального благосостояния и безопасности* , **2018.**

46. **CW Wessner**, *Производство **21**-го века: роль программы расширения производственного сотрудничества* , Национальная академия наук, Вашингтон, округ Колумбия, США, **2013.**

47. Т. Омара, А. К. Кипроп, Р. К. Рамкат и др. «Лекарственные растения, используемые для традиционного лечения рака в Уганде: обзор этноботанических исследований, фитохимических и противоопухолевых исследований», « *Доказательная комплементарная и альтернативная медицина*»

48. **GMIS-PwC**, *будущее производства, Бразилия* , **2018.**

49. **Deloitte**, « *Взгляд на цифровую трансформацию и возможности ИКТ для Бразилии: отчет и рекомендации* », **Deloitte**, Сан-Паулу, Бразилия, **2019** г.

50. Бразилиа, *Бразильская стратегия цифровой трансформации* : ***E-Digital***, **2018.**

51. Всемирный экономический форум, *Цепочка поставок* ***4.0:*** *глобальные практики и извлеченные уроки для стран Латинской Америки и Карибского бассейна* , Всемирный экономический форум, Колоньи, Женева, Швейцария, **2019** год.

52. Министерство экономики, *Создание будущего: дорожная карта для промышленности* ***4.0*** *в Мехико* , Мехико, Мексика, **2016.**

53. **M. Speringer** и **J. Schnelzer**, *Дифференциация моделей промышленности* ***4.0: 4****-я промышленная революция с разных региональных перспектив на глобальном севере и глобальном юге* , Вена, Австрия, **2019** г.

54. **SMLC**, *Внедрение интеллектуального производства* ***21****-го века: Отчет о семинаре* , **2011.**

55. М. Брайнер, ***Smart Manufacturing:*** *Следующая революция* , **2012.**

56. М.П. Галлахер, З.Т. Оливер, К.Т. Рит и А.С. О'Коннор, *Экономический анализ потребностей технологической инфраструктуры для передового производства* ***Smart Manufacturing*** , Гейтерсберг, Мэриленд, США, **2016.**

57. **PCAST**, *Президентский совет советников по науке и технологиям выпускает отчет о передовых производствах* , **PCAST**, Вашингтон, округ Колумбия, США, **2011.**

58. **SAM**, *Стратегия американского лидерства в передовых производствах* , США, **2018.**

59. **AMP**, *Отчет президенту о захвате внутреннего конкурентного преимущества в передовых производствах* , **AMP**, Вашингтон, округ Колумбия, США, **2012.**

60. **NNMI**, *Стратегический план программы Национальной сети инноваций в сфере производства* ***(NNMI)***, **2016.**

61. Производство США, *Годовой отчет* , Вашингтон, округ Колумбия, США, **2016.**

62. Производство США, *Годовой отчет: Отчет о программе и резюме деятельности института* , Вашингтон, округ Колумбия, США, **2017.**

63. К. А. Липскомб, Дж. Юти, П. Шапира, С. Арора и А. Краузе, «Оценка влияния услуг по расширению производства на эффективность деятельности предприятия», ***Economic Development Quarterly***.

64. **GAO**, *Партнерство по расширению производства: Центры указывают на выгоды от изменений в финансировании, но их влияние трудно отличить от других факторов* , **GAO**, Вашингтон, округ Колумбия, США, **2019.**

65. **SJF John**, *Партнерская программа расширения производства* , Вашингтон, округ Колумбия, США, **2019.**

66. Р. М. Солей, *Обзор промышленного интернет-консорциума* , **2015.**

67. С. Меллор, *Промышленный интернет: возможности, сбои и стандарты* , **2016.**

68. **IIC**, *Индустриальный Интернет вещей Том* ***G1:*** *Эталонная архитектура* , **2019.**

69. **IIC**, *Технический отчет по промышленной эталонной архитектуре Интернета* , **2015.**

70. **Accenture**, *победа в промышленном Интернете вещей: как ускорить путь к производительности и росту* , **2015.**

71. А. Деол, К. Фигередо, С.-В. Лин, Б. Мерфи, Д. Сид и Дж. Инь, *Развитие промышленного интернета вещей* , **2019.**

72. Ю. Ляо, Л. Эдуардо Роша, Ф. Дешам, Г. Брезинский, В. Андре, «Влияние четвертой промышленной революции: сравнение между странами и регионами», ***Production*** , **vol. 28, ID** статьи **e20180061.**

73. **K. Siau, Y. Xi** и **C. Zou**, *Индустрия **4.0**: проблемы и возможности* , **2019.**

74. А. Петрильо, Ф. Де Феличе, Р. Чиоффи, А. Петрильо и Ф. Де Феличе, «Четвертая промышленная революция: современные практики, проблемы и возможности», « *Цифровая трансформация в интеллектуальном производстве».*

75. **P. Darmayan** и **H. Banthien**, *Французско-Немецкий институт промышленности будущего* , Париж, Франция, **2017.**

76. **Nouvelle**-франс-**Industrielle**, *Новая Франция Индустрия* , Париж, Франция, **2016.**

77. **W. Terkaj** и **T. Tolio**, *Итальянский флагманский проект: Фабрики будущего* , **Springer International Publishing**, Рим, Италия, **2019.**

78. В. Маржик, *Индустрия **4.0** - Инициатива для Чешской Республики* , **2016.**

79. **CARSA** и **PwC**, *Ключевые уроки из политических инициатив национальной индустрии **4.0** в Европе* , **2017.**

80. **P. Radanliev, D. De Roure, R. Nicolescu** и **M. Huth** . *Эталонная архитектура для интеграции промышленного Интернета вещей в индустрию **4.0***, Оксфорд, Лондон, **2019.**

81. **W. Naudé, A. Surdej** и **M. Cameron**, *Прошлое и будущее производства в Центральной и Восточной Европе: прошлое и будущее производства в Центральной и Восточной Европе* , Бонн, Германия, **2019, IZA DP** № **12141.**

82. **SG: D**, *Будущее услуг: Глобальное сканирование дорожных карт* , **2018**

QazIndustry

АО «КАЗАХСТАНСКИЙ ЦЕНТР ИНДУСТРИИ
И ЭКСПОРТА **«QAZINDUSTRY»**

Нур-Султан, **2020** год