

УДК 338.121

В.П. Стражник, Е.С. Попова

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж,
email: evg83@inbox.ru

3D-ФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ И ВНЕДРЕНИЯ ИНДУСТРИИ 4.0

Ключевые слова: индустрия 4.0, поддержка, внедрение, факторы, модель, подгруппы, элементы, процессы.

В этой статье предлагается к рассмотрению 3D-факторная модель для установления текущего состояния готовности производственных предприятий в контексте перехода к цифровой трансформации. В представленном контексте разработана 3D-модель с тремя измерениями, а именно X_f – организационная; Y_f – технологическая и Z_f – процессуальная зрелость. Данная модель может рассматривать и направление вектора уровня готовности организации (V). Для сбора данных необходимо определить содержание 3D-факторной модели поддержки и внедрения индустрии 4.0, которая представляет собой направление развития и производственных процессов и в целом организации. Основываясь на содержании факторов 3D-модели, данный инструмент логично вливается в информационный поток для того, чтобы помочь предприятиям подготовиться к внедрению индустрии 4.0.

V.P. Strazhnik, E.S. Popova

Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, email: evg83@inbox.ru

3D-FACTOR MODEL OF SUPPORT AND IMPLEMENTATION OF INDUSTRY 4.0

Keywords: industry 4.0, support, implementation, factors, model, subgroups, elements, processes.

In this article, a 3D-factor model is proposed for consideration to establish the current state of readiness of manufacturing enterprises in the context of the transition to digital transformation. In the presented context, a 3D model with three dimensions has been developed, namely X_f – organizational; Y_f – technological and Z_f – procedural maturity. This model can also consider the direction of the vector of the organization's readiness level (V). To collect data, it is necessary to determine the content of the 3D-factor model of support and implementation of Industry 4.0, which represents the direction of development of both production processes and the organization as a whole. Based on the content of the 3D model factors, this tool logically flows into the information flow in order to help enterprises prepare for the introduction of Industry 4.0.

Анализируемую индустрию 4.0 (I4.0) можно понимать как соответствующий процесс объединения физического, цифрового и биологического миров с помощью технологий цифровой трансформации и киберфизических систем. В индустрии 4.0 есть технологические возможности для новых производственных систем, таких как большие данные, облачные вычисления, искусственный интеллект (ИИ), промышленный интернет вещей и кибербезопасность. Она представляет собой новый этап в организации и управлении производственной цепочкой создания стоимости, поскольку новые технологические парадигмы и давление рынка трансформировали производственные процессы и существующие бизнес-модели. В представленной

3D-модели зрелость определяется совершенством, которого организация должна достичь в процессах разработки новых продуктов и выполнения заказов. Существующие инструменты в основном сосредоточены на передовых технологиях, а иногда и на конкретных областях производственной концепции, таких как технологии или процессы. В данной статье предлагается 3D-факторная модель, которая связывает факторы технологической, организационной и процессуальной зрелости в качестве параметров для оценки готовности организации к внедрению индустрии 4.0. [4].

Цель и методы исследования

Цель работы заключается в установлении содержания 3D-факторной модели

для дальнейшего определения уровня готовности предприятий к цифровизации производственной отрасли. Для достижения поставленной цели необходимо использовать методы аналитического, дедуктивного, гипотетического и процессного подходов.

Материалы исследования

Системная инженерия, разработка программного обеспечения, приобретение программного обеспечения, управление персоналом и разработка, все эти процессы оказались полезными для организаций, особенно в период цифровой трансформации. Проекты интеграции производственных процессов создавались для решения проблемы использования нескольких возможностей, объединение которых в единую структуру предназначалось для использования организациями в их стремлении к улучшению процессов в масштабах предприятия.

В научных кругах часто обсуждаются такие категории, как зрелость и возможность. Необходимо различать понятия «зрелость» и «готовность», поскольку в научной литературе они переплетаются. Часто можно встретить, что модели готовности во многих случаях в основном представляют собой возможности. Хотя они обозначены как синонимы, между ними есть некоторые различия. Многие исследователи определяют разницу между этими двумя понятиями, ставя готовность перед началом процесса созревания. То есть оценка готовности выполняется до начала процесса созревания. Напротив, оценка зрелости направлена на то, чтобы зафиксировать состояние в процессе созревания. Для них, в то время как готовность показывает, готова ли организация начать процесс разработки, зрелость демонстрирует уровень организации анализируемого процесса. Итак, готовность – это, по мнению авторов, состояние готовности к чему-либо, а зрелость – это развитая форма или состояние более продвинутого результата.

Понимая, что I4.0 является новым этапом и не имеет твердого и консолидированного стандарта, в настоящей статье будут использоваться концепции модели готовности для внедрения

индустрии 4.0. Таким образом, исходя из этой концепции, в статье уточняется, что «готовность» связана с тем, насколько организация готова войти в траекторию индустрии 4.0. В то же время «зрелость» связана с идеей о том, что организация уже на определенном уровне созрела для I4.0. Авторы полагают, что ни у одной организации нет зрелого процесса для внедрения индустрии 4.0, поскольку эта концепция и практика только развиваются, но у организации могут быть зрелые процессы или факторы, способствующие формированию данного вида зрелости.

Исходя из вышеизложенного, следует сделать вывод, что необходимость в модели, которая учитывает обнаруженные ограничения, особенно для обеспечения практичной и простой методологии применения со структурированными факторами, ориентированными на готовность организации в контексте I4.0. Новая модель дифференцирует средства поддержки и процессный взгляд. Она должна иметь четкую декомпозицию для каждого отдельного измерения и позволит оценить менее структурированные организационные факторы. Наконец, модель должна четко представлять, как новые технологии могут нарушить бизнес-процессы, но быть сбалансированной, чтобы избежать применения только технологического подхода к совершенствованию процессов. Поскольку взаимосвязь между готовностью и зрелостью занимает центральное место в 3D-модели, авторы выдвигают следующие исследовательские предложения:

1. Зрелость отличается от готовности при анализе того, готова ли организация внедрять технологии индустрии 4.0 в своей деятельности.
2. Зрелость процесса является вводящей при анализе того, готова ли компания внедрять технологии индустрии 4.0 в своей деятельности.

Учитывая выдвинутые положения, 3D-факторная модель должна учитывать параметры организационных факторов, технологических факторов и зрелости процесса в качестве входных данных. После результатов библиометрического обзора можно увидеть, что большинство существующих те-

орий сегодня используют концепцию зрелости, у других нет четко определенных понятий, а иные используют готовность и зрелость как синонимы. Другими словами, в 3D-факторной модели четко определена взаимосвязь между зрелостью и готовностью. На рисунке 1 представлена структура 3D-факторной модели поддержки и внедрения индустрии 4.0 (I4.0).

Основываясь на основных направлениях развития производственной отрасли и учитывая необходимость анализа «зрелости процесса» в модели готовности, 3D-факторная модель дает трехмерное представление о готовности, в результате генерируя трехмерный вектор, что облегчает понимание организацией ее реальной ситуации посредством индустрии 4.0. Итак, в результате процесса анализа трех групп факторов имеется вектор готовности $V = \{X_f; Y_f; Z_f\}$, где « X_f » – это организационный фактор, « Y_f » – технологический фактор, а « Z_f » – процессуальный фактор (фактор зрелости процесса). При внутренней диагностике организация имеет разные уровни готовности

в каждом измерении, с подразделами и более детальным описанием, которые следует назвать элементами модели. [5]

В таблице 1 представлен состав факторов, входящих в 3D-факторную модель.

Организационные факторы готовности подразделяются на две подгруппы, а именно, организационная стратегия и человеческие ресурсы. [5]

Организационная стратегия связана с необходимой поддержкой и философией, которыми должна обладать организация, чтобы обеспечить организационные изменения. Организационная стратегия требует, чтобы топ-менеджеры проявляли интерес к решениям I4.0, а сама организация была открыта для новых идей и концепций, касающихся ее структуры и процессов. Цифровая стратегия представляет собой совершенствование продуктов и процессов с помощью цифровых технологий и возможность разработки совершенно новой модели деятельности организации. Хорошая цифровая стратегия должна включать долгосрочное видение, обзор бизнес-модели и цифровой план для достижения целей.

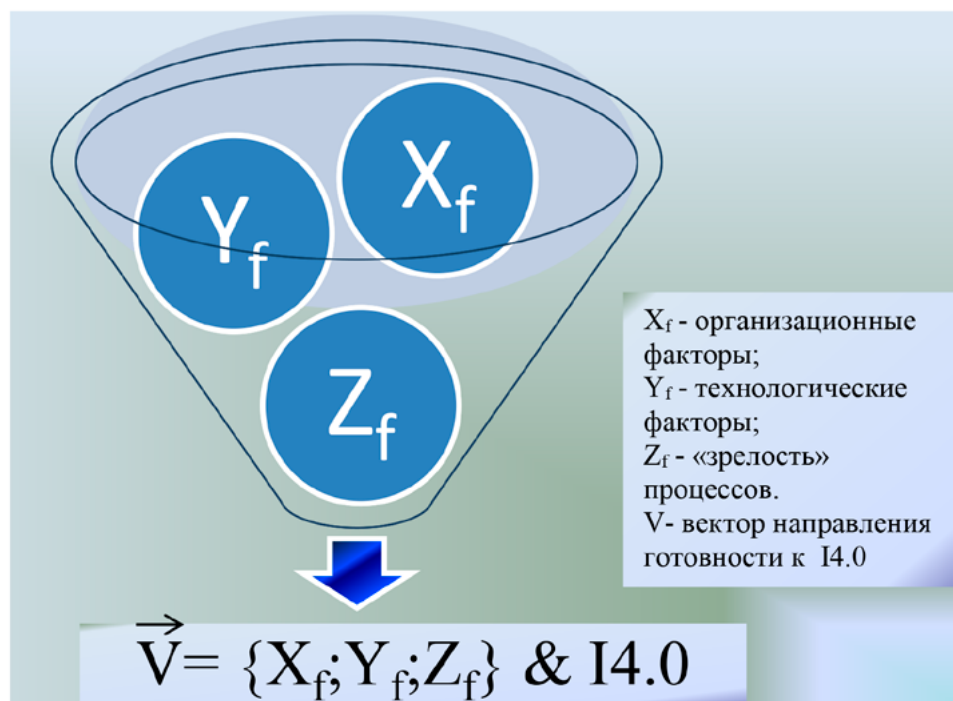


Рис. 1. Структура 3D-факторной модели поддержки и внедрения индустрии 4.0 (I4.0)

Таблица 1

Состав факторов, входящих в 3D-факторную модель поддержки и внедрения индустрии 4.0

№ п/п	Группы факторов	Подгруппы (подфакторы)	Элементы (компоненты)
1.	Организа- ционные факторы (Xf)	Организационная стратегия (1.1)	1.1.1 Поддержка и управление
			1.1.2 Управление организационной структурой
			1.1.3 Управление бизнес-моделью
			1.1.4 Соответствие нормативным требованиям
		Человеческие ресурсы (1.2)	1.2.1 Лидерство
			1.2.2 коммуникации
			1.2.3 Обучение
			1.2.4 Внедрение инноваций
2.	Техноло- гические факторы (Yf)	Технология произ- водства (2.1)	2.1.1 Роботизированные системы поддержки
			2.1.2 Системы когнитивной поддержки
			2.1.3 Системы управленческой поддержки
			2.1.4 Развитие сетевого производства
		Информационные технологии (2.2)	2.2.1 Сбор, анализ и взаимосвязь данных
			2.2.2 Информационная безопасность
			2.2.3 Принятие решений
3.	«Зрелость» процессов (процес- суальный фактор) (Zf)	Разработка про- дукту (услуги) (3.1)	3.1.1 Исследование, проектирование и разработки
			3.1.2 Разработка новых видов продукта (услуги) с учё- том потребностей рынка
			3.1.3 Развитие цепочки поставок
		Выполнение заказа (3.2)	3.2.1 Производственная система на основе индивиду- альных требований
			3.2.2 Интеграция продаж и операций
			3.2.3 Интеллектуальная система управления качеством

Рассмотрим каждую из подгрупп факторов более подробно.

1.1.1. Поддержка и управление.

Только сильная поддержка со стороны старших менеджеров со строгим мышлением необходима для усилий как «снизу-вверх», так и «сверху-вниз» Поддержка включает в себя управление, которое представляет собой механизм управления сложными проектами и инициативами по изменению направлений деятельности организации.

1.1.2. Управление организационной структурой.

Управление организационной структурой рассматривает анализ влияния I4.0 на конкурентоспособность компании, управление внедрением I4.0, инвестиции в технологии I4.0, управление

инновациями и использование технологий. Организационная структура охватывает практики, действия, бизнес-процессы, гибкость, рабочие правила, сотрудничество и коммуникации, процедуры, которые дополняют и регулируют деятельность внутри организаций и между ними.

1.1.3. Управление бизнес-моделью.

Бизнес-модель – это упрощенные и агрегированные представления соответствующих видов деятельности в компании, состоящие из ее стратегии, перспективы клиента (рынка) и совокупности ценностей. Бизнес-модели индустрии I4.0 можно продемонстрировать, интегрировав в их работу возможности подключения и другие технологии I4.0. Новые цифровые технологии

могут улучшить предложение и отношения с потенциальными клиентами. Индустрия 4.0 позволяет организациям связывать препятствия бизнес-модели в одном секторе, которые они приводят в действие, с решениями или препятствиями в другом секторе.

1.1.4. Соответствие нормативным требованиям.

Соблюдение нормативных требований – это государственная и институциональная политика и процедуры, стандартизация и безопасность. Она включает в себя трудовые нормы для I4.0, соответствие технологическим стандартам, интеллектуальную собственность, реализацию дорожной карты I4.0 (последовательность этапов внедрения индустрии 4.0) и доступные ресурсы для реализации.

Следующий подфактор в первой группе (X_1) – человеческие ресурсы. Человеческий фактор, вероятно, является основным фактором, способствующим внедрению I4.0, поскольку сотрудники прямо или косвенно являются движущей силой успеха других элементов. Она включает в себя навыки людей, их компетенцию, отношению к своим обязанностям и к организации. С увеличивающимся спросом на процессы, протекающие в индустрии 4.0, сотрудникам необходимо будет предоставить полномочия во всех организациях и по всей цепочке создания стоимости, чтобы быть гибкими и стратегическими в решении новых задач.

Вторая крупная группа факторов – технологические факторы (Y_1). В контексте поддержки индустрии 4.0 технологический аспект находится в центре обсуждения. Были включены следующие подгруппы: производственные технологии и информационные технологии. Производственные технологии направлены на поддержку людей во все более сложном рабочем вопросе и являются одной из наиболее важных областей исследований в индустрии 4.0. Эргономическая поддержка может быть цифровой или физической и может охватывать антропоморфные навыки, когнитивные навыки и управленческие навыки. Общее обсуждение безопасности сотрудников является основой в эргономическом контексте поддерживающих техноло-

гий. Более того, обсуждение надежности объектов искусственного интеллекта в производственном процессе, в основном для когнитивной и управленческой поддержки, должно охватывать всю эту дискуссию.

2.1.1. Роботизированные системы поддержки.

Робот – это антропоморфная система поддержки, позволяющая повысить производительность человеческого труда с физической точки зрения. Антропоморфная поддержка подразумевает широкое использование робототехники по всей цепочке создания стоимости: производственные процессы в качестве основных вариантов использования для поддержки, когда существуют антропоморфные ограничения для людей (покраска, ковка, прессование или сварка), а также процессы сборки. Некоторые логистические процессы, такие как обработка материалов и комплектация, также подходят для технологической поддержки. На станке с ЧПУ можно автоматически менять инструменты и поворачивать обрабатывающий вал детали без вмешательства оператора. Эти элементы человеческого фактора относятся к технологии производства, поскольку оператор является частью производственной системы.

2.1.2. Системы когнитивной поддержки.

Когнитивная эргономика имеет дело с психическими процессами, связанными с взаимодействием между людьми и другими элементами системы, такими как восприятие, память, мышление и двигательная реакция. Соответствующие темы включают умственную нагрузку, принятие решений, взаимодействие человека и компьютера, стресс и обучение. Системы когнитивной поддержки, такие как мобильные приложения, интерфейсы на базе планшетов, промышленные панели или устройства виртуальной или дополненной реальности также являются эргономическими решениями, применяемыми к процессам индустрии 4.0. Организация должна разрабатывать интерфейсы, чтобы помочь линейным работникам, менеджерам среднего звена и другим сотрудникам. Интенсивные операции, основанные на знаниях, такие как технические продажи, послепродаж-

ное обслуживание, техническое обслуживание и планирование, являются важными областями применения когнитивной поддержки.

2.1.3 Системы управленческой поддержки.

Системы управленческой поддержки решают задачи управления всей организацией. Руководящему органу нужна более простая и сфокусированная информация, позволяющая быстро принимать решения. Менеджеры высшего и среднего звена предъявляют особые требования к своей повседневной деятельности, еженедельным встречам, целям отслеживания и показателям для разработки систем поддержки принятия решений.

2.1.4. Развитие сетевого производства.

Последний элемент, стимулирующий сетевое производство, включает такие технологии, как аддитивное производство, которые позволяют не только основному производителю производить весь продукт или его части, но и различным участникам цепочки создания стоимости в рамках концепции совместно-го производства.

Следующий подфактор, без которого нельзя представить поддержку и внедрение в деятельность организации индустрии 4.0 – информационные технологии. Они, в свою очередь, подразделяются на следующие элементы: сбор, анализ и взаимосвязь данных, информационная безопасность и принятие решений.

2.2.1. Сбор, анализ и взаимосвязь данных.

Сбор, анализ и взаимосвязь данных используются в производственной отрасли путем приобретения, контроля, защиты, доставки и улучшения качества данных и информационных ресурсов.

Сбор данных означает анализ данных, проектирование, внедрение, развертывание, обслуживание и механизмы сбора и передачи данных в операционной системе. Качество данных означает, что данные, предоставляемые сотрудникам, позволяют анализировать и принимать решения на основе достоверной информации. Целостность данных представляет собой действия, которые поддерживают контекст, согласованность, стандартизацию и совместное использование точной и актуальной информации.

Анализ данных определяет процесс преобразования данных в информацию. Степень оцифровки и взаимозависимости производственных предприятий растет, что напрямую приводит к увеличению объема данных. В литературе описывается анализ данных на четырех уровнях: во-первых, описательный анализ описывает эволюцию от данных к информации. На следующем этапе выявляются причинно-следственные связи путем проведения корреляционного анализа (диагностического анализа). Прогнозный анализ данных предсказывает будущие события с помощью методов моделирования. Наконец, предписывающий анализ данных дает рекомендации для действий с помощью подходов оптимизации и моделирования. В среде I4.0 доступен большой и полиструктурированный объем данных, превосходящий традиционные аналитические методы («большие данные»), которые могут использоваться для прогнозирования отказов оборудования или оптимизации процесса планирования производства.

Взаимосвязанные данные компании подразумевают обеспечение реального внутрифирменного сотрудничества для создания контекстно-зависимых данных о производстве. Когда речь заходит о взаимосвязи, организация должна быть интегрирована по горизонтали и вертикали, чтобы обеспечить непрерывный обмен данными и информацией. Горизонтальная интеграция должна охватывать всю цепочку создания стоимости. Установлено, что организации нужна адекватная система управления данными для поддержки интеграции и предоставления всем пользователям доступа к одному и тому же набору данных. Информация всегда должна быть связана с продуктом, работой, технологическими инструкциями и информацией о клиентах. Благодаря сбору данных от подключенных объектов и людей в режиме реального времени достигается информационная прозрачность. Привязка этих данных к цифровым моделям позволяет создать виртуальную копию физического мира. Следовательно, все объекты и люди получают доступ к соответствующим данным.

2.2.2. Информационная безопасность.

Информационная безопасность, или кибербезопасность, может влиять на внутреннее хранилище, облачные сервисы, а также на коммуникации внутри предприятия. Кибербезопасность включает в себя разработку, планирование и внедрение процедур безопасности для предотвращения взломов, утечек информации и пиратства. Растущая интеграция информационных систем, человеческого фактора и других факторов сопряжена с риском криминальных атак. Потенциальный ущерб, который могут нанести эти атаки, увеличивается пропорционально степени интеграции. ИТ-безопасность включает в себя различные стратегии определения и реализации мер безопасности.

2.2.3. Принятие решений.

Децентрализованные решения относятся к возможности максимально автономного принятия обоснованных решений, как системами, так и людьми, поскольку они могут получить доступ к соответствующим данным. Аналитика является одним из основных постулатов внедрения индустрии 4.0. В настоящее время ясно, что производственным предприятиям необходимо научиться управлять и использовать большой объем данных, как только «продвинутая аналитика» сможет преобразовать эти данные в полезную информацию.

Третьей крупной группой факторов является так называемая «зрелость» процесса (Z_p). В организациях присутствуют три типа процессов: бизнес-процессы, организационные процессы и управленческие процессы. Бизнес-процессы подключают клиентов к цепочке создания стоимости, в то время как организационные и управленческие процессы сосредоточены на решениях, касающихся ресурсов организации. Организационные и управленческие процессы рассматриваются в 3D-факторной модели как организационные факторы. Для анализа зрелости необходимо сфокусироваться на ценности в рамках концепции жизненного цикла продукта, включая разработку продукта, разработку процесса, закупки и производство.

В 3D-факторной модели процедурные представления рассматриваются для оценки зрелости процесса в цепоч-

ке создания стоимости. Таким образом, она включает в себя два основных процесса: разработку продукта (услуги) и выполнение заказа.

Разработка на основе продукта и услуги направлена на удовлетворение требований клиентов на основе мультипликативного подхода к системам продукт-сервис и совместного производства и подразумевает одновременную разработку продуктов и услуг.

3.1.1. Исследования, проектирование и разработки.

Представленный элемент модели подразумевает инновационный процесс, интегрированный по горизонтали и вертикали. Межведомственная интеграция в проектах возникла в результате параллельных инженерных дискуссий. На современном этапе развития организация должна быть ориентирована на инновации, что означает, что каждый отдел (подразделение) должен быть вовлечен в разработку идей относительно новых продуктов или предприятий.

3.1.2. Разработка новых продуктов с учётом потребностей рынка.

Новые продукты будут иметь форму совместно созданного дизайна, частично с физическими продуктами, но также в качестве дополнительных услуг на ИТ-платформах, а также виртуальной и дополненной реальности. ИТ-инструменты являются результатом технологических возможностей в индустрии 4.0, которые могут напрямую связывать клиентов с организациями-разработчиками. Каждая производственная компания может использовать эти связи для изучения новых бизнес-возможностей, даже если они напрямую не связаны с ее основным видом деятельности. Создание знаний и управление ими являются важными вопросами, а также использование «больших данных» и облачных вычислений. Качество обслуживания клиентов представляет собой усилия по предоставлению клиенту более одного продукта с точки зрения дизайна, сопутствующего обслуживания и коммуникации на протяжении всего жизненного цикла продукта. Она включает в себя совместное творчество и открытые инновации, которые представляют собой использование партне-

ров или групп для разработки новых продуктов и процессов.

3.1.3. Развитие цепочки поставок.

Развитие цепочки поставок сосредоточено на оптимизации эффективности цепочки создания стоимости для повышения ее прибыльности. Закупки, а также запасы у поставщика должны быть синхронизированы. Только тогда возможен цельный поток внутри производственного предприятия. Итак, проектирование производства и цепочки поставок состоят из действий, связанных с технологическим проектированием, а также проектированием и разработкой производственной структуры, необходимой для внедрения продукта в производственную линию.

Выполнение заказа объединяет весь производственный процесс, от производства до доставки продукта. Производство является основной цепочкой создания добавленной стоимости внутри производственной компании. Однако, в новом технологическом укладе логистика также должна быть также интегрирована в общий процесс выполнения заказов. Кроме того, в рамках поддержки и внедрения индустрии 4.0, игроки на рынке должны планировать долгосрочные, среднесрочные, краткосрочные сроки для доставки продукта. В связи с этим, необходимо рассмотреть три элемента, раскрывающих подфактор выполнения заказа.

3.2.1. Производственная система на основе индивидуальных требований.

Производственная система на основе индивидуальных требований была долгосрочной целью для мероприятий по совершенствованию процессов. Настройка означает предложение заказчику индивидуального подхода, отвечающего конкретным потребностям. Новые ИТ-решения, робототехника, и интеллектуальные архитектуры киберфизических систем способствуют настройкам производства в соответствии с потребностями клиента. Следовательно, все планирование производства, планирование ресурсов и производственного процесса могут быть перенастроены на индивидуальное производство. Использование данных и информационных технологий позволяет разрабатывать новые бизнес-модели и создает иную ценность для клиента.

3.2.2. Интеграция продаж и операций.

Интеграция продаж и операций охватывает традиционное планирование по управлению операциями, такие как маркетинг и отзывы клиентов. Тем не менее, ее можно улучшить и выделить с помощью технологий I4.0. Во-первых, горизонты среднесрочного планирования могут быть короче для сокращения запасов и производственных затрат. Во-вторых, новые технологии могут повысить гибкость решений в области продаж и операций, собирать текущие данные, улучшать коммуникацию и поддерживать процессы принятия решений. Как и в других областях, требующих интеграции, люди должны знать об эффективности проводимых изменений.

3.2.3. Интеллектуальная система управления качеством.

Повышение качества продукции достигается за счет мониторинга в режиме реального времени и непрерывной оптимизации всех процессов, протекающих в организации. Усовершенствованные подходы к прогнозированию позволяют обнаруживать дефекты качества несколько раньше. Кроме того, система может облегчить выявление коренных причин дефектов, будь то человеческие, производственные, технологические или экологические.

Таким образом, рассмотрены все крупные группы факторов, входящих в представленную модель.

Выводы

В этой статье предлагается 3D-факторная модель готовности для индустрии 4.0, созданная на основе обоснованных теоретических предпосылок для поддержки и внедрения индустрии 4.0 в деятельность производственных компаний. Она представляет собой объединение в единую систему трех групп факторов, которое ведет к дальнейшему вычислению и исследованию трехмерного вектора готовности $V = (X_r, Y_r, Z_r)$. Это приводит к значению для будущего сравнения, и позволяет анализировать уровень готовности организаций, показывая направление развития для простого понимания возможностей ее улучшения.

Библиографический список

1. Отварухина Н.С., Веснин В.Р. Стратегический производственный менеджмент: учебник и практикум для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2019. 336 с.
2. Попова Е.С., Жидко Е.А., Рыжков А.С. Системный подход к диагностике производственного потенциала экономически важных и экологически опасных предприятий: монография. Воронежский государственный технический университет. Воронеж, 2018. 142 с.
3. Попова Е.С., Кирьянов К.А., Шевырев В.Е., Чудаев Р.Д. «Проекты улучшения» как метод совершенствования производственного процесса // *Управленческий учёт*. 2022. № 12. С.110-115.
4. Попова Е.С., Щегленко И.Н. Индустрия 4.0 (I 4.0): характеристика и противоречия // *Заметки ученого*. 2022. № 10. С. 208-212.
5. Стражник В.П., Попова, Е.С. Теоретические и методические основы формирования системы диагностики потенциала организации. Ростов-н/Д.: Издательство «Параграф», 2022. 132 с.
6. Сидоров М.Н. Стратегический и производственный менеджмент: учебник для СПО. 2-е изд., испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2018. 158 с.
7. Тебекин А. В. Стратегический менеджмент: учебник для вузов / А. В. Тебекин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. 333 с.
8. Тихомирова, О. Г. Транзакционный менеджмент: геймификация управления компаниями и людьми: монография / О.Г. Тихомирова. – Москва: ИНФРА-М, 2021. 178 с.
9. Хейг, П. Управленческие концепции и бизнес-модели: полное руководство / Пол Хейг; пер. с англ. – Москва: Альпина Паблишер, 2019. 370 с.
10. Эффективное управление организационными и производственными структурами: монография / О. В. Логиновский, А. В. Голлай, О. И. Дранко [и др.]; под ред. О. В. Логиновского. – Москва: ИНФРА-М, 2020. 450 с.