**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ
«ИНДУСТРИИ 4.0» КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРАНЫ**

**DIGITAL TRANSFORMATION OF INDUSTRIAL ENTERPRISES
BASED ON THE CONCEPT OF «INDUSTRY 4.0» AS A FACTOR OF
ENSURING ECONOMIC SECURITY OF THE COUNTRY**

Андреев Андрей Владимирович
Andreev Andrey Vladimirovich

кандидат экономических наук, доцент кафедры корпоративной экономики,
Поволжский институт управления имени П.А. Столыпина – филиал РАНХиГС
при Президенте РФ, Саратов

PhD in Economics, associate professor of the department of Corporate Economy
Chair, Stolypin Volga Region Institute of Administration of the Russian Presidential
Academy of National Economy and Public Administration, Saratov

email: awvv@mail.ru

Емельянов Николай Владимирович
Emelyanov Nikolay Vladimirovich

студент факультета экономики и управления, Поволжский институт управления
имени П.А. Столыпина – филиал РАНХиГС при Президенте РФ, Саратов
student of the faculty of economy and management, Stolypin Volga Region Institute
of Administration of the Russian Presidential Academy of National Economy and
Public Administration, Saratov

e-mail: env281997@mail.ru

В статье рассматриваются проблема внедрения цифровых технологий
индустрии «Индустрии 4.0» в промышленных предприятиях России, указаны
возможности и угрозы, связанные с внедрением данных технологий, место и
роль бизнеса и государства в этом процессе. Также представлен прогноз
эффекта для национальной экономики от внедрения данных технологий
компанией McKinsey. Методологической основой исследования являются
общенаучные методы.

Ключевые слова: цифровая трансформация российских предприятий,
технологии «Индустрии 4.0», эффект от внедрения цифровых технологий.

The article discusses the problem of implementing digital technologies in the
industry «Industry 4.0» in industrial enterprises in Russia, identifies the opportunities

and threats associated with the introduction of these technologies, the place and role of business and the state in this process. The forecast of the effect on the national economy from the introduction of these technologies by McKinsey is also presented. The methodological basis of the research is General scientific methods.

Key words: digital transformation of Russian enterprises, «Industry 4.0» technologies, the effect of the introduction of digital technologies.

Повсеместная цифровизация не может не распространиться и на производственную сферу экономики [1]. Цифровую трансформацию на промышленных предприятиях связывают с концепцией «Индустрии 4.0», включающую отдельные технологии, такие как Интернет вещей (ИоТ), «умные» контракты (smart контракты), технологии определения местонахождения, 3D-печать, анализ «больших данных», персонификация по клиентскому профилю, дополненная реальность, переносимые гаджеты и др. Данная индустрия предполагает создание такой цифровой среды в которой будут задействованы материально-технические и трудовые ресурсы предприятий взаимосвязанные в рамках межотраслевой цепочки создания стоимости предприятия [4].

Базовые принципы данной индустрии могут быть внедрены, как в элементы внутренней, так и внешней среды предприятия. В цепочке создания стоимости предприятия цифровизация охватывает основные и поддерживающие виды деятельности, связанные с созданием новых продуктов, обеспечением закупок, производства, продаж и обслуживания. В отношении внешних сцеплений цифровизация может обеспечить эффективные взаимосвязи с поставщиками, каналами реализации и потребителями продукции предприятия. Цифровые технологии здесь включают программные модули, позволяющие осуществлять процессы планирования, координации и контроля в режиме реального времени.

На продуктовом уровне цифровизация позволяет задействовать элементы «дополненной реальности» с помощью интеллектуальных датчиков или устройств связи, совместимых с инструментами аналитики больших данных [3].

Внедрение концепции «Индустрии 4.0» приведет к значительному улучшению деятельности предприятий по целому ряду областей. Например, в области управления производственными операциями технологии данной индустрии позволят повысить эффективность применения оборудования за счет анализа больших массивов данных, получаемых в реальном времени, и выявления скрытых взаимосвязей совершенствовать планирование расходования сырья и графики выпуска продукции.

В области обслуживания оборудования цифровизация позволит выстроить систему превентивного обслуживания, которая будет функционировать как прогностическая модель на основе данных, получаемых в реальном времени. Это поможет понимать реальную потребность оборудования в ремонте или обслуживании.

Цифровые технологии позволят компаниям усовершенствовать работу в сфере управления складами и логистическими процессами предприятия.

Цифровые системы управления цепочками поставок позволяют добиться значительной оптимизации сырья, запасов готовой продукции и т. д.

Технологии «Индустрии 4.0» позволяют сделать производство более безопасным. Например, размещение датчиков на технике и персонале для автоматизированного мониторинга перемещения по производственным площадкам, анализа данных и предотвращения движений, приводящих к травматизму на производстве.

Разработка новых видов продукции может быть улучшена также с помощью инструментов «Индустрии 4.0». Анализ данных о фактическом использовании продуктов клиентами позволит разработать новые типы продукции и повысить эффективность их вывода на рынок.

Что касается увеличения производительности персонала, то цифровые технологии позволяют сократить количество допускаемых сотрудниками ошибок за счет обеспечения более полной загрузки производственного оборудования, оптимальной подачи сырья и сокращения количества отходов, что актуально для пищевой промышленности [2].

Основные преграды для внедрения технологий «Индустрии 4.0». Большинству компаний нелегко принять решение о внедрении технологий данной индустрии. Часто цифровизация не является обоснованной, так как внедрение технологий не всегда приводит к изменениям в производстве, но при этом требует значительных капиталовложений. Компании не видят необходимости повышать производительность труда в связи с низкой стоимостью рабочей силы и наличием социальных обязательств перед персоналом, затрудняющих сокращение штата.

Значительную роль играет фактор устаревания технического регулирования, осложняющий внедрение новых технологий. Также остро стоит вопрос нехватки квалифицированных специалистов по цифровым технологиям в промышленной сфере, которые одновременно хорошо разбираются как в отраслевых технологических процессах, так и в новейших технологических инструментах. Имеет место быть низкая цифровая грамотность руководства и недостаточное понимание механизма применения цифровых методов и их эффекта, скептическое отношение к новшествам, особенно в отраслях и процессах, где требуется высокая надежность, и в тех подразделениях, где понятие «прорывные технологии» вызывает тревогу у руководителей.

«Индустрия 4.0» – драйвер роста ВВП России. Внедрение комплекса элементов «Индустрии 4.0» в отечественных компаниях промышленного сектора к 2025 году способно увеличивать объем российского ВВП на 11-36 трлн. руб., а к 2035 году уже на 27-88 трлн. руб. (таблица 1).

Таблица 1

Прогноз эффекта от внедрения «Индустрии 4.0» в России
накопительным итогом к 2025 и 2035 гг*.

Направления увеличения стоимости	Прирост ВВП (в ценах 2018 г.)		
	Ежегодный прирост, млрд. руб.‘	2025 г., млрд. руб.	2035 г., млрд. руб.
Управление производственными операциями	799,8-2804,7	5598,9-19632,6	13597,4-47679,1
Превентивное обслуживание оборудования	399,9-1062,7	2799,5-7438,6	6798,7-18065,1
Оптимизация товарных запасов	200,5-687,7	1403,4-4813,6	3408,2-11690,2
Здравоохранение и безопасность	137,1-462,2	959,8-3235,7	2330,9-7858,2
Предпродажная аналитика	До 24,9	До 174,5	До 423,8
Производительность работников	24,9-74,8	174,5-523,5	423,8-271,4
НИОКР	12,5-74,8	87,3-523,5	211,9-1271,4
Логистика и складское хозяйство	До 2,5	До 17,5	До 42,4
Итого	1574,8-5194,2	11023,3-36359,5	26770,9-88301,7

*Источник: Росстат, ЦБ РФ, McKinsey. Эффект для России оценен исходя из расчетного эффекта внедрения технологий «Индустрии 4.0» в развивающихся странах с поправкой на долю ВВП России в общем ВВП развивающихся стран.

Можно выделить следующие основные способы создания стоимости вследствие внедрения цифровых технологий «Индустрии 4.0» на промышленных предприятиях.

Оптимизация режимов работы оборудования. В основе оптимизации лежит анализ данных, собираемых с датчиков системы управления предприятием, который осуществляется в режиме реального времени и определение закономерностей (на основе методов машинного обучения), повышающих эффективность производства. За счет внедрения таких технологий ряд горнодобывающих компаний увеличил производительность оборудования на 5-10%, при этом снизив потребление электроэнергии на 2%. По данному показателю в России ожидается ежегодный прирост от 799,8 до 2804,7 млрд. руб. ВВП [6].

Оптимизация загрузки производственного оборудования. Планово-предупредительный подход к обслуживанию и ремонту производственного оборудования позволит повысить его техническую готовность за счет сокращения простоев. Благодаря программе повышения эффективности, основанной на применении технологий «Индустрии 4.0», угольно-химическая компания добилась увеличения прибыли на 50%. Прогноз увеличения ВВП

нашей страны в данном направлении составляет 399,9-1062,7 млрд. руб. ежегодно.

Повышение производительности и безопасности труда. Группа задач, выполняемая высококвалифицированными и низкоквалифицированными работниками, может выполняться более эффективно при цифровизации процессов. Примером может служить моделирование залежей с использованием цифровых инструментов, благодаря которому экономический эффект проекта золотого рудника в Африке увеличился на 23%. Влияние этого фактора на ежегодный прирост ВВП России 162-537 млрд. руб.

Логистическая оптимизация. Цифровой обмен информацией между различными элементами цепочки поставок ускоряет доставку и снижает затоваривание на складах. В качестве примера можно привести синхронизацию логистической цепочки от места добычи до погрузки в порту, которая позволила повысить производительность добычи медной руды на 20%. Ежегодный прирост отечественного ВВП за счет логистической оптимизации составит 200,5-690,2 млрд. руб.

Повышение качества продукции. Цифровизация существующего оборудования, внедрение в производство 3D принтеров позволяет предприятиям выпускать продукцию, производство которой традиционным способом в промышленных масштабах невозможно. Так, компания Boeing планирует использовать в своем новом пилотируемом космическом корабле более 600 деталей, изготовленных с помощью 3D печати.

Улучшение прогнозирования спроса. Анализ «больших данных» позволяет предприятиям добиваться более точного прогнозирования спроса на основе исторической статистики о производстве и продажах, а также данных, поступающих в реальном времени. Прирост ВВП России по данному направлению составит 24,9 млрд. руб. ежегодно.

Сокращение сроков вывода продукции на рынок. Цифровые технологии позволяют сократить сроки разработки и вывода на рынок новых продуктов. Примером может служить изготовление частей спутников на основе компьютерного проектирования и промышленной 3D-печати, что позволило американской авиакосмической компании сократить время разработки на 80% и снизить себестоимость на 55%. Здесь ВВП России ежегодно будет увеличиваться на 12,5-74,8 млрд. руб. [7].

Улучшение послепродажного обслуживания. Технологии «Индустрии 4.0» помогают производителям повышать качество послепродажного обслуживания.

Направления развития для бизнеса. Необходимо оценить уровень цифрового развития компании и установить четкие цели на ближайшие 3-5 лет по применению технологий концепции «Индустрии 4.0», а также разработать стратегию достижения этих целей.

Требуется создание системы подбора и удержания специалистов по цифровым технологиям и обучение существующих и потенциальных сотрудников цифровым навыкам. Для этого нужны договоренности с компаниями, вузами и другими образовательными организациями о разработке образовательных программ, предусматривающих получение двойных

специальностей и стажировки на предприятиях [5].

Важным при развитии технологий «Индустрии 4.0» является концентрация ресурсов, требующая формирования отраслевых партнерств для совместного финансирования проектов и снижения рисков, а также взаимодействие с государственными органами, IT-компаниями и исследовательскими центрами для разработки отраслевых платформ, решений и стандартов.

Крупные компании могут наладить взаимодействие с технологическими стартапами и специалистами по цифровым технологиям с помощью создания собственных венчурных фондов и бизнес-инкубаторов, специализирующихся на технологиях «Индустрии 4.0».

Роль государства в развитии технологий «Индустрии 4.0». Государству и бизнесу необходимо работать над адаптацией системы образования к нуждам более динамичного и глобализованного рынка труда. Необходимо качественное изменение трудового, налогового и социального законодательства, чтобы сохранить интерес талантливых сотрудников к работе на родине. Затраты на исследования и разработки требуют увеличения, и такое финансирование должно поступать в основном из частных источников. В то время как в России доля государственного финансирования исследований выросла с 14 до 69% за 2000-2014 годы, в США и Китае около 75% покрываются частным сектором.

В настоящее время в России уже реализуется ряд программ, направленных на цифровую трансформацию разных направлений экономики. Это и долгосрочная комплексная программа «Национальная технологическая инициатива» (до 2035 года) и национальные проекты «Производительность труда и поддержка занятости» и «Цифровая экономика» (до 2024 года). Несмотря на долгосрочность этих стратегий необходимо ежегодно анализировать результаты их реализации и вносить изменения для достижения лучших целей, так как технологии не стоят на месте. То, что сегодня считается инновацией, уже завтра устареет. Важно, что особое внимание в национальных проектах уделяется подготовке кадров для цифровой экономики. Однако знания также быстро устаревают и необходимо как можно чаще обновлять образовательные программы и ориентировать людей на «непрерывное обучение» (концепция 3L).

Необходимо продолжать стимулировать спрос со стороны компаний на технологии «Индустрии 4.0» с помощью финансовых и нефинансовых механизмов. Особенно важно мотивировать предприятия на привлечение именно отечественных поставщиков, инжиниринговых компаний и исследовательских центров для разработки и внедрения технологий. Благодаря этому внутренний спрос станет драйвером развития российского IT-рынка.

С учетом вышесказанного отметим, что внедрение концепции «Индустрии 4.0» на промышленных предприятиях является частью полноценной цифровизации экономики и представляет собой набор технологий и способов, которые позволят компаниям выйти на новый уровень развития. Повышение производительности, сбор и анализ «больших данных», совершенствование управления складскими запасами, повышение безопасности производства и разработка новых типов продукции – лишь часть того, что позволит

осуществить внедрение цифровых технологий на предприятии.

Внедрение комплекса цифровых технологических элементов. «Индустрии 4.0» в российских промышленных компаниях к 2025 году способно увеличить объём российского ВВП на 11–36 трлн. руб., а к 2035 году уже на 27–88 трлн. руб. Основными направлениями создания добавленной стоимости станут: оптимизация режимов работы и загрузки оборудования, повышение производительности и безопасности труда, логистическая оптимизация, сокращение сроков вывода продукции на рынок и повышение ее качества, улучшение прогнозирования спроса, улучшение послепродажного обслуживания. Только согласованные действия государства и бизнеса помогут достичь положительных результатов во внедрении «Индустрии 4.0» и достижении плановых показателей прироста ВВП. Все упомянутые меры, предпринятые в рамках «Индустрии 4.0» позволят создать условия, при которых производственный потенциал страны будет надежно защищен от внутренних и внешних экономических угроз.

Библиографический список

1. **Авдеева Е.С., Еризко В.В.** Цифровая трансформация в экономике // В сборнике: Россия: тенденции и перспективы развития Ежегодник. Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук; Ответственный редактор В.И. Герасимов. 2018. С. 232-238.

2. **Андреев А.В.** Способы укрепления конкурентной позиции молокоперерабатывающих предприятий на региональном уровне // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. 2014. Т. 14, № 1-1. С. 71-80.

3. **Емельянов Н.В.** Сравнительный анализ основных параметров цифровой и аналоговой экономик // Синергия наук. 2018. №. 26. С. 142-149.

4. Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации»: распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р // Собрание законодательства Российской Федерации. 2017. № 32. Ст. 5138. С. 14517-14574.

5. **Малый В.И., Гусев В.В.** Инновационность развития региона: взаимодействие государства, предприятий и университетов (на примере Саратовской области) // Вестник Томского государственного университета. Философия. Социология. Политология. 2013. № 1 (21). С. 20-37.

6. **Паньшин Б.Н.** Цифровая экономика: особенности и тенденции развития // Наука и инновации. 2016. №. 3. С. 17-20.

7. **Петров А.А.** Цифровая экономика: вызов России на глобальных рынках // Торговая политика. 2018. №1 (13). С. 44-75.

Reference

1. **Avdeeva Ye.S., Yerizko V.V.** Tsifrovaya transformatsiya v ekonomike. [Digital transformation in the economy] // V sbornike: Rossiya: tendentsii i perspektivy razvitiya Yezhegodnik. Institut nauchnoy informatsii po obshchestvennym naukam

Rossiyskoy akademii nauk; Otvetstvennyy redaktor V.I. Gerasimov. 2018. P. 232-238.

2. **Andreev A.V.** Sposoby ukrepleniya konkurentnoy pozitsii molokopererabatyvayushchikh predpriyatiy na regionalnom urovne [Ways to strengthen the competitive position of dairy processing enterprises at the regional level] // Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravlenie. Pravo. 2014. T. 14, № 1-1. P. 71-80.

3. **Yemelyanov N.V.** Sravnitelnyy analiz osnovnykh parametrov tsifrovoy i analogovoy ekonomik [Comparative analysis of the main parameters of digital and analog economies] // Sinergiya nauk. 2018. №. 26. P. 142-149.

4. Ob utverzhdenii programmy «Tsifrovaya ekonomika Rossiyskoy Federatsii» [Digital economy of the Russian Federation]: rasporyazhenie Pravitelstva RF ot 28.07.2017 № 1632-r // Sobranie zakonodatelstva Rossiyskoy Federatsii. 2017. № 32. St. 5138. P. 14517-14574.

5. **Malyy V.I., Gusev V.V.** Innovatsionnost razvitiya regiona: vzaimodeystvie gosudarstva, predpriyatiy i universitetov (na primere Saratovskoy oblasti) [Innovative development of the region: interaction of the state, enterprises and universities (on the example of the Saratov region)] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofiya. Sotsiologiya. Politologiya. 2013. № 1 (21). P. 20-37.

6. **Panshin B.N.** Tsifrovaya ekonomika: osobennosti i tendentsii razvitiya) [Digital economy: features and development trends] // Nauka i innovatsii. 2016. №. 3. P. 17-20.

7. **Petrov A.A.** Tsifrovaya ekonomika: vyzov Rossii na globalnykh rynkakh [Digital economy: Russia's challenge in global markets] // Torgovaya politika. 2018. №1 (13). P. 44-75.