

5. УПРАВЛЕНИЕ ИННОВАЦИЯМИ

УДК 654.9:681.5:330.4

В. П. Ельсуков¹, А. И. Кузьмич²

¹ Институт бизнеса БГУ, Минск, Беларусь

² ООО «Горнэлектроникс», Минск, Беларусь

СТРАТЕГИЯ «ИНДУСТРИЯ 4.0»: ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассматриваются методология, практика применения, перспективы развития систем дистанционного мониторинга на основе цифровых технологий как пример реализации стратегии «Индустрия 4.0». С позиций технологического взаимодействия отраслей экономики обосновываются приоритетные направления использования стратегии. В числе первоочередных направлений определяется транспортная сфера. Рассматривается практика разработки и внедрения систем дистанционного мониторинга на железной дороге и автомобильном транспорте. Оценивается эффективность применения систем мониторинга. Обосновываются пути дальнейшего развития систем дистанционного мониторинга как важнейшего инструментария реализации стратегии «Индустрия 4.0».

Ключевые слова: железнодорожный и автомобильный транспорт, «Индустрия 4.0», система дистанционного мониторинга, цифровые технологии, линейная узловая экономическая модель

U. Yelsukou¹, A. Kuzmich²

¹ School of Business of BSU, Minsk, Belarus

² Ltd «Hornelectronics», Minsk, Belarus

INDUSTRY 4.0 STRATEGY: PRACTICE OF IMPLEMENTATION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF DISTANCE MONITORING SYSTEMS BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES

Consider the methodology, application practice, prospects for the development of remote monitoring systems based on digital technologies in the implementation of the «Industry 4.0» strategy. From the standpoint of technological interaction between the sectors of the economy, priority directions for the implementation of the strategy are justified. Among the priority directions is determined by the transport sector. The practice of the development and implementation of remote monitoring systems on the railway and road transport is considered. Evaluated the effectiveness of monitoring systems. The ways of further development of remote monitoring systems as the most important tool for the implementation of the «Industry 4.0» strategy are substantiated.

Keywords: rail and road transport, «Industry 4.0», remote monitoring system, digital technology, linear nodal economic model

Введение

Негативные проявления мирового финансово-экономического кризиса на международную торговлю вызвали необходимость поиска новых форм повышения конкурентоспособности предприятий, стран, регионов. В современной теории основным фактором конкурентоспособности выступает производительность. При этом учитываются две ее составляющие – производительность труда и производительность капитала. Если производительность труда достаточно широко используется в стране для оценки результатов работы компаний, то производительность капитала (или иначе фондоотдача) не входит в число показателей оценки. Не рассчитывается для це-

лей анализа и более общий показатель совокупной производительности факторов производства (TFP), а также ее составляющих. Полагаем, что отчасти вследствие этого за 2010–2016 гг. с 50,2 % до 52,2 % возросла доля строительно-монтажных работ в объеме инвестирования в основной капитал, с 38,4 % до 35,7 % уменьшилась доля расходов на машины, оборудование, транспортные средства. В 2017 г. структура инвестирования поменялась в сторону уменьшения доли строительно-монтажных работ до 48,9%, а увеличение доли расходов на машины, оборудование, транспортные средства достигло 40 % [1], т. е. приоритетом становится генерация активной части основных средств. Что, по нашему мнению, обоснованно, поскольку именно активная часть является непосредственным участником создания добавленной стоимости, роста производительности [2].

Новые подходы в оценках конкурентоспособности, ужесточение конкуренции вызывают у бизнеса потребность уделять особое внимание факторам, формирующим производительность труда и капитала. Ответом на вызовы, связанные с общим замедлением в мире в последние годы темпов роста производительности как важнейшего фактора долговременного экономического роста и повышения уровня жизни, стала разработка стратегии «Индустрия 4.0», которая в 2011 г. была изложена немецким правительством на Ганноверской промышленной ярмарке. Стратегия предполагает повышение конкурентоспособности в промышленности за счет интеграции киберфизических систем (cyber-physical systems, CPS) в производственные процессы.

В настоящее время стратегия развилась и сформировалась в целостную систему, затрагивающую не только вопросы сквозной интеграции традиционных и информационных технологий, но и производственные отношения. Ее реализация призвана обеспечить и обеспечивает ощутимый эффект не только в машиностроении, но и других отраслях. В широком смысле «Индустрия 4.0» рассматривается как четвертая промышленная революция. Ее концепция определяется следующими характеристиками:

- цифровизация и интеграция цепочек создания добавленной стоимости (как вертикальных, так и горизонтальных);
- цифровизация не только создания продуктов, но и оказания услуг;
- применение цифровых бизнес-моделей, обеспечивающих доступ клиентов и активное взаимодействие с ними [3]. При этом определяющую роль в процессе в качестве инструментария начинает играть дистанционный мониторинг.

В Беларуси реализуется ряд программ, направленных на повышение конкурентоспособности. Одна из них – Государственная программа инновационного развития на 2016–2020 гг. Очевидно, что технология ее выполнения, как минимум, требует своего уточнения с учетом последних государственных решений в области развития цифровой составляющей экономики, сопряжения ее заданий с современными требованиями по повышению конкурентоспособности. Что, собственно говоря, и является важнейшим постулатом стратегии «Индустрия 4.0». Поэтому анализ, оценки и предложения с учетом практики реализации проектов, связанных с применением дистанционного мониторинга объектов и процессов, по мнению авторов, представляют научно-практический интерес.

Результаты и их обсуждение

Дистанционный мониторинг выступает важнейшим инструментарием реализации положений стратегии «Индустрия 4.0», его развитие в мире в настоящее время находится на стадии начала продуктивного коммерческого применения [4]. Особенности использования в коммерческой деятельности систем дистанционного мониторинга по отношению к другим технологическим разработкам заключаются в следующем:

- в системах мониторинга активно применяются другие «цифровые» новшества – мобильные устройства, интеллектуальные датчики, облачные сервисы, технология определения местонахождения и М2М-технологии, интерфейсы взаимодействия человека и компьютера, выявление мошенничества, анализ больших массивов данных, многоуровневое взаимодействие с клиентами, дополненная реальность. Согласно прогнозам на очереди применение искусствен-

ного интеллекта, интеллектуальных приложений и аналитики, интеллектуальных вещей, «цифровых двойников», облачных вычислений, разговорных платформ, цифровых бизнес событий;

- потребности бизнеса и соответственно круг решаемых дистанционным мониторингом задач вызывают необходимость развития в прикладном направлении изложенных выше технологий;

- в сфере промежуточного спроса дистанционный мониторинг нацелен в основном на решение задач рационализации управления.

С учетом вышеизложенного на основе практики разработки и внедрения автоматизированных систем управления, сложившихся реалий с точки зрения изыскания финансовых ресурсов, минимизации инвестиционного бюджета, на наш взгляд, для активного развития систем дистанционного мониторинга как инструмента реализации положений стратегии «Индустрия 4.0» в качестве первоочередного направления должно выступать управление бизнес процессами и системами. Это обосновывается следующим:

- сам процесс управления охватывает по горизонтали и вертикали цепочки создания добавленной стоимости;

- при определенных условиях капиталоемкость внедрения новшеств в управление ниже, нежели в создание новых технологий и техники;

- в управлении могут максимально эффективно использоваться научно-технические разработки из других областей;

- развитие основной модели кибернетики вызывает необходимость сквозной цифровизации этого процесса. В последнем случае к основной модели кибернетики, описываемой как «вход информации – выход информации – обратная связь», добавляется петля обратной связи для лица (агента), принимающего решение. В основу управления кладется итерационный цикл – петля OODA (observe – O, orient – O, decide – D, act – A). Иначе – это кибернетический самовоспроизводящийся и саморегулирующийся цикл, в котором реализуются стадии:

- наблюдения (сбора информации);

- оценки (анализа информации);

- принятия решения;

- действия (оформления управленческой процедуры и ее выполнения). Чем быстрее реализуется итерационный цикл управления, качественнее осуществляются его стадии, тем эффективнее управление, что ведет к более качественному выполнению других бизнес-процессов и, как следствие, повышению конкурентоспособности на всех уровнях.

Следует отметить, что при разработке систем управления имеет место специфика мониторинга организационно-технологических и экономических процессов (систем), вследствие чего зачастую сложно перейти от технических параметров, измеряемых датчиками, к общепринятым экономическим показателям.

Анализ структуры промежуточного потребления позволяет уточнить отраслевые приоритеты с точки зрения реализации стратегии «Индустрия 4.0» с позиций межотраслевого взаимодействия. Для этого в качестве основы выдвигается следующее предположение: чем большая доля продукции отрасли потребляется другими отраслями, тем в большей степени она оказывает влияние (как положительное, так и отрицательное) на эти виды деятельности.

За период 2010–2017 гг. сохраняется высокая доля потребления другими отраслями продукции обрабатывающей промышленности, услуг транспорта и логистики, торговли, что позволяет их выделить в качестве приоритетных для реализации стратегии «Индустрия 4.0» (см. таблицу). В свою очередь, доля услуг информатизации и связи существенно сократилась (на 36 %), что позволяет сделать вывод об утрате коммерческого интереса к сотрудничеству с предприятиями на внутреннем рынке. На наш взгляд, в настоящее время в наибольшей степени к полноценной реализации стратегии с позиций специфики бизнеса, наличия технико-технологического и информационного задела, успешной практики внедрения элементов цифровизации в виде систем дистанционного мониторинга готова транспортная сфера, оказывающая большое влияние на конкурентоспособность других отраслей как инфраструктурное образование.

Структура промежуточного потребления по видам экономической деятельности за период 2010 и 2017 гг., отношение промежуточного потребления к выпуску продукции в основных ценах, %

Виды экономической деятельности	2010 г.	2017 г.
Сфера производства всего	69,1	67,3
В том числе:	74,3	72,1
– обрабатывающая промышленность		
Сфера услуг всего	33,1	34,8
В том числе:	35,9	44,9
– оптовая розничная торговля, ремонт автомобилей и мотоциклов	46,3	44,7
– транспортная деятельность, складирование, почтовая и курьерская деятельность	37,3	27,5
– информация и связь		
Всего по видам деятельности	57,8	55,3

И с т о ч н и к: разработано авторами на основе [5].

Рассмотрим практику разработки и внедрения систем дистанционного мониторинга в транспортной сфере. В качестве примера приведем законченный продукт – систему удаленного мониторинга локомотивов на железной дороге. В части управления производственными процессами – это новый инструмент планирования и контроля на базе цифровых технологий. Эксплуатация дизельных локомотивов является крупной расходной статьей для компаний, выполняющих логистические проекты. Согласно проведенным совместно с экспертами предприятий железных дорог Латвии исследованиям белорусских специалистов, сверхнормативные расходы при реализации логистических проектов вызваны субъективизмом оценок сложности проектов, перерасходом ресурсов (в первую очередь топлива) и ошибками эксплуатации, приводящими к росту издержек и дорогостоящим ремонтам. Для снижения затрат была поставлена задача разработки системы мониторинга магистральных локомотивов серий 2ТЭ10 и 2М62. Как законченная разработка белорусских инженеров и IT-специалистов система появилась впервые в 2008 г., впоследствии многократно дорабатывалась и получила название «Трасса-2». В настоящее время успешно эксплуатируется на предприятиях, где реально преследуются цели, в достижении которых система является эффективным инструментом.

В процессе разработки системы показатели, влияющие на эффективность, были разделены на три группы:

- техническое состояние дизель-генераторной установки;
- мощность, вырабатываемая силовой установкой; позиции контроллера машиниста; информация о работе приборов защиты двигателя; давление в тормозной системе;
- объем дизельного топлива в баке; скорость перемещения тепловоза; координаты местонахождения.

Для организации мониторинга созданы группы агентов (программ) при работе на двух уровнях – объекта (локомотива) и диспетчера. Агенты на уровне объекта – это программные агенты для фиксации и первичной обработки данных, поступающих от датчиков, агент визуализации значений параметров и результатов их обработки для машиниста. Агенты на уровне диспетчера предназначены: для визуализации местоположения и траектории движения локомотива на карте; визуализации текущих значений параметров объекта мониторинга в удобной для восприятия диспетчером табличной и графической форме; выявления нештатных ситуаций и информирования о них должностных лиц путем отправки sms-сообщений. В рамках указанной экосистемы разработаны программные агенты для считывания значений датчиков и анализа результатов на уровне объекта, визуализации результатов для диспетчера, а также подготовки первичных отчетов [6]. Таким образом, параллельно были решены важные задачи управления: применения в управлении М2М технологий (технологии машинно-машинного взаимодействия); перевода технико-физических показателей в экономические показатели автоматизированной системы управления (АСУ). В результате диспетчерская служба получила ряд преимуществ, позволя-

ющих оперативно контролировать выполнение бригадами регламента прохождения маршрута. В частности, появились возможности:

- определения нарушений скоростного режима, что существенно повысило уровень дисциплины локомотивных бригад;
- выявление на маршруте участков с необоснованным режимом скорости;
- получения графика расхода топлива, что позволило с высокой вероятностью фиксировать время и место нештатных ситуаций с топливом.

Заложенные в основу системы решения по построению архитектуры и программного обеспечения показали высокую эффективность и открыли возможности для применения элементов искусственного интеллекта. Система постоянно совершенствуется на основе накопленного при эксплуатации опыта с учетом требований концепции CL2M (Closed Loop Lifecycle Management – управление жизненным циклом изделий с обратной связью). Так, программные модули агентов модернизировались более 10 раз, поскольку требования потребителя постоянно возрастали.

В настоящее время система контролирует в реальном режиме времени более 20 важных параметров движения локомотива. Основные параметры контроля передаются по каналу GPRS на сервер депо, где анализируются в автоматическом режиме и используются службами дороги. Оперативно оценивается эффективность работы локомотива, ведется подсчет себестоимости перевозок, в полуавтоматическом режиме разрешаются предаварийные ситуации в эксплуатации транспорта. Для диспетчерских служб и руководства дороги указанная информация составляет дополнительную основу для оценки ситуации и оперативного принятия решений. Разработанная система позволила автоматически получать данные от целого парка локомотивов, отслеживать перемещение и их работу в режиме реального времени, быстро и просто составлять отчеты, оценивать эффективность работы.

Применение системы «Трасса-2» позволило получить на Латвийской железной дороге значительный экономический эффект: на 10–14 % снижено потребление топлива; в среднем на 10 % увеличен межремонтный пробег; на 5–7 % уменьшена себестоимость грузоперевозок; окупаемость инвестирования составила менее года; повышена техническая безопасность. В динамике происходит существенное изменение факторов влияния на общую эффективность управления. Эффект первого года в основном формируется за счет сокращения затрат на горюче-смазочные материалы (ГСМ). На втором году снижается влияние фактора «быстрого» эффекта в форме экономии ГСМ и повышается значимость проявления в общем эффекте таких глубинных организационно-технических факторов, как улучшение логистики в работе компании, экономия на технической эксплуатации. Указанные процессы следует учитывать при формировании стратегии внедрения систем мониторинга.

В Беларуси в 2011 г. была проведена опытная эксплуатация системы «Трасса-2» в депо г. Витебска. Проект впоследствии был прекращен уже после проведения конкурсной процедуры по закупке систем. Накопленный опыт мониторинга локомотивов в 2016 году был апробирован в депо г. Молодечно (система «Трасса – Локомотив»). После модернизации по сравнению с прототипом система стала проще и дешевле. Появилась возможность отследить за любой промежуток времени каждый из контролируемых параметров. Вся информация, собранная системой, может храниться на серверах неограниченный период времени. Обработываемая информация может быть представлена как в табличной, так и в графической форме. Все параметры можно анализировать как по отдельности, так и в форме адаптированных отчетов под нужды каждой заинтересованной службы с применением генератора отчетности. В процессе работы системы было произведено ее дооснащение модулем идентификации машиниста на основе RFID-карточек доступа, что позволило автоматизировать разбиение учетных периодов на реальные смены, реализовать в отчетных формах представление информации максимально близко к принятому в депо положению об учете, существенно упростить анализ работы путем сравнения с данными об эксплуатации локомотива, получаемыми по сложившимся методикам анализа. Усовершенствованная архитектура системы позволила включить в перечень объектов мониторинга вспомогательный подвижной состав и компрессорные установки рефрижераторов, что существенно

улучшило глубину и качество логистики. В процессе эксплуатации система технически функционировала безукоризненно, но практического развития на железной дороге актуальная, на наш взгляд, тема пока не получила.

Системы дистанционного мониторинга на автомобильном транспорте также позволяют существенно улучшить эффективность операционной деятельности [7], обеспечивают быструю окупаемость инвестиционных вложений. Нельзя сказать, что применение таких систем стало массовым явлением, но благодаря деятельности предприятий-интеграторов, количество транспортных средств, работающих под управлением систем мониторинга, постоянно растет. На примере нашей страны можно было бы оценить эффективность их применения по отраслям и приложениям, интегрировать в системы верхних уровней, рекомендовать к применению перспективные средства, и наоборот, предупреждать об ограниченном потенциале устаревших систем, которые легко проходят фильтр конкурсных процедур по критерию минимальной стоимости. Необходимо повышать технический уровень применяемых инструментальных средств при экономии общих затрат. Мы видим здесь большое поле для работы и прикладных исследований, дающих быстрый и позитивный результат.

Выводы, перспективы развития

Особенностью масштабного внедрения систем мониторинга на транспорте как составной части реализации стратегии «Индустрия 4.0», становится необходимость оптимизации трудовых процессов, укрепления трудовой и технологической дисциплины. На практике это связано с рационализацией штатного расписания, частичной сменой производственного персонала, разработкой новой системы материального поощрения, т. е. сопутствующие организационно-экономические мероприятия становятся частью проекта. Этим объясняются сложности в продвижении продукта на предприятиях с государственной формой собственности, и наоборот, заинтересованность в нем компаний с частной формой собственности. В то же время получаемые положительные результаты, не совпадающие с многолетней производственной статистикой, заставляют предприятия, использующие системы мониторинга, воздерживаться от подтверждения предварительных оценок эффективности.

Системы мониторинга удаленных технических объектов являются инструментом объективного контроля и эффективного управления. Элементы искусственного интеллекта в этих системах позволяют оценивать и прогнозировать состояние объектов, переводят процесс на уровень проактивного мониторинга. Параметры, получаемые с применением этих систем, востребованы в системах более высокого уровня. Эффективность их применения не вызывает сомнений, но, как и любые средства объективного контроля, этот раздел цифровой экономики будет пробивать себе дорогу либо заинтересованностью собственников, либо директивным путем. Основываясь на практике внедрения, рискнем предположить, что беспрепятственно сможет развиваться только «цифровое пространство» информационно-развлекательной и образовательной направленности. Инструменты, показывающие необходимость изменения производственных отношений, будут востребованы только по мере объективной необходимости либо при жестком администрировании.

Развитие дистанционных технологий в транспортной сфере видится по следующим направлениям:

- активное внедрение разработок белорусских специалистов;
- развитие проактивного мониторинга;
- создание навесного оборудования для контроля качества транспортного полотна;
- размещение на борту транспортного средства интеллектуальной системы подготовки и принятия решений;
- совершенствование на предлагаемых подходах работы диспетчерских центров;
- организация серийного выпуска физической составляющей мониторинга (датчики, контроллеры и промышленные компьютеры, системы передачи данных). Последнее предполагает представление исключительно для отечественных инновационных предпринимателей льгот

и предпочтений при работе в рассматриваемой области. В определенный период времени белорусское приборостроение было конкурентоспособным, технические наработки, технологическая культура, высококвалифицированные инженеры имеются. Это та область производственной деятельности, где национальные производители могут на равных конкурировать на внешних рынках.

Представляется перспективным использование в управлении центральными и региональными органами власти подходов проактивного мониторинга при сборе, обработке, хранении, представлении статистических данных. До настоящего времени, несмотря на высокий уровень автоматизации, указанные процессы являются в значительной мере архаичными, представляющими информацию для целей управления в виде статистических сборников и бюллетеней с «застывшей» структурой данных в достаточно большие сроки после отчетного периода. Это повышает риски в подготовке и принятии управленческих решений. В особо сложной ситуации с точки зрения «информационного голода» находятся региональные (районные) органы власти: с одной стороны, стоящие и решаемые ими задачи усложняются, с другой стороны, представляемая местными органами статистики информация явно недостаточна для эффективного управления. Поэтому для обеспечения управляемости они зачастую вынуждены в нарушение действующего положения требовать у организаций, расположенных на территории района, представления дополнительной оперативной отчетности. Решение проблемы требует уточнения процедур формирования статистической отчетности, представления информации на основе построения линейных узловых экономических моделей, когда этот процесс сводится к получению пользователем электронной отчетности на основе задаваемых параметров [8]. Современный уровень развития сетей передачи данных, их пропускная способность позволяют качественно решать эту задачу. Также представляет научно-практический интерес исследование накопленных больших баз данных статистики, в том числе путем формирования цифровых кластеров, что позволит с учетом меняющихся реалий уточнить приоритеты и направления развития национальной экономики.

На наш взгляд, для минимизации рисков реализации «цифровых» проектов в отраслях экономики целесообразно уточнить процедуры их отбора: в практику подготовки тендерных документов следует ввести расчет экономической эффективности мероприятий согласно правилам, установленным Министерством экономики, добавив в методику оценку изменения показателя производительности капитала. Это будет способствовать продвижению высокоэффективных проектов, имеющих малую капиталоемкость.

Список использованных источников

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь, 2018 / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск : Белстат, 2018. – 490 с.
2. Ельсуков, В. П. Оценка уровня конкурентоспособности на основе интегрального индекса / В. П. Ельсуков // Новости науки и технологий. – 2016. – № 1 (36). – С. 42–51.
3. PricewaterhouseCoopers [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html>. – Дата доступа 07.10.2018.
4. Gartner [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>. – Дата доступа 07.10.2018.
5. Национальные счета Республики Беларусь, 2018 : ст. сб. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск : Белстат, 2018. – 214 с.
6. Кузьмич, А. И. Архитектура системы мониторинга мобильных гетерогенных объектов / А. И. Кузьмич, В. В. Краснопрошин // Вестн. Полоцкого гос. ун-та. Серия С. – 2014. – № 4. – С. 51–56.
7. Ельсуков, В. П. Эффект применения систем дистанционного мониторинга мобильных объектов / В. П. Ельсуков, А. И. Кузьмич // Междунар. науч.-техн. конф., приуроченная к 50-летию МРТИ – БГУИР : в 2 ч. Минск, 18–19 марта 2014 г. / редкол.: А. А. Кураев [и др.]. – Минск: БГУИР, 2014. – Ч. 2. – С. 524–525.
8. Ельсуков, В. П. Применение линейных узловых моделей в управлении экономикой // Веснік БДУ. Серыя 3, Гісторыя. Філасофія. Псіхалогія. Паліталогія. Сацыялогія. Эканоміка. Права. – 2015. – № 3. С. 54–59.

Статья поступила 15.10.2018