

Сравнительный анализ ключевых особенностей развития «индустрии 4.0» в странах Европы, Азии, США и России



И. А. Селедцова,
студентка магистратуры
inna.seledtsova@gmail.com



В. А. Никонова,
студентка магистратуры

Высшая школа киберфизических систем и управления, Институт компьютерных наук и технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье рассмотрены результаты анализа ключевых особенностей развития концепции «индустрия 4.0» в странах Европы, Азии, США и России. Отмечены наиболее характерные сходства и различия. Отличительные особенности рассмотрены в разрезе четырех критериев: текущая ситуация, ожидаемый положительный и отрицательный эффект от перехода к «индустрии 4.0», а также результаты, полученные к настоящему времени. Результаты проведенного анализа позволяют оценить мировой уровень подготовленности к переходу к новому укладу, а также обозначить трудности, с которыми могут столкнуться страны в процессе перехода. Полученные результаты будут использованы для дальнейших исследований.

Ключевые слова: «индустрия 4.0», Интернет вещей, киберфизические системы.

Введение

Мир вступает в новую промышленную эпоху — эпоху четвертой промышленной революции. В 2011 г. на Ганноверской выставке в Германии впервые высказались о необходимости выработки стратегии развития немецкой промышленности в соответствии с тенденциями новой промышленной эпохи. Стратегия, разработанная Германией в данном направлении, получила название «Платформа индустрия 4.0». Ведущие страны разрабатывают собственные стратегии по развитию промышленности. Так в Нидерландах появилась программа «Smart Factory», в Великобритании — High Value Manufacturing Catapult, в Италии — Fabbrica del Futuro, во Франции — Usine du Futur, «Сделано в Китае 2025», Made Different в Бельгии, Национальная технологическая инициатива в России, в США — Консорциум промышленного Интернета и т. д. В данной работе для обозначения четвертой промышленной революции примем термин «индустрия 4.0».

Отличительными чертами «индустрии 4.0» являются [1]:

- кастомизация,
- интероперабельность,
- визуализация,
- доступность в режиме реального времени,
- децентрализация,
- модульность.

В настоящее время все страны мира развивают промышленность с учетом тенденций новой индустриальной эпохи. Все процессы, от проектирования продукции до его доставки и обслуживания, претерпевают изменения. Интеграция и цифровизация затрагивает не только внутренние процессы компании, но и внешние, в частности, взаимодействие с поставщиками, клиентами и т. д.

Цель данной работы заключается в исследовании ключевых особенностей развития промышленности и общественных укладов в странах Европейского союза, США, Азии и России в рамках новой индустриальной эпохи, а также в проведении сравнительного анализа выявленных тенденций для обозначенных стран.

Объектом исследования являются тенденции развития «индустрии 4.0» в странах Европы, Азии, США и России.

В рамках исследования были решены следующие задачи:

1. Проведен анализ текущей ситуации в разных странах на предмет готовности к развитию в рамках четвертой промышленной революции:
 - анализ готовности компаний вести свою деятельность в новых условиях;
 - анализ вовлеченности государства в процесс развития новых технологий;
 - анализ организаций, созданных для поддержки и развития технологий четвертой промышленной революции.

2. Проведен анализ ситуации в странах на момент вступления в гонку «индустрии 4.0».
3. Выявлены ключевые особенности развития стран на основе разработанных ими стратегий и планов действий в условиях «индустрии 4.0».
4. Обобщение и сравнительный анализ результатов, достигнутых в ходе реализации стратегических планов:
 - результаты, достигнутые в науке,
 - результаты, достигнутые в бизнесе.

Анализ текущего состояния

Страны Европейского союза

Передовыми странами Европы в сфере интернетизации промышленности являются Германия, Нидерланды, Франция, Великобритания, Италия, Бельгия и др. Эти страны запустили программы, целью которых является интернетизированная промышленность. Наиболее показательным [2] примером среди представителей Европейского союза, развивающих концепцию «индустрии 4.0», является Германия.

На Ганноверской выставке в 2013 г. был официально объявлен запуск «Платформы индустрия 4.0» — стратегического проекта Германии [3]. Данная платформа создана как механизм поддержки предпринимательства, инновационной деятельности, стандартизации и т. д. в рамках четвертой промышленной революции. Ее основная идея — не участвовать в коммерческой деятельности, а осуществлять поддержку в рекомендательной форме [4].

Поддержку в развитии «индустрии 4.0» в Германии оказывают с трех сторон — со стороны правительства, ученых и частного бизнеса [5]:

Правительство Германии представлено Федеральным министерством образования и научных исследований и Федеральным министерством экономики и технологии;

- ученые представлены объединением институтов прикладных исследований — Обществом им. Фраунгофера (Fraunhofer Gesellschaft), Немецкой академией технических наук и Немецким исследовательским центром по искусственному интеллекту;
- частный сектор представлен тремя торговыми ассоциациями — BITCOM от сферы информационных технологий, VDMA от сферы производства и ZVEI от сферы электроники.

Отличительными особенностями немецкого подхода к «индустрии 4.0» являются [6]:

- Интероперабельность (совместимость). Под совместимостью понимается способность составляющих киберфизических систем бесперебойно взаимодействовать (общаться) друг с другом [7].
- Децентрализация. Интернет вещей, облачные вычисления и готовые продукты, оснащенные различными датчиками, позволяют киберфизическим системам принимать решения независимо от людей (искусственный интеллект).
- Работа в режиме реального времени. Эта составляющая четвертой промышленной революции не

обойдется без технологий облачных вычислений, больших данных и интернета.

- Виртуализация. Данная особенность, в совокупности с работой в режиме реального времени, высокотехнологичными цифровыми технологиями, обеспечивает возможность осуществления контроля за «умными» машинами и принятия более обоснованных решений на любом этапе разработки продукции (услуги).

Уже сто тридцать одна компания в Германии из двухсот семидесяти восьми опрошенных сообщила, что вовлечена в «индустрию 4.0» [8]. Передовые компании по всему миру адаптируются к новым тенденциям. Что же повлечет за собой новая эпоха?

Исследование компании PwC & Strategy огласило [9], что к 2020 г. в Европе четыре из пяти компаний будут ориентированы на цифровую промышленность, и значительная часть инвестиций в ближайшие годы будет сделана именно в диджитализацию промышленности. Наиболее инвестируемыми станут компании, работающие в сфере производства и инжиниринга (3,5%), технологии (3,9%) [10].

В рамках платформы «индустрии 4.0» создана архитектура RAMI 4.0 (Reference Architectural Model for Industry 4.0). RAMI 4.0 представляет собой трехмерную карту, которая структурно показывает, как подобраться к решению проблемы «индустрии 4.0» [11]. Еще одной целью создания RAMI 4.0 можно назвать стандартизацию понимания концепции «индустрия 4.0» всеми вовлеченными сторонами [11].

Таким образом, можно выделить следующие особенности развития «индустрии 4.0» для европейских стран:

1. Страны Европы первыми вступили в гонку «индустрии 4.0». Данный регион представляет собой совокупность передового опыта стран, разрабатывающих стратегию развития в данном направлении.
2. Европейские страны ожидают, что выработанный подход к развитию промышленности позволит увеличивать производительность на 18% в год [12], снижать затраты на 2,6% в год [12], а также увеличить темпы роста компаний и повысить удовлетворенность потребителей.
3. К трудностям, с которыми столкнется Европа можно отнести:
 - рост затрат, связанный с переквалификацией рабочих,
 - необходимость большого количества инвестиций в повышение цифровой культуры,
 - рост уровня социального неравенства,
 - миграция из развивающихся стран в развитые.

Соединенные Штаты Америки

Четвертая промышленная революция не могла не вовлечь Соединенные Штаты Америки. Однако США решает идти собственным путем, хотя и нельзя сказать о том, что не берутся во внимание активности в этом направлении со стороны стран Европейского союза.

Отмечается, что для предприятий США ориентация на «индустрию 4.0» подразумевает рост производительности и экономичности производства [13]. Другими словами, в данном случае речь идет о перенастройке производственных процессов (процессы становятся более гибкими) и обеспечении более высокого качества продукции при меньших затратах. В США также ориентируются на так называемые «строительные блоки» «индустрии 4.0» — это отрасли промышленности, в которые охотнее всего инвестируют средства американские инвесторы [14]:

- «большие данные» и аналитика,
- роботостроение,
- моделирование,
- горизонтальная и вертикальная системная интеграция,
- промышленный Интернет вещей,
- кибербезопасность,
- облачные технологии,
- аддитивное производство,
- дополненная реальность.

Подобно немецкой платформе «индустрии 4.0» в марте 2014 г. в США создан Консорциум промышленного Интернета (Industrial Internet Consortium, ИИС). Однако, в отличие от немецкой платформы американский консорциум был основан крупнейшими корпорациями США [15]. Идея Консорциума промышленного Интернета заключается в объединении предприятий и технологий, необходимых для ускорения роста промышленности, распространения и применения передового опыта.

Цели Интернет-консорциума США [16]:

1. Стимулирование инноваций путем создания новых областей применения в промышленности.
2. Определение и разработка структуры, необходимой для взаимодействия участников сообщества.
3. Воздействие на процесс разработки глобальных стандартов для Интернет и промышленных систем.
4. Содействие открытым форумам для обмена идеями, практикой, уроками и пониманием реального мира.
5. Укрепление доверия к новым инновационным подходам в области безопасности.

США разработало собственную эталонную архитектуру Industrial Internet Architecture v1.8 (IIoT). Архитектура создана для помощи в управлении цепочкой создания ценности. И RAMI в Европе, и IIRA в США создают единый «язык» для того, чтобы все заинтересованные стороны могли однозначно понимать друг друга. Основные отличия состоят в том, что RAMI 4.0 представляет собой карту физического в виртуальном мире, а также охватывает весь жизненный цикл продукта. IIRA, в свою очередь, гарантирует масштабируемость и сокращает сложность [17].

Здесь стоит обратить внимание на то, что платформы «индустрия 4.0» и «Интернет-консорциум» сотрудничают друг с другом. Основные направления сотрудничества обсуждаются с 2016 г., 19 мая 2016 г. на встрече в Чикаго была разработана «дорожная карта» для достижения конкретных результатов. Сотрудничество организовано на постоянной основе [18]:

- в интересах взаимодействия промышленных интернет-систем из различных областей для поддержки технического обмена,
- для определения различий и улучшений с обеих сторон,
- для формулирования требований к органам стандартизации,
- для создания тестового стенда для проверки элементов архитектуры,
- объединения усилий для повышения применения промышленной сети Интернет.

Для стратегии развития США в области новой промышленной революции можно выделить следующие отличительные черты:

1. Стратегия развития промышленности США в большей степени ориентируется на повышение производительности при снижении уровня затрат на производство.
2. Основными положительными результатами, ожидаемыми Америкой от реализации выработанной ими политики, можно назвать:
 - увеличение прибыли от деятельности компаний,
 - увеличение инвестиций в цифровые технологии и снижение их стоимости.
3. Аналогично странам Европейского союза Америка вынуждена увеличить вложения в повышение уровня цифровой культуры для успешной реализации стратегии IIoT.

Страны Азии

В своих стремлениях развития концепции «индустрии 4.0» страны азиатского региона стараются налаживать тесные кооперационные связи со странами Евросоюза, прежде всего, с Германией [19]. Большинство стран Азии, занятых в развитии «индустрии 4.0» (Япония, Южная Корея, Тайвань), характеризуются компактностью, отсутствием большого разнообразия природных ресурсов, высоким уровнем личных свобод в обществе, высоким уровнем развития образования [20]. Некоторые страны Азиатского региона характеризуются таким устройством государственного аппарата, который не способствует развитию новаторского мышления в обществе и поддержке новаторских инициатив. Возможно, с этим связан тот факт, что наиболее распространенным направлением для развития принципов «индустрии 4.0» является «цифровизация» уже существующей продукции (услуг), а не создание новой. К ключевым достижениям этих стран на данный момент можно отнести:

1. Одна из самых развитых и хорошо формализованных в мире концепция «логистика 4.0».
2. Наиболее развитые и новаторские технологии в области Интернет вещей.

По опросам экспертов, было выявлено, что на данный момент около 48% предприятий Азии готовы к ориентации на «индустрию 4.0». По мнению представителей стран азиатского региона, повышение уровня заинтересованности в новом направлении развития промышленности может быть достигнуто повышением прозрачности и наглядности способов ор-

ганизации производства. Именно поэтому, по мнению экспертов, значительная часть средств инвестируется в моделирование.

Что касается, например, Китая, то, по прогнозам аналитиков [20], главенствующее положение в «индустрии 4.0» Китай сможет занять в области микросхем, а также в области Интернета вещей. Следует отметить, что в настоящее государство занимается созданием всей необходимой инфраструктуры (создание технопарков, особых экономических зон) [20]. По аналогии с «Платформой индустрия 4.0» в Германии в Китае разработан план действий на следующие десять лет, который получил название «Сделано в Китае 2025» («Made in China 2025»). Основная цель данного плана переделать Китай из промышленного гиганта, опирающегося на дешевый труд в мирового производителя. План также нацелен на повышение конкурентоспособности и стимулировании инноваций [21].

Интерес представляет пример Сингапура, который ведет активную политику для развития промышленного Интернета вещей (IIoT). В 2015 г. в Сингапуре была создана некоммерческая организация – Производственный консорциум Сингапура (Singapore Manufacturing Consortium, SIMCO), которая включает в себя передовых поставщиков решений в области промышленного Интернета вещей. Основная цель данного консорциума – стать единым «магазином» для производств, ищущих решения в области цифровых фабрик [21]. Сингапур делает все для того, чтобы занять лидирующие позиции в промышленном интернете вещей, считая своими конкурентными преимуществами развитую ИТ инфраструктуру, перспективное правительство и мощную поддержку со стороны государства, например, организованное в начале 2017 г. Государственное технологическое агентство (Government Technology Agency, GovTech).

Также в 2017 г. в этой стране был создан Digital Capability Center (DCC), на базе которого осуществляется поддержка перехода традиционных производств из Сингапура и Юго-Восточной Азии в цифровой формат. Кроме это, в DCC создана модель фабрики будущего с готовым оборотом в \$2 млрд, на которой работает около 8000 роботов. Любой посетитель может увидеть, как устроены процессы на подобном предприятии, а сами сотрудники центра работают над их оптимизацией.

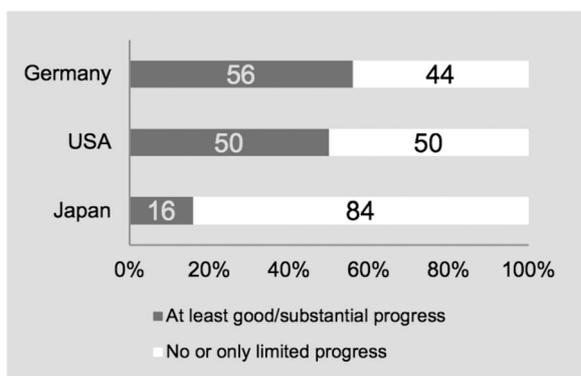


Рис. 1. Развитие компаний в условиях «индустрии 4.0» [23]

Индия также стремится занять лидирующие позиции в сфере промышленного Интернета вещей. В 2014 г. в Индии была запущена инициатива «Сделано в Индии» («Make in India») для того, чтобы привлечь ведущие компании мира запускать свои производства в Индии. Большую роль в формировании экосистемы цифровых фабрик играют такие стартапы как Altizon, Entrib и Covacsis Technologies, которые разрабатывают собственные платформы для интеграции промышленного оборудования.

По состоянию на 2016 г. только 40% индийских производителей промышленного оборудования используют роботов в своем производстве и планируют увеличить эту цифру до 70% в ближайшее десятилетие. Еще один показатель, рост которого планирует Индия, в ближайшее десятилетие – доля прибыли, которую компании тратят на исследования. Сейчас данный показатель менее 3% [22].

Оценивая готовность японских компаний вступить в новую индустриальную эпоху, стоит отметить отставание от Америки и Германии. Японские компании оптимистично оценивают возможности новой эпохи: 16% компаний подтвердили свою готовность к развитию в условиях новой промышленности. Ожидалось, что 16,5% компаний к 2015 г. будут иметь сформированную команду специалистов для перехода к «умному производству». Однако, по результатам опроса [22] на апрель 2017 г. только 1,5% компаний выразили такую готовность.

Консалтинговая компания McKinsey&Co [23] оценила развитие японских компаний по сравнению с американскими и немецкими (рис. 1). Из диаграммы (рис. 1) видно, что только 16% японских компаний устойчиво развивается в условиях новой эпохи, в противоположность 56% немецких компаний и 50% американским.

Одна из крупнейших организаций, созданная в Японии для распространения и поддержки технологий «индустрии 4.0», – Industrial Value Chain Initiative (IVI). IVI тесно сотрудничает с немецкой «индустрией 4.0»: в 2016 г. между странами было подписано соглашение о сотрудничестве. Ключевыми целями IVI являются:

- повышение прозрачности между производственными площадками,
 - наращивание производственных мощностей Японии и рост дигитализации,
 - дальнейший экспорт японских товаров и услуг.
- Для развития концепции Интернета вещей в Японии организован IoT Acceleration Consortium, основными задачами которого являются:
- разработка и стандартизация технологий Интернета вещей,
 - разработка рекомендаций по реализации проектов, связанных с Интернетом вещей.

Для стратегии развития стран Азии в сфере «индустрии 4.0» можно выделить ряд отличительных особенностей:

1. В настоящее время страны этого региона находятся на начальном этапе внедрения принципов «индустрии 4.0», пытаются выработать собственную стратегию развития.

- Ожидается, что именно со стороны азиатских стран будет разработан самый продвинутой Интернет вещей, к которому в скором времени стоит ожидать рост интереса со стороны зарубежных инвесторов.
- К ключевым проблемам, с которыми столкнутся страны этого региона в новой индустриальной эпохе, можно отнести:
 - рост уровня социального неравенства,
 - отголоски исторически слабой системы генерации технических новаций,
 - необходимость большого количества инвестиций в перестроение взглядов общества, в том числе представителей промышленности, на принципы «индустрии 4.0», а также в создание необходимой инфраструктуры для ее поддержания и развития.

Россия

По оценке большого количества экспертов [24], Россия на данный момент не готова к принятию концепции «индустрии 4.0». Однако существует и полностью противоположное мнение, согласно которому в нашей стране на данный момент принимается большое количество результативных мер по включению России в «гонку» за лидерство. Наряду с рассмотренными выше зарубежными инициативами, такими как «Платформа индустрии 4.0» и Консорциум промышленного Интернета, стоит отметить российский «интерфейс» новой промышленности — НТИ, национальную технологическую инициативу. Данная инициатива подразумевает системный подход к модернизации социо-технично-экономической жизни России [27]. Так, внимание уделяется развитию образования, и кадровой политики, вопросам поиска и развития новых технологий. Главной особенностью подхода, который предлагает НТИ, является не попытка догнать передовые страны в тех технологиях, на тех рынках, которые на данный момент уже известны, а поиск новых рынков и внедрение принципиально новых технологий. Таким образом, можно говорить о том, что Россия идет не по пути адаптации зарубежных наработок и представлений в области «индустрии 4.0», а по пути развития собственного видения новой индустриальной эпохи с учетом собственных особенностей и опыта зарубежных коллег. По мнению А. И. Боровкова [25, 26], в перспективе 2035 г. Россия сможет занять лидирующее положение сразу на нескольких рынках, каждый из которых к тому времени будет аккумулировать порядка \$100 млрд. С этой точки зрения, большой интерес представляет собой матрица НТИ [27], которая является лаконичным воплощением системности подхода и наглядно демонстрирует реализацию поиска новых рынков и технологий. Матрица на данный момент включает в себя четыре фундаментальные составляющие:

- рынки (AeroNet, NeuroNet, EnergyNet, AutoNet, HealthNet, SafeNet, MariNet, FoodNet, FinNet);
- технологии («большие данные», искусственный интеллект, новые источники энергии, нейротехнологии и т. д.);
- таланты (направление развития компетенций нового типа кадров, раннего выявления предрас-

положенностей, создание среды взаимодействия кадров и потенциальных заинтересованных работодателей);

- сервисы (поддерживающее направление со стороны государства: технопарки, финансирование, механизмы транспорта и популяризации технологий и т. д.).

Анализ проектов, разработанных российскими предприятиями, входящими в сообщества НТИ [27, 28], показал, что ключевой особенностью, которая объединяет рассмотренные продукты, является их человекоориентированность. Об этом же свидетельствует направленность прошедшего в конце сентября 2017 г. «Петербургский международный инновационный форум». Значительное число проектов выставочной части форума было связано с медициной и здравоохранением, экологией, технологиями для города и адаптацией человека в новом «умном» городе. Важной составляющей, если говорить о человекоориентированности российского подхода, также является создание так называемой среды восприятия нововведений. В работе [29] предлагается в рамках НТИ сформировать рабочую группу «Homo innovaticus», а предложенную в проекте Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 г. (п. 5.4) [30] программу «Управление талантами в сфере исследований и разработок» переименовать в «Создание среды восприятия и формирования кадрового обеспечения новой экономической реальности». Данные меры также соотносятся с еще одной особенностью российского взгляда на новый индустриальный уклад — подходу к образованию, о котором речь пойдет далее.

Отличительной особенностью российского подхода к «индустрии 4.0», по мнению авторов исследования, является проактивность, которая заключается, в первую очередь, в тщательной проработке образовательных концепций, соответствующих принципам нового промышленного времени. Причем концепции эти касаются абсолютно всех уровней образования. Так, дошкольное и школьное образование переходит к проектно-ориентированному подходу, а также приступает к изучению робототехники, «умных» технологий с ранних лет (примечательно, что в данной плоскости реализуется большое количество проектов-резидентов АСИ, Ассоциации стратегических инициатив). А в университетском образовании, наряду с не так давно зародившейся концепцией «университет 4.0», сейчас речь идет об «университете 20.35». По мнению авторов данного исследования, такой подход, во-первых, как уже отмечалось, является проактивной мерой по обеспечению кадрового потенциала российских высокотехнологичных компаний в ближайшем будущем, а также способствует минимизации социально-экономической угрозы, которая является одной из ключевых в отчетах аналитиков и исследователей [28], а именно — угрозы нехватки рабочих мест и необходимости проходить повсеместную переквалификацию.

Нельзя не отметить, что в России активно развивается поддержка проектов крупного, малого и среднего бизнеса, ориентированного на развитие стратегических инициатив (НТИ). Ведется активная популяризация идей и тенденций четвертой промышленной рево-

люции в рамках значимых для страны мероприятий [31].

Стоит также упомянуть о положительной тенденции в развитии российской «индустрии 4.0», которая заключается в том, что за последние несколько лет были достигнуты и формализованы договоренности промышленности, университетов и государственного аппарата касательно направлений развития, целей, задач и, что не менее важно, используемой терминологии.

Резюмируя положение России в вопросе перехода к «индустрии 4.0», можно выделить следующие тенденции:

1. Ориентация на цифровую экономику (термин, введенный на ПМЭФ-2017 В. В. Путиным).
2. Проактивность и системность подхода к организации процессов и инфраструктуры для реализации инициатив.
3. Ориентация, в первую очередь, на новые рынки и технологии.
4. Значительное внимание и поддержка со стороны государства.
5. Безусловно, нельзя не отметить, что и российский подход, как и подход рассмотренных здесь регионов, столкнется с рядом трудностей. К ним можно отнести:
 - необходимость значительного объема инвестиций в модернизацию производственной инфраструктуры (как результат, снижение инвестиций в других областях);
 - неизбежный отток «умов» из страны.

Сравнительный анализ и обобщение по странам

Проведенный сравнительный анализ показал, что в разных регионах по-разному подходят к внедрению концепции «индустрии 4.0», ориентируясь на общие принципы, которые лежат в основе этой промышленной философии. Несмотря на существующие различия в восприятии «индустрии 4.0», в прогнозах по ожидаемому эффекту от ее наступления, стоит отметить, что зарождающаяся (а где-то уже и активно развивающаяся) концепция подразумевает ряд схожих положений в развитии экономики и общества. Среди них можно выделить:

- рост дигитализации жизни,
- положительный экономический эффект,
- человекоориентированность,
- поиск «взаимопонимания» между человеком и машиной,
- будущее за социкиберфизическими системами.

Что касается различий, то предпосылки их формирования могут быть связаны, прежде всего, со следующими факторами:

- государственная политика в области инноваций и научно-технологического развития;
- способы государственной поддержки и методы регулирования деятельности;
- экономико-географическое положение;
- текущий уровень развития образования, науки и технологий;
- социально-экономическое устройство.

Говоря о сравнительном анализе подходов рассматриваемых регионов к «индустрии 4.0», нельзя не отметить результативность применяемых мер. В ходе анализа достигнутых на данный момент результатов авторами работ были проанализированы открытые базы статистических данных [32-36]. Анализ проводился с точки зрения оценки изменений двух аспектов:

- развитие науки (количественный анализ среднегодового прироста доли наукоемкой продукции в общем объеме промышленного производства региона);
- развитие малого и среднего предпринимательства (количественный анализ среднегодового прироста доли малых и средних промышленных предприятий, ориентированных на инновации).

За основу были взяты статистические данные, разделенные на два этапа:

- до перехода к концепции «индустрии 4.0» (2007-2011 гг.);
- после перехода к концепции «индустрии 4.0» (2012-2016 гг.).

Полученные результаты статистического анализа представлены в табл. 1. Из табл. 1 видно, что наибольший прогресс в развитии научно-технической составляющей наблюдается у стран Азии, на втором месте — Европа. Данные заключения коррелируют с выявленными и описанными ранее стратегиями по регионам и прогнозами относительно их развития. Так, в странах Азии уклон будет в сторону построения технологической базы более сложного порядка и саморазвивающихся систем. В Европе, как можно предположить, главенствующее положение займет генерация знаний. Что касается показателя доли инновационных промышленных предприятий, то по данному критерию главенствующую позицию занимает США. Данные показатели подтверждают ставку этого региона на кластеризацию промышленности и развитие инновационного предпринимательства в сфере ИТ.

Что касается России, то здесь стоит ожидать интеграционный подход к построению процессов взаимодействия составляющих социкиберфизических систем и появлений новых технологий в точках их взаимодействия. К данному выводу можно прийти как в ходе анализа стратегических программ и хода их

Таблица 1

Сравнительных анализ результатов

Критерии	Европа		Азия		США		Россия	
	До	После	До	После	До	После	До	После
Среднегодовой прирост доли наукоемкой продукции в общем объеме промышленного производства региона	5,7%	8,6%	9,1%	13,0%	5,8%	8,2%	6,1%	8,5%
Среднегодовой прирост доли малых и средних промышленных предприятий, ориентированных на инновации	3,0%	7,2%	2,1%	3,9%	7,4%	11,8%	4,3%	6,9%

реализации, так и в ходе анализа полученных количественных характеристик.

В заключение хочется отметить важную особенность «индустрии 4.0», общую для всех рассматриваемых стран. Одной из ключевых задач будущей жизни в эпоху «индустрии 4.0» будет являться поиск «взаимопонимания» между человеком и машиной, которая, как может показаться, будет занимать главенствующую роль. Однако это не так. Машина и программное обеспечение будут призваны облегчить жизнь человеку, который по-прежнему будет занимать первостепенную роль в вопросах генерации новых идей и знаний, а также в управлении инновациями и, главное, в принятии решений.

Список использованных источников

- Hermann Mario, Pentek Tobias, Otto Boris. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review//Technische Universitat Dortmund, 2015.
- Malte Brettel, Niklas Friederichsen, Michael Keller, Marius Rosenberg. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective World Academy of Science, Engineering and Technology//International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering. 2014. Vol. 8. No 1.
- Индустрия 4.0. <http://www.webeconomy.ru/index.php>.
- Industry 4.0 The background to Plattform Industrie 4.0. <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/ThePlattform/PlattformIndustrie40/plattform-industrie-40.html>.
- Немецкая «индустрия 4.0» VS Американский консорциум промышленного Интернета. <http://fastsalts.com/sections/obzor/428.html>.
- М. А. Юдина. «Индустрия 4.0»: Перспективы и вызовы для общества//Государственное управление. Электронный вестник. 2017. № 60. С. 197-215.
- ГОСТ Р 55062-2012. Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения.
- В. П. Куприяновский, Д. Е. Намиот, С. А. Снягов. Киберфизические системы как основа цифровой экономики//International Journal of Open Information Technologies. 2016. Vol. 4, no. 2.
- PwC. Всемирный обзор реализации концепции «индустрия 4.0» за 2016 г. http://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf.
- Jay Lee, Behrad Bagheri, Hung-An Kao. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems//Manufacturing Letters 3. 2015. P. 18-23.
- Industry 4.0. Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0). https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/rami40-an-introduction.pdf?__blob=publicationFile&v=3.
- Г. Л. Подвойский. Роль новых технологий в экономике XXI века//Мир новой экономики. 2016. № 4. С. 6-15.
- Н. А. Ястреб. «Индустрия 4.0»: киберфизические системы и интернет вещей//Человек в технической среде. Сб. научных статей. 2016. № 2. С. 136-141.
- Jay Lee Hung-An, Kao ShanhuYang. Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment//Procedia CIRP. 2015. Vol. 16. P. 3-8.
- Stéphane Itasse. USA: Industry 4.0 the American Way. <http://www.process-worldwide.com/usa-industry-40-the-american-way-a-536602>.
- Industrial internet consortium. The industrial internet consortium: a global not-for-profit partnership of industry, government and academia. <http://www.iiconsortium.org/about-us.htm>.
- Vortrag Hr Denner. Industrial internet consortium. Managing the POT value chain. http://www.iiconsortium.org/pdf/Vortrag_Hr_Denner_20160921.pdf.
- A. A. Sinitsyn. Features of the Information-analytical System Application for Estimation the Support Areas for Creation of the Results of the Intellectual Activity of the Research and Educational Institutions//Biosciences Biotechnology Research Asia. December 2014. Vol. 11 (3). P. 1807-1813.
- В. Пирожков, А. Трушин. «Индустрия 4.0»//Прямые инвестиции. 2014. № 4 (144). С. 26-28.
- С. А. Побываев. Повестка для развитого мира (в блуждающих поисках оптимальных путей технологического прорыва)//Мир новой экономики. 2016. № 1. С. 15-23.
- When China's 'Made in China 2025' meets Germany's 'Industry 4.0'. <http://chinaplus.cri.cn/news/china/9/20170502/3933.html>.
- The rise of Industrial IoT and the smart factory in India. <https://yourstory.com/2016/05/industrial-iot-smart-factory-india>.
- Seizing Industry 4.0 opportunities in Japan. https://www.business-sweden.se/contentassets/4f2db52dbae148a78e626486d64e7c2b/seizing_industry_4_0_in_japan.pdf.
- С. А. Толкачев. «Индустрия 4.0» и ее влияние на технологические основы экономической безопасности России//Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. 2017. № 1 (25). С. 86-91.
- Петербург начнет четвертую революцию с помощью роботов и контроллеров. http://www.rbc.ru/spb_sz/28/04/2016/5721c8379a794751284c8318.
- А. И. Боровков, О. И. Клявин, В. М. Марусева и др. Цифровая фабрика (Digital Factory) Института передовых производственных технологий СПбПУ//Трамплин к успеху [корпоративный журнал дивизиона «Двигатели для гражданской авиации» АО «ОДК»]. 2016. № 7. С. 11-13.
- Официальный сайт проекта Национальная технологическая инициатива. <http://www.nti2035.ru>.
- НТИ: Продукты рынков будущего. <https://asi.ru/nti/projects>.
- И. Л. Туккель. «Большие вызовы»: глобализация или глокализация? Вариативное проектирование стратегий научно-технологического развития//Инновации, № 7, 2016.
- Стратегия Научно-технологического развития России на долгосрочный период. <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=fdcf79aa-c932-45f0-b746-755f310ce107>.
- Поддержка проектов. <https://asi.ru/projects>.
- Федеральная служба государственной статистики. <http://www.gks.ru>.
- Портал официальной статистики Statistische Bundesamt. <https://www.destatis.de/DE/Startseite.html>.
- Портал официальной статистики Европейского союза Eurostat. <http://ec.europa.eu/eurostat>.
- База данных Организации объединенных наций. <http://www.un.org/ru/databases/index.html>.
- Рейтинг стран мира по уровню научно-исследовательской активности. <http://gtmarket.ru/ratings/scientific-and-technical-activity/info>.

The comparative analysis of key features of the «industry 4.0» in the countries of Europe6 Asia, The USA and Russia

I. A. Seledtsova, master students in management of innovative processes

V. A. Nikonova, master students in management of innovative processes.

(Higher school of cyber physics and management, Institute of computer science and technology; Peter the Great St. Petersburg polytechnic university)

This article describes the results of the analysis of key features of the «industry 4.0» in the countries of Europe, Asia, the USA and Russia. The most characteristic similarities and distinctions are noted. Distinctive features are considered by four criteria: the current situation, the expected positive and negative effect from transition to the «industry 4.0» and also the expected characteristic of the seventh technological way for each country (each region). Results of the analysis allow to estimate world level of readiness to transition to new technological way and also to designate difficulties which countries can face. The results will be used for further researches.

Keywords: «industry 4.0», Internet of things, cyberphysical systems.