

ИНДУСТРИЯ 4.0: ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ В РОССИЙСКИХ УСЛОВИЯХ

Н. Ю. Щетинина

INDUSTRY 4.0: PRACTICAL ASPECTS OF INTRODUCTION IN THE RUSSIAN CONDITIONS

N. Yu. Shchetinina

Аннотация. *Актуальность и цели.* Одна из наиболее обсуждаемых тем в области промышленного развития и сферы современных технологий – это четвертая промышленная революция – Индустрия 4.0. Весь мир активно готовится к переходу на современные цифровые технологии и готовит производство к внедрению концепции «умных фабрик». Учитывая не самое благополучное наследие российской промышленности, актуален до сих пор вопрос о технической модернизации многих производств. При этом встает закономерный вопрос о степени готовности отечественной промышленной базы к цифровой революции и возможностях реализации современных цифровых производственных технологий на отечественных предприятиях. Основной целью исследования является обзор информации относительно опыта перехода международных промышленных предприятий на концепцию Индустрии 4.0, анализ аналогичных проблем отечественных промышленных предприятий и поиск направлений их решения. *Материалы и методы.* Изучение международного опыта внедрения технологий «умного производства», технических основ реализации концепции Индустрии 4.0 и изменений в модели управления в свете перехода к «сетевому производству». *Результаты.* В статье представлена информация относительно особенностей реализации концепции четвертой промышленной революции. Рассмотрен перспективный опыт цифровизации бизнеса и производственной среды международными компаниями, а также примеры отечественного опыта внедрения данной концепции. Выделены основные проблемы внедрения концепции на базе отечественных предприятий, и намечены направления их решения, в том числе на основе реализации коллективных инноваций путем создания региональных кластеров. Рассмотрена роль опорных вузов в рамках регионального кластера. *Выводы.* Реализация концепции Индустрии 4.0 на базе российских предприятий сталкивается с рядом системных проблем. Основной из них является неподготовленность производственной и информационной среды для перехода на современные сетевые технологии взаимодействия и работу на основе открытых платформ. Показано, что сложности в переоснащении производства и внедрении современных информационных технологий могут быть решены совместными усилиями за счет интеграции отраслевых предприятий в кластер с переходом на концепцию « сетевого завода ».

Ключевые слова: Индустрия 4.0, цифровизация, «умное производство», «сетевой завод», кастомизация, «интернет вещей», Национальная Технологическая Инициатива, кластер, Университет 3.0.

Abstract. *Background.* One of the most discussed subjects in the field of industrial development and the sphere of modern technologies is the fourth industrial revolution – the Industry 4.0. The whole world actively prepares for transition to modern digital technologies and prepares production for introduction of the concept of «smart factories». Consider-

ing not the most safe heritage of the Russian industry, a question actual still of technical modernization of many productions, there is a question of degree of domestic industrial base readiness for digital revolution and opportunities of modern digital production technologies introduction at the domestic enterprises. A main *objective of research* is the review of information concerning experience of the international industrial enterprises transition to the concept of the Industry 4.0, the analysis of possible problems of the domestic industrial enterprises and search of their decision directions. *Materials and methods*. Studying of the international experience of introduction of technologies of «smart production», technical bases of implementation of the concept of the Industry 4.0 and changes in model of management in the light of transition to «network production». *Results*. Information concerning features of the concept of the fourth industrial revolution implementation is provided in article. Perspective experience of digitalization of business and the production environment by the international companies, and also examples of domestic experience of introduction of this concept is considered. The main problems of introduction of the concept on the basis of the domestic enterprises are allocated and the directions of their decision, including on the basis of realization of collective innovations on the basis of creation of regional clusters are planned. The role of basic higher education institutions within a regional cluster is considered. *Conclusions*. Implementation of the concept of the Industry 4.0 on the basis of the Russian enterprises faces a number of system problems. Is basic of which unavailability of the production and information environment for transition to modern network technologies of interaction and work on the basis of open platforms. However, difficulties in re-equipment of production and introduction of modern information technologies can be solved by joint efforts due to integration of the branch enterprises into a cluster from transition to the concept of «network plant».

Key words: Industry 4.0, digitalization, «smart production», «network plant», customization, «Internet of things», National Technology Initiative, cluster, University 3.0.

Введение

К основным трендам промышленной революции относят: роботизацию производства, усовершенствованные человеко-машинные интерфейсы, моделирование и прогнозирование на основе продвинутой аналитики и технологий big data, интеллектуальные датчики и «интернет вещей», облачные вычисления и хранение данных, кибербезопасность, горизонтальную и вертикальную интеграцию рынков, дополненную реальность и 3D печать.

Переход мировых производителей к роботизированным производствам и концепции «умных фабрик» даст радикальный толчок к снижению себестоимости изделий. Современные технологии направлены преимущественно на ресурсосбережение, оптимизацию процессов и кастомизацию производства. Отставание в этой гонке чревато не просто потерями в конкурентоспособности, а значительным технологическим отставанием страны на мировых потребительских и промышленных рынках.

Практическая реализация концепции Индустрии 4.0 в России

Ведущие мировые промышленные предприятия активно переходят на принципы современной работы в соответствии с концепцией Индустрии 4.0. Однако реализация этой концепции на российских предприятиях все еще под большим вопросом. Много говорится о преимуществах и необходимости перехода на современные цифровые технологии. И руководители отечествен-

ных предприятий, несомненно, понимают ключевые преимущества цифровой организации производства. Однако реальная производственная и информационная база многих промышленных предприятий в России далека от возможностей внедрения современных корпоративных информационных систем (КИС) для автоматизации производственных процессов, не говоря о технологиях big data, цифровых моделях и прототипах – основах реализации концепции Индустрии 4.0.

Предыдущая промышленная революция – Индустрия 3.0 – была основана на автоматизации отдельных производственных процессов, в то время как Индустрия 4.0 основана на сквозной цифровизации всех физических активов предприятия и их интеграции в цифровую экосистему. Цифровая среда, или цифровая экосистема, включает в себя совместную ее организацию вместе с бизнес-партнерами, участвующими в цепочке создания стоимости. При этом результаты реализации концепции Индустрии 4.0 будут зависеть от уровня взаимодействия участников цифровой экосистемы, от уровня согласования процессов получения, обмена и анализа данных всех контрагентов общей экосреды бизнеса.

Концепция Индустрии 4.0 предусматривает цифровизацию и интеграцию всех процессов жизненного цикла изделий, начиная от процесса разработки и заканчивая процессами логистики и сервиса. Данные обо всех протекающих процессах, этапах производства, деталях, сборочных узлах и изделиях должны быть доступны авторизованным пользователям в режиме реального времени в рамках единой цифровой сети.

Интеграция бизнеса проходит не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлении, охватывая всех бизнес-партнеров предприятия в рамках цепочки создания ценности. Потребители также включаются в единую интегрированную экосистему производства ценностей.

По данным консалтингового агентства PWC производители промышленных товаров из различных стран мира планируют до 2020 г. вкладывать в реализацию концепции Индустрии 4.0 около 907 млрд долл. США в год [1]. Главным образом инвестиции будут направлены на цифровые технологии, такие как датчики и устройства связи, а также на программы и приложения, такие как системы управления производством. Компании планируют выделять деньги на обучение своих сотрудников и реализацию организационных преобразований. Более половины респондентов, опрошенных PWC, считают, что их инвестиции в концепцию Индустрии 4.0 начнут приносить доход через два года или даже раньше с учетом того, что объем инвестиций в этих компаниях составляет 5 % от их годовой выручки.

По оценкам экспертов BCG доля цифровой экономики в России составляет 2,1 % – это в 1,3 раза больше, чем пять лет назад, но в 3–4 раза меньше, чем у лидеров рынка [2].

Новая промышленная революция дает возможность реализовать идею ухода от массового производства (кастомизацию) с одновременным радикальным снижением производственных затрат за счет роста эффективности организации производственных процессов и процессов обслуживания производства.

По словам Алексея Боровкова, проректора по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого, это можно реализовать с помощью «роевых» технологий, когда роботы могут передавать о себе большие данные (Big Data) через сенсоры в «облако» и «договариваться» между собой [3].

В рамках темы четвертой промышленной революции много говорится о создании основ и развитии интернета вещей и интернета нановещей. Это касается промышленного внедрения технологий Индустрии 4.0, и речь будет идти о промышленном интернете. В рамках данного пространства датчики и сенсоры можно помещать на разные предметы и заставлять их «общаться» друг с другом. Например, через LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) – беспроводную сеть, которая работает на низких частотах и позволяет отправлять небольшие по объему данные на значительные расстояния (до 10 км). Работают они от батарей, которые надо менять лишь раз в десять лет. Подобная система датчиков может применяться в сфере оперативного управления процессами производства и диспетчирования деталей, сборочных узлов и изделий.

Основу реализации концепции Индустрии 4.0 в производстве составляют цифровые модели деталей, узлов и изделий.

В Германии еще с 2011 г. действует правительственная программа «Industrie 4.0». В центре Германии вокруг городов Билефельд и Падерборн создан кластер под названием it's OWL (Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe), который объединяет 173 компании, отрабатывающие на практике концепцию «умных фабрик». На заводе компании Siemens в Амберге осталось работать около 300 человек. Их заменила система SAP Manufacturing & Intelligence (SAP MI), консолидировавшая данные департаментов финансов, маркетинга, продаж, закупок, контроля качества и др. Beiersdorf также занялась вертикальной интеграцией потоков данных, формирующихся в производственных и коммерческих подразделениях. Процесс был реализован на базе B2MML (язык разметки связи между бизнесом и производством), по сути они сделали шаг в промышленный Интернет вещей. Компания Trumpf, которая производит станки для обработки металла, стала предлагать клиентам IT-платформу под названием Axoom для объединения станков с датчиками в единую «экосистему», что создаст платформу для реализации технологий «умной фабрики».

Новая концепция основана на межмашинном взаимодействии (M2M). Индустрия 4.0 предполагает обмен данными между всеми участниками, которые задействованы в производственной цепочке: специалистами предприятия, оборудованием, ERP-системами, роботами, продуктами и т.д.

В соответствии с концепцией Индустрии 4.0 каждый выпускаемый продукт должен иметь свой «цифровой образ», т.е. вся информация о нем – чертежи и технология производства, правила эксплуатации, техобслуживания и утилизации – должна быть оцифрована и доступна для считывания устройствами и людьми. Применительно к производству это может выглядеть следующим образом: каждая деталь имеет метку (сделанную по RFID-

По словам Алексея Боровкова, проректора по перспективным проектам Санкт-Петербургского политехнического университета им. Петра Великого, это можно реализовать с помощью «роевых» технологий, когда роботы могут передавать о себе большие данные (Big Data) через сенсоры в «облако» и «договариваться» между собой [3].

В рамках темы четвертой промышленной революции много говорится о создании основ и развитии интернета вещей и интернета нановещей. Это касается промышленного внедрения технологий Индустрии 4.0, и речь будет идти о промышленном интернете. В рамках данного пространства датчики и сенсоры можно помещать на разные предметы и заставлять их «общаться» друг с другом. Например, через LPWAN (Low-Power Wide-Area Network) – беспроводную сеть, которая работает на низких частотах и позволяет отправлять небольшие по объему данные на значительные расстояния (до 10 км). Работают они от батарей, которые надо менять лишь раз в десять лет. Подобная система датчиков может применяться в сфере оперативного управления процессами производства и диспетчирования деталей, сборочных узлов и изделий.

Основу реализации концепции Индустрии 4.0 в производстве составляют цифровые модели деталей, узлов и изделий.

В Германии еще с 2011 г. действует правительственная программа «Industrie 4.0». В центре Германии вокруг городов Билефельд и Падерборн создан кластер под названием it's OWL (Intelligent Technical Systems OstWestfalenLippe), который объединяет 173 компании, отрабатывающие на практике концепцию «умных фабрик». На заводе компании Siemens в Амберге осталось работать около 300 человек. Их заменила система SAP Manufacturing & Intelligence (SAP MI), консолидировавшая данные департаментов финансов, маркетинга, продаж, закупок, контроля качества и др. Beiersdorf также занялась вертикальной интеграцией потоков данных, формирующихся в производственных и коммерческих подразделениях. Процесс был реализован на базе B2MML (язык разметки связи между бизнесом и производством), по сути они сделали шаг в промышленный Интернет вещей. Компания Trumpf, которая производит станки для обработки металла, стала предлагать клиентам IT-платформу под названием Axoom для объединения станков с датчиками в единую «экосистему», что создаст платформу для реализации технологий «умной фабрики».

Новая концепция основана на межмашинном взаимодействии (M2M). Индустрия 4.0 предполагает обмен данными между всеми участниками, которые задействованы в производственной цепочке: специалистами предприятия, оборудованием, ERP-системами, роботами, продуктами и т.д.

В соответствии с концепцией Индустрии 4.0 каждый выпускаемый продукт должен иметь свой «цифровой образ», т.е. вся информация о нем – чертежи и технология производства, правила эксплуатации, техобслуживания и утилизации – должна быть оцифрована и доступна для считывания устройствами и людьми. Применительно к производству это может выглядеть следующим образом: каждая деталь имеет метку (сделанную по RFID-

технологии и содержащую информацию обо всех операциях, которые необходимо с ней произвести). На каждом этапе технологической обработки, подходя к станку, деталь через RFID-метку «сообщает», что с ней делать, а после обработки автоматически перемещается на следующий производственный участок. При таком подходе операции могут быть максимально роботизированы.

«Цифровой образ» продукта можно рассматривать и как электронный паспорт изделия, в котором фиксируются все данные о материалах, испытаниях, произведенных операциях. Это позволяет отслеживать и гарантировать качество продукции. Крупные международные компании уже выпустили на рынок чипы для двусторонней коммуникации и другое оборудование для создания «умного производства». В данном направлении работают Eaton, Honeywell, Bosh и др. [4].

Благодаря интегрированным в продукцию чипам производитель сможет поддерживать связь с оборудованием, которое стоит у заказчика, и удаленно контролировать его работу. В дальнейшем прогнозируют создание систем удаленного технического обслуживания, которые будут позволять заблаговременно определить, что может выйти из строя. Производитель сможет заранее подготовить для заказчика комплект замены и провести ее.

Есть и некоторые положительные примеры перехода отечественных предприятий к технологиям Индустрии 4.0. Так, в прошлом году Металлоинвест и SAP запустили программу бизнес-трансформации, в ходе которой создается интегрированная корпоративная система управления. Она автоматизирует бизнес-процессы базовых производственных предприятий и управляющей компании, охватывая все уровни – от финансового, бухгалтерского и управленческого учета до управления производством, транспортной логистикой, ремонтами и закупками с учетом специфики отрасли. Всего планируется использовать 55 программных продуктов SAP [2].

Так есть ли возможности для массового применения в России технологий «умных фабрик» и положительной практики Индустрии 4.0? В настоящее время полномасштабное внедрение современных цифровых технологий под силу только ведущим мировым промышленным лидерам. Однако немецкие фабрики, объединяясь в кластер, дали возможность внедрить современные технологии не только таким гигантам, как Siemens, но и более мелким предприятиям.

По мнению Дмитрия Иванова, директора по инновационному развитию ОАО «НПО «Сатурн», российские компании столкнулись со сложностями при переходе на концепцию Индустрии 4.0, поскольку многие продукты пока не оцифрованы (полная информация об изделии не переведена в электронный вид, доступный PDM-системам). За рубежом этот этап, наиболее трудоемкий, уже пройден, что позволяет перейти от отдельных объектов к процессам и системам [2].

Коллективные инновации дают возможность малому и среднему бизнесу использовать преимущества цифровых технологий и комплексных решений, ранее доступных только промышленным гигантам.

Кооперация как возможность для внедрения технологий Индустрии 4.0

Кластеризация – вот реальная возможность отечественных предприятий для внедрения передового опыта мирового промышленного производства. Майкл Портер справедливо называл кластеризацию одним из путей для повышения конкурентных преимуществ не только отдельных компаний, но и целых стран. Если обратиться к ромбу (алмазу) М.Портера, видно, что в его основе лежит взаимосвязь между спросом и факторами производства, условия стратегического развития компаний и конкуренции, а также родственные и поддерживающие отрасли, включающие в себя кластеры предприятий.

В качестве основных преимуществ кооперации предприятий в рамках кластера можно отметить следующие:

- снижение издержек на техническое перевооружение, развитие инфраструктуры, подготовку кадров, НИОКР, сертификацию, вывод продукции на рынок и взаимодействие с потребителями;
- создание общего брэнда кластера, совместное участие в мероприятиях, конкурсах и закупках;
- совместное решение проблем загрузки производственных мощностей;
- объединение сил при решении задач быстрого освоения новой продукции, прототипирования и разработки цифровых моделей;
- получение государственной и целевой поддержки инновационных проектов кластера;
- совместное внедрение современных цифровых технологий, в том числе технологий «умного» производства для Индустрии 4.0.

Не все отечественные промышленные предприятия в состоянии позволить себе внедрение комплексных информационных систем типа ERP. Однако совместная реализация перехода на цифровое управление производством с широкой интеграцией бизнес-партнеров в рамках цепочки создания ценностей выглядит более реальной. Совместный переход на открытые платформы (Open Platform for Smart Manufacturing) дает возможность оптимизировать производственные цепочки с целью радикального повышения производительности и эффективности производства, качества и кастомизации продукции. Подобная совместная акция ведет к созданию единой интегрированной бизнес-модели кооперации предприятий – созданию технологического кластера.

При этом создается вертикальная сетевая структура бизнес-сотрудничества – единая сеть логистики, производства, маркетинга, сервисов, ориентированная под заказчиков. Осуществляется горизонтальная интеграция посредством создания сети бизнес-партнеров. Выполняется сквозное проектирование производственных цепочек в рамках жизненного цикла продукции. Высокая степень автоматизации процессов и качественные инструменты аналитики позволяют поддерживать высокий уровень децентрализации управления и распределения принятия решений, что позволяет всему кластеру опера-

тивно и гибко реагировать на рыночную динамику. Интероперабельность кластерной системы – это возможность взаимодействия человеко-машинных систем друг с другом на принципах «интернета вещей» и «интернета сервисов». Постоянная доступность сервиса и актуальной информации по прохождению заказа для потребителей посредством технологий промышленного «интернета вещей» реализуется на основе датчиков, информирующих о состоянии и движении заказа.

К совместным элементам кластера можно отнести:

- производственные мощности организаций;
- информационные технологии;
- кадровые ресурсы;
- объекты интеллектуальной собственности и компетенции;
- технологии;
- институты содействия бизнесу.

Кластерная работа дает возможность реализации инновационных проектов, проектов импортозамещения, ориентации на комплексное обслуживание потребителей и поддержания полного жизненного цикла продукции. Становится возможной реализация совместных проектов модернизации производства, в том числе на базе цифровых технологий четвертой промышленной революции.

Представляет практический интерес предложенная Удмуртским машиностроительным кластером концепция «Сетевой завод». Она предполагает, что участники производственной сети (кластера), имея средства автоматизированного планирования и контроля загрузки производственных мощностей, подают во внешнюю среду информацию о резервах загрузки производственной мощности. При наличии внешних потребностей эти мощности могут быть дозагружены за счет «сетевого» заказа. Для координации используется центр управления заказами «сетевого завода». В основе концепции лежит использование цифровой технологической платформы – совокупности программно-аппаратных средств обеспечения взаимодействия на основе облачных технологий, открытых данных, соответствующих приложений и сервисов. Вся информация о «сетевом заводе» хранится на облачных серверах и интегрирована с информационными системами участников «сетевого завода» [5].

Известен международный положительный опыт использования концепции гибкого производства (agile manufacturing) на основе кроссфункциональных производственных команд (производство вилок для коробок передач FAVI). Команды могут перемещаться между организациями кластера по мере необходимости, в зависимости от загруженности производственной системы [6].

В качестве мер господдержки работы регионального кластера обычно рассматривают создание образовательной инфраструктуры, деятельность по продвижению и участию в выставках, форумах и т.д., а также помощь в создании инновационной инфраструктуры и структуры стратегического управления кластером, содействие в привлечении инвестиций и закреплении прав собственности на разработки.

Роль университетов в создании экосреды для внедрения технологий Индустрии 4.0

Российская венчурная компания (РВК) и Агентство стратегических инициатив (АСИ) предложили Национальную Технологическую Инициативу, рассчитанную на формирование принципиально новых рынков и создание условий для глобального технологического лидерства России к 2035 г. Значительные задачи в соответствии с проектом НТИ были возложены на российские вузы. Для обозначения ключевых изменений в функционировании вузов в НТИ предложен термин Университет 3.0.

В соответствии с предложенной классификацией Университет 1.0 отвечает за трансляцию знаний, подготовку кадров, социальный лифт, реализацию образовательных стандартов, разработку методик и методических материалов. В число функций Университета 2.0 входят, кроме вышеперечисленного, генерация новых знаний, консалтинг и выполнение НИР для бизнеса, создание технологий «на заказ».

Университет 3.0 должен реализовать коммерциализацию технологий, предпринимательскую деятельность, создание компаний (spin-out), управлять правами интеллектуальной собственности, развивать предпринимательскую экосистему и городскую среду.

В программе «Университеты 3.0 в НТИ» университеты рассматриваются как центр экосистем бизнеса. В основе их деятельности лежит по-прежнему образование, в качестве новых видов деятельности добавлены отраслевая кооперация, развитие партнерства и организация двухстороннего диалога рынка и талантов, синхронизация запросов бизнеса и возможностей академического сообщества.

Предлагается концепция университетов-хабов по выстраиванию цепочки роста стоимости интеллектуальной собственности от исследований до продукта, компаний и лицензий через развитие кооперации с бизнесом. Ориентировочная структура регионального промышленного кластера показана на рис. 1.

Опорный вуз в структуре регионального кластера может выполнять следующие функции:

- обучение и переобучение персонала;
- разработка перспективных видов продукции;
- НИОКР по заказам кластера;
- решение вопросов стандартизации и сертификации;
- консалтинг и разработки в области информационных технологий;
- интеграция и взаимодействие с зарубежными вузами и деловыми партнерами за рубежом, организация стажировок и деловых поездок;
- стратегическое планирование деятельности кластера;
- перспективные научные исследования и разработки.

При переходе промышленных предприятий кластера на концепцию Индустрии 4.0 вуз может выступать в качестве системного интегратора перехода промышленных предприятий на единую открытую информационную платформу, организовать обучение специалистов и оказывать помощь по созданию «цифровых образов» деталей и продукции предприятия.

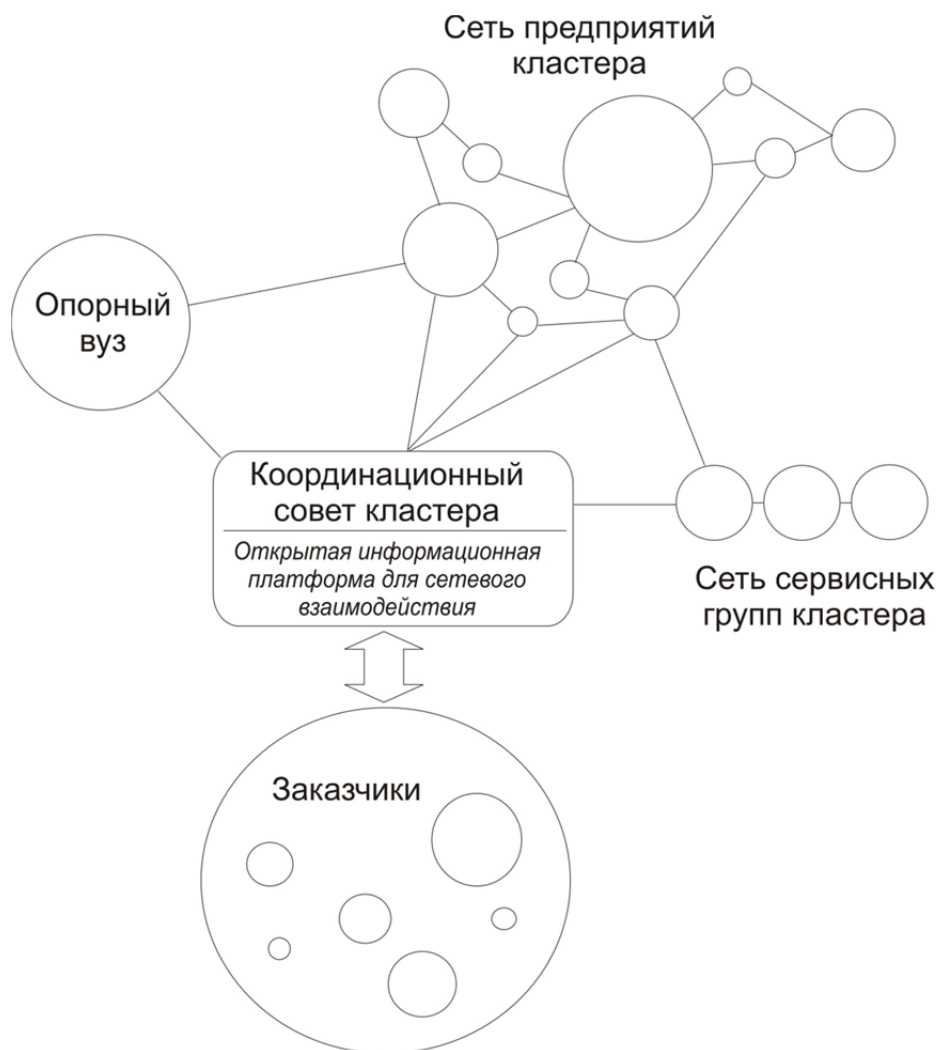


Рис. 1. Структура регионального промышленного кластера

Таким образом, в рамках регионального кластера опорный вуз играет роль проводника инноваций и связующего звена между наукой, бизнесом и потребителями.

Заключение

Рассмотренные примеры реализации концепции Индустрии 4.0 зарубежными компаниями демонстрируют международный опыт заблаговременного планирования и ответственного отношения к вопросам оптимизации производства и конкурентоспособности предприятий и отраслей. Они показывают путь постепенного поиска возможностей для проведения инноваций и внедрения современных подходов, опыт сетевой работы с заказчиками и кастомизации продуктов. Отечественная промышленность постепенно подходит к применению лучших практик зарубежного промышленного производства, сетевого взаимодействия, организации научной и образовательной

деятельности и необходимости их адаптации к современным отечественным условиям.

Библиографический список

1. Всемирный обзор реализации концепции «Индустрия 4.0» за 2016 год. – URL: http://www.pwc.ru/ru/technology/assets/global_industry-2016_rus.pdf
2. Революция в действии: переход к «Индустрии 4.0» // Iron Magazine. – 2016. – № 2. – URL: <http://www.up-pro.ru/library/strategy/management/dejstvie-industriya.html> (дата обращения: 29.01.2017).
3. Новая промышленная революция «Индустрия 4.0». – URL: http://b3-g.ru/174_novaya-promishlennaya-revolutsiya-industriya-4.0.html
4. Зубкова, Е. «Индустрия 4.0»: эра машин приближается / Е. Зубкова // Интернет-портал сообщества ТЭК. – URL: <http://www.energyland.info/analitic-show-141739> (дата обращения: 28.01.2017).
5. Информация Удмуртского машиностроительного кластера. – URL: <http://clusters.monocore.ru/cluster/299>
6. Лалу, Ф. Открывая организации будущего / Ф. Лалу ; пер. с англ. В. Кулябиной. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 432 с.

Щетинина Наталья Юрьевна

кандидат экономических наук, доцент,
кафедра менеджмента
и экономической безопасности,
Пензенский государственный
университет
E-mail: nataly_sh@bk.ru

Shchetinina Natalia Yurievna

candidate of economic sciences,
associate professor,
sub-department of management
and economic security,
Penza State University

УДК 330.34

Щетинина, Н. Ю.

Индустрия 4.0: практические аспекты реализации в российских условиях /
Н. Ю. Щетинина // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. –
2017. – № 1 (21). – С. 75–84.