

Разработка стратегии цифровой трансформации предприятия

А.А. Ханова, И.О. Бондарева, Е.Т. Нестерова, А.Р.Кинжалиева

Астраханский государственный технический университет

Аннотация: Рассмотрены особенности реализации процесса цифровой трансформации предприятия. Предложена структура цифровой сбалансированной системы показателей, включающая стратегическую карту цифровой трансформации, ключевые факторы успеха и показатели эффективности. Приведена концептуальная структура управления цифровой трансформацией предприятия.

Ключевые слова: цифровая трансформация, стратегическая карта, ключевой показатель эффективности, ключевой фактор успеха, риск, управленческие решения, сбалансированная система показателей, имитационная модель, стратегия.

Внедрение Industry 4.0 предполагает значительное повышение цифровых компетенций и возможностей предприятия и влечет за собой сложные изменения во многих сферах предприятия, которые занимают обычно несколько лет [1]. Условием для начала перехода к Industry 4.0 является цифровизация процессов предприятия, включающая компьютеризацию ① и организацию сетевого взаимодействия не только между компонентами информационных систем, но и оборудованием предприятия ② (рис. 1).

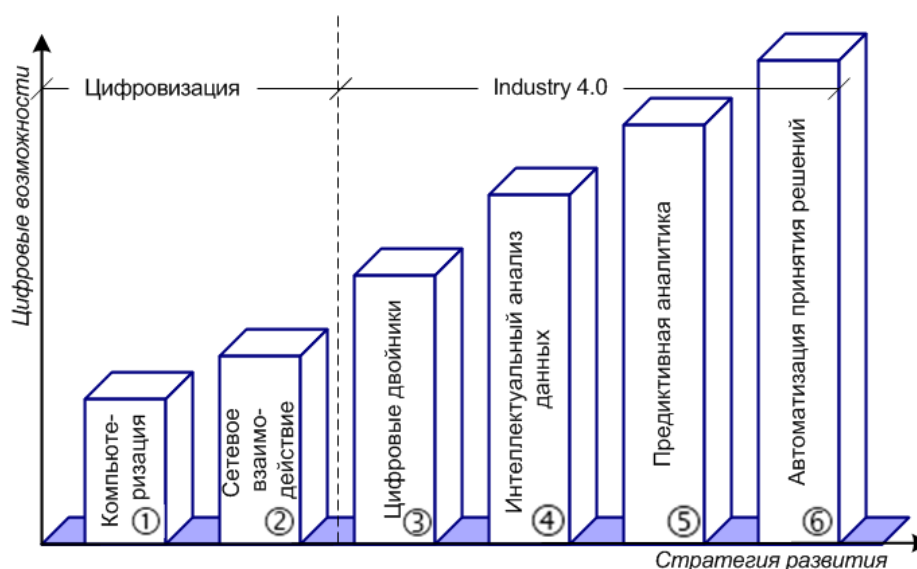


Рис. 1. – Этапы цифровой трансформации предприятия

Цифровая трансформация процессов предприятия в рамках реализации концепции Industry 4.0 включает в себя последовательно наращивание цифровых возможностей путем создания цифровых двойников ③, анализа исторических ситуаций на основе методов инженерии знаний ④, моделирования различных сценариев будущего и определение наиболее вероятных из них ⑤, автоматизированного принятия решений с учетом возможных рисков автоматизации, возникающих при согласовании и подтверждении изменений с позиции клиентов и поставщиков ⑥ [2].

Для организации перехода к Industry 4.0 предприятию необходимо разрабатывать стратегию, представляющую собой ряд конкретных мероприятий, не только приводящую к достижению поставленных целей, но и повышающую прибыль на различных этапах цифровой трансформации предприятия [3]. До настоящего времени широкую известность получил метод создания корпоративных стратегий с использованием сбалансированной системы показателей (ССП) [4]. В работе [5] перспективы сбалансированной системы показателей предложено описать следующим образом: управление бизнесом, опыт клиентов, цифровая бизнес-экосистема и требования к цифровой трансформации. Такой подход позволяет построить стратегическую карту цифровой трансформации (СКЦТ) для предприятия или цифровую СПП. В таблице №1 приведены примеры основных элементов цифровой СПП.

Таблица № 1

Элементы стратегической карты цифровой трансформации [5]

Перспективы	Примеры
Управление бизнесом	Увеличение прибыли, снижение затрат
Ценность клиента/ сотрудника	Ценность клиента, ценность сотрудника
Цифровой бизнес-процесс	Цифровая бизнес-экосистема
Требования DX	Оцифрованные корпоративные данные

Существуют системные взаимосвязи между элементами перспектив СКЦТ - достижение цели элементом более низкого уровня влияет на

достижение цели элемента на более высоком уровне (рис. 2). Таким образом, цифровая ССП может управляться иерархически на основе данных путем построения СКЦП и сопоставления ключевых факторов успеха (КФУ) [6] как качественных показателей и ключевых показателей эффективности (КПЭ) [7] как количественных показателей в соответствии с перспективами. Выбор КФУ носит субъективный характер и определяется руководством предприятия. КФУ управления, КФУ ценности сотрудников и клиентов, КФУ цифровых бизнес-процессов и КФУ цифровой трансформации определяются для каждой перспективы цифровой ССП. Для каждого КФУ определяются один или несколько КПЭ. Для каждого КПЭ оценивается количественное значение на основе данных из корпоративных информационных систем или данных, полученных по результатам прогнозирования. Примеры связей КФУ→КПЭ→данные приведены в таблице №2.

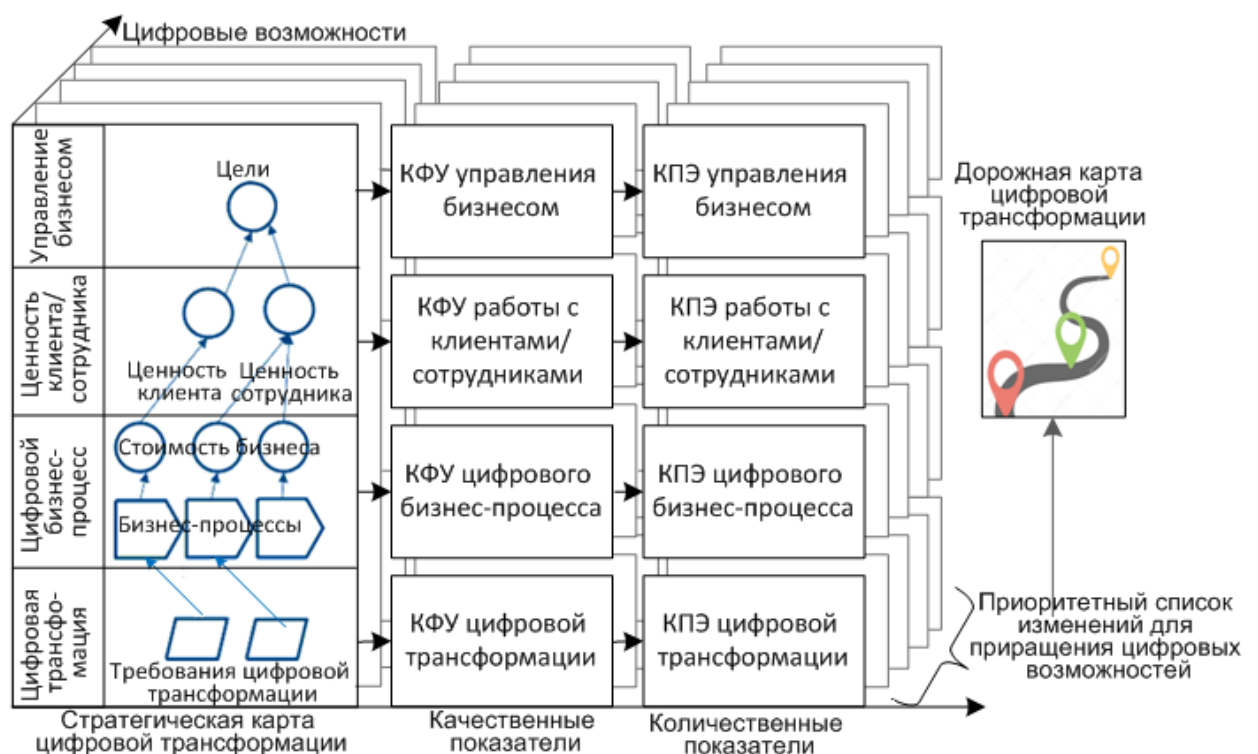


Рис. 2. – Цифровая сбалансированная система показателей

Цифровая трансформация предприятия требует многократных, распределенных во времени изменений путем принятия ряда управленческих

решений (УР). Управленческие решения должны приводить к достижению стратегических целей и приращению потенциала цифровой трансформации, однако при реализации таких изменений в организации всегда существуют неопределенности, которые могут привести к риску недостижения стратегических целей [8]. Поэтому для предприятия важно спланировать последовательность этих изменений принятия управленческих решений, с целью снижения неопределенности и минимизации рисков. Последовательность изменений можно упорядочить в порядке убывания с помощью количественных значений цели. Цели управления бизнесом привязаны к СКЦТ, которая соответствует цифровым возможностям предприятия. При этом цели, имеющие большее значение для бизнеса, должны быть реализованы быстрее. По этому принципу можно сформировать приоритетный список изменений, который по сути представляет дорожную карту цифровой трансформации для предприятия.

Таблица № 2

Элементы стратегической карты цифровой трансформации

КФУ	КПЭ	Данные
Все ремонтные работы должны быть выполнены в течение 5 дней	% от выполненного ремонта в течение 5 дней	Время завершения каждого ремонта
Своевременная доставка в полном объеме	% от своевременной доставки в полном объеме	Время и количество доставки
Ответ на телефонные звонки в течение 5 гудков	% звонков, на которые ответили в течение 5 гудков	Время ответа на каждый вызов

Технологически стратегия цифровой трансформации предприятия может быть реализована в соответствии с цифровой ССП в виде последовательности модулей $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$ (контур 0) (рис. 3). Такой подход позволяет осуществлять мониторинг цифровой трансформации предприятия путем последовательного выполнения мероприятий модулей 2-4, непосредственное внедрение стратегии (модуль 5),

а также анализ исторических данных после ее внедрения (модули 6-8). Однако такая методика не позволяет оценивать риски выбранной стратегии цифровой трансформации заранее, моделировать различные сценарии будущих, наиболее вероятных состояний предприятия, формировать управленческие решения автоматически. Осуществление цифровой трансформации предприятия требует модификации привычных подходов путем добавления двойного контура, позволяющего оценить приращение потенциала цифровой трансформации за счет использования цифрового двойника предприятия [9] ядром которого является технология имитационного моделирования [10]. Имитационная модель позволит динамически управлять процессом эволюции стратегии цифровой трансформации с течением времени (рис. 2).

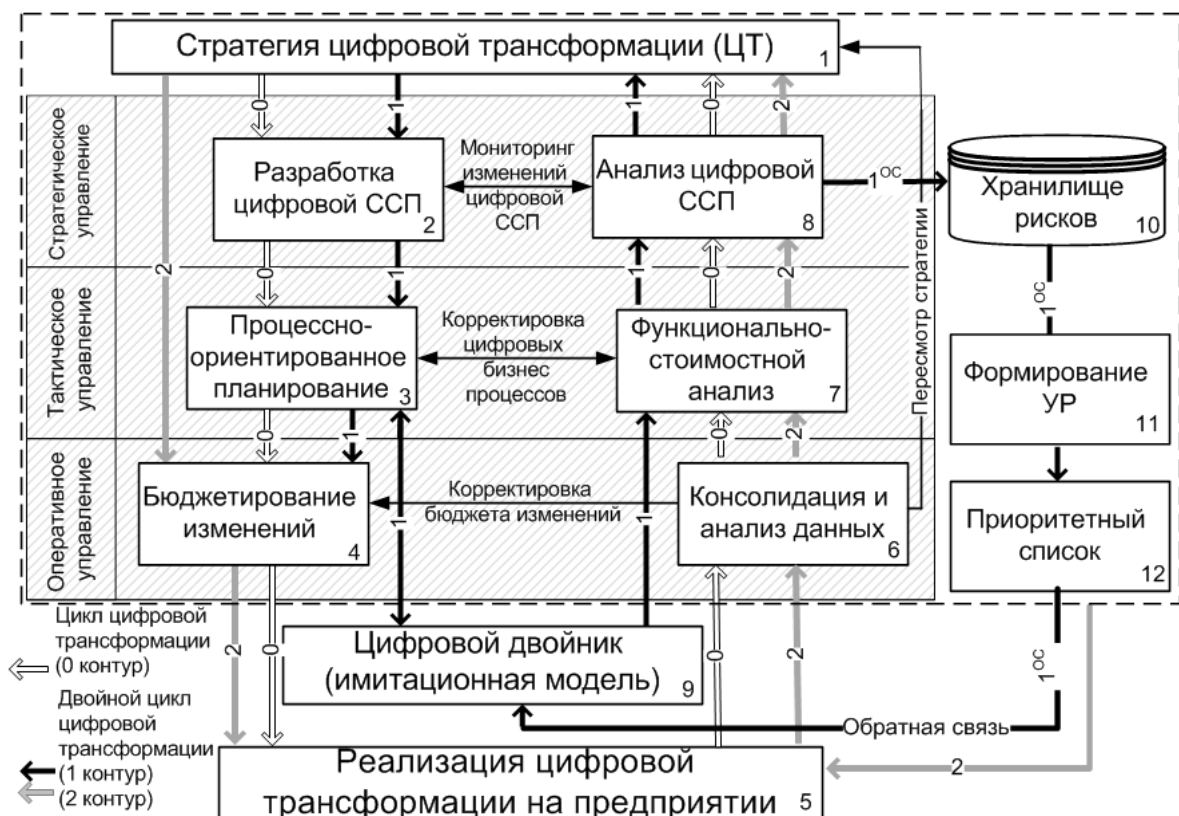


Рис. 3. – Структура управления цифровой трансформацией предприятия

Двойной цикл цифровой трансформации (рис. 3) предполагает исполнение модулей в следующей последовательности

$1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 9 \xrightarrow{\quad} 7 \rightarrow 8 \rightarrow 1$ (контур 1). $\leftarrow 12 \leftarrow 11 \leftarrow 10 \leftarrow$ Функционирование

модулей 1-3 и 7-8 будет осуществляться не по результатам фактической работы предприятия, а по результатам, полученным из прогонов имитационной модели. Такой подход позволит оперативно, с учетом сжатия временной шкалы, которое возможно при имитационном моделировании, осуществлять контроль стратегии цифровой трансформации, адаптировать направления изменений, оценивать риски недостижения целей КФУ и КПЭ с учетом стохастичности внешней среды [11]. Риски автоматизации согласований и подтверждений изменений для клиентов и поставщиков создают угрозу для достижения соответствующих целей СКЦТ и показателей цифровой ССП, идентифицируются и помещаются в хранилище выявленных рисков (модуль 10). Выбор управленческих решений в рамках реализации стратегии цифровой трансформации происходит на основе оценки рисков (модуль 10). Далее управленческие решения ранжируются в порядке убывания по количественным значениям целей ССП и, таким образом, формируется приоритетный список управленческих решений (модуль 12).

В соответствии с приоритетным списком управленческие решения реализуются первоначально на цифровом двойнике, который представляет собой имитационную модель предприятия. Это позволяет корректировать бюджет приращения цифровых возможностей предприятия, а также генерировать варианты реализации стратегии цифровой трансформации с учетом требуемой прибыльности. Обратная связь (модули 10-12) в структуре управления цифровой трансформацией предприятия позволяет повлиять на динамику реализации стратегии, что делает предприятие более устойчивым к стохастическому изменению параметров. Контур 2 двойного цикла управления (рис. 3) включает в себя выполнение модулей в следующей

последовательности: $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 1$ и реализует цикл цифровой трансформации с учетом внедрения в функционирование предприятия приоритетного списка управленческих решений (изменений), порядок которых установлен в модуле 12.

В статье рассмотрена ССП на основе четырех перспектив с точки зрения цифровой трансформации предприятия. Цифровая ССП состоит из стратегической карты цифровой трансформации, соответствующих ключевых факторов успеха и ключевых показателей эффективности. На их основе предложено оценивать стратегию цифровой трансформации как на основе реальных, так и прогнозных данных, полученных при эксплуатации цифрового двойника предприятия на основе имитационной модели. Стратегическая карта цифровой трансформации может использоваться для корпоративного управления и создания концепции цифровой трансформации, позволяющей получить ценность для клиента и прибыль для предприятия. Разработана концептуальная структура управления цифровой трансформацией предприятия, отличающаяся возможностью создания приоритетного списка изменений и получения дорожной карты проведения цифровой трансформации предприятия.

Литература

1. Саак А.Э., Пахомов Е.В. Ключевые технологии Индустрии 4.0, Общества 5.0, Экономики 3.0 // Инженерный вестник Дона, 2020, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6324.
2. Давыденко Е.А. Эволюция концепции сбалансированной системы показателей: от истоков к цифровому предприятию // Российское предпринимательство. 2018. № 2. С. 457-472.

3. Мунтянова А.А. Моделирование инновационной составляющей сбалансированной системы показателей ИТ-компании // Инженерный вестник Дона, 2017, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4217.

4. Juiz, C., Colomo-Palacios, R., Gómez, B. Cascading ISO/IEC 38500 based Balanced Score Cards to improve board accountability. *Procedia Computer Science*, 2018, 138, pp. 417-424.

5. Yamamoto, S. A strategic map for digital transformation, *Procedia Computer Science*, 2020, 176. pp. 1374-1381.

6. Шарафутдинова Н.С., Валеева Ю.С. Анализ ключевых факторов успеха организации // Вестник Казанского государственного финансово-экономического института. 2009. № 1. С. 13-16.

7. Корнеева И.В., Полевая М.В., Камнева Е.В. Оценка эффективности работы сотрудников организаций на основе системы ключевых показателей эффективности (KPI) // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. 2019. Т. 17. № 1. С. 88-98.

8. Выборнова О.Н., Ажмухамедов И.М. Синтез управленческих решений по снижению рисков в нечетких условиях при ограниченных ресурсах // Фундаментальные исследования. 2016. № 5-1. С. 18-22.

9. Kritzinger W., Karner M., Traar, G., Henjes J., Sihn W. Digital Twin in manufacturing: A categorical literature review and classification. *IFAC-PapersOnLine*. 2018, 51 (11), pp. 1016-1022.

10. Protalinsky O., Shcherbatov I., Khanova A. Simulation of power assets management process. *Studies in Systems, Decision and Control*. 2019. 199. pp. 488-501.

References

1. Saak A.Je., Pahomov E.V. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2020, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6324.



2. Davydenko E.A. Rossijskoe predprinimatel'stvo. 2018. № 2. pp. 457-472.
3. Munt'janova A.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4217.
4. Juiz C., Colomo-Palacios R., Gómez B. Procedia Computer Science, 2018, 138, pp. 417-424.
5. Yamamoto S. Procedia Computer Science, 2020, 176. pp. 1374-1381.
6. Sharafutdinova N.S., Valeeva Ju.S. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo finansovo-jekonomicheskogo instituta. 2009. № 1. pp. 13-16.
7. Korneeva I.V., Polevaja M.V., Kamneva E.V. Vestnik Omskogo universiteta. Serija: Ekonomika. 2019. T. 17. № 1. pp. 88-98.
8. Vybornova O.N., Azhmuhamedov I.M. Fundamental'nye issledovanija. 2016. № 5-1. pp. 18-22.
9. Kritzinger W., Karner, M., Traar, G., Henjes, J., Sihn, W. IFAC-PapersOnLine. 2018, 51 (11), pp. 1016-1022.
10. Protalinsky O., Shcherbatov I., Khanova A. Studies in Systems, Decision and Control. 2019. 199. pp. 488-501.