

Выбор типа бизнес-модели для реализации стратегии цифровой трансформации сетевого предприятия

Ю.Ф. Тельнов 

E-mail: Telnov.YUF@rea.ru

А.А. Брызгалов 

E-mail: Bryzgalov.AA@rea.ru

П.А. Козырев 

E-mail: Kozyrev.PA@rea.ru

Д.С. Королева 

E-mail: Koroleva.DS@rea.ru

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова
Адрес: Россия, 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36

Аннотация

Цифровая трансформация предприятий и организаций в современных условиях осуществляется путем разработки и внедрения новых бизнес-моделей на основе различных цифровых технологий, которые в совокупности аккумулируются в составе цифровых бизнес-платформ. Недостаточная разработанность в настоящее время методов и средств выбора адекватных бизнес-моделей функционирования сетевых предприятий в зависимости от используемой конкурентной стратегии, производственных технологий, цифровой зрелости, политики безопасности обуславливает актуальность настоящего исследования. Целью работы является разработка метода обоснования рационального выбора типа бизнес-модели цифровой трансформации сетевого предприятия в условиях многокритериальности оценки различных факторов получения сетевых эффектов, цифровой зрелости и обеспечения экономической и информационной безопасности. Для достижения поставленной цели в качестве подходов к решению задачи используются методологические подходы: к формализации бизнес-модели на основе фреймворка Санкт-Галлена, к классификации бизнес-моделей рабочей группы по бизнес-моделям Индустрии 4.0, к построению системы, основанной на знаниях, с использованием нечетких наборов продукционных правил. Предлагается метод классификации типов бизнес-моделей сетевого предприятия в зависимости от применяемой конкурентной стратегии, этапа жизненного цикла выпускаемой продукции и оказываемых услуг, типа производства и способа применения цифровых бизнес-платформ. В соответствии с классификацией рабочей группы по бизнес-моделям Индустрии 4.0 определяются сетевые эффекты для основных ролей участников сетевого взаимодействия по каждому типу бизнес-модели. Разработана концептуальная многокритериальная модель выбора типа бизнес-модели, реализуемая в виде наборов продукционных правил системы, основанной на знаниях, которая включает оценку сетевых эффектов, цифровой зрелости, коммерчески рисков и рисков информационной безопасности.

Ключевые слова: бизнес-модель, стратегия цифровой трансформации, цифровая платформа, сетевое предприятие, сетевые эффекты, цифровая зрелость, коммерческие риски, риски информационной безопасности, многокритериальный выбор, система основанная на знаниях

Цитирование: Тельнов Ю.Ф., Брызгалов А.А., Козырев П.А., Королева Д.С. Выбор типа бизнес-модели для реализации стратегии цифровой трансформации сетевого предприятия // Бизнес-информатика. 2022. Т. 16. № 4. С. 50–67. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.4.50.67

Введение

Особенностью развития экономики в современных условиях является создание бизнес-экосистем на основе использования цифровых платформ, в рамках которых происходит коренное преобразование бизнес-моделей и бизнес-процессов предприятий и организаций. Такие преобразования получили название цифровой трансформации предприятий, предполагающей «проведение качественных изменений в бизнес-моделях экономической деятельности, и значительные социально-экономические эффекты от их реализации» [1].

В соответствии со Стратегией Минпромторга России «цифровая трансформация промышленности является приоритетным направлением развития отечественной экономики, обеспечивающим высокую адаптивность в формировании бизнес-моделей и работе производственных процессов посредством интеграции сквозных цифровых технологий» [2]. В [3] утверждается, что «Цифровая трансформация представляет собой резкое снижение транзакционных издержек за счет платформ – появление новых моделей деятельности. Соединение возможностей технологий и традиционной сферы деятельности организации приводит к появлению новых продуктов и процессов с принципиально иными качествами». В работе [4] подчеркивается роль цифровой трансформации в переходе к цифровому бизнесу «на основе комплексного преобразования деятельности компании, ее бизнес-процессов, компетенций и бизнес-моделей, максимально полное использование возможностей цифровых технологий с целью повышения конкурентоспособности, создания и наращивания стоимости в цифровой экономике». Как сказано в определении рабочей группы по бизнес-моделям (РГБМ) Индустрии 4.0: «Бизнес-модели – это основа предпринимательского успеха. Они воплощают в себе корпоративную миссию и корпоративную стратегию, а также являются ос-

новой для принятия инвестиционных решений и управления организацией» [5].

В [6] утверждается, что инновации в бизнес-моделях приносят более ощутимый эффект по сравнению с инновациями отдельно в продуктах, процессах и технологиях. В этой связи под бизнес-моделью будем понимать не просто схему монетизации дохода компании, а весь комплекс бизнес-процессов, технологий и организации персонала, который определяет схему взаимосвязанных материальных, информационных и финансовых потоков под углом зрения общей стратегии цифровой трансформации с учетом технологических и ресурсных ограничений. Поэтому обоснование рационального выбора типа бизнес-модели является определяющим условием в успехе цифровой трансформации предприятий. Целью настоящей работы как раз и является разработка метода обоснования рационального выбора типа бизнес-модели цифровой трансформации сетевого предприятия в условиях многокритериальности оценки различных факторов получения сетевых эффектов, цифровой зрелости и обеспечения экономической и информационной безопасности.

Аспекты создания бизнес-моделей на основе многосторонних цифровых платформ рассматриваются в статьях [7–9]. Ключевым выводом анализа существующих бизнес-моделей является то, что цифровые услуги зависят от организации сетей создания стоимости, в которых получают экономические эффекты все участники сетевых взаимодействий (сетевые эффекты). Методы и модели создания сетевых предприятий с использованием цифровых платформ развиваются в [10–12]. Применение различных бизнес-моделей оказывает существенное влияние на изменение организационных схем взаимодействия, участвующих в совместной деятельности предприятий, создании сетевых предприятий [13].

Одним из основных условий успешного выбора и применения бизнес-модели является ее увязка с

определяющей стратегией цифровой трансформации. Стратегию цифровой трансформации можно рассматривать как в классическом смысле реализации конкурентной стратегии: широкой дифференциации, лидерства по издержкам, оптимальных издержек, сфокусированных стратегий (сегментации) [14], так и в узком смысле как способ (направление) применения цифровых технологий для реализации бизнес-моделей и создания нового конкурентного потенциала бизнеса. В первом случае, выбор бизнес-модели определяется конкурентной стратегией, во втором случае, тип бизнес-модели, наоборот, определяет методы цифровизации всех связанных процессов [15–17].

Большое значение в выборе бизнес-модели взаимодействия предприятий в экосистеме играет исследование ее применения на разных этапах жизненного цикла продукции и услуг [18]. Учет особенностей типа производства: единичный, серийный, массовый также имеет важное значение при выборе типа бизнес-модели при создании сетевых предприятий [19].

Учитывая перечисленные признаки особенностей применения бизнес-модели, связанные с анализом конкурентной стратегии, жизненным циклом продукции и услуг, типом производства, целесообразно разработать классификацию бизнес-моделей, которая бы позволяла осуществлять предварительный выбор бизнес-модели для применения. Более глубокий анализ применения тех или иных бизнес-моделей предполагает проведение исследования экономического потенциала предприятий, позволяющего оценить возможность осуществления цифровой трансформации по выбранной бизнес-модели.

Экономический анализ потенциала сетевого предприятия сводится к оценке возможных сетевых эффектов [12, 20, 21], которые могут быть получены в результате создания сетевого предприятия, и оценке используемых ресурсов, отражающих, с одной стороны, его цифровую зрелость с позиции владения современными технологиями цифровизации, а с другой стороны, направленных на предотвращение нарушений экономической и информационной безопасности.

Измерению цифровой зрелости организации для цифровой трансформации посвящены работы [7, 22, 23]. Ключевой вопрос заключается в отборе показателей (индикаторов) измерения цифровой зрелости. К важнейшим индикаторам цифровой зрелости относятся: уровень цифровой культуры и

компетенций кадров, качество организации процессов и продуктов, доступ к данным и организация информационной инфраструктуры [3].

С другой стороны, оценка цифровой зрелости должна проводиться в увязке с анализом рисков невыполнения обязательств при осуществлении коммерческих сделок, рисков выбора стратегических партнеров и поставщиков комплектующих изделий и материалов, рисков маркетинговых ошибок по оценке внутренней рыночной перспективы, рисков длительного вывода нового продукта на рынок [2], а также рисков информационной безопасности [24–26].

Для осуществления адекватного выбора бизнес-модели сетевого предприятия в статье предлагается разработка метода, который, с одной стороны, позволяет наилучшим образом реализовывать стратегические цели цифровой трансформации предприятия и обеспечивает получение высоких сетевых эффектов, а с другой стороны, дает возможность оценить готовность предприятия внедрить тот или иной тип бизнес-модели, учитывая достаточность экономического потенциала предприятия. С этой точки зрения в работе предлагается классификация типов бизнес-моделей по признакам соответствия бизнес-модели конкурентной стратегии, стадии жизненного цикла, типа производства и способа применения цифровых бизнес-платформ на основе классификаций [5, 6], а также многокритериальная модель выбора типа бизнес-модели на предмет ее реализации с позиции получения сетевых эффектов, достаточности цифровой зрелости и минимизации коммерческих рисков и рисков информационной безопасности с использованием системы, основанной на знаниях [27, 28]. Необходимость применения систем, основанных на знаниях, (экспертных систем) обусловлена качественным характером факторов оценки сетевых эффектов, уровня цифровой зрелости, коммерческих рисков и рисков информационной безопасности, вызывающим потребность в формализации процесса выбора бизнес-модели сетевого предприятия на основе базы знаний нечетких правил и применения механизма логического вывода заключений.

1. Классификация типов бизнес-моделей

В современных концепциях определения бизнес-моделей соединяются внешняя сторона применения, нацеленная на реализацию цепочек создания

стоимости и монетизацию финансовых потоков, и внутренняя сторона, направленная на организацию всех взаимосвязанных бизнес-процессов [9].

В наибольшей степени такая концепция бизнес-модели нашла отражение в трактовке А. Остервальдера [29]. В этой модели, с одной стороны, отражаются потоки создания материальных ценностей, а с другой стороны, финансовые потоки. В материальном потоке выход бизнес-модели определяет получение ценности конечным потребителем через различные каналы распространения продукции и услуг, а вход – получение необходимых материальных ресурсов через различные источники для производства требуемой ценности. Финансовый поток отражает в обратной цепочке создания стоимости направлении потоки денежных средств, связанные с получением и использованием доходов на оплату вложенных ресурсов. Причем финансовый поток не всегда может быть напрямую связан с материальным потоком создания ценности, например, как следствие поступления доходов от сопутствующей рекламы, тем не менее, так или иначе оба потока завязаны на общую модель создания ценности. Модель А. Остервальдера во многом отражает классическую схему организации бизнеса, в которой в центре находится предприятие-производитель, а в качестве партнеров по бизнесу рассматриваются поставщики и субподрядчики, с одной стороны, и потребители и пользователи, с другой стороны.

В цифровом бизнесе сетевая бизнес-модель влияет на функционирование предприятий по всей цепочке создания стоимости. Поэтому эффективность работы сетевого предприятия определяется не только эффективностью головного предприятия, но и эффективностью всех взаимосвязанных участников, что получило название сетевых эффектов. Если сетевые эффекты для участников сетевого предприятия не будут получаться, то такая бизнес-модель обречена на неуспех, взаимодействующим предприятиям будет неинтересно образовывать общую структуру в рамках единой концепции бизнеса.

Для отражения сетевого взаимодействия предприятий в рамках единой бизнес-модели получило широкое распространение применение модели Санкт-Галлена (St. Gallen) [30, 31], в которой для каждого участника сетевого взаимодействия (роли в цепочке создания стоимости) определяется самостоятельная модель с помощью четырех измерений: Кто (Who – Customer, Заказчик цен-

ности), Что (What – Value proposition, Предложение ценности, продукт или услуга), Как (How – Value Chain, Внутренняя цепочка создания ценности как набор взаимосвязанных видов деятельности), Ценность (Value – Revenue mechanism, Стоимость, структура затрат и применяемые механизмы доходов). Единая концепция бизнеса рассматривается с учетом сетевых эффектов для всех взаимодействующих участников цепочки создания стоимости. Если хотя бы один из участников взаимодействия не получает эффект, то бизнес-модель становится нежизнеспособной. В силу возможности наилучшего отражения сетевых взаимодействий и эффектов в дальнейшем будем использовать модель Санкт-Галлена.

Рабочая группа по бизнес-моделям проекта «Индустрия 4.0» в настоящее время развивает применение фреймворка Санкт-Галлена для формализации цифровых бизнес-моделей. В цифровых бизнес-моделях Индустрии 4.0 ключевой цифровой технологией, на которых базируется новая организация бизнеса, является применение цифровых платформ, а другие технологии базируются на использовании интернета вещей, обработки больших объемов данных, технологии искусственного интеллекта.

Применение технологии интернета вещей позволяет реализовывать обратную связь от технологического оборудования и производимых продуктов в контур оперативного управления производством, что с одной стороны дает возможность осуществлять процесс управления в масштабе реального времени, а с другой стороны, накапливать большие объемы данных для анализа и совершенствования всех взаимосвязанных производственных и бизнес-процессов. При этом формируется новая сервисная бизнес-модель отношений потребителя и производителя вместо традиционной торговли товарами.

Применение цифровых платформ открывает возможности для интеграции участников сетевых предприятий в общих бизнес-процессах, а интеллектуальные технологии совместно с технологией интернета вещей позволяют создавать многоагентные системы, во многих случаях автоматизирующие взаимодействие участников цепочки создания стоимости с минимальным участием персонала.

В соответствии с вышесказанным в проекте РГБМ выделяются четыре типа бизнес-моделей Индустрии 4.0, основанных на различных способах применения цифровых бизнес-платформ [5] (см. таблицу 1):

Бизнес-модели Индустрии 4.0

№ п.п.	Название типа бизнес-модели Индустрии 4.0	Сущность модели	Используемые технологические принципы	Сетевые эффекты бизнес-модели
1.	Модель платформы интернета вещей	Сбор данных об использовании продукта на протяжении всего жизненного цикла, услуга предоставления данных по запросу, получение услуги по анализу данных для улучшения продукта.	Интернет вещей, Сбор и анализ данных, Машинное обучение	<p>Оператор/поставщик платформы: Модель дохода прямо пропорционально зависит от количества подключенных единиц оборудования IIoT и объема передаваемых и анализируемых данных в цепочке создания стоимости.</p> <p>Пользователь: Передача на аутсорсинг деятельности, которая не является частью его основного бизнеса.</p> <p>Поставщик услуги: Оптимизация использования ресурсов с учетом множества заказов от платформы, сокращение времени простоя оборудования.</p>
2.	Модель услуг в цепочке создания стоимости	Сдача готового продукта или оборудования в аренду	Интернет вещей, Сбор и анализ данных, Машинное обучение, Многоагентные технологии	<p>Поставщик решений для IIoT: Расширение ценностного предложения путем организации взаимодействия участников цепочки создания стоимости, предоставление площадки для разработки приложений необходимых для интеграции IIoT оборудования.</p> <p>Пользователь: Пользователь может передавать на аутсорсинг деятельность, которая не является частью его основного бизнеса.</p> <p>Поставщик услуг: Оптимизация использования продукта за счет анализа данных с IIoT платформы и как следствие повышение качества обслуживания пользователей в результате накопления новых знаний.</p> <p>Производитель: На основании получаемых данных от поставщика услуг об использовании продукта пользователем оптимизирует продукт и процессы его создания.</p> <p>Техническая сеть обслуживания: Снижение транзакционных издержек в цепочке добавленной стоимости в связи с прямой поставкой продукта от производителя минуя владельца – Поставщика услуг</p> <p>Интегратор IIoT оборудования: Расширение ценностного предложения, включающего установку, разработку и интеграцию приложений и технологий IIoT</p>
3.	Модель торговой площадки (брокерской платформы)	Платформа, обуславливающая установление связей между поставщиками потребителями	Сбор и анализ данных, Многоагентные технологии	<p>Поставщик платформы (торговой площадки): Модель дохода прямо пропорционально зависит от количества подключенных Покупателей и Поставщиков продукта и от баланса достаточного спроса и предложения на торговой площадке.</p> <p>Покупатель комплектующих: Быстрая поставка и сведение к минимуму риска невыполнения обязательств за счет отбора надежных поставщиков и возможности их быстрой замены в случае непредвиденных обстоятельств.</p> <p>Поставщик продукта: Увеличение числа заказов, снижение транзакционных издержек в цепочке создания добавленной стоимости.</p>

№ п.п.	Название типа бизнес-модели Индустрии 4.0	Сущность модели	Используемые технологические принципы	Сетевые эффекты бизнес-модели
4.	Модель доверенного доступа к данным	Сбор релевантных данных для оптимизации продуктов или использования дополнительных данных для исследований и разработок	Сбор и анализ защищенных данных, Искусственный интеллект и машинное обучение	<p>Доверенное лицо по хранению данных: расширение ценностного предложения за счет предоставления и привлечения анонимных данных от производителей на цифровую платформу.</p> <p>Производитель, передающий данные: получения дохода за счет представленных данных на защищенную нейтральную платформу.</p> <p>Производитель, получающий доступ к данным: Получение доступа к интегрированной базе первичных и обобщенных данных, безопасным и стандартизированным образом.</p> <p>Системный интегратор: Получение дохода от поддержки интегрированных технологий защиты данных.</p> <p>Поставщик смарт RFID устройств: Модель дохода прямо пропорционально зависит от количество подключенных единиц оборудования и объема передаваемых и анализируемых данных.</p>

Перечисленные типы моделей отражают сервисный подход к организации обеспечения потребностей заказчиков и в конечном счете реализуют опосредованные отношения между потребителями и производителями через цифровые платформы, которые берут на себя посреднические функции (торговая площадка, платформа цифровых данных). Вместе с тем, множество бизнес-моделей, базирующихся на цифровых платформах, значительно шире [32, 33]. Поэтому рассмотренные типы бизнес-моделей Индустрии 4.0 могут рассматриваться как технологические фреймворки (типовые модели) для построения более комплексных моделей [34, 35], в которых рассмотренные типы бизнес-моделей могут комбинироваться.

Одной из наиболее удачных работ по представлению более сложных архетипов бизнес-моделей является [6], в которой дана дифференциация бизнес-моделей по назначению: интеграция участников цепочки создания стоимости, сервисное обслуживание потребителей продуктов и услуг, консалтинг на основе данных.

В более широком контексте использование цифровых платформ позволяет управлять более сложными сквозными цепочками создания стоимости с помощью бизнес-моделей интеграции, в которых выделяется специальная роль одного из предприятий, получающая название Интегратора. В этом

типе бизнес-модели отсутствуют посредники, когда производственное предприятие поручает сбыт своей продукции торговому предприятию и не вникает в суть процесса торговли. В типе бизнес-модели интеграции предполагается, что «продавец» встроен в общую цепочку создания стоимости, например, через собственные или интегрированные интернет-магазины. При этом клиенты и другие участники процесса создания стоимости встраиваются в цепочку создания стоимости, активно участвуя в инновационной разработке продукции и всех связанных процессов. Производство становится децентрализованным для различных рынков с ориентацией на типы клиентов.

В качестве подтипов бизнес-моделей интеграции выступают:

- ◆ Бизнес-модель краудсорсинговых инноваций, для которых характерно объединение всех заинтересованных субъектов совместной деятельности, в разработке новых продуктов. В этом случае осуществляется тесная интеграция усилий множества участников совместного проекта: клиентов, маркетологов, конструкторов, технологов, поставщиков, логистов, сбытовиков в разработке продукта с учетом последующей реализации всей цепочки создания стоимости.
- ◆ Бизнес-модель «Производство как услуга». В данной модели клиент становится ключе-

вой фигурой в определении конструкции изделий, компонентов производимой продукции и используемых технологий. Производственные процессы должны быть индивидуализированными по отношению к клиенту, то есть реализуется единичное производство.

- ◆ Бизнес-модель «Массовое кастомизированное производство». Предполагает адаптацию выбираемых клиентом вариантов видов продукции под свои потребности. В этом случае осуществляется серийное производство в соответствии с категориями потребителей.

С точки зрения представления бизнес-моделей сервисного обслуживания рассматриваются модели непрерывного обслуживания потребителей на всем периоде эксплуатации (гарантийное обслуживание), организации сервисов, связанных с конечным продуктом, который попадает в аренду к заказчику, и сервисов, основанных на предоставлении и анализе данных о конечном результате использования, когда соответствующий процесс передается поставщику услуг (производителю) на аутсорсинг.

Бизнес-модели консалтинга на основе данных базируются на моделях доверенного доступа к данным, связанных с анализом на цифровых платформах данных, которые собираются с помощью Интернета вещей и включают следующие подтипы:

- ◆ выполнение запросов на аналитику накопленных больших объемов данных;
- ◆ консультации, связанные с продуктом, которые дополняют продажи продуктов советами и консультациями, основанными на собственном опыте работы с продуктами в других компаниях;
- ◆ консультации по внедрению связанных процессов цифровой трансформации предприятий.

Многообразие бизнес-моделей сетевых предприятий ставит задачу их выбора в зависимости от корпоративной стратегии компании, жизненного цикла продукции и типа производства (массового, серийного, единичного). Модель классификации типов бизнес-моделей представлена в *таблице 2*, в которой устанавливается связь типа бизнес-модели с корпоративной стратегией, этапом жизненного цикла продукции, типом производства и типом бизнес-моделей Индустрии 4.0, отражающим способ применения цифровых бизнес-платформ.

Конкурентные стратегии определяют характер использования бизнес-моделей [35–37]. Так, стратегии широкой дифференциации выпускаемой продукции или сегментации рынка по различным категориям потребителей связаны с необходимостью непрерывного обновления ассортимента продукции, вывода на рынок новых видов товаров и услуг, кастомизации существующих видов, выполнения циклической работы по конструкторской и технической подготовке производства. В этой связи для разработки и обновления видов продукции требуются бизнес-модели интеграции и доверенного доступа к данным, которые более тесно связывают всех заинтересованных участников совместной деятельности.

Так, начальная стадия жизненного цикла по формированию или развитию требований обуславливает применение модели краудсорсинга на основе анализа больших данных, а на этапе конструкторской и технической подготовки производства — модели производства как услуги или модели кастомизации производства в зависимости от типа производства.

Конкурентная стратегия экономии на издержках концентрируется на повышении эффективности операционных процессов. Поэтому для этих целей наиболее целесообразными для применения будут различные цифровые бизнес-модели сервисного обслуживания. При этом для единичного производства в большей степени будет характерно применение типа бизнес-модели «Продукт как услуга», а для серийного производства — «Процесс как услуга».

Наконец реализация стратегии сегментации рынка во многом определяется моделями консалтинга и соответствующими бизнес-моделями Индустрии 4.0 по доверенному доступу к данным.

В результате анализа возможностей применения бизнес-моделей по таблице классификации может оказаться, что какой-то комбинации корпоративной стратегии, этапа жизненного цикла и типа производства могут соответствовать несколько альтернативных или взаимодополняющих бизнес-моделей. В этом случае необходимо провести более детализированный анализ, который будет доказывать необходимость и возможность применения того или иного типа цифровой бизнес-модели с учетом многокритериальности оценки различных факторов получения сетевых эффектов, цифровой зрелости, обеспечения экономической и информационной безопасности.

Таблица 2.

Классификация типов бизнес-моделей

Тип бизнес-модели	Интеграция участников цепочки создания стоимости			Сервисное обслуживание потребителей продуктов и услуг			Консалтинг на основе данных			
	Краудсорсинг	Производство как услуга – встраивание потребителя в процесс разработки	Кастомизация производства – адаптация продукта под категории клиентов	Сопровождение решений – «пожизненная подписка» на обслуживание	Продукт как услуга – плата за использование и доступ – разделение ресурсов (sharing)	Процесс как услуга – аутсорсинг процесс	Консультации по эксплуатации продуктов	Консультации по организации процессов (производства)	Посреднические услуги	Анализ эффективности процессов
Корпоративные стратегии	Широкая дифференциация			Экономия на издержках			Сегментация рынка, дополнительные услуги			
Стадия жизненного цикла продукта	Разработка требований к продукту, проектирование, развитие	Конструкторская и техническая подготовка производства	Конструкторская и техническая подготовка производства	Эксплуатация, Сопровождение	Эксплуатация, Сопровождение	Эксплуатация, Сопровождение	Эксплуатация, Сопровождение	Конструкторская и техническая подготовка производства	Эксплуатация	Разработка требований к продукту, проектирование, развитие
Тип производства	Единичное	Единичное	Серийное	Единичное	Единичное	Серийное	---	---	---	---
Бизнес-модель Индустрии 4.0	Модель доверенного доступа к данным	Модель услуг в цепочке создания стоимости	Модель услуг в цепочке создания стоимости	Модель платформы интернета вещей	Модель платформы интернета вещей	Модель платформы интернета вещей	Модель доверенного доступа к данным	Модель доверенного доступа к данным	Модель торговой площадки	Модель доверенного доступа к данным

2. Многокритериальная модель выбора типа бизнес-модели

Любое управленческое решение обычно рассматривается с позиции оценки необходимости и возможности его реализации. Необходимость реализации решения, как правило, обосновывается набором тех конкурентных преимуществ, которые получаются в результате его внедрения, а возможность обуславливается анализом достаточности различных ресурсов для реализации. Для бизнес-модели сетевого предприятия эти конкурентные преимущества соответствуют набору сетевых эффектов, получаемых участниками цепочки совместного создания стоимости на основе цифровой платформы. Оценка возможности же реализации определяется достаточностью потенциала в виде оценки цифровой зрелости и рисков неблагоприятных последствий, связанных с нарушением экономической и информационной безопасности.

Многообразие качественных и неопределенных факторов целесообразности применения различных типов бизнес-моделей обуславливает построение многокритериальной модели выбора типа бизнес-модели и ее реализацию с помощью системы, основанной на знаниях, включающей базу знаний продукционных правил и нечеткий механизм вывода для оценки и свертки экспертных заключений

[27, 28]. Использование математического аппарата нечеткой логики по сравнению с более простыми методами экспертных оценок, используемыми в скоринговых моделях, основанных на баллах, позволяет осуществлять качественное оценивание факторов с помощью лингвистических переменных, которые фазифицируют перевод количественных значений оцениваемых показателей в нечеткие значения по формализуемым интервальным шкалам [38–41]. Таким образом, с помощью лингвистических переменных возможно отображение опыта экспертов в оценке факторов в базе знаний нечетких продукционных правил. Кроме того, с помощью системы нечетких правил отображаются многоуровневые модели оценок, в которых оценка промежуточных факторов осуществляется с помощью соответствующих поднаборов правил.

Многокритериальная модель выбора типа бизнес-модели для последующего построения системы, основанной на знаниях, в форме графа «И – ИЛИ» представлена на *рис. 1*. Предполагается, что по данной модели оценивается один тип бизнес-модели, который получает удовлетворительное или неудовлетворительное значение для использования с некоторым коэффициентом уверенности по шкале [0, 1]. Удовлетворительность использования типа бизнес-модели признается при превышении некоторого порогового значения, например, 0,8. В

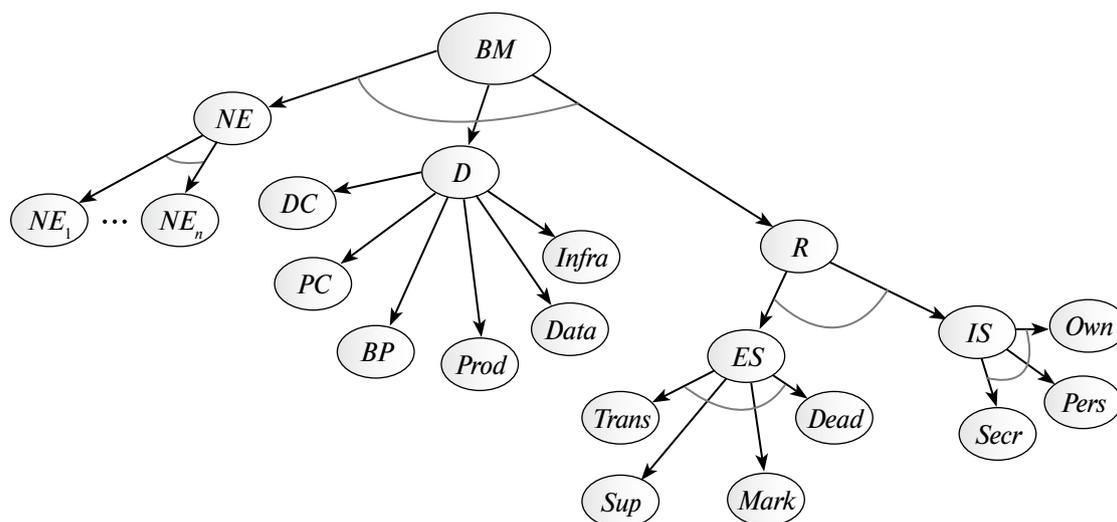


Рис. 1. Многокритериальная модель выбора типа бизнес-модели (дуга, пересекающая подчиненные факторы вышестоящему фактору, обозначает конъюнкцию факторов; не пересечение дуг подчиненных факторов обозначает дизъюнкцию).

случае наличия нескольких претендентов на выбор типа бизнес-модели выбирается тот тип, у которого коэффициент уверенности будет наибольший.

В многокритериальной модели используются следующие обозначения факторов – нечетких переменных со значениями «удовлетворительно» или «не удовлетворительно», для которых устанавливается коэффициент уверенности по шкале [0, 1]:

BM – выбор бизнес-модели;

NE – сетевой эффект цепочки создания стоимости (сетевого предприятия);

NE₁ – сетевой эффект первого предприятия, участвующего в цепочке создания стоимости (первого участника);

NE_k – сетевой эффект *k*-го предприятия, участвующего в цепочке создания стоимости (*k*-го участника);

D – цифровая зрелость;

DC – уровень цифровой культуры;

PC – уровень компетенций кадров;

BP – качество организации бизнес-процессов;

Prod – качество продуктов;

Data – доступность данных;

Infra – организация ИТ-инфраструктуры;

R – риски;

ES – коммерческие риски;

Trans – риск невыполнения обязательств при осуществлении коммерческих сделок;

Sup – риск выбора стратегических партнеров и поставщиков комплектующих изделий и материалов;

Mark – риск маркетинговых ошибок по оценке внутренней рыночной перспективы;

Dead – риск длительного вывода нового продукта на рынок;

IS – риски информационной безопасности;

Secr – риск нарушения коммерческой тайны;

Pers – риск нарушения персональных данных;

Own – риск нарушения прав владения данными.

Рассмотрим отображение модели выбора типа бизнес-модели в виде набора продукционных правил системы, основанной на знаниях, более детально.

На верхнем уровне модели по продукционному правилу оценки конъюнкции факторов сетевых эффектов (*NE*), цифровой зрелости (*D*) и рисков (*R*) определяется удовлетворительная или неудовлетворительная оценка целевой переменной «Выбор бизнес-модели» (*BM*):

$$NE \text{ and } D \text{ and } \neg R \rightarrow BM, \quad (1)$$

где \rightarrow – знак импликации, \neg – знак отрицания.

Данное продукционное правило в развернутом виде имеет вид:

$$\begin{aligned} \text{IF } NE = \text{«удовлетворительно» and} \\ D = \text{«удовлетворительно» and } \neg R = \\ \text{«удовлетворительно» THEN } BM = \\ \text{«удовлетворительно»}. \end{aligned} \quad (2)$$

Каждый фактор представляет собой терм, имеющий значение «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Если хотя бы один из факторов принимает неудовлетворительное значение оценки, то соответственно тип бизнес-модели получает неудовлетворительную оценку. В этом смысле должно выполняться условие необходимости удовлетворения всех факторов для срабатывания продукционного правила. В противном случае целевая переменная получает неудовлетворительное значение.

При этом фактор, связанный с оценкой сетевых эффектов, отражает получаемые конкурентные преимущества формируемой цепочки создания стоимости, а факторы оценки цифровой зрелости и коммерческих рисков и рисков информационной безопасности возможности ее реализации.

Аналогично определяются продукционные правила конъюнкции для оценки сетевых эффектов (*NE*), рисков (*R*), коммерческих рисков (*ES*) и информационной безопасности (*IS*).

Так, правило оценки сетевых эффектов формируется из конъюнкции оценок сетевых эффектов от участия всех заинтересованных сторон (предприятий) в цепочке создания стоимости (сетевом предприятии) для рассматриваемого типа бизнес-модели:

$$NE_1 \text{ and } NE_2 \text{ and } \dots NE_k \rightarrow NE. \quad (3)$$

Состав участников цепочки создания стоимости каждого типа бизнес-модели будет отличаться в зависимости от характера сетевого предприятия, поэтому *k* – число участников цепочки (предприятий, участвующих в сетевом предприятии), имеет переменное значение.

Состав компонентов, определяющих сетевой эффект каждого вида, зависит от роли, которую играет участник цепочки создания стоимости по бизнес-модели (см. таблицу 1). Например, поставщик продукта получает сетевой эффект от увеличения числа заказов и снижения транзакционных издер-

жек в цепочке создания добавленной стоимости. Число компонентов сетевого эффекта у каждого участника может быть разным. В общем виде оценки сетевого эффекта для i -го участника вычисляется как конъюнкция результатов проверки термов j -х компонентов эффекта:

$$NE_i = \wedge_j NE_{i,j}. \quad (4)$$

Оценка рисков в производственном правиле (1) трактуется с точки зрения их логического отрицания (уменьшения) за счет обеспечения экономической и информационной безопасности цифровой платформы, а соответственно риски связаны с возможностью нарушения безопасности. Таким образом, оценка (R) зависит от конъюнкции факторов, связанных с коммерческими рисками, ведущими к нарушению экономической безопасности (ES) и информационной безопасности (IS).

$$ES \text{ and } IS \rightarrow R. \quad (5)$$

Соответственно, коммерческие риски (ES) определяется конъюнкцией оценок риска невыполнения обязательств при осуществлении коммерческих сделок ($Trans$), риска выбора стратегических партнеров и поставщиков комплектующих изделий и материалов (Sup), риска маркетинговых ошибок по оценке внутренней рыночной перспективы ($Mark$), а также риска длительного вывода нового продукта на рынок ($Dead$):

$$Trans \text{ and } Sup \text{ and } Mark \text{ and } Dead \rightarrow ES. \quad (6)$$

Состав коммерческих рисков определен в «Стратегии цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности» [2].

Аналогично риск нарушения информационной безопасности (IS) зависит от конъюнкции рисков нарушения коммерческой тайны ($Secr$), персональных данных ($Pers$), прав владения данными (Own):

$$Secr \text{ and } Pers \text{ and } Own \rightarrow IS. \quad (7)$$

В качестве рисков нарушения информационной безопасности выделены наиболее существенные риски, связанные с обеспечением кибербезопасности в Интернет-среде.

С каждым из перечисленных выше факторов рисков должен быть связан определенный сервис цифровой платформы, работа которого должна быть направлена на устранение фактора риска. В этой связи для оценки риска по тому или иному

фактору ($Fact_i$) при выборе типа бизнес-модели необходимо получать экспертную оценку о качестве (надежности) используемого сервиса ($Serv$) по устранению фактора риска, которая получает нечеткую оценку коэффициента уверенности по шкале $[0, 1]$ и соотносится с оценкой фактора риска:

$$Serv_i \rightarrow FactR_i, \quad (8)$$

где $FactR_i \in \{Trans, Sup, Mark, Dead, Secr, Pers, Own\}$.

Развернутое представление производственного правила имеет вид:

$$IF Serv_i = \langle \text{«удовлетворительно»} \rangle THEN \oplus \langle FactR_i, \langle \text{«удовлетворительно»}, F_i(FactR_i) \rangle, \quad (9)$$

где \oplus – оператор нечеткого добавления значения;

F_i – функция принадлежности, вычисляющая коэффициент уверенности для переменной по шкале $[0, 1]$.

Характер функции принадлежности определяется типом переменной $FactR_i$, в простейшем случае некоторое число в интервале $[0, 1]$.

Факторы оценки цифровой зрелости потенциала участников цифровой платформы $FactM_j$, используемые для оценки типа бизнес-модели, в отличие от факторов риска имеют аддитивный усиливающий характер. Поэтому их влияние на общую оценку цифровой зрелости D рассматривается с помощью производственных правил по отдельности:

$$FactM_j \rightarrow D, \quad (10)$$

где $FactM_j \in \{DC, PC, BP, Prod, Data, Infra\}$.

Развернутое представление производственного правила имеет вид:

$$IF FactM_j = \langle \text{«удовлетворительно»} \rangle THEN \oplus \langle D, \langle \text{«удовлетворительно»}, F_j(D) \rangle, \quad (11)$$

где \oplus – оператор нечеткого добавления значения;

F_j – функция принадлежности, вычисляющая коэффициент уверенности для переменной по шкале $[0, 1]$.

Характер функции принадлежности определяется типом переменной $FactM_j$, в простейшем случае некоторое число в интервале $[0, 1]$.

В этом случае каждое производственное правило $FactM_j \rightarrow D$ формирует некоторую нечеткую оценку коэффициента уверенности переменной «Цифровая зрелость» по отдельности по шкале $[0, 1]$ и отражает значение признака достаточности.

Правила оценки каждого фактора в отдельности могут быть развернуты в самостоятельную базу знаний правил, интерпретирующих лингвистические переменные, в результате применения которой получается нечеткая оценка коэффициента уверенности фактора по шкале [0, 1]. Тогда аддитивная оценка коэффициента уверенности фактора зрелости осуществляется по алгоритму нечеткого сложения с рекурсией:

Для i от 1 до 6:

$$\begin{aligned} 1. CF(D_i) &= CF(Fact_i), \\ 2. CF(D_i) &= CF(D_{i-1}) + CF(FactM_i) - \\ &- CF(D_{i-1}) \cdot CF(FactM_i), \end{aligned} \quad (12)$$

где $CF(\text{Переменная})$ – функция извлечения коэффициента уверенности для значения нечеткой переменной.

В алгоритме оценки зрелости бизнес-модели необходимо задать допустимое пороговое значение коэффициента уверенности, например, 0,8, при котором переменная «Цифровая зрелость» получает удовлетворительное значение.

В оценке других факторов – нечетких переменных многокритериальной модели оценки типа бизнес-модели, связанных конъюнктивно, также могут получиться нечеткие значения. Для объединения нечетких чисел для этих факторов используется мультипликативное правило, например, выбор минимального коэффициента уверенности:

$$\begin{aligned} CF(\text{Левая часть правила}) &= \\ = \min\{CF(NE_1), CF(NE_2), \dots, CF(NE_k)\}. \end{aligned} \quad (13)$$

При объединении коэффициентов уверенности левой и правой частей продукционных правил (импликаций) выбирается или минимальный коэффициент уверенности, или выполняется произведение коэффициентов уверенностей левой и правой частей.

Для принятия положительной оценки итогового выбора типа бизнес-модели может быть также установлен пороговый уровень коэффициента уверенности, например, 0,8.

Реализация многокритериальной модели оценки выбора типа бизнес-модели в условиях нечеткой интерпретации качественных факторов с помощью инструментария продукционной системы, основанной на знаниях, совместно с выполнением предварительной классификации типов моделей

по определенным признакам позволит формализовать процесс принятия решений по обоснованию эффективной стратегии цифровой трансформации предприятий.

Заключение

Анализ подходов к применению бизнес-моделей сетевых предприятий показал их многообразие, определяющее необходимость разработки методов и инструментов обоснования рационального выбора типа бизнес-модели в соответствии со стратегией цифровой трансформации предприятия и ожидаемыми сетевыми эффектами, цифровой зрелостью, коммерческими рисками и рисками информационной безопасности.

Для представления компонентов бизнес-модели осуществляется обоснование применения фреймворка Санкт-Галлена, который позволяет отображать процессы получения сетевых эффектов для всех участников сетевого предприятия. Для типов бизнес-моделей, выделяемых рабочей группой по бизнес-моделям Индустрии 4.0, определяются источники получения сетевых эффектов для различных ролей предприятий в цепочке создания стоимости.

В статье предлагается метод обоснования рационального выбора типа бизнес-модели сетевого предприятия, основанный на предварительной классификации типов бизнес-модели по признакам соответствия конкурентной стратегии предприятия, этапу жизненного цикла выпускаемой продукции и услуг, типу производства, используемой бизнес-модели Индустрии 4.0, и последующей многокритериальной оценки применимости бизнес-модели с учетом оценки получаемых сетевых эффектов, цифровой зрелости, коммерческих рисков и рисков информационной безопасности. В качестве инструментария реализации представленной многокритериальной модели выбора типа бизнес-модели предлагается использовать систему, основанную на знаниях, с набором продукционных правил, реализующую нечеткий вывод на качественных факторах (переменных).

Новизна предложенного метода обоснования рационального выбора типа бизнес-модели сетевого предприятия заключается в усовершенствовании классификации и разработке многокритериальной модели выбора типа бизнес-моделей для сетевого предприятия, реализуемой с помощью системы, основанной на знаниях, с нечетким механизмом

вывода. Практическая значимость полученных результатов определяется возможностью применения разработанного метода при внедрении современных цифровых платформ в реальной практике экономической деятельности сетевых предприятий. В будущих исследованиях необходимо продолжить уточнение методов формализации качественной

оценки многообразных факторов применения бизнес-моделей для сетевых предприятий. ■

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-11-00282.

Литература

1. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты: докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13–30 апр. 2021 г. / Г.И. Абдрахманова и [др.] М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021.
2. Стратегия цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности в целях достижения их «цифровой зрелости» до 2024 года и на период до 2030 года / Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, 2021.
3. Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить / Под ред. Е.Г. Потаповой, П.М. Потеева, М.С. Шкляржук. М.: РАНХиГС, 2021.
4. Ценжарик М.К., Крылова Ю.В., Стешенко В.И. Цифровая трансформация компаний: стратегический анализ, факторы влияния и модели // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2020. Т. 36. № 3. С. 390–420. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303>
5. Digital business models for Industrie 4.0. Result paper // Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (Germany), 2019 [Электронный ресурс]: <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Industry/digital-business-models-industry-4-0.pdf> (дата обращения: 31.08.2022).
6. Weking J., Stocker M., Kowalkiewicz M., Bohm M., Krcmar H. Archetypes for Industry 4.0 business model innovations // Proceedings of the 24th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2018 (eds. A. Bush, V. Grover, S. Schiller). New Orleans, LA, USA, 16–18 August 2018. P. 1–10.
7. Золотухина Ю.В., Адаменко А.А., Крыжановская О.А. Выбор стратегии трансформации бизнеса организациями – участниками информационного взаимодействия в условиях цифровой экономики // Естественно-гуманитарные исследования. 2021. Т. 37. № 5. С. 116–123. <https://doi.org/10.24412/2309-4788-2021-537-116-123>
8. Серова Л.С., Страхович Э.В., Чуракова И.Ю. Многосторонние платформы в эволюции бизнес-моделей микропредприятий // Управление. 2017. Т. 68. № 4. С. 53–60.
9. Рындина С.В. Бизнес-модели цифровой экономики. Пенза: ПГУ, 2020.
10. McIntyre D., Srinivasan A., Afuah A., Gawer A., Kretschmer T. Multisided platforms as new organizational forms // Academy of Management Perspectives. 2021. Vol. 35. No. 4. P. 566–583. <https://doi.org/10.5465/amp.2018.0018>
11. Vakeel K.A., Malthouse E.C., Yang A. Impact of network effects on service provider performance in digital business platforms // Journal of Service Management. 2020. Vol. 32. No. 4. P. 461–482. <https://doi.org/10.1108/JOSM-04-2020-0120>
12. Tucker C. Digital data, platforms and the usual [antitrust] suspects: Network effects, switching costs, essential facility // Review of Industrial Organization. 2019. Vol. 54. No. 4. P. 683–694. <https://doi.org/10.1007/s11151-019-09693-7>
13. Тельнов Ю.Ф., Казаков В.М., Данилов А.В. Технология проектирования инновационных процессов создания продукции и услуг сетевого предприятия с использованием i4.0-системы, основанной на знаниях // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 4. С. 76–92. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2021.4.76.92>
14. Porter M.E. Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors. N.Y.: Free Press, 1998.
15. Kraus N., Kraus K. Digitalization of business processes of enterprises of the ecosystem of Industry 4.0: Virtual-real aspect of economic growth reserves // WSEAS Transactions on Business and Economics. 2021. Vol. 18. P. 569–580. <https://doi.org/10.37394/23207.2021.18.57>
16. Ritter T., Pedersen C.L. Digitization capability and the digitalization of business models in business-to-business firms: Past, present, and future // Industrial Marketing Management. 2020. Vol. 86. P. 180–190. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.11.019>
17. Bouncken R.B., Kraus S., Roig-Tierno N. Knowledge and innovation-based business models for future growth: Digitalized business models and portfolio considerations // Review of Managerial Science. 2021. Vol. 15. No. 1. P. 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11846-019-00366-z>
18. Yang M., Evans S. Product-service system business model archetypes and sustainability // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 220. P. 1156–1166. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.067>

19. Turner C., Moreno M., Mondini L., Salonitis K., Charnley F., Tiwari A., Hutabarat W. Sustainable production in a circular economy: A business model for re-distributed manufacturing // *Sustainability*. 2019. Vol. 11. No. 16. P. 42–91. <https://doi.org/10.3390/su11164291>
20. Hinz O., Otter T., Skiera B. Estimating network effects in two-sided markets // *Journal of Management Information Systems*. 2020. Vol. 37. No. 1. P. 12–38. <https://doi.org/10.1080/07421222.2019.1705509>
21. Falkner C.F., Munck af Rosenschöld O. Network effects and valuation: Examining the platform-mediated business model of international tech companies in order to test for an exponential association between revenue and user base. Lund University, 2021. [Электронный ресурс]: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9050810> (дата обращения 29.08.2022).
22. Teichert R. Digital transformation maturity: A systematic review of literature // *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2019. Vol. 67. No. 6. P. 1673–1686. <https://doi.org/10.11118/actaun201967061673>.
23. Беляева Е.С., Ершов Ф.Ю., Ершова И.Г. Параметры оценки цифровизации бизнес-модели в условиях трансформации экономики // *Индустриальная экономика*. 2021. Т. 12. № 5. С. 1128–1133. https://doi.org/10.47576/2712-7559_2021_5_12_1128
24. Prinsloo J., Sinha S., von Solms B. A review of industry 4.0 manufacturing process security risks // *Applied Sciences*. 2019. Vol. 9. No. 23. Article no. 5105. <https://doi.org/10.3390/app9235105>
25. Culot G., Fattori F., Podrecca M., Sartor M. Addressing industry 4.0 cybersecurity challenges // *IEEE Engineering Management Review*. 2019. Vol. 47. No. 3. P. 79–86. <https://doi.org/10.1109/EMR.2019.2927559>
26. Corallo A., Lazoi M., Lezzi M. Cybersecurity in the context of industry 4.0: A structured classification of critical assets and business impacts // *Computers in Industry*. 2020. Vol. 114. Article no. 103165. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103165>
27. Болотова Л.С. Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях. М: Финансы и статистика, 2012.
28. Тельнов Ю.Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. Компонентная методология. М.: Финансы и статистика, 2004.
29. Osterwalder A., Pigneur Y. *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons, 2010.
30. Gassmann O., Frankenberger K., Csik M. *The business model navigator: 55 models that will revolutionise your business*. Harlow, UK, 2014.
31. Gassmann O., Frankenberger K., Csik M. *The St. Gallen business model navigator: Working Paper*. University of St. Gallen, 2013.
32. Queiroz M.M., Pereira S.C.F., Telles R., Machado M.C. Industry 4.0 and digital supply chain capabilities: A framework for understanding digitalisation challenges and opportunities // *Benchmarking: An International Journal*. 2019. Vol. 28. No. 5. P. 1761–1782. <https://doi.org/10.1108/bij-12-2018-0435>
33. Frank A.G., Mendes G.H.S., Ayala N., Ghezzi A. Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective // *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Vol. 141. P. 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>
34. Rosa P., Sassanelli C., Terzi S. Towards circular business models: A systematic literature review on classification frameworks and archetypes // *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 236. Article no. 117696. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117696>
35. Puglieri F.N., Salvador R., Romero-Hernandez O., Filho E.E., Piekarski C.M., de Francisco A.C., Ometto A.R. Strategic planning oriented to circular business models: A decision framework to promote sustainable development // *Business Strategy and the Environment*. 2022. Vol. 31. No. 7. P. 3254–3273. <https://doi.org/10.1002/bse.3074>
36. Borowski P.F. Digitization, digital twins, blockchain, and Industry 4.0 as elements of management process in enterprises in the energy sector // *Energies*. 2021. Vol. 14. No. 7. Article no. 1885. <https://doi.org/10.3390/en14071885>
37. Mancha R., Gordon S. Multi-sided platform strategies for organizations: transforming the business model // *Journal of Business Strategy*. 2022. Vol. 43. No. 3. P. 175–183. <https://doi.org/10.1108/JBS-09-2020-0203>
38. Zadeh L.A. Fuzzy sets // *Information and Control*. 1965. Vol. 8. No. 3. P. 338–353.
39. Mamdani E.H. Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant // *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*. 1974. Vol. 121. No. 12. P. 1585–1588. <https://doi.org/10.1049/piee.1974.0328>
40. Beklaryan G.L., Akopov A.S., Khachatryan N.K. Optimisation of system dynamics models using a real-coded genetic algorithm with fuzzy control // *Cybernetics and Information Technologies*. 2019. Vol. 19. No. 2. P. 87–103. <https://doi.org/10.2478/cait-2019-0017>
41. Akopov A.S., Beklaryan L.A., Thakur M. Improvement of maneuverability within a multiagent fuzzy transportation system with the use of parallel biobjective real-coded genetic algorithm // *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*. 2022. Vol. 23. No. 8. P. 12648–12664. <https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3115827>

Об авторах

Тельнов Юрий Филиппович

доктор экономических наук, профессор;

заведующий кафедрой прикладной информатики и информационной безопасности, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36;

E-mail: Telnov.YUF@rea.ru

ORCID: 0000-0002-2983-8232

Брызгалов Алексей Алексеевич

ассистент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36;

E-mail: Bryzgalov.AA@rea.ru

ORCID: 0000-0002-5001-4326

Козырев Петр Александрович

старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информационной безопасности, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36;

E-mail: Kozyrev.PA@rea.ru

ORCID: 0000-0002-8021-2665

Королева Дарья Сергеевна

ассистент кафедры прикладной информатики и информационной безопасности, Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, 117997, г. Москва, Стремянный пер., д. 36;

E-mail: Koroleva.DS@rea.ru

ORCID: 0000-0002-0051-0655

Choosing the type of business model to implement the digital transformation strategy of a network enterprise

Yury F. Telnov

E-mail: Telnov.YUF@rea.ru

Aleksey A. Bryzgalov

E-mail: Bryzgalov.AA@rea.ru

Petr A. Kozyrev

E-mail: Kozyrev.PA@rea.ru

Daria S. Koroleva

E-mail: Koroleva.DS@rea.ru

Plekhanov Russian University of Economics
Address: 36, Stremyanny Lane, Moscow 117997, Russia

Abstract

The digital transformation of enterprises and organizations in modern conditions is carried out through the development and implementation of new business models based on various digital technologies which are collectively accumulated as part of digital business platforms. Insufficient development of methods and means of choosing adequate business models for the functioning of network enterprises at the present time, depending on the competitive strategy used, production technologies, digital maturity, and security policy, determines the relevance of this study. The aim of the work is to develop a method to justify the rational choice of the type of business model of digital transformation of a network enterprise under the conditions of multi-criteria evaluation of various factors of obtaining network effects, digital maturity and ensuring economic and information security. To achieve the goal, methodological approaches are used as approaches to solve the problem: to formalize the business model based on the St. Gallen framework, to classify business models of the working group on business models Industry 4.0 to build a knowledge-based system using fuzzy sets of production rules. A method is proposed for classifying the types of business models of a network enterprise depending on the competitive strategy applied, the stage of the life cycle of products and services provided, the type of production and the method of using digital business platforms. In accordance with the classification of the working group on business models of Industry 4.0, network effects are determined for the main roles of participants in network interaction for each type of business model. A conceptual multi-criteria model for choosing the type of business model has been developed, implemented in the form of sets of production rules of a knowledge-based system which include an assessment of network effects, digital maturity, commercial risks and information security risks.

Keywords: business model, digital transformation strategy, digital platform, network enterprise, network effects, digital maturity, commercial risks, information security risks, multi-criteria choice, knowledge-based system

Citation: Telnov Yu.F., Bryzgalov A.A., Kozyrev P.A., Koroleva D.S. (2022) Choosing the type of business model to implement the digital transformation strategy of a network enterprise. *Business Informatics*, vol. 16, no. 4, pp. 50–67. DOI: 10.17323/2587-814X.2022.4.50.67

References

1. Abdrahmanova G.I., Byhovskij K. B., Gokhberg L. M., Rudnik P.B., Veselitskaya N.N., Vishnevskij K.O., Zinina T.S. (2021) *Digital transformation of industries: initial conditions and priorities: report for the 22th Apr. International Scientific Conference on Problems of Economy and Society Development*. Moscow: HSE (in Russian).
2. Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation (2021) *Strategy for digital transformation of manufacturing industries to achieve their “digital maturity” by 2024 and for the period until 2030* (in Russian).
3. Potapova E.G., Poteev P.M., Shklyaruk M.S. (eds.) (2021) *Strategy for digital transformation: write to implement*. Moscow: RANEPА (in Russian).
4. Cenzharik M.K., Krylova Yu.V., Steshenko V.I. (2020) Digital transformation of the company: strategic analysis, factors of influence and models. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika*, vol. 36, no. 3, pp. 390–420 (in Russian). <https://doi.org/10.21638/spbu05.2020.303>
5. Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (Germany) (2019) *Digital business models for Industrie 4.0. Result paper*. Available at: <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Publikationen/Industry/digital-business-models-industry-4-0.pdf> (accessed 31 August 2022).
6. Weking J., Stocker M., Kowalkiewicz M., Bohm M., Krcmar H. (2018) Archetypes for industry 4.0 business model innovations. *Proceedings of the 24th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2018. New Orleans, LA, USA, 16–18 August 2018* (eds. A. Bush, V. Grover, S. Schiller). Association for Information Systems (AIS), pp. 1–10.
7. Zolotuhina Yu.V., Adamenko A.A., Kryzhanovskaya O.A. (2021) Choice of a business transformation strategy by organizations – participants of information interaction in the digital economy. *Natural-Humanitarian Studies*, vol. 37, no. 5, pp. 116–123 (in Russian). <https://doi.org/10.24412/2309-4788-2021-537-116-123>
8. Serova L.S., Strakhovich E.V., Churakova I.Yu. (2017) Multi-sided platforms in the evolution of micro-enterprise business models. *Upravlenets (The Manager)*, vol. 68, no. 4, pp. 53–60 (in Russian).
9. Ryndina S.V. (2020) *Business models of digital economy*. Penza: PGU (in Russian).
10. McIntyre D., Srinivasan A., Afuah A., Gawer A., Kretschmer T. (2021) Multisided platforms as new organizational forms. *Academy of Management Perspectives*, vol. 35, no. 4, pp. 566–583. <https://doi.org/10.5465/amp.2018.0018>
11. Vakeel K.A., Malthouse E.C., Yang A. (2020) Impact of network effects on service provider performance in digital business platforms. *Journal of Service Management*, vol. 32, no. 4, pp. 461–482. <https://doi.org/10.1108/JOSM-04-2020-0120>

12. Tucker C. (2019) Digital data, platforms and the usual [antitrust] suspects: Network effects, switching costs, essential facility. *Review of Industrial Organization*, vol. 54, no. 4, pp. 683–694. <https://doi.org/10.1007/s11151-019-09693-7>
13. Telnov Yu.F., Kazakov V.A., Danilov A.V. (2021) Technology for designing innovative processes for creating products and services of a network enterprise using an i4.0 knowledge-based system. *Business Informatics*, vol. 15, no. 4, pp. 76–92. <https://doi.org/10.17323/2587-814X.2021.4.76.92>
14. Porter M.E. (1998) *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. N.Y.: Free Press.
15. Kraus N., Kraus K. (2021) Digitalization of business processes of enterprises of the ecosystem of Industry 4.0: virtual-real aspect of economic growth reserves. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, vol. 18, pp. 569–580. <https://doi.org/10.37394/23207.2021.18.57>
16. Ritter T., Pedersen C.L. (2020) Digitization capability and the digitalization of business models in business-to-business firms: Past, present, and future. *Industrial Marketing Management*, vol. 86, pp. 180–190. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.11.019>
17. Bouncken R.B., Kraus S., Roig-Tierno N. (2021) Knowledge and innovation-based business models for future growth: Digitalized business models and portfolio considerations. *Review of Managerial Science*, vol. 15, no. 1, pp. 1–14. <https://doi.org/10.1007/s11846-019-00366-z>
18. Yang M., Evans S. (2019) Product-service system business model archetypes and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, vol. 220, pp. 1156–1166. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.067>
19. Turner C., Moreno M., Mondini L., Salonitis K., Charnley F., Tiwari A., Hutabarat W. (2019) Sustainable production in a circular economy: A business model for re-distributed manufacturing. *Sustainability*, vol. 11, no. 16, pp. 42–91. <https://doi.org/10.3390/su11164291>
20. Hinz O., Otter T., Skiera B. (2020) Estimating network effects in two-sided markets. *Journal of Management Information Systems*, vol. 37, no. 1, pp. 12–38. <https://doi.org/10.1080/07421222.2019.1705509>
21. Falkner C.F., Munck af Rosenschöld O. (2021) *Network Effects and Valuation: Examining the platform-mediated business model of international tech companies in order to test for an exponential association between revenue and user base*. Lund University. Available at: <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9050810> (accessed 29 August 2022).
22. Teichert R. (2019) Digital transformation maturity: A systematic review of literature. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, vol. 67, no. 6, pp. 1673–1686. <https://doi.org/10.11118/actaun201967061673>
23. Belyaeva E.S., Ershov A.Yu., Ershova I.G. (2021) Parameters for assessing the digitalization of a business model in the context of economic transformation. *Industrial Economics*, vol. 12, no. 5, pp. 1128–1133 (in Russian). https://doi.org/10.47576/2712-7559_2021_5_12_1128
24. Prinsloo J., Sinha S., von Solms B. (2019) A review of industry 4.0 manufacturing process security risks. *Applied Sciences*, vol. 9, no. 23, article no. 5105. <https://doi.org/10.3390/app9235105>
25. Culot G., Fattori F., Podrecca M., Sartor M. (2019) Addressing industry 4.0 cybersecurity challenges. *IEEE Engineering Management Review*, vol. 47, no. 3, pp. 79–86. <https://doi.org/10.1109/EMR.2019.2927559>
26. Corallo A., Lazoi M., Lezzi M. (2020) Cybersecurity in the context of industry 4.0: A structured classification of critical assets and business impacts. *Computers in Industry*, vol. 114, article no. 103165. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.103165>
27. Bolotova L.S. (2012) *Artificial intelligence systems: Knowledge-based models and technologies*. Moscow: Finance and Statistics (in Russian).
28. Telnov Yu.F. (2004) *Reengineering of business-processes. Component-based methodology*. Moscow: Finance and Statistics (in Russian).
29. Osterwalder A., Pigneur Y. (2010) *Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers*. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.
30. Gassmann O., Frankenberger K., Csik M. (2014) *The business model navigator: 55 models that will revolutionise your business*. Harlow, UK.
31. Gassmann O., Frankenberger K., Csik M. (2013) *The St. Gallen business model navigator: Working Paper*. University of St. Gallen.
32. Queiroz M.M., Pereira S.C.F., Telles R., Machado M.C. (2019) Industry 4.0 and digital supply chain capabilities: A framework for understanding digitalisation challenges and opportunities. *Benchmarking: An International Journal*, vol. 28, no. 5, pp. 1761–1782. <https://doi.org/10.1108/bij-12-2018-0435>
33. Frank A.G., Mendes G.H.S., Ayala N., Ghezzi A. (2019) Servitization and Industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 141(C), pp. 341–351. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>
34. Rosa P., Sassanelli C., Terzi S. (2019) Towards circular business models: A systematic literature review on classification frameworks and archetypes. *Journal of Cleaner Production*, vol. 236, article no. 117696. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117696>
35. Puglieri F.N., Salvador R., Romero-Hernandez O., Filho E.E., Piekarski C.M., de Francisco A.C., Ometto A.R. (2022) Strategic planning oriented to circular business models: A decision framework to promote sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, vol. 31, no. 7, pp. 3254–3273. <https://doi.org/10.1002/bse.3074>
36. Borowski P.F. (2021) Digitization, digital twins, blockchain, and Industry 4.0 as elements of management process in enterprises in the energy sector. *Energies*, vol. 14, no. 7, article no. 1885. <https://doi.org/10.3390/en14071885>
37. Mancha R., Gordon S. (2022) Multi-sided platform strategies for organizations: transforming the business model. *Journal of Business Strategy*, vol. 43, no. 3, pp. 175–183. <https://doi.org/10.1108/JBS-09-2020-0203>

38. Zadeh L.A. (1965) Fuzzy sets. *Information and Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353.
39. Mamdani E.H. (1974) Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*, vol. 121, no. 12, pp. 1585–1588. <https://doi.org/10.1049/piee.1974.0328>
40. Beklaryan G.L., Akopov A.S., Khachatryan N.K. (2019) Optimisation of system dynamics models using a real-coded genetic algorithm with fuzzy control. *Cybernetics and Information Technologies*, vol. 19, no. 2, pp. 87–103. <https://doi.org/10.2478/cait-2019-0017>
41. Akopov A.S., Beklaryan L.A., Thakur M. (2022) Improvement of maneuverability within a multiagent fuzzy transportation system with the use of parallel biobjective real-coded genetic algorithm. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 23, no. 8, pp. 12648–12664. <https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3115827>

About the authors

Yury F. Telnov

Dr. Sci. (Econ.), Professor;

Head of the Department of Applied Information Technologies and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, 36, Stremyanny Lane, Moscow 117997, Russia;

E-mail: Telnov.YUF@rea.ru

ORCID: 0000-0002-2983-8232

Aleksey A. Bryzgalov

Assistant, Plekhanov Russian University of Economics, 36, Stremyanny Lane, Moscow 117997, Russia;

E-mail: Bryzgalov.AA@rea.ru

ORCID: 0000-0002-5001-4326

Petr A. Kozyrev

Senior Lecturer, Department of Applied Information Technologies and Information Security, Plekhanov Russian University of Economics, 36, Stremyanny Lane, Moscow 117997, Russia;

E-mail: Kozyrev.PA@rea.ru

ORCID: 0000-0002-8021-2665

Daria S. Koroleva

Assistant, Plekhanov Russian University of Economics, 36, Stremyanny Lane, Moscow 117997, Russia;

E-mail: Koroleva.DS@rea.ru

ORCID: 0000-0002-0051-0655