

Елена КАЗАРИНОВА

Ольга КАЗАРИНОВА

ВНЕДРЕНИЕ КРІ В УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ В ХОДЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ ДО УРОВНЯ ИНДУСТРИИ 4.0

Аннотация

Цифровая трансформация, диктуемая распространением технологий Индустрии 4.0, затрагивает организации различного типа и любой отраслевой принадлежности, формирует уникальные конкурентные преимущества. Процесс цифровой трансформации организаций до уровня Индустрии 4.0 инициируется, осуществляется и управляется людьми, что ставит вопрос о разработке специфической системы критериев оценки персонала. С этой целью в статье рассмотрен подход к формулированию ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators – KPI) внедрения цифровых технологий Индустрии 4.0 в организации, сформированный на основе анализа научных работ в области оценки эффективности и производительности. Авторами предложен многоуровневый комплекс KPI, определённых с учётом международных стандартов, и представлена пошаговая последовательность их применения. Предложенный комплекс KPI способен повысить вовлечённость персонала организации в процесс её цифровой трансформации и создание новых конкурентных преимуществ на рынке.

КАЗАРИНОВА Елена Борисовна – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономической теории Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. **Адрес:** 117997, Российская Федерация, г. Москва, Стремянный пер., 36. **E-mail:** kazarinova.eb@rea.ru

КАЗАРИНОВА Ольга Игоревна – студентка 2 курса магистратуры Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. **E-mail:** kazarka98@yandex.ru

Ключевые слова: KPI, управление персоналом, цифровая трансформация, Индустрия 4.0, киберсистемы, ключевые показатели эффективности.

Введение

Термин «Индустрия 4.0» впервые был введён в научный оборот в 2011 году и обозначает «интеллектуальные цифровые сети людей, оборудования и других материальных объектов, объединённых в реальном времени для интерактивного управления бизнес-процессами в организациях» [1]. Возрастающая сложность управления при внедрении технологий Индустрии 4.0 обусловлена ростом объёмов информации, генерируемой большими данными, интернетом вещей, в результате чего оценка эффективности персонала затрудняется. Роль и важность применения *KPI* в процессе внедрения Индустрии 4.0 трудно переоценить, вместе с тем налицо недостаточная степень их исследования. При этом существующие подходы к анализу инструментов оценки эффективности персонала, прямо или косвенно вовлечённого в цифровую трансформацию организаций, ориентированы главным образом на их определение, но не на механизмы внедрения [2–4].

KPI имеют решающее значение для оценки ожидаемых результатов реализации проектов внедрения технологий Индустрии 4.0. Иными словами, сегодня наиболее востребованы *KPI*, которые являются основой для измерения наиболее значимых результатов цифровизации и роботизации, внедрения искусственного интеллекта и создания полностью цифровых организаций. Следовательно, в анализе цифровой трансформации организаций,

внедряющих технологии Индустрии 4.0, *KPI* приобретают стратегическое значение, поэтому крайне важно выделить именно те индикаторы, которые характеризуют долгосрочные изменения в деятельности организации.

Индустрия 4.0 основана на технологиях, которые включают в себя киберсистемы, интернет вещей (в перспективе – «интернет всего») и отражают взаимосвязи виртуальных, цифровых и физических систем, что предполагает активное обучение цифровым технологиям в процессе деятельности [5]. Индустрия 4.0 объединяет машины, продукты, услуги, информационные и коммуникационные системы, а также персонал организации, их соединение позволяет сформировать высокоэффективное, производительное и индивидуализированное производство. Главная особенность Индустрии 4.0 – всестороннее и структурированное использование цифровых сетей для создания продукта организации, его логистики и потребления в процессе облачной аналитики больших данных, применения автономных роботов и развития аддитивных производств, а также обеспечения кибербезопасности. Анализ публикаций по проблематике становления Индустрии 4.0 [6–7] позволил выделить ряд процессов, формирующих специфические требования к эффективности персонала:

- 1) горизонтальная интеграция различных информационных систем организации, ответственных

за выполнение процессов в деятельности организации (производство, логистика, маркетинг, финансирование), в результате чего формируются новые бизнес-модели и схемы разделения труда;

2) интеграция объектов реально-го и цифрового мира, в результате которой возникает потребность в единых индикаторах оценки как человеческого, так и машинного труда;

3) вертикальная интеграция и формирование иерархической информационно-системы, включающей сенсорные сети, которые осуществляют мониторинг производственных систем, обеспечивают их гибкость и трансформируемость;

4) социализация трудовых отношений в свете замены значительной части работников машинами, оснащёнными искусственным интеллектом, в результате чего в состав объекта управления персоналом постепенно входит искусственный интеллект;

5) непрерывное развитие перекрёстных технологий (глобальные информационные сети и облачные вычисления, киберфизические системы, мобильные приложения для управления производством и финансами), которые требуют от работников формирования новых компетенций, связанных с сетевыми горизонтальными связями, с самоорганизацией и опережающим обучением.

Данные процессы, определяющие перспективы внедрения технологий Индустрии 4.0 в современных организациях, формируют новые

требования к оценке эффективности персонала, которые должны найти отражение в её ключевых индикаторах [8]. К числу таких требований можно отнести следующие.

Во-первых, смещение акцентов в оценке эффективности персонала с результатов, полученных на рабочем месте, на результаты сетевых взаимодействий.

Во-вторых, учёт гибкости использования работником рабочего времени и местоположения при работе с иерархическими интегрированными вычислительными сетями и автономным роботизированным оборудованием.

В-третьих, адаптация оценивания эффективности работников к повышению их самостоятельности и, как следствие, ответственности за принимаемые решения, подкреплённые использованием искусственного интеллекта и сложной аналитики больших данных.

В-четвёртых, учёт роста доли творческих и автономных решений производственных задач в процессе внедрения киберфизических систем, сокращающих долю рутинной работы персонала. Такие системы сами способны принимать многие решения в операционном управлении, что неизбежно влечёт его децентрализацию.

В-пятых, использование высокой информационной прозрачности управления современными производственными системами, оснащёнными умными сенсорами, что делает видимыми любые ошибки работников, оперирующих технологиями уровня Индустрии 4.0.

Эти новые требования к оценке эффективности персонала сужают пространство применения ставших традиционными *KPI* современных организаций. К примеру, в промышленности к ним чаще всего относят эффективность использования оборудования, процент брака, использование материальных ресурсов, время непрерывного труда [9]. Эти и другие индикаторы недостаточно отражают изменения в деятельности организаций, связанные с цифровизацией и роботизацией производства, взаимодей-

ствием человеческого и искусственного интеллекта, широким спектром сетевых взаимодействий, информационной прозрачностью и автономностью многих управленческих решений, которые имеют большое значение в контексте Индустрии 4.0. Вместе с тем именно применение *KPI* даёт возможность сформировать комплекс конечных и промежуточных точек движения организации по пути внедрения технологий Индустрии 4.0 и, следовательно, сформировать выверенную траекторию этого процесса.

Материалы и методы

Подходы к оценке эффективности персонала организации применительно к внедрению технологий Индустрии 4.0 достаточно фрагментированы, и большинство исследований сосредоточено скорее на самом инновационном процессе, нежели на его конечных результатах, значимых для организации в целом [10–11].

Применение *KPI* для прогнозирования успеха в достижении конечных стратегических целей входит в методологию управления бизнес-процессами организации, отражаются в её миссии и видении. Это позволяет оценить долгосрочные факторы конкурентоспособности, связанные с глубокой технологической модернизацией [12]. *KPI* представляют собой количественные показатели, которые должны соответствовать целям организации и разъяснять работникам их основ-

ные обязанности, одновременно способствуя стимулированию их добросовестного и производительного труда, формированию и развитию компетенций. Вместе с тем современные комплексы *KPI* были разработаны для крупных компаний безотносительно их технологического уровня [13] и не вполне соответствуют специфике цифровизации, в которой внедрение новых технологий является не самоцелью, а исходным пунктом преобразований организации. Следовательно, *KPI* есть один из видов показателей эффективности, и их место в оценке внедрения технологий Индустрии 4.0 является предметом дискуссий.

Так, в ряду показателей производительности персонала выделяют два типа индикаторов: индикаторы результата (*RI*), которые сигнализируют о том, в какой мере действия работников способствуют достиже-

нию целей организации, используя все доступные ресурсы, и индикаторы эффективности (*PI*), которые фактически отражают исполнительность работников, свидетельствуя о том, насколько своевременно и полно они выполняют распоряжения руководителей и проявляют собственную инициативу [14].

Индикаторы результата, как правило, отражают производственные и финансовые показатели – конечные результаты деятельности организации, наиболее значимые для руководства (объемы производства и продаж, доля брака, структура затрат, прибыль и рентабельность, производительность труда и т. п.). Следовательно, индикаторы результата в большей мере имеют стратегическую ценность.

Индикаторы эффективности, напротив, отражают усилия работников, их скоординированность и целенаправленность и имеют нестратегический характер. В условиях инновационной модернизации предприятий до уровня Индустрии 4.0 индикаторы эффективности могут включать количество используемых цифровых технологий, экономию материальных ресурсов и рабочего времени. Применительно к оценке реализации стратегии развития организации индикаторы эффективности являются количественным подтверждением правильности принимаемых управленческих решений или необходимости корректировки стратегических целей и задач [15].

Некоторые авторы детализируют индикаторы результативности

и эффективности, выделяя четыре их типа: ключевые показатели результатов (*KRI*) – критически важные для достижения стратегических целей индикаторы; показатели результатов (*RI*) – индикаторы достижения целей операционного управления; показатели эффективности (*PI*) – индикаторы производительности отдельных работников или рабочих групп, выраженные в единицах измерения их труда; ключевые показатели эффективности (*KPI*) – критически важные показатели производительности, увязанные со стратегическими целями [16]. Из данной классификации следует, что *KPI* наравне с *KRI* носят стратегический характер и являются основополагающими для успешного внедрения технологий Индустрии 4.0 в условиях нарастающей конкуренции со стороны полностью цифровых организаций.

О. Ю. Шмелёв свидетельствует о том, что *KPI* являются ядром системы измерения эффективности персонала и его мотивации и включают в себя набор индикаторов, оценивающих основные критические виды деятельности [17]. Учитывая стратегический характер *KPI*, ряд авторов делит их на три типа [18]:

1) опережающие показатели, отражающие те действия, которые определяют будущую производительность и основаны главным образом на внедрении новых технологий, предельной формой которых является Индустрия 4.0;

2) запаздывающие показатели, отражающие результаты прошлой деятельности. Они позволяют оце-

нить вклад персонала в достижение текущих значений рентабельности, производительности, объемов продаж, которые используются в качестве базового уровня в стратегическом планировании;

3) диагностические показатели, которые не относятся ни к опережающим, ни к запаздывающим, но сигнализируют о состоянии системы управления организацией и позволяют сделать вывод о готовности к полномасштабной цифровой трансформации (к примеру, уровень владения персоналом цифровыми технологиями, степень замещения рабочих функций искусственным интеллектом, доступность цифровых технологий и пр.).

Мы согласны с тем, что опережающие *KPI* являются очень важными показателями, поскольку они позволяют выделить те причинно-следственные связи в рамках бизнес-процессов, которые способствуют совершенствованию последних на цифровой основе. Как правило, это связи между цифровизацией, ростом производительности и рентабельности. Вместе с тем нельзя игнорировать мнение о том, что определить опережающие *KPI* достаточно сложно, так как выявление взаимосвязей между факторами инновационного развития и ростом производительности требует значительного времени и применения методов математического моделирования [19].

Принимая во внимание предлагаемые различными авторами показатели, следует отметить консенсус мнений относительно преиму-

ществ *KPI* в оценке вовлеченности персонала в инновационный процесс:

- *KPI* содействуют детальной стандартизации рабочих процессов, что должно стать основой системы вознаграждений за достижение более высокого уровня производительности и личное участие каждого работника во внедрении технологий Индустрии 4.0;

- *KPI* способствуют более рациональному использованию материальных ресурсов за счет анализа точных количественных данных об эффективности соединения работников и оборудования;

- *KPI* позволяют более точно спланировать инновационные процессы в организации за счет согласования эффективности использования традиционных и цифровых технологий, поэтапной подготовки персонала к работе в среде Индустрии 4.0;

- *KPI* позволяют сократить узкие места в цифровой технологической модернизации за счет выявления проблемных зон с низкой производительностью, в которых внедрение технологий Индустрии 4.0 не даёт ожидаемого эффекта по причине неготовности персонала.

Следует отметить, что большая часть существующих подходов к анализу *KPI* в управлении инновационным процессом имеет своим объектом традиционные производственные предприятия и не учитывает организационные изменения в контексте цифровизации, внедрения искусственного интеллекта, интернета вещей (исключением можно на-

звать работы [15, 20]). Это означает, что такие изменения в управлении персоналом, как обращение к большим данным и гибкость в принятии решений, индивидуализация производимого продукта, вовлечение в сетевые взаимодействия и повышение информационной прозрачности трудового процесса, которые связаны с Индустрией 4.0, не имеют должного отражения в *KPI*. Достаточно близко к определению показателей учёта цифровизации в анализе эффективности персонала подошли, по нашему мнению, Дж. Джерри и Дж. Бакби, которые выделили индикаторы отклонения (прирост или сокращение определённых показателей), индикаторы колебаний (масштаб изменений – радикальный, умеренный, незначительный), индикаторы применимости (теснота связи с целевыми показателями – производительностью, рентабельностью и пр.), индикаторы насыщенности (применительно к Индустрии 4.0 – насыщенности организациями цифровыми технологиями) [21].

В анализе стратегического управления персоналом, осуществляемого при помощи *KPI*, целесообразно использовать систему сбалансированных показателей (*Balanced Score Cards – BSC*), позволяющих оценить успех стратегических изменений при помощи количественных критериев. Опираясь на выделяемые рядом авторов [22] сбалансированные показатели, к сферам деятельности организации, оцениваемым при помощи *KPI*, целесообразно отнести следующие:

1) финансы и инвестиции, характеризующиеся объёмом операционной прибыли, рентабельностью активов и капитала;

2) производство продукта (постоянство качества, отказы оборудования, энергопотребление, производственный цикл, структура затрат);

3) маркетинг и сбыт (доля рынка, соотношение постоянных и новых клиентов, выручка на одного клиента);

4) развитие персонала (сменяемость персонала, личная производительность, инновационная активность, формирование новых компетенций).

В российской экономике *KPI* для организаций в сфере промышленного производства заданы международным *ISO 22400-2:20014* [23] и национальным стандартом *ГОСТ Р ИСО 22400-2-2016 «Системы промышленной автоматизации и интеграции. Ключевые технико-экономические показатели (*KPIs*) для управления производственными операциями»* [24], которые связаны с международным стандартом интеграции систем управления предприятием *IEC 62264*. В данных стандартах отражаются такие *KPI* работников промышленности, как производительность в единицу времени, эффективность использования рабочего времени, уровень загрузки и среднее время безотказной работы оборудования, отношение фактически затраченного и планового времени выполнения рабочих операций, отношение суммарного времени всех ра-

бочих операций и полного цикла изготовления продукта, отношение фактических и плановых объёмов брака, индекс воспроизводимости оборудования, удельное энергопотребление, доля потерь производственных ресурсов и пр.

Следует отметить, что, несмотря на достаточно детальное описание наиболее важных показателей, характеризующих эффективность производственного процесса, указанные выше стандарты не дифференцируют его технологический уровень. Напротив, Индустрия 4.0 радикально меняет требования к персоналу в части освоения цифровых технологий, использования искусственного интеллекта, роботов. Кроме того, российские и международные стандарты не детализируют *KPI* по уровням управления, что препятствует оценке эффективности управления внедрением цифровых технологий в организации. Вместе с тем стандарт *IEC 62264* содержит иерархию управления производством, которая может послужить своего рода «матрицей» при определении *KPI* в условиях пе-

рехода к Индустрии 4.0. Комплекс уровней управления, заложенных в стандарт *IEC 62264*, включает в себя: первый уровень (отдельные простые трудовые операции), второй уровень (сложные организационные и производственные процессы), третий уровень (потоки ресурсов, объединяющие несколько процессов в один цикл), четвёртый уровень (комплекс бизнес-процессов, объединяющих логистику, финансы, производство, маркетинг, рекрутинг и пр.).

В свою очередь, З. Саротар, З. Неделько, М. Мулеж, Ц. Вейнгерл предлагают альтернативную систему уровней управления организацией, эффективность которых предполагается оценивать при помощи *KPI*, основанной на приоритете результатов деятельности персонала [15]. К первому уровню относятся показатели экологической безопасности и охраны труда, ко второму – показатели качества работы, к третьему – показатели мотивации, стимулирования и внутриорганизационного микроклимата.

Результаты и обсуждение

Принимая во внимание рассмотренные выше сферы деятельности и уровни управления, мы выделили те *KPI*, которые связаны с цифровыми преобразованиями и внедрением технологий Индустрии 4.0.

На первом уровне управления (операционном, в соответствии со стандартом *IEC 62264*) внедрение

технологий Индустрии 4.0 опосредовано роботизацией и переводом операций в цифровой формат с заменой человека искусственным интеллектом, наращиванием знаний о нем. Поэтому для данного уровня мы предлагаем следующие *KPI* для оценки результативности технологической модернизации:

– количество инновационных идей и рационализаторских предложений, генерируемых отдельными работниками и всем персоналом организации в процессе внедрения технологий Индустрии 4.0;

– сокращение рабочего времени за счёт внедрения цифровых контролёров, смарт-сенсоров и пр.;

– количество реализованных проектов цифровизации рабочих операций и практик использования искусственного интеллекта;

– количество изученных учебных материалов по цифровым технологиям;

– процент сокращения ошибочных действий работников, производственных инцидентов в результате перехода на цифровые технологии.

Субъектами управления, результаты деятельности которых предложено оценивать с помощью *KPI*, на первом уровне являются технические и операционные работники.

На втором уровне управления – процессном – трансфер технологий Индустрии 4.0 заключается в цифровой оптимизации распределения ресурсов, формировании полностью цифровых и автономных технологических процессов, передаче искусственному интеллекту контроля над их выполнением. Субъектами управления на данном уровне выступают линейные руководители нижнего звена. В соответствии с этим *KPI*, применимые для оценки результативности цифровой трансформации организации, включают в себя:

– процент технологических операций, выполняемых без участия человека;

– количество внедрённых технологий Индустрии 4.0 в определённый технологический процесс;

– долю технологических процессов, контролируемых искусственным интеллектом;

– объёмы высвобождения материальных ресурсов в результате цифровизации и использования искусственного интеллекта;

– индекс роста качества продукта организации в процессе внедрения технологий Индустрии 4.0.

На третьем уровне (производственном) Индустрия 4.0 находит место в таких аспектах цифровой модернизации, как автоматизированное проектирование и анализ производства, создание полностью цифровых продуктов, управление цифровыми активами. Субъектами управления здесь выступают руководители среднего звена, ответственные за самостоятельные производственные процессы. В соответствии с этим мы предлагаем следующие *KPI*:

– объёмы финансирования перехода организации на технологии Индустрии 4.0;

– доля полностью цифровизованных процессов в деятельности организации;

– рентабельность внедрения каждой цифровой технологии;

– индекс роста производительности в результате внедрения технологий Индустрии 4.0;

– экономический эффект от цифровизации производства.

На четвёртом уровне управления (бизнес-процессном) внедрение технологий Индустрии 4.0 связано с опорой на искусственный интеллект и анализ больших данных в стратегическом управлении, с формированием стратегии инновационной модернизации и портфеля авангардных инноваций, с мотивацией персонала к переходу на цифровые технологии. Субъектом управления здесь выступает высшее руководство организации, для его оценки мы предлагаем следующие *KPI*:

- доля бизнес-процессов, прошедших цифровой реинжиниринг;
- количество цифровых инструментов для анализа рынка сбыта;
- количество внутриорганизационных конфликтов в процессе внедрения цифровых технологий;
- доля достоверных прогнозов рынка, выполненных при помощи искусственного интеллекта и анализа больших данных;
- доля цифровых активов в балансе организации.

Последовательность применения *KPI* при внедрении технологий Индустрии 4.0 в деятельности организации мы представляем в виде пошаговой итерации.

Первый шаг заключается в согласовании задач, возлагаемых на *KPI* в оценке успешности перехода на технологии Индустрии 4.0, с организационной стратегией цифровизации. При этом важно учесть, что *KPI* должны побуждать сотрудников к обучению цифровым технологиям, формированию цифровых компетенций.

Второй шаг включает определение потенциальных показателей, отражающих цели эффективной и производительной цифровизации, использования искусственного интеллекта, больших данных и облачных вычислений.

Третий шаг – формирование «батарей» *KPI* для использования в оценке персонала организации, наиболее соответствующих специфике её цифровизации. Помимо известных индикаторов, следует рассмотреть возможность формулирования дополнительных критериев эффективности, характерных для системы управления инновационной модернизацией конкретной организации. В процессе формулирования *KPI* должно быть задействовано как можно больше сотрудников для выработки показателей, которые не идут вразрез с действующими регламентами оценки эффективности труда.

Четвёртый шаг связан с внедрением *KPI* в процесс технологической трансформации организации до уровня Индустрии 4.0 – как меры по контролю эффективности этого процесса и стимулирования вовлечения персонала в процессы цифровизации.

Пятый шаг применения *KPI* включает сбор данных, расчёт, оценку и интерпретацию результатов. На данном этапе важно принять во внимание, какие информационные технологии будут применяться для сбора и анализа информации, используемой для расчёта *KPI*, каким сотрудникам будут поручены анализ и интерпретация данных, а также какие меха-

низмы проверки их достоверности будут использованы.

Шестой шаг – мониторинг результатов применения *KPI*, необходимость которого связана с динамичностью процесса внедрения технологий Индустрии 4.0, из-за чего некоторые индикаторы могут не отражать эффективность действий персонала, востребованных на конкретной стадии инновационной модернизации.

Седьмой шаг – анализ применения *KPI*, рассчитанных за опреде-

лённый период времени, позволяющий выявить потребность в отказе от одних индикаторов и введении других.

Таким образом, пошаговое применение *KPI* для оценки результативности внедрения технологий Индустрии 4.0 должно не только способствовать реализации стратегии цифровой трансформации организации, но и служить инструментом мотивации работников к формированию цифровых компетенций.

Заключение

В настоящее время технологии Индустрии 4.0 обеспечивают высочайший уровень конкурентоспособности, наделяя персонал новыми возможностями анализа и интерпретации информации, принятия оперативных и стратегических решений, координации усилий и контроля над их результатами. Вместе с тем успех внедрения современных цифровых технологий, в особенности искусственного интеллекта, в деятельность организации зависит от усилий как отдельных работников, так и всего персонала в целом.

Необходимость, с одной стороны, оценки данных усилий, с другой – мотивации работников к успешному освоению цифровых технологий требует применения системы *KPI*, разделённых по уровням управления. В свою очередь, сложность и протяжённость процесса цифровой трансформации организации подразумевают поэтапное внедрение *KPI* с учётом специфики цифровизации различных уровней управления, позволяющее объединить усилия всех членов коллектива в достижении стратегических целей.

Список литературы

1. Dombrowski U., Richter T., Krenkel P. *Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis // Procedia Manufacturing*. 2017. Vol. 11. Pp. 1061–1068.
2. *A Hierarchical Structure of Key Performance Indicators for Operation Management and Continuous Improvement in Production Systems / N. Kang, C. Zhao, J. Li, J. A. Horst // International Journal of Production Research*. 2016. Vol. 54 (21). Pp. 6333–6350.

3. Шиков П. А. Методы построения и анализа сетевого графика для оценки инновационного потенциала предприятий на основе KPI // Экономика и экологический менеджмент. 2016. № 4. С. 56–66.
4. Шамина Л. К. К вопросу об определении эффективности инновационной деятельности // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4-2 (35). С. 41–43.
5. Гётц М., Янковска Б. Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики // Форсайт. 2020. № 4. С. 61–78.
6. Industry 4.0, *The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries* / M. Rüßmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. Engel, M. Harnisch. Boston: The Boston Consulting Group, 2015. 266 p.
7. Индустрия 4.0: развитие человеческого капитала / С. А. Хубулова, В. В. Хубулова, И. О. Заварин, С. А. Москалик // Социально-гуманитарные знания. 2018. № 12. С. 196–202.
8. Industry 4.0 / H. Lasi, P. Fettke, T. Feld, M. Hoffmann // *Business & Information Systems Engineering*. 2014. Vol. 6 (4). Pp. 239–242.
9. Драгунов М. В. Разработка системы KPI в механизме кадрового контроллинга предприятий газовой отрасли промышленности // Управление экономическими системами: электрон. науч. журн. 2015. № 4 (76). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-kpi-v-mehanizme-kadrovogo-kontrollinga-predpriyatij-gazovoy-otrasli-promyshlennosti> (дата обращения: 11.12.2020).
10. Маев Д. В. Различия мнений в вопросах повышения производительности труда на российских предприятиях // Вестник Удмуртского университета. Сер. «Экономика и право». 2016. № 2. С. 23–32.
11. Лузина А. В., Данилова А. С. Современный инструмент оценки эффективности управления персоналом организации // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 1 (6). С. 116–120.
12. Parmenter D. *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2010. 153 p.
13. Иткулов С. Г., Фролова Т. В., Коробейникова Е. В. Механизм внедрения KPI и BSC на предприятии // Управление экономическими системами: электрон. науч. журн. 2015. № 5 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mechanizm-vnedreniya-kpi-i-bsc-na-predpriyatii> (дата обращения: 11.12.2020).
14. Parmenter D. *Key Performance Indicators Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. 308 p.
15. *Key Performance Indicators and Industry 4.0 – A Socially Responsible Perspective* / Z. S. Sarotar, Z. Nedelko, M. Mulej, C. Z. Veingerl // *Our Economy*. 2020. Vol. 66 (3). Pp. 22–35.

16. *KPIs for Manufacturing Operations Management: driving the ISO22400 standard towards practical applicability* / M. Varisco, C. Johnsson, J. Mejvik, M. M. Schiraldi, L. Zhu // *IFAC Papers*. 2018. Vol. 51 (11). Pp. 7–12.
17. Шмелев О. Ю. KPI – базис мотивации // *Век качества*. 2010. № 5. С. 38–39.
18. *Key performance indicators in the production of the future* / R. Joppen, S. von Enzberg, J. Gundlach, A. Kühn, R. Dumitrescu // *Procedia CIRP*. 2019. Vol. 81. Pp. 759–764.
19. Погачёв С. Опережающие и запаздывающие показатели // Официальный сайт компании *ScrumTrek*, 2018. URL: <https://scrumtrek.ru/blog/business-agility/1162/leading-and-lagging-indicators/> (дата обращения: 11.12.2020).
20. Kleindienst M., Ramsauer C. *SMEs and Industry 4.0 – Introducing a KPI based Procedure Model to identify Focus Areas in Manufacturing Industry* // *Athens Journal of Business and Economics*. 2016. Vol. 2 (2). Pp. 109–122.
21. Gerry J., Buckbee G. *The Link Between Automation and Enterprise KPIs: from chemicals and paper to petroleum, fast results generate big cost savings* // *Control Engineering*. 2006. Vol. 53 (7). Pp. 9–12.
22. Lawrie J. G., Cobbold I. *The 3rd Generation Balanced Scorecard: Evolution of an effective strategic control tool* // *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2004. Vol. 53 (7). Pp. 611–623.
23. *ISO 22400-2:2014. Automation systems and integration. Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management. Part 2* // URL: <https://www.iso.org/ru/standard/54497.html> (дата обращения: 11.11.2021).
24. ГОСТ Р ИСО 22400-2-2016. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Ключевые технико-экономические показатели (KPIs) для управления производственными операциями // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140444> (дата обращения: 11.12.2020).

KAZARINOVA Elena B. – *Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economic Theory of the Plekhanov Russian University of Economics. Address:* 36 Stremyanny Lane, Moscow, 117997, Russian Federation. **E-mail:** kazarinova.eb@rea.ru

KAZARINOVA Olga I. – *2nd year student of the Master's degree of the Plekhanov Russian University of Economics. E-mail:* kazarka98@yandex.ru

Keywords: KPI, personnel management, digital transformation, Industry 4.0, cybersystems, key performance indicators.

IMPLEMENTATION OF KPI IN HR MANAGEMENT DURING THE DIGITAL TRANSFORMATION OF THE ORGANIZATION TO THE LEVEL OF INDUSTRY 4.0

Abstract

The digital transformation inspired by the spread of Industry 4.0 technologies affects organizations of various types and any industry affiliation, and forms unique competitive advantages. The process of digital transformation of organizations to the level of Industry 4.0 is initiated, carried out and managed by people, which raises the question of developing a specific system of personnel assessment criteria. For that purpose, the article considers an approach to formulating key performance indicators (KPI) for the implementation of Industry 4.0 digital technologies in an organization, formed on the analysis of research papers in the field of evaluating efficiency and productivity. The authors proposed a multi-level complex of KPI, determined taking into account international standards, and presented a step-by-step sequence of their application. The proposed complex of KPI is able to increase the involvement of the organization's personnel in the process of its digital transformation and the creation of new competitive advantages in the market.

References

1. Dombrowski U., Richter T., Krenkel P. *Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems: A Use Cases Analysis* // *Procedia Manufacturing*. 2017. Vol. 11. Pp. 1061–1068.
2. *A Hierarchical Structure of Key Performance Indicators for Operation Management and Continuous Improvement in Production Systems* / N. Kang, C. Zhao, J. Li, J. A. Horst // *International Journal of Production Research*. 2016. Vol. 54 (21). Pp. 6333–6350.
3. Shikov P. A. *Methods of constructing and analyzing a network graph for assessing the innovative potential of enterprises based on KPIs* // *Economics and environmental management*. 2016. No. 4. Pp. 56–66.
4. Shamina L. K. *On the issue of determining the effectiveness of innovation activity* // *International Research Journal*. 2015. No. 4–2 (35). Pp. 41–43.
5. Goetz M., Yankowska B. *Industry 4.0 as a factor of competitiveness of companies in a post-transition economy* // *Foresight*. 2020. No. 4. Pp. 61–78.

6. *Industry 4.0, The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries* / M. Rüßmann, M. Lorenz, P. Gerbert, M. Waldner, J. Justus, P. Engel, M. Harnisch. Boston: The Boston Consulting Group. 2015. 266 p.
7. *Industry 4.0: human capital development* / S. A. Khubulova, V. V. Khubulova, I. O. Zavarin, S. A. Moskalik // *Socio-humanitarian knowledge*. 2018. № 12. С. 196–202.
8. *Industry 4.0* / H. Lasi, P. Fettke, T. Feld, M. Hoffmann // *Business & Information Systems Engineering*. 2014. Vol. 6 (4). Pp. 239–242.
9. Dragunov M. V. Development of the KPI system in the mechanism of personnel controlling of gas industry enterprises // *Management of Economic Systems: electronic scientific journal*. 2015. No. 4 (76). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-sistemy-kpi-v-mehanizme-kadrovogo-kontrollinga-predpriyatij-gazovoy-otrasli-promyshlennosti> (accessed: 11.12.2020).
10. Mayev D. V. Difference of opinion on issues of increasing labor productivity at Russian enterprises // *Bulletin of the Udmurt University. The series "Economics and Law"*. 2016. No. 2. Pp. 23–32.
11. Luzina A. V., Danilova A. S. A modern tool for evaluating the effectiveness of personnel management of an organization // *Innovative economics: prospects for development and improvement*. 2015. No. 1 (6). Pp. 116–120.
12. Parmenter D. *Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2010. 153 p.
13. Itkulov S. G., Frolova T. V., Korobeynikova E. V. Mechanism of implementation of KPI and BSC at the enterprise // *Management of economic systems: electronic scientific journal*. 2015. No. 5 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-vnedreniya-kpi-i-bsc-na-predpriyatii> (accessed: 11.12.2020).
14. Parmenter D. *Key Performance Indicators Developing, Implementing, and Using Winning KPIs*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2007. 308 p.
15. *Key Performance Indicators and Industry 4.0 – A Socially Responsible Perspective* / Z. S. Sarotar, Z. Nedelko, M. Mulej, C. Z. Veingerl // *Our Economy*. 2020. Vol. 66 (3). Pp. 22–35.
16. *KPIs for Manufacturing Operations Management: driving the ISO22400 standard towards practical applicability* / M. Varisco, C. Johnsson, J. Mejjvik, M. M. Schiraldi, L. Zhu // *IFAC Papers*. 2018. Vol. 51 (11). Pp. 7–12.
17. Shmelev O. Yu. KPI - the basis of motivation // *The Age of quality*. 2010. No. 5. Pp. 38–39.
18. *Key performance indicators in the production of the future* / R. Joppen, S. von Enzberg, J. Gundlach, A. Kühn, R. Dumitrescu // *Procedia CIRP*. 2019. Vol. 81. Pp. 759–764.

19. Rogachev S. *Leading and lagging indicators* // Official website of the ScrumTrek company, 2018. URL: <https://scrumtrek.ru/blog/business-agility/1162/leading-and-lagging-indicators/> (accessed: 11.12.2020).
20. Kleindienst M., Ramsauer C. *SMEs and Industry 4.0 – Introducing a KPI based Procedure Model to identify Focus Areas in Manufacturing Industry* // *Athens Journal of Business and Economics*. 2016. Vol. 2 (2). Pp. 109–122.
21. Gerry J., Buckbee G. *The Link Between Automation and Enterprise KPIs: from chemicals and paper to petroleum, fast results generate big cost savings* // *Control Engineering*. 2006. Vol. 53 (7). Pp. 9–12.
22. Lawrie J. G., Cobbold I. *The 3rd Generation Balanced Scorecard: Evolution of an effective strategic control tool* // *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2004. Vol. 53 (7). Pp. 611–623.
23. *ISO 22400-2:2014. Automation systems and integration. Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management. Part 2* // URL: <https://www.iso.org/ru/standard/54497.html> (accessed: 11.11.2021).
24. *GOST R ISO 22400-2-2016. Industrial automation systems and integration. Key technical and economic indicators (KPIs) for the management of production operations* // URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200140444> (accessed: 11.12.2020).