
«ПРОМЫШЛЕННЫЙ АПГРЕЙД» НА ПРИМЕРЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Трoнина Ирина Алексеевна, д-р экон. наук, доц.

Татенко Галина Ивановна, канд. экон. наук, доц.

Злобина Ирина Викторовна, маг.

Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, ул. Комсомольская, 95, Орел, Россия, 302026; e-mail: irina-tronina@yandex.ru; galinatatenko@yandex.ru; irina.zlobina.98@mail.ru

Предмет: «промышленный апгрейд» как предмет исследования представляет собой процесс обновления индустриального сектора национального хозяйства страны с учетом сложившихся экономических условий и направлений развития технологической составляющей бизнеса. При этом определенную значимость приобретает фактор цифровой трансформации в сочетании с принципами объединения интересов общества и сохранения природного капитала. *Цель:* изучение механизма модернизации промышленности на примере деятельности машиностроительных предприятий для решения проблем адаптации производства к текущим и будущим изменениям на основе исследования практического опыта и прогнозных планов инновационного развития индустрии. *Дизайн исследования:* авторами обосновывается необходимость поиска перспективных подходов, связанных с процедурой модернизации предприятий машиностроительного комплекса, что требует от отраслевых представителей обладание навыками ведения трансформационных процессов, тем самым формируя процедуру «промышленного апгрейда». Делается предположение, что модель трансформационного преобразования включает в себя рассмотрение движущих сил «Индустрии 4.0», связанных с механизмом использования преимуществ цифровой инженерии, бережливого производства и «сквозных» технологий на основе анализа практических кейсов. *Результаты:* рассмотрены важнейшие аспекты трансформации машиностроительной отрасли, обеспечивающие инновационное развитие индустриальных предприятий. Анализ опыта деятельности российских компаний в рамках осуществления перехода к концепции «Индустрия 4.0» подтверждает актуальность изучения темы «промышленного апгрейда». Предложен подход к актуальной перестройке промышленного производства в формате структурной модели «промышленного апгрейда».

Ключевые слова: «Индустрия 4.0», машиностроение, «промышленный апгрейд», цифровая инженерия, инновация, трансформация, технология.

DOI: 10.17308/meps/2078-9017/2022/7/48-65

Введение

На фоне событий, касающихся различных аспектов жизнедеятельности общества и вопросов существования современного бизнеса, особый интерес вызывает тема «обновления» инновационного каркаса организационных и производственных процессов в соответствии с вызовами внешней среды и требованиями цифровой экономики. В научных трудах Куценко Е.С., Абашкина В.Л., Исланкиной Е.А. отмечается важнейшая роль отраслевой специализации в фокусировке региональной промышленной политики, поскольку именно регионы выступают драйверами инновационного развития территорий [9]. Зачастую подобную нишу для своего инновационного развития выбирают компании, являющиеся представителями ключевых отраслей национального хозяйства, а аспекты реинжиниринга как механизм «обновления» в формате «промышленного апгрейда» выступают главным условием прогресса машиностроительного комплекса. Выбор машиностроения в качестве объекта исследования интересен, поскольку в XXI веке данная индустрия отличается своеобразным характером изменений, где инновации считаются критически важным моментом, определяющим траекторию развития отрасли. При этом оптимальным инструментом трансформации выступает цифровизация со всей присущей ей специфичностью и сложностью, что подчеркивается в исследованиях Ветровой Е.Н., Лапочкиной Л.В. [4], Машкиной Д.И., Хакимовой Д.И. [13], Помозгова А.И. [15].

Начиная с основ становления машиностроения как отдельного сектора экономики, учёными и специалистами всегда отмечалось важное значение темпов прогресса отрасли, связывая параметры её подъема с индустриальным прорывом и научно-технической революцией. Идеальное состояние машиностроения заключается в постоянном и всеобщем продвижении инновационных технологий, стимулирующих продуктивность и конкурентную способность компаний. Следовательно, проблема ускорения «перестройки» промышленной индустрии, согласно динамике смены доминирующих технологических укладов, на протяжении нескольких сотен лет неизменно актуальна. Это отражает научный и практический интерес в рамках исследования и научного поиска перспективных подходов, связанных с процедурой модернизации предприятий машиностроительного комплекса.

Обзор литературных источников по исследуемой проблеме позволяет выделить теоретические разработки таких ученых, как Гётц М., Янковска Б. [5], В.А. Васяйчева [3], К. Майнцер [10], Л.Н. Устинова [17] и других. В частности вопросами инновационного развития территорий и промышленности занимался Й. Шумпетер, аспектами научно-технического развития – К. Перес, а идеологом теории кластеров стал М. Портер.

Стоит отметить, что работы ученых и специалистов, освещающих принципы трансформации промышленности, в большей степени сопряжены с темами структурного, инновационного, циклического, кластерного, технологического и иных параметров развития. Например, по мнению К. Переса, промышленное преобразование строится по направлению взаимосвязанности трёх базовых составляющих: творческого здоровья людей, устойчивости планеты и полного глобального развития [14]. Тем самым обосновывается важность концепции экономических изменений, при которых различные производственные факторы согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений.

В свою очередь многолетние исследования в контексте влияния инновационных факторов на рост машиностроения и его подотраслей указаны в научных трудах В.Н. Борисова, О.В. Почукаевой, [2], А.Р. Ингеманссона [7], В.В. Коровкина, Г.В. Кузнецовой [8], А.И. Помозгова [15] и других. Так, по оценке В.Н. Борисова и О.В. Почукаевой, в машиностроении имеются немалые инновационные заделы, позволяющие преобразовать производственную базу, охватывая все технические переделы. Сегодня также идет активное обсуждение темы «Индустрия 4.0». Эксперты, аналитики, представители научной сферы непрерывно публикуют результаты своей исследовательской деятельности в профессиональных изданиях, ориентированных на представление своевременной информации заинтересованным лицам.

Безусловно, будущее промышленности, в том числе и машиностроительной отрасли, напрямую зависит от грамотного управления механизмом трансформационных переходов от текущего состояния к новому желаемому «образу будущего» с использованием возможностей четвертой промышленной революции. Как считают А.В. Бабкин и Г.С. Мерзликина [1], «умное» производство – это не просто вопрос выбора, а доминирующее требование в ходе достижения поставленных целей. Современный облик промышленной компании зависит от намерений объединить все уровни управления предприятием начиная от бизнес-процессов и работы технологического оборудования и заканчивая готовым продуктом, проверенным на соответствие качеству. Таким образом, обозначается актуальность изучения потенциала и средств «промышленного апгрейда», задающего характер индустриального инновационного роста.

Исходя из этого, целью данного исследования является анализ практического опыта деятельности машиностроительных организаций в сфере реализации положений цифровой инженерии с позиции адаптации производства к текущим и наступающим изменениям в отраслевых сегментах. Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач: изучить особенности развития машиностроительных компаний в российских реалиях; рассмотреть и проанализировать тенденции цифровизации отрас-

ли; определить движущие факторы «промышленного апгрейда» в разрезе выбора перспективных точек роста машиностроительного комплекса.

Методы и результаты исследования

Теоретическую основу исследования составили научные работы отечественных и зарубежных авторов в области развития отраслей национальной экономики, а также формирования инновационной политики и стратегических траекторий для предприятий российской промышленности в условиях цифровой экономики. Методологическая база исследования представлена общенаучными методами познания и принципами системного подхода. Информационная составляющая исследования включает данные российской государственной статистики, справочные данные из отечественной и научной литературы, материалы научно-практических конференций, а также информацию научных журналов и интернет-среды. Для изучения кейсов и проведения анализа практического опыта осуществления цифровых трансформационных преобразований компаний использовались материалы с официальных сайтов АО «Диаконт», АО ГК «Новомет», ПАО «КАМАЗ».

Изучение современной научной литературы по вопросам инновационного развития территорий через преобразование отраслей позволяет сделать предположение о сущности «промышленного апгрейда» как базиса цифровой трансформации бизнеса, когда формирующим ядром той или иной отрасли, работающей в рамках современного уклада, становится концепция «Индустрия 4.0». Во многом подобное обстоятельство связано с эволюционирующими потребностями рынка, вынуждающими компании реорганизовывать сложившееся производство и стратегии развития, что, по мнению В.А. Мау, должно быть обязательно учтено при формировании национальных ответов на глобальные вызовы [12]. Здесь важно отметить один принципиальный момент с теоретической и практической точек зрения: «Трансформационные изменения в формате «промышленного апгрейда» носят радикальный характер, что связано с необходимостью преобразования всех элементов предприятия как социотехнической системы, преобразуя бизнес-модели и все внутренние процессы под новые требования рынка и цифровой бизнес-среды». Основу трансформации составляет переход на применение широкого спектра технологий совершенствования производственного процесса, формирующих новую технологическую модель – фабрику будущего («умное» производство), что представлено на рисунке 1.

Концепция «Индустрия 4.0» раскрывает роль цифровых технологий в управлении производством, в распространении знаний и продвижении новых разработок на мировые рынки [20]. При этом, по мнению Макарова В., Айвазяна С., Афанасьева М., Бахтизина А., Нанавяна А. [11], в активизации инновационного процесса важнейшую роль играют знания, интеллектуальные ресурсы, информационные технологии, автоматизированные системы, развитая инфраструктура национальной инновационной системы, современная технологическая платформа, высокие технологии.

В основе передовых цифровых технологий находятся компьютерное моделирование и прототипирование, позволяющие на стадии проектирования создавать цифровые модели, которые затем могут использоваться на всех последующих стадиях жизненного цикла изделий. Именно подход, описывающий полный жизненный цикл продукта / услуги и предполагающий объединение современных информационно-коммуникационных технологий с производственным оборудованием и средствами автоматизации, направленный на управление цепочкой создания стоимости, формирует сущность концепции «Индустрия 4.0».



Рис. 1. Сущность концепции «Индустрия 4.0»

В реальном времени крайне важно повышать компетентностный уровень социотехнической системы с целью соответствия прототипу «умного» предприятия. По этой причине необходимо отметить индустрии, где «промышленный апгрейд» есть не что иное, как условие дальнейшего успешного функционирования. Такие сферы деятельности выявим путем представления того, насколько сильно «Индустрия 4.0» вовлечена в отрасли промышленного сектора, для чего в ходе исследования изучены практические кейсы, описывающие процессы цифровой трансформации. В результате проведенного анализа выделены следующие три группы отраслей:

– низкое воздействие (тяжелая промышленность, металлургия, горнодобывающая, текстильная, швейная и кожевенная промышленность);

- среднее воздействие (автоматизированные сектора, аэрокосмическая, химическая промышленность, отрасли строительных материалов, фармацевтическая, целлюлозно-бумажная, судостроительная отрасль);

- высокое воздействие (энергетика, ИКТ, электроника и электротехника, машиностроение).

Согласно указанной группировке, промышленным сектором, находящимся под прямым воздействием четвертой промышленной революции, выступает машиностроение. Это еще раз аргументированно доказывает рассмотрение машиностроительного сектора в качестве содержательного конструктива процедуры высокотехнологической трансформации, опирающейся на повышенный спрос на новое оборудование и комплектующие. Отталкиваясь от сложившихся взглядов на механизм цифровой перестройки, непосредственно олицетворяющийся с инновационным ландшафтом деятельности предприятий, авторами выделены базовые функции модели промышленного инжиниринга, которые в практической реализации выражаются в следующих действиях:

- проведение комплексного технологического аудита;
- анализ и оценка цифровой зрелости компаний;
- участие исследовательских центров и центров технологических компетенций в процессах модернизации и техпереворужения организаций;
- черновая проработка технологических и цифровых альтернатив;
- углубление и расширение применения искусственного интеллекта;
- использование цифровых двойников;
- развитие инновационной культуры;
- решение климатических и социальных проблем.

Поскольку «промышленный апгрейд» соотносится с понятием инноваций и всё, что с этим термином связано, авторами изучен опыт развития компаний, входящих в инновационные рейтинги российских организаций. Выборка исследования представлена машиностроительными компаниями, занимающими определённую позицию в перечне инноваторов за последние три года. За основу взят национальный рейтинг российских быстрорастущих технологических компаний «ТехУспех» и рэнкинги агентства Raex.

Так, в рамках научного исследования ярким изучаемым примером инновационного функционирования выступает Группа компаний «Диаконт». Производственные мощности этого предприятия локализованы на территории города Санкт-Петербурга, а также за рубежом в Сан-Диего (США) и Ареццо (Италия). Основной вид деятельности АО «Диаконт» связан с разработкой и выпуском оборудования для повышения эффективности в наукоёмких отраслях промышленности. Рассмотрение операционных составляющих компании с точки зрения трансформационных процессов позволяет сделать вывод о её высокой интегрированности в технологическую систему «Индустрия 4.0», что связано с оснащением активной части основных производ-

ственных фондов современными технологиями и высокоточным оборудованием. В целях своего развития компания не просто осуществляет выпуск изделий по программе полного цикла, но и ведет активную работу в области проектирования, а также применения на собственных площадках роботизированной продукции. «Промышленный апгрейд» неотделим от АО «Диаконт», поскольку предлагаемая номенклатура изделий требует постоянного обновления или же совершенствования парка оборудования, позволяющего выполнять поставленные инженерные задачи в строгом соответствии со стандартами качества. Компания обеспечена новейшими системами автоматизированного проектирования, RPA-комплексами и подкреплена практикой ведения совместной корпоративной научно-технической консолидации интересов и усилий, в частности активной организацией международного сотрудничества. Модернизация бизнеса АО «Диаконт» обусловлена структурными компонентами, формирующими промышленный массив компании по следующим аспектам: использование преимуществ концептуального дизайна; реализация 3D-прототипирования; внедрение САПР-решений.

Действительно, потенциал «Индустрии 4.0» определенно расширяет возможности создания прототипов за счет соединения технологий 3D-печати с методами CAD/CAM-проектирования и гибкой машинной обработкой. Конкретный модифицирующий подход позволяет компаниям сократить цикл разработки, ускоряя тем самым наступление момента вывода на рынок продукции инновационного типа. Промышленная перестройка такого рода характерна для организаций, стремящихся сохранить производственные мощности благодаря их совершенствованию с помощью «сквозных» цифровых технологий, развиваясь по траектории стратегии консервации. Иными словами, АО «Диаконт» демонстрирует образец оптимизации машиностроительного дела по направлению связывания инноваций с ресурсным фактором производства.

Ещё одним инновационным представителем машиностроительной отрасли, занимающим 10-ю строчку рейтинга «ТехУспех», является АО ГК «Новомет», расположенное в Пермском крае. Это крупнейший создатель насосного и внутрискважинного оборудования для нефтегазоперерабатывающего сектора, поставляющий свою продукцию клиентам и заказчикам по всему миру. Формула успеха АО ГК «Новомет» состоит в высоком уровне уникальности и конкурентоспособности выпускаемого оборудования. Специфика деятельности предприятия предопределяет особое отношение к «промышленному апгрейду». Развиваясь, предприятие активно использует современные механизмы изготовления комплектующих, например, на производственных площадках реализуются инновационные принципы применения технологий порошковой металлургии и 3D-печать. Исходным этапом трансформационных процессов для АО ГК «Новомет» является сохранение технологического лидерства в перспективе. Находясь впереди на шаг по освоению новаторских продуктов и сервисов, компания ежедневно

вводит в эксплуатацию улучшающие элементы предпринимательской практики, в частности совершенными её бизнес-процессы делает концепция lean production. Непосредственно сам механизм изменений представлен методикой TPM и SMED, популяризируя тем самым тему синергии цифровизации и бережливости, поскольку всеобщий уход за оборудованием и быстрая переналадка строятся благодаря цифровым решениям. Оценивая в совокупности преобразующий потенциал АО ГК «Новомет», рационально полагать следующее: компания действует на пике инновационной пирамиды, а именно выстраивает комплементарную модель из технологий, безопасности, конкуренции и процессов. «Промышленный апгрейд» для этой компании представлен следующими аспектами: роботизированные установки; аддитивные технологии; запуск интернет-платформы открытых инноваций; автоматическая паллетная линия безлюдного производства; непрерывный поиск несравнимых решений для нефтедобычи.

Без сомнений, опыт крупнейшего машиностроительного холдинга в России отражает современный трансформационный признак, заключающийся в определении генетического кода новых хозяйственных систем в принципах бережливого производства. Ведь пандемия коронавируса стала наглядным показателем того, что внедрение «бережливых технологий» превращается в осязаемую необходимость развития промышленного бизнеса. Кроме того, выигрышной позицией оказывается переход на «цифровой лад» функционирования с одновременным умением повышать эффективность производства за счёт включения lean-практики по всем направлениям работы.

В свою очередь катализатором изменений в промышленности, в частности в машиностроительном комплексе, является цифровая инженерия. Выступая в качестве актуальной технологической идеи, данный подход представляет собой концепцию, связанную с оптимизацией организационных функций, охватывающую весь жизненный цикл продукта и предполагающую построение модели компании, способной максимально продуктивно перестраиваться и осваивать тренды промышленной эпохи. Это, по нашему мнению, не просто преобразующий механизм, а связующее звено между реальными процессами, цифровым сегментом управления и технологической революцией в индустрии. С позиции «промышленного апгрейда» цифровая инженерия ввиду своей системной специфики обеспечивает ход модернизации предприятия за счёт создания атмосферы чёткой организации тех или иных прогрессивных манипуляций. В контексте развития машиностроительной отрасли цифровая модификация жизненно необходима. Её преимущества сочетают в себе основополагающие компоненты, усиливающие роль компаний в промышленной среде. Главным образом складывается ситуация преодоления ряда барьеров цифрового преобразования отрасли с поразительным результатом по формированию новых технологических компетенций. То есть каждый представитель машиностроения максимально успешно

транслирует переход внешних возможностей в сильные стороны организации благодаря апгрейду традиционной модели бизнеса. Система внедрения и использования цифровой инженерии предполагает реализацию ряда решений трендового характера, представленных на рисунке 2.



Рис. 2. Механизм реализации цифровой инженерии

Рассмотрим опыт инновационных игроков отрасли с точки зрения реализации положений цифровой инженерии. В качестве примера в исследовании рассмотрена работа флагмана отечественного автомобилестроения – ПАО «КАМАЗ» (Набережные Челны, Республика Татарстан). На сегодняшний день приоритет своего развития руководство компании видит в новом этапе трансформации, предполагающем расширение ИТ-инфраструктуры, сотрудничество в рамках цифровых технологий и применение инновационных инструментов. В частности, планируется осуществление деятельности над инновационным проектированием, заключающимся в распознании деталей при помощи технологий машинного обучения и технического зрения. При этом предусматривается использование на практике исключительных технологий SAP по управлению и контролю различными данными, такие решения охватывают значимые области функционирования компании (исследование, проектирование, продажи, маркетинг, цепочка поставок, производство, установка и обслуживание). Акцентным моментом «промышленного апгрейда» в таком случае выступает: обеспечение экологической безопасности; аналитика промышленного производства; организация производства в системе «Индустрия 4.0»; поиск скрытых мощностей предприятия; планирова-

ние производственных процессов. Эти действия в комплексе выстраиваются в перспективный сценарий развития бизнеса. Опыт ПАО «КАМАЗ» отражает эталон того, как оцифровать конвейерные процессы на базе проекта MES (Manufacturing execution system), состоящего в использовании электронных помощников в цехах завода. Но это лишь небольшая часть технологической революции на предприятии. Ведь ввод в эксплуатацию цифровых технологий воплощается на всех этапах жизненного цикла продукта. Иными словами, для ПАО «КАМАЗ» цифровая инженерия предполагает создание «цифрового двойника производства», то есть полноценной «умной организации».

«Промышленный апгрейд» для ПАО «КАМАЗ» – это вариант стартапа цифровизации производства, демонстрирующего исчерпывающие преимущества активации прорывных технологий, соответствующих текущему уровню зрелости машиностроительной компании. Без сомнений, подобный факт доказывает, что не стоит бояться идти в ногу со временем. В исследованиях Шуравина А.О. и Московченко А.В. [19] показано, что если организация задумывается о современном производстве, то создание его цифрового двойника может стать удачным первым шагом к «Индустрии 4.0». Однако сторонникам трансформационной идеи необходимо понять, с какой целью они хотят войти в четвертую промышленную революцию и что именно желают преобразовать в хозяйственном деле.

Таким образом, реализация «промышленного апгрейда» для каждой компании имеет свою индивидуальную особенность, поскольку она обладает уникальной идентичностью, взаимообусловленной спецификой и видом деятельности организации. Трансформация бизнеса должна идти по траектории, отвечающей требованиям внешней среды функционирования и непосредственно внутренним факторам развития. К тому же процедура промышленного преобразования становится весьма продуманным адаптационным этапом, связанным с расширением перечня необходимых компетенций и выявлением стратегического потенциала в интересах принятия подобного решения. По факту анализ машиностроительных предприятий указывает на ключевое обстоятельство трансформации, состоящее в необходимости использования возможностей «Индустрии 4.0».

Группа компаний «Диаконт» просто формирует современный производственный базис с включением трендовых технологий проектирования, так как её основная работа сводится к самостоятельному выпуску роботизированных установок и их комплектующих. Структура такого апгрейда свойственна производителям нестандартного оборудования. Доказательством этому выступает деятельность «Рекорд-Инжиниринга» (Пермский край), ООО «АРКОДИМ-Про» (Республика Татарстан), ГК «Авангард-Пласта» (Новосибирская область) и других представителей отрасли. Тем временем АО ГК «Новомет» олицетворяет свои трансформационные процедуры с движущими факторами четвертой промышленной революции и концепцией lean management. Данный вид перестройки неотделим от развития компаний,

занимающихся изготовлением продукции в области нефтегазоперерабатывающей сферы. Например, такого порядка апгрейд ведут завод «Алнас» (Республика Татарстан), ООО «ГЕОДЕВАЙС» (г. Санкт-Петербург), ООО НПП «ЗСТ» (Республика Татарстан). В свою очередь ПАО «КАМАЗ» реорганизует бизнес под формат создания «цифрового двойника». Также цифровая технология внедряется на площадках ЗАО «Трансмашхолдинга» (г. Москва), «УАЗ» (Ульяновская область), АО «ОДК» (г. Москва).

В конечном счёте, опираясь на результаты проведенного исследования, можно дать широкое определение термину «промышленного апгрейда» – это концептуальный подход инновационного развития хозяйствующих субъектов индустриальных подотраслей экономики в зависимости от конкретного набора действующих ценностей, принципов и взглядов на происходящие изменения с максимальным извлечением выгоды. При этом трансформация производства запрограммирована данными и технологическими идеями. Говоря иначе, исходным этапом реинжиниринга компании является установление внешних угроз и возможностей развития, анализ деятельности самого предприятия, его конкурентов и успешных организаций. В таком случае практический опыт и прогнозные планы представляют собой информативный источник модернизации промышленности и направлений инновационного предпринимательства, что рассмотрено в работах Ф. Голта [6] с позиции развития пользовательских инноваций в цифровой экономике.

Таким образом, в ходе научного исследования сформирована идея о развитии модельного решения современного «промышленного апгрейда» на примере функционирования компаний машиностроительной отрасли. На рисунке 3 представлен предлагаемый подход к актуальной перестройке промышленного производства в формате модели «промышленного апгрейда». Данная модель предусматривает проработку теоретико-методических аспектов по трем основным блокам: «философия», «инструментарий», «ключевые факторы». С позиции менеджмента полезно рассмотреть процесс цифровой трансформации через рычаги создания стоимости как следствие внедрения новых технологий, а также оценить возможности интеграции процессов по вертикали и горизонтали. Все это делается на базе существующей (формирующейся) цифровой платформы, а все вместе образует так называемую цифровую экосистему цифрового предприятия.

Вместе с тем в представленной модели учтены возможные перспективы развития промышленности, обусловленные заинтересованностью компаний в «озеленении» производственных мощностей как трендом «экологизации» XXI века. Наряду с цифровизацией «зелёные» технологии открывают новые совершенные пути апгрейда индустрии. И, как считают Ю. Туровец, Л. Проскуракова, А. Стародубцева, В. Бьянко [16], для того чтобы инновационный продукт органично вписался в многомерное пространство будущего, сегодня на первый план выходит экологическая приемлемость любой инновации.

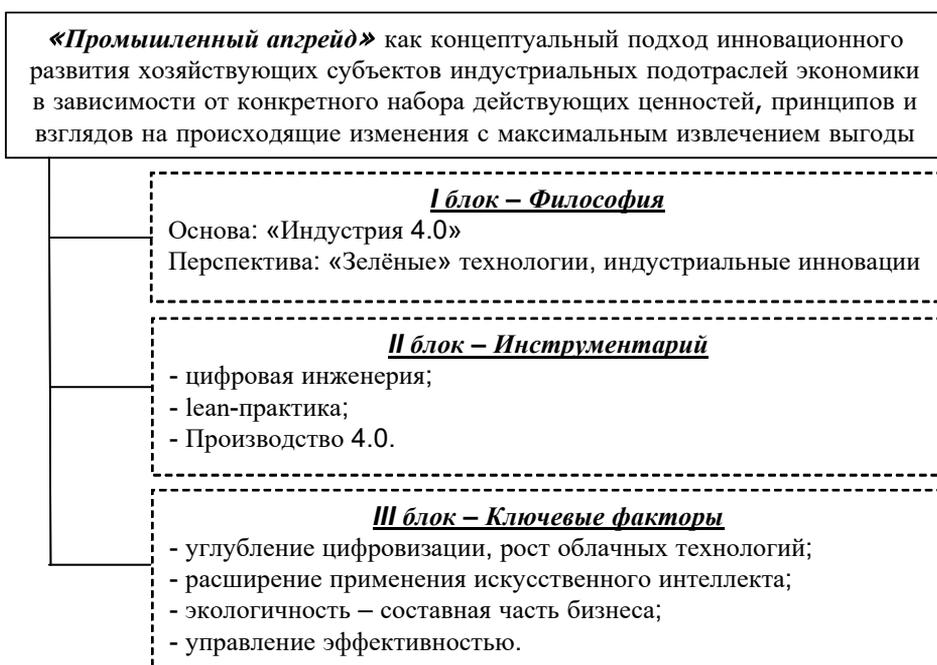


Рис. 3. Структурная модель «промышленного апгрейда»

Кроме того, вклад машиностроительной отрасли в поддержание экологической безопасности производства считается неоспоримым условием преумножения репутационного капитала организаций, так как подобный вид бизнеса во многих аспектах тесно связан с проблемами окружающей среды, социальными темами экологического управления. «Озеленение промышленности» будет затрагивать не только вопросы внедрения технологий, призванных минимизировать загрязнение окружающей среды, но и касаться решения масштабных задач в рамках построения экологического машиностроения, обеспечивающего разработку и выпуск «зелёного» оборудования и технологических ноу-хау.

Заключение

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

– с целью инновационного развития индустрии требуется особый подход к трансформационной деятельности, обеспечивающей достижение ориентиров четвертой промышленной революции;

– вопросы цифровизации и внедрения инноваций в машиностроительное производство важны, поскольку цифровая трансформация уже сегодня воспринимается как явная необходимость качественного и количественного роста бизнеса;

– необходимо учитывать, что если проводимая трансформация позволяет предприятию стать лучше среди конкурентов, то в этом направлении необходимо продолжать двигаться, в ином случае требуется незамедли-

тельный отказ от определенного спектра действий с выбором совершенного метода развития;

- «промышленный апгрейд» отличается индивидуальным характером его реализации для каждого отдельно взятого предприятия;

- в пределах модернизации компании актуально учитывать не только текущие тренды оптимизации производства, но и прогнозные планы перестройки хозяйственного дела;

- к решению проблемы «апгрейда» следует подходить системно и комплексно, то есть осуществляя стратегический анализ деятельности предприятия и его внешнего окружения, а также обдуманно выстраивая уникальный путь стратегического обновления мощностей;

- уместным на сегодняшний день инструментарием «промышленного апгрейда» является воплощение опыта цифровой инженерии, lean-практики и структурирования «Индустрии 4.0»;

- сформированная модель «промышленного апгрейда» – это пример того, как следует превращать аспекты технологического прогресса в действенный механизм повышения эффективности функционирования значимых отраслей народного хозяйства;

- движущие факторы трансформации в разрезе выбора перспективных точек роста машиностроительного комплекса связаны с углублением цифровизации, в частности за счёт внедрения «сквозных» технологий «Индустрии 4.0».

Кроме того, проведенное исследование даёт возможность выделить важнейшие задачи, решение которых приобретает роль активатора инновационного роста машиностроения и формирования альтернативных стратегических решений для наращивания производственного потенциала:

- реализация Feasibility study (подготовка идеи производства и постановка «виртуального» технического задания);

- выстраивание инновационного ландшафта компании;

- формирование культуры постоянного совершенствования;

- внедрение открытых процессных инноваций;

- комбинация элементов бережливого производства и цифровизации;

- расширение компетентностного профиля предприятия;

- освоение концепции цифровой инженерии;

- использование метода SAP;

- изменение бизнес-модели компании под принципы «умной» фабрики.

Подводя итог исследования, обратимся к научным трудам профессора Клауса Шваба [18], утверждающего, что «мы являемся свидетелями кардинальных изменений по всем отраслям, которые отмечены рождением новых бизнес-моделей, тактическим воздействием на утвердившиеся традицион-

ные компании, а также коренным преобразованием систем производства, потребления, транспортировки и поставки». Придерживаясь его взглядов, отметим следующее: трансформация машиностроительного комплекса отнюдь не прерогатива руководства компаний, а безотлагательная необходимость восприятия организациями себя в облике отраслевого лидера в структуре промышленной системы. В данном смысле апгрейд промышленности представляет собой синоним словосочетания «цифровая трансформация». Поэтому выбирая инновационную траекторию развития, производственным компаниям стоит беспристрастно осознавать нарастающие скорости технологических изменений, тем самым обеспечивая оперативность принятия оптимизационных решений.

Изучение основ «промышленного апгрейда» на примере машиностроительной отрасли с учётом накопленного инжинирингового опыта выступает весомым материалом в интересах решения проблем адаптации производства к текущим и будущим «метаморфозам». А своевременность изучения принципов освоения стандартов четвертой промышленной революции позволяет предотвратить возникновения ряда преград на пути трансформации предприятий. Перспективы дальнейшего анализа процесса обновления индустриального сектора находят свое отражение в вопросах формирования «зелёной» экономики, диктующей органичное преобразование промышленности, позволяющее сохранить экосистемы с восстановлением и приумножением природного капитала.

Список источников

1. Бабкин А.В., Мерзликина Г.С. Обоснование взаимосвязи инновационного капитала предприятия и умного производства // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 2021, vol. 14, no. 3, с. 86-101.
2. Борисов В.Н., Почукаева О.В. Отечественное машиностроение как фактор научно-технологического развития РФ // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*, 2019, vol. 10, no. 1, с. 12-25.
3. Васяйчева В.А. Моделирование процесса управления инновационной деятельностью предприятий промышленной сферы // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление*, 2020, no. 4, с. 74-82.
4. Ветрова Е.Н., Лапочкина Л.В. Трансформация промышленного развития на современном этапе экономики // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 2016, no. 245, с. 38-47.
5. Гётц М., Янковска Б. Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики // *Форсайт*, 2020, vol. 14, no. 4, с. 61-78.
6. Голт Ф. Пользовательские инновации в цифровой экономике // *Форсайт*, 2019, vol. 13, no. 3, с. 6-12.
7. Ингеманссон А.Р. Актуальность внедрения концепции «Индустрия 4.0» в современное машиностроительное производство // *Научные технологии в машиностроении*, 2016, vol. 1, no. 7, с. 45-48.
8. Коровкин В.В., Кузнецова Г.В. Перспективы цифровой трансформации российского машиностроения // *Искусство управления*, 2020, vol. 12, no. 2, с. 291-313.
9. Куценко Е.С., Абашкин В.Л., Исланкина Е.А. Фокусировка региональной промышленной политики через отраслевую специализацию // *Вопросы экономики*, 2019, no. 5, с. 65-89.
10. Майнцер К. Технологический форсайт и сбалансированное развитие с

точки зрения сложных динамических систем // *Форсайт*, 2020, vol. 14, no. 4, с. 10-19.

11. Макаров В., Айвазян С., Афанасьев М., Бахтизин А., Нанавян А. Моделирование развития экономики региона и эффективность пространства инноваций // *Форсайт*, 2016, no. 3, с. 76-90.

12. Мау В.А. Экономика и политика 2019-2020 гг.: глобальные вызовы и национальные ответы // *Вопросы экономики*, 2020, no. 3, с. 5-27.

13. Машкина Д.И., Хакимова Д.И. Взаимосвязь инновационной и цифровой экономик // *Экономика и управление: научно-практический журнал*, 2019, no. 4(148), с. 31-34.

14. Перес К. *Технологические революции и финансовый капитал: динамика пузырей периодов процветания*. Москва, Дело, 2011. 231с.

15. Помозгов А.И. Цифровая трансформация промышленного комплекса России // *Вопросы управления*, 2019, no. 3(39), с. 149-154.

16. Туровец Ю., Проскуракова Л., Стародубцева А., Бьянко В. «Зеленая» цифровая трансформация в электроэнергетике // *Форсайт*, 2021, vol. 15, no. 3, с. 35-51.

17. Устинова Л.Н. Анализ развития промышленности в регионах страны на основе программ Индустрии 4.0 // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*, 2021, vol. 14, no. 2, с. 105-114.

18. Шваб К. *Четвёртая промышленная революция*. Москва, Эксмо, 2016. 208 с.

19. Шуравин А.О., Московченко А.В. Что нам может дать цифровой двойник // *Control Engineering Россия*, 2020, no. 3(87), с. 13-16.

20. Щеголева Т.В. Обеспечение надежности бизнес-процессов высокотехнологичных промышленных предприятий в условиях цифровой трансформации // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2022, vol. 2, с. 69-78.

«INDUSTRIAL UPGRADE» ON THE EXAMPLE OF THE MACHINE-BUILDING INDUSTRY: EXPERIENCE AND PROSPECTS

Tronina Irina Alekseevna, Dr. Sci. (Econ.), Assoc. Prof.

Tatenko Galina Ivanovna, Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof.

Zlobina Irina Viktorovna, M.B.A.

Orel State University named after I.S. Turgenev, Komsomolskaya str., 95, Orel, Russia, 302026; e-mail: irina-tronina@yandex.ru; galinatatenko@yandex.ru; irina.zlobina.98@mail.ru

Importance: «industrial upgrade» as a subject of research is a process of updating the industrial sector of the national economy of the country, taking into account the prevailing economic conditions and directions of development of the technological component of business. At the same time, the factor of digital transformation in combination with the principles of combining the interests of society and the preservation of natural capital acquires a certain importance. *Purpose:* the study of the mechanism of industrial modernization by the example of the activities of machine-building enterprises to solve the problems of adaptation of production to current and future changes based on the study of practical experience and forecast plans for innovative development of the industry. *Research design:* the authors substantiate the need to search for promising approaches related to the modernization procedure of machine-building enterprises, which requires industry representatives to have the skills to conduct transformational processes, thereby forming the procedure of «industrial upgrade». It is assumed that the transformational transformation model includes consideration of the driving forces of «Industry 4.0» related to the mechanism of using the advantages of digital engineering, lean manufacturing and «end-to-end» technologies based on the analysis of practical cases. *Results:* the most important aspects of the transformation of the machine-building industry that ensure the innovative development of industrial enterprises are considered. The analysis of the experience of Russian companies in the framework of the transition to the concept of «Industry 4.0» confirms the relevance of studying the topic of «industrial upgrade». An approach to the actual restructuring of industrial production in the format of a structural model of «industrial upgrade» is proposed.

Keywords: «Industry 4.0», mechanical engineering, industrial upgrade, digital engineering, innovation, transformation, technology.

References

1. Babkin A.V., Merzlikina G.S. Obosnovanie vzaimosvyazi innovacionnogo kapitala predpriyatiya i umnogo proizvodstva [Substantiation of the relationship between the innovative capital of the enterprise and smart production]. Nauchno-texnicheskie vedomosti SPbGPU. E`konomicheskie nauki, 2021, vol. 14, no. 3, pp. 86-101. (In Russ.)
2. Borisov V.N., Pochukaeva O.V. Otechestvennoe mashinostroenie kak faktor nauchno-texnologicheskogo razvitiya RF [Domestic mechanical engineering as a factor of scientific and technological development of the Russian Federation]. MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie), 2019, vol. 10, no. 1, pp. 12-25. (In Russ.)
3. Vasyajcheva V.A. Modelirovanie processa upravleniya innovatsionnoj deyatelnost`yu predpriyatij promyshlennoj sfery [Modeling of the innovation management process of industrial enterprises]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: E`konomika i upravlenie, 2020, no. 4, pp. 74-82. (In Russ.)
4. Vetrova E.N., Lapochkina L.V. Transformatsiya promyshlennogo razvitiya na sovremennom etape e`konomiki [Transformation of industrial development at the present stage of the economy]. Nauchno-texnicheskie vedomosti SPbGPU. E`konomicheskie nauki, 2016, no. 3(245), pp. 38-47. (In Russ.)
5. Gyotcz M., Yankovska B. Industriya 4.0 kak faktor konkurentosposobnosti kompanij v usloviyax postperexodnoj e`konomiki [Industry 4.0 as a factor of competitiveness of companies in a post-transition economy]. Forsajt, 2020, vol. 14, no. 4, pp. 61-78. (In Russ.)
6. Golt F. Pol`zovatel`skie innovatsii v cifrovoj e`konomike [User innovation in the digital economy]. Forsajt, 2019, vol. 13, no. 3, pp. 6-12. (In Russ.)
7. Ingemansson A.R. Aktual`nost` vnedreniya koncepcii «Industriya 4.0» v sovremennoe mashinostroitel`noe proizvodstvo [The relevance of the introduction of the concept of "Industry 4.0" in modern machine-building production]. Naukoemkie tehnologii v mashinostroenii, 2016, vol. 1, no. 7, pp. 45-48. (In Russ.)
8. Korovkin V.V., Kuzneczova G.V. Perspektivy` cifrovoj transformatsii rossijskogo mashinostroeniya [Prospects for the digital transformation of Russian engineering]. Iskusstvo upravleniya, 2020, vol. 12, no. 2, pp. 291-313. (In Russ.)
9. Kucenko E.S., Abashkin V.L., Islankina E.A. Fokusirovka regional`noj promyshlennoj politiki cherez otraslevuyu specializatsiyu [Focusing regional industrial policy through industry specialization]. Voprosy` e`konomiki, 2019, no. 5, pp. 65-89. (In Russ.)
10. Majncer K. Texnologicheskij Forsajt i sbalansirovanoe razvitie s tochki zreniya slozhny`x dinamicheskix system [Technological Foresight and balanced development from the point of view of complex dynamic systems]. Forsajt, 2020, vol. 14, no. 4, pp. 10-19. (In Russ.)
11. Makarov V., Ajvazyan S., Afanas`ev M., Baxtizin A., Nanavyan A. Modelirovanie razvitiya e`konomiki regiona i e`ffektivnost` prostranstva innovatsij [Modeling the development of the region's economy and the effectiveness of the innovation space]. Forsajt, 2016, no. 3, pp. 76-90. (In Russ.)
12. Mau V.A. E`konomika i politika 2019-2020 gg.: global`ny`e vy`zovy` i nacional`ny`e otvety` [Economics and Politics 2019-2020: Global challenges and National responses]. Voprosy` e`konomiki, 2020, no. 3, pp. 5-27. (In Russ.)
13. Mashkina D.I., Xakimova D.I. Vzaimosvyaz` innovatsionnoj i cifrovoj e`konomiki [The relationship between innovation and digital economies]. E`konomika i upravlenie: nauchno-prakticheskij zhurnal, 2019, no. 4(148), pp.31-34. (In Russ.)
14. Peres K. Texnologicheskie revolyucii i finansovy`j kapital: dinamika puzy`rej periodov procvetaniya [Technological revolutions and financial capital: dynamics of bubbles of periods of prosperity]. Moscow, Delo, 2011. 231 p. (In Russ.)
15. Pomozgov A.I. Cifrovaya transformatsiya promyshlennogo kompleksa Rossii [Digital transformation of the Russian Industrial Complex]. Voprosy` upravleniya, 2019, no. 3(39), pp. 149-154. (In Russ.)
16. Turovecz Yu., Proskuryakova L., Starodubceva A., B`yanko V. «Zele-naya»

cifrovayatransformacijave`lektroe`nergetike [«Green» digital transformation in the electric power industry]. Forsajt, 2021, vol. 15, no. 3, pp. 35-51. (In Russ.)

17. Ustinova L.N. Analiz razvitiya promy`shlennosti v regionax strany` na osnove programm Industrii 4.0 [Analysis of industrial development in the country's regions based on Industry 4.0 programs.]. Nauchno-texnicheskie vedomosti SPbGPU. E`konomicheskie nauki, 2021, vol. 14, no. 2, pp. 105-114. (In Russ.)

18. Shvab K. Chetvyortaya promy`shlennaya revolyuciya [The Fourth Industrial Revolution]. Moscow, E`ksmo, 2016. 208 p. (In Russ.)

19. Shuravin A.O., Moskovchenko A.V. Chto nam mozhet dat` cifrovoj dvojniki [What can a digital double give us]. Control Engineering Rossiya, 2020, no. 3(87), pp. 13-16. (In Russ.)

20. Shhegoleva T.V. Obespechenie nadezhnosti biznes-processov vy`sokotexnologichny`x promy`shlenny`x predpriyatij v usloviyax cifrovoj transformacii [Ensuring the reliability of business processes of high-tech industrial enterprises in the context of digital transformation]. Sovremennaya e`konomika: problemy` i resheniya, 2022, vol. 2, pp. 69-78. (In Russ.)