

УДК 38.124

E. V. Maksyutina,

Candidate of economic sciences, associate professor of economic theory and economic policy, Naberezhnye Chelny Campus of Kazan Federal University

Е.В. Максютинa,

кандидат экономических наук, доцент
Набережночелнинского института
Казанского федерального университета

A. V. Golovkin,

Head of the design Bureau of the Department of automation and mechanization of metallurgical production, OJSC «AVTOVAZ»

А.В. Головкин,

начальник конструкторского бюро отдела
средств автоматизации и механизации
металлургического производства
ПАО «АВТОВАЗ», г. Тольятти

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ФЬЮЖЕН КАСТОМИЗИРОВАННОГО АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ: ОСНОВА ПЕРЕЗАГРУЗКИ ИНДУСТРИИ 4,0

Аннотация: статья посвящена вопросам разработки стратегии фьюжен кастомизированного автомобилестроения на основе глубокой цифровизации производства. Актуальность темы обусловлена необходимостью перехода от экспортно-сырьевой модели российской экономики к неоиндустриальной, основанной на широком использовании цифровых промышленных технологий. Уделено внимание третьей и четвёртой промышленным революциям с акцентом на электротранспорт, как наиболее экологичный вид транспорта, что на данном этапе является приоритетной задачей развития автомобилестроения. Рассмотрена концепция Индустрии 4.0 и её современное состояние. Акцентируется внимание на проблемах, возникших при реализации концепции Индустрии 4,0, которые были осложнены пандемией COVID-19.

Тематика цифровизации для автомобилестроения, безусловно, является актуальной, так как это одна из самых инновационных отраслей. Рассмотрены примеры внедрения сквозных цифровых технологий, цифровых двойников и других программ в производственный процесс на предприятиях автомобилестроения. Обращено внимание на премьеру нового российского электромобиля «КАМА-1», созданного специалистами Санкт-Петербургского политехнического университета при поддержке ПАО «КАМАЗ». Сделаны выводы о возможной реализации проекта развития фьюжен кастомизированного производства в реальном секторе экономики и указаны возможные его участники.

Ключевые слова: неоиндустриализация экономики, Индустрия 4,0, цифровая экономика, автомобильная промышленность, фьюжен кастомизированное производство, электромобили, беспилотный транспорт.

Введение

Одним из основных элементов четвертой промышленной революции является германская программа Индустрия-4,0. Она впервые была представлена на Ганноверской ярмарке в 2011 году немецкими учеными и политиками – Х. Кагерманом, В. Лукасом, В. Вальстером. Цифровая экономика в промышленности реализуется в рамках этой концепции. Тематика цифровизации для автомобилестроения, безусловно, является актуальной, так как это одна из самых инновационных и высокотехнологичных отраслей, представляющая собой на современном этапе один из ведущих драйверов развития цифровой экономики.

Сверхактуальность темы, безусловно, связана с вызовами деглобализации и декарбонизации. Уже сейчас во всём мире идёт приостановка выпуска автомобилей из-за нехватки автокомпонентов, которые включают в себя электронные чипы. Та-

кие явления будут только нарастать, так как автомобильная отрасль очень глобализирована. К этому добавляется проблема декарбонизации предприятий. Многие заводы объявили о реконструкции с целью избавления от «грязных» технологий и «углеродного следа». Образуется дефицит автокомпонентов. Большинство производителей не смогут выдержать такой конкуренции. Задачу быстрой и своевременной переориентации на «правильных» поставщиков решает фьюжен кастомизированное производство, основанное на глубокой цифровизации, где наукоемкие платформенные решения позволяют пересчитать входные параметры новых автокомпонентов, произвести сотни необходимых виртуальных испытаний и получить валидацию автомобиля.

Цель работы состоит в разработке концептуальных основ организации сетевого фьюжен кастомизированного производства с фокусом на электромобили и беспилотные транспортные средства с учетом вызовов деглобализации и декарбонизации в мировой экономике. Такая сложная задача может быть решена только на основе глубокой цифровизации производственного процесса в условиях применения технологий цифровых двойников, BigData, искусственного интеллекта, других «сквозных» цифровых технологий и наукоемких платформенных решений.

Методология исследования

Масштабные и грандиозные технологические сдвиги получили название технологических или промышленных революций. Мы затронем темы, связанные с третьей и четвертой промышленными революциями, и сфокусируем своё внимание на цифровизации автомобильной промышленности с акцентом на электро-транспорт, как наиболее экологичный

вид транспорта.

Американский экономист Джереми Рифкин выделил пять принципов или столпов, на которых основывается третья промышленная революция: 1) переход на возобновляемые источники энергии; 2) превращение всех зданий на каждом континенте в мини-электростанции, вырабатывающие электроэнергию в месте ее потребления; 3) использование водородной и других технологий в каждом здании для аккумуляции периодически генерируемой энергии; 4) использование интернет-технологий для превращения энергосистемы каждого континента в интеллектуальную электросеть, обеспечивающую распределение энергии, подобно распределению информации в Интернете (миллионы зданий, генерирующих небольшие количества энергии, могут отдавать излишки в электросеть и делиться ими с другими континентальными потребителями); 5) перевод автомобильного парка на электромобили с подзарядкой от сети или автомобили на топливных элементах, которые могут получать энергию от интеллектуальной континентальной электросети и отдавать избытки в сеть [1].

Также важное значение Джереми Рифкин придает горизонтальным связям, эре сотрудничества и вопросам собственности в новых условиях жизни. Концепция сетевого фьюжен кастомизированного производства как раз основана на горизонтальных связях и «эре сотрудничества».

Несмотря на то, что реалии третьей революции еще далеко не распространились по миру, она перерастает в четвертую индустриальную революцию. Четвертая промышленная революция, характеризующаяся, по словам председателя Всемирного экономического форума Клауса Шваба, сочетанием технологий, которые размывают границы между фи-

зической, цифровой и биологической сферами и сосредоточены в таких областях, как искусственный разум, робототехника, интернет-вещи, 3D-печать, нанотехнологии, биотехнологии, материаловедение, хранение энергии и квантовые вычисления, самоуправляемые автомобили [2]. Если в рамках третьей промышленной революции речь шла об электромобилях, то четвертая революция для автопрома характеризуется самоуправляемыми автомобилями или, как их ещё называют, беспилотным автомобилями.

С концепцией четвертой промышленной революции связывается германская программа Индустрия 4.0, в рамках которой крупные немецкие концерны при поддержке Федерального правительства создают полностью автоматизированные производства. Линии и изделия взаимодействуют друг с другом и потребителями в рамках концепции интернета вещей. Но не только Германия, но и другие страны идут по пути Индустрии 4.0. По оценкам McKinsey, внедрение элементов «Индустрии 4.0» позволяет, как снижать издержки, так и наращивать продажи. Увеличивая производительность труда (на 45–55%), применение новых технологий одновременно сокращает расходы на обслуживание оборудования (на 10–40%) и время простоя техники (на 30–50%), повышает показатели качества (на 10–20%) и уменьшает складские расходы (на 20–50%). Срок вывода новых товаров на рынок сжимается на 20–50%, точность прогнозирования продаж повышается до уровня 85% и выше.

Такие заявления были сделаны в начале действия программы, но как они совпадают с реальностью? По различным оценкам аналитиков в Индустрию 4.0 было вложено около 2 трлн. евро. К сожалению, к 2021 году массового внедрения новых технологий не получилось.

Планировалось, что до 40% рынка будут занимать инновационные товары. Совсем без результатов оказались такие технологии, как хранение энергии и квантовые вычисления. Скромные результаты и у других технологий. Выделим только робототехнику, которая дала положительную динамику в условиях пандемии. И это понятно – роботы не болеют.

Серьёзным испытанием, которое осложнило и без того буксовавшую Индустрию 4.0 стала пандемия COVID-19. Теперь надежда на новый «перезапуск» экономики.

Результаты и обсуждение

Тема цифровизации безусловно является актуальной, многогранной и своевременной на данном этапе развития. Она находит отражение во многих современных публикациях [3–6].

Для фьюжен кастомизированного производства тематика цифровизации является основой базой. Это фундамент, на котором держится вся конструкция. Фьюжен кастомизированное производство, как и всё автомобилестроение, является ведущим драйвером развития цифровой экономики. Появление новых сложных задачи, связанных с вызовами деглобализации и декарбонизации, могут быть решены только на основе глубокой цифровизации производственного процесса при применении технологий цифровых двойников, BigData, искусственного интеллекта и других «сквозных» цифровых технологий.

Цифровые технологии BigData, цифровых двойников и других программ внедряются в производство. Свою особую эффективность они показали в конструкторских разработках. При проектировании автомобиля задаются параметры многоуровневой матрицы, которая состоит более чем из ста тысяч требований к продукту в целом и его компонентам. Такие цифры берутся, потому, что

современный автомобиль состоит примерно из десяти тысяч деталей, может чуть меньше, в зависимости от марки автомобиля. Соответственно каждая деталь имеет также свои параметры. Математическая модель работает с триллионами разнообразных данных на входе и на выходе, что позволяет в десятки раз уменьшить количество натуральных испытаний автомобилей. Сейчас даже отказались от трековых испытаний товарных автомобилей, все проходит в цеху на специальных стендах.

Цифровизация внедряется во все технологические цепочки производства. Введён электронный оборот технической документации и математических моделей деталей автомобиля. Есть программы позволяющие отслеживать выполнения распоряжений и приказов. Можно говорить, что, в какой-то мере, искусственный интеллект помогает руководить предприятиям. Так же очень много программ для складского хозяйства, бухгалтерского учёта и других сфер производства всех их не перечислить. Цифровизация широкомасштабно внедряется в производственный процесс, и это помогает заводам держаться на плаву, несмотря на количественное снижение выпуска автомобилей. Структурные изменения, хоть и с различными сложностями и противоречиями, всё же идут в технологическом процессе, управлении и других сферах деятельности предприятия.

Мировая автомобильная промышленность стоит на пороге кардинальных перемен. Связаны они с наступлением шестого уклада технологического цикла. Мы видим два основных пути развития автомобилестроения. Это электромобили и автомобили с водородным двигателем. Подробно эти тенденции были рассмотрены в наших статьях [7-9]. Но для России, как всегда, просматривается и третья

дорога, это газ. Никаких новых конструктивных решений газ не требует, всё уже существует. Старые платформы к этому прекрасно подходят. Затраты нужны только на небольшие изменения в конструкции автомобиля и создание обширной структуры газовых станций.

Но фокус внимания сейчас смещается в сторону декарбонизации. И похоже, что это мощный тренд затронет всю глобальную экономику. Декарбонизация подразумевает ограничение импорта «грязных» товаров, отслеживание «углеродного следа» импортируемой продукции и другие строгие меры, которые будут ограничивать финансовые вливания в «углеродную экономику». Развитие индустрии электромобилей в части потребления и производства позволит внести значительный вклад в декарбонизацию и послужит повышению качества жизни людей в крупных городах страны. В 2019 году был принят документ «Стратегия развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года», согласно которому к 2025 году количество электромобилей по минимальному сценарию должно достигнуть 129 тыс. шт.

В декабре 2020 года состоялась премьера нового российского легкового электромобиля на модульной платформе автомобиля «КАМА-1». Он был полностью спроектирован специалистами «Центра компьютерного инжиниринга» Санкт-Петербургского политехнического университета при поддержке ПАО «КАМАЗ». Для его разработки применялись технологии цифровых двойников и уникальные CML- платформенные решения, которые представляют собой систему цифровых моделей электромобиля и технологических процессов, взаимоувязанных и сбалансированных на единой платформе в многоуровневой матрице

требований, целевых показателей и ресурсных ограничений. «Умный» цифровой двойник электромобиля «КАМА-1» прошел более 800 виртуальных испытаний.

Теперь немного коснёмся проблемы деглобализации и её значения для автомобилестроения в целом. Раньше основным постулатом стабильного развития отрасли считалась взаимозависимость. Фактически мы закупаем за рубежом большую часть автокомпонентов. На эту проблему указывал С.Д. Бодрунов. В своей статье «Состояние и тенденции развития машиностроения в России» он пишет: «Высокая зависимость от импорта комплектующих изделий наблюдается во всех отраслях машиностроения. Широко известны проблемы «отверточной» сборки импортных автокомпонентов в автомобилестроении»[10]. И это в значительной степени касается легкового автомобилестроения. Не секрет, что большая часть автокомплектующих поступает из-за рубежа, а в дальнейшем сборка автомобиля происходит на территории России.

В условиях деглобализации и регионализации цепочки поставщиков будут разрываться. Уже сейчас во всём мире идёт приостановка выпуска автомобилей из-за нехватки автокомпонентов, которые включают в себя электронные чипы. Такие явления будут только нарастать, так как автомобильная отрасль очень глобализирована. Всего в автомобилестроении принято различать четыре уровня поставщиков, которые пронизывают всю цепочку в промышленности и сопутствующих ей отраслях. К этому добавляется проблема декарбонизации предприятий. Многие заводы объявили о реконструкции с целью избавления от «грязных» технологий и «углеродного следа». Образовывается дефицит автокомпонентов. Большинство производителей не

смогут выдержать такой конкуренции.

Быстро переориентировать производство на необходимых поставщиков позволит сетевое фьюжен кастомизированное производство на основе глубокой цифровизации производственного процесса.

Английское слово фьюжен (от англ. fusion – сплав) характеризуется как «сочетание несочетаемого», смесь различных элементов. Применительно к автомобилестроению мы трактуем это слово, как сочетание элементов из различных брендов и платформ автомобиля. Термин кастомизация (от англ. to customize – настраивать, изменять) означает индивидуализацию продукции под заказы конкретных потребителей. Такое производство даёт возможность потребителю самому участвовать в конструировании автомобиля своей мечты. Сглаживать некомпетентность клиента призваны цифровые технологий и наукоемкие платформенные решения, которые подскажут, какие параметры и автокомпоненты нужно доработать в результате, например, увеличения мощности двигателя автомобиля. Электроника может ограничивать скорость движения, если кузов автомобиля клиента не предназначен для скоростной езды. Виртуальные испытания покажут будущему владельцу, почему введены те или иные ограничения.

Рассмотрим принципы функционирования фьюжен кастомизированного производства. Заказчик приходит со своими идеями в одно из подразделений: «микрофабрику», «автоателье», сервисный центр или обращается на сайт головного центра цифрового проектирования автомобилей. Получает план действий, объяснения корректировки своих идей на основе виртуальных испытаний и примерную стоимость работ. Согласовав объём и составив договор, клиент ожидает изготовления своего «автомобиля меч-

ты». Роль головного центра проектирования автомобилей может взять на себя «Центр компьютерного инжиниринга» Санкт-Петербургского политехнического университета, который имеет опыт в проектировании первого российского электромобиля «КАМА-1», разработанного на основе технологии цифровых двойников. Роль «микрофабрики» на первых порах может выполнить структура ПАО «КАМАЗ», занимающаяся опытно-промышленным производством, к ним может примкнуть сетевая структура из клиентоцентричных автомобильных ателье и сервисных центров.

Заключение

В работе рассмотрены новые концептуальные основы организации сетевого фьюжен кастомизированного производства автомобильных транспортных средств на основе «микрофабрик», «автомобильных ателье», сервисных центров. При этом ключевая роль отведена головному центру цифрового проектирования автомобилей. Такая организация производства способна открыть следующий, более грандиозный этап развития автомобилестроения, основанный на платформах-трансформерах для беспилотных транспортных средств. Создание линейки фьюжен кастомизированных автомобилей, электромобилей-трансформеров позволит «перезагрузить» российскую автомобильную промышленность полного цикла и внести весомый вклад в развитие российской экономики.

Проект фьюжен кастомизированного производства направлен на решение четырёх основных задач. Для традиционного автопрома - на экологичность, декарбонизацию и достижение углеродной нейтральности транспорта, которое достигается путём быстрой смены «грязных» поставщиков. В качестве клиентоцентричного проекта он направлен на удовлетворение потребности граждан и способен изготовить «машину мечты» потребителя. Характеристики автомобиля задаёт сам потребитель, которого корректирует искусственный интеллект и другие цифровые наукоемкие платформенные решения. Проект способен рентабельно организовать производство и наращивать выпуск электромобилей на новых принципах организации производства. Также он позволяет начать следующий этап развития автомобилестроения, основанный на платформах-трансформерах для беспилотных транспортных средств в рамках концепцией четвертой промышленной революции и Индустрии-4.0.

Современные промышленные технологии широко распространяются в мире, и Россия не должна отставать в этой области. Направление на развитие сетевого фьюжен кастомизированного производства с фокусом на электромобили и беспилотные транспортные средства одновременно с другими прорывными технологиями для России может стать входным билетом в шестой технологический уклад четвертой промышленной революции.

Литература

1. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: Как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику, мир в целом / Рифкин Дж. – М.: Альпина нон-фикшн, 2014. – 410 с.
2. Шваб Клаус. Четвертая промышленная революция: перевод с английского / Шваб Клаус. – М.: Изд-во «Э», 2017. – 208 с.

3. Кластеризация цифровой экономики: глобальные вызовы: сборник трудов национальной науч.-практ. конф. с зарубежным участием, 18-20 июня 2020 г. В 2 т. Т.1 / под ред. Д.Г. Родионова, А. В. Бабкина. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – 632 с.
4. *Макаров А.Н.* К концепции цифровой экономики: диалектика возможностей и рисков / А. Н. Макаров, Р.Г. Назипов //Материалы научной конференции «Наука, техника и развитие инновационных технологий», посвященная 30-летию независимости Туркменистана (12-13 июня 2021 года). – Ашхабад, 2021. – С.435–437.
5. *Глазьев С.Ю.* Информационно-цифровая революция / С.Ю. Глазьев // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. – 2018. – №1. – С.70–83.
6. Цифровая трансформация экономики и промышленности: сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием, 20–22 июня 2019 г. / под ред. А. В. Бабкина. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2019. – 780 с.
7. *Maksyutina E.V.* Transformation of the innovative development vector of automobile industry in the context of neo-industrialization of economy / E.V. Maksyutina., A.N. Makarov, K.A. Hubiev, A.V. Golovkin, A.V. Mineeva // Ad Alta Journal of Interdisciplinary Research. – 2020. – Vol.10, Is.2. – P.78–81.
8. *Maksyutina E.V.* Neoindustrial paradigm of Russia based on fourth industrial revolution technologies and human capital development / E.V. Maksyutina., A.N. Makarov, I.A. Sokolova, A.V. Golovkin, A.A. Galiakberova //Advances in Economics, Business and Management Research, International Conference Economy in the Modern World (ICEMW 2018): ATLANTIS PRESS, 2018, volume 61, – С.364–368.
9. *Максютина Е.В.* Стратегия трансформеров - ключ к развитию индустрии 4.0 / Е.В. Максютина, А.В. Головкин //Цифровая экономика, умные инновации и технологии: сборник трудов Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции с зарубежным участием/ под. ред. А. В. Бабкина. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – С. 90–92.
10. *Бодрунов С.Д.* Состояние и тенденции развития машиностроения в России / С.Д. Бодрунов //Экономическое возрождение России. – 2012. – № 3 (33).С.6–18.