УДК 338.27

Д. В. Пличенко

Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва,
e-mail: Plichenko_DV@outlook.com

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ключевые слова: методика, цифровизация, Парето, ABC-анализ, квалиметрический подход.

Статья посвящена разработке универсальной методики определения приоритетных направлений, по которым необходима модернизация и внедрение цифровых технологий. Отрицательный эффект от цифровизации можно снизить в случае своевременного принятия решений о необходимости осуществления тех или иных проектов. Разработан ряд комплексных опросных листов, которые являются эффективным инструментарием для сбора информации и дальнейшего ее анализа. Предложенная автором методика включает разработку критериев, экспертный опрос, построение диаграммы Парето и ABC-анализ, которые позволили определить три группы приоритетности направлений цифровизации, которые оказывают разное влияние на конечный результат:

- наиболее важные, первоочередные к внедрению цифровые технологии;
- прочие цифровые технологии со средней степенью важности;
- наименее значимые направления цифровизации в ближайшей перспективе.

Методика испытана на примере изучения приоритетности направлений цифровизации электро-сетевой компании.

D. V. Plichenko

Moscow Power Engineering Institute (MPEI), Moscow, e-mail: Plichenko_DV@outlook.com

METHODOLOGY FOR DETERMINING KEY DIRECTIONS OF CORPORATION DIGITAL TRANSFORMATION

Keywords: methodology, digitalization, Pareto, ABC-analysis, qualimetric approach.

The article is devoted to the development of a universal methodology for determining priority areas for which modernization is necessary and the introduction of digital technologies. The negative effect of digitalization can be reduced in the case of timely decisions on the need to implement certain projects. A number of comprehensive questionnaires have been developed, which are an effective tool for collecting information and further analyzing it. The method proposed by the author includes the development of criteria, expert survey, Pareto diagram and ABC analysis, which allowed to determine three groups of priority areas of digitalization, which have different effects on the final result:

- the most important, priority to the introduction of digital technologies;
- other digital technology with an average degree of importance;
- the least significant areas of digitalization in the near future.

The technique is tested on the example of studying the priority directions of digitalization of the power grid company.

Введение

Учитывая сегодняшнее развитие цифровых технологий очевидна потребность по внедрению большинства из них в области энергетического строительства. Однако, чтобы правильно разработать методику внедрения цифровых технологий, необходим их глубокий анализ. Приоритетность направлений цифровизации целесообразно определять с учетом стратегии организации.

Отрицательный эффект от цифровизации можно снизить в случае своевременного принятия решений о необходимости осуществления тех или иных проектов,

наша задача состоит в том, чтобы сформировать рейтинг приоритетных направлений цифровизации, которые возможны к внедрению в том числе на предприятиях электросетевого хозяйства. Анализ потенциала цифровизации предприятия целесообразно проводить путем комплексного подхода, в том числе:

- 1) определить уровень текущей цифровизации процессов на предприятии;
- 2) установить возможные барьеры на пути внедрения цифровых технологий и разработать меры по их устранению;
- 3) определить приоритетные направления цифровизации.

Цель исследования

Основной конечной целью исследования является разработка методики определения приоритетных направлений внедрения цифровых технологий. На практике крайне важно опираться на опыт опытных руководителей и экспертов в области, а применив их опыт с применением научно обоснованного метода принятия решений позволяет сформировать методику. В настоящее время уже есть методики определения приоритетности внедрения цифровых технологий в процессы производства: DIGITAL-анализ И.Б. Манжосова, И.Н. Косарева, В.П. Самарина «Особенности управления предприятием в условиях цифровизации»; А.Г. Щербакова. Анализ имеющихся методов показывает, что они не позволяют понятно и достоверно определить приоритетные направления цифровизации, а их использование является сложным.

Ввиду недостаточной разработанности по исследуемому направлению автором разработана методика определения приоритетности направлений цифровизации, которая в отличие от ранее примененных подходов, позволяет получить объективную оценку при достаточно простом и обоснованном алгоритме ее поведения.

Материалы и методы исследования

Достижение поставленной цели потребовало постановки и решения следующих задач:

а) проведение формально-логического анализа процесса формирования цифровой инфраструктуры;

б) проведение обзора имеющихся практик и систематизация теоретических данных;

в) проведение экспертного опроса и квалиметрический анализ, построение балльных шкал;

г) подготовка рекомендаций внедрения разработанной методики определения приоритетных направлений цифровизации процессов на предприятии.

Результаты исследования и их обсуждение

На начальном этапе исследования составим выполняемые последовательно этапы методики определения приоритетности направлений цифровизации (рис. 1).

На первом этапе реализации методики необходимо выделить и классифицировать все направления цифровизации (табл. 1) и построить дерево процессов.

Применив правило классического анализа Парето – «20/80» определяются первоочередные направления для дальнейшей цифровизации, в соответствии с тематикой исследования можно сформулировать предполагаемый результат: «20 % направлений цифровизации на предприятии сформируют 80 % эффективности». Отсюда и вытекает основная необходимость поиска именно этих 20 % направлений цифровизации, формирующих основной положительный эффект для компании. Не все технологии цифровизации приводят к одинаковому эффекту, следовательно и важны они по-разному, отсюда и первый критерий – **приоритетность (важность)**

Рис. 1. Этапы методики определения приоритетности направлений цифровизации

Таблица 1

Классификация основных направлений цифровизации

№ п/п	Наименование направления цифровизации	Характеристика блока
1	Большие данные (Big Data)	Совокупность подходов, инструментов и методов обработки как структурированных, так и неструктурированных данных больших объемов (облачные хранилища)
2	Искусственный интеллект	Замещение некоторых функций сотрудников с помощью программных роботов, которые могут быть внедрены в существующие ИТ-системы
3	Промышленный интернет вещей	Внедрение сенсоров и датчиков, камер наблюдения, в т. ч. RFID-сенсоров для управления цепями поставки, ускорение информационного потока между всеми участниками цепочки поставок, и как следствие уменьшение времени простоев, затрат
4	Облачные вычисления	Предоставление инфраструктуры (Infrastructure as a Service, IaaS), программного обеспечения (Software as a Service, SaaS) и платформы (СУБД) (Platform as a Service) в виде облачных решений, когда клиент может экономить на масштабе хранения и обработки данных, использовании лицензионного программного обеспечения
5	Технологии виртуальной и дополненной реальности	Моделирование новых объектов, помещений, оборудования (виртуальное апробирование результатов строительства, изучение возможностей последующей эксплуатации и т. п.)
6	3D печать	Печать полимерных или керамических элементов любой конструктивной сложности (например – изоляторы). Возможность оперативной замены вышедших из строя элементов
7	Блокчейн (Системы распределенного реестра)	Требует прямого участия всех узлов сети, то есть исключает посредников. Возможно упрощение процесса оплаты, сокращение времени для транзакции, повышения прозрачности и устойчивости системы.
8	Смарт-контракты	Особая форма договора, представляющая собой программу, включающую в себя алгоритм действий, с которым соглашаются стороны отношений и заключение которого подтверждается цифровой подписью
9	Технологии беспроводной связи	Совокупность технологий, обеспечивающих передачу информации между двумя и более точками на расстоянии, не требуя проводной связи
10	Цифровое моделирование режимов работы электрических сетей	Анализ потокораспределения и переходных процессов для взаимосвязанных энергосистем (моделирование включения нового оборудования, учёта пропускной способности, аварийных ограничений)
11	Электронные каталоги, справочники и базы данных	Единая база информационных моделей оборудования, строительных конструкций, работа всех участников в едином информационном пространстве с едиными библиотеками электронных каталогов оборудования, материалов, элементов объектов строительства и видов работ
12	Цифровое проектирование технологических объектов	Программное обеспечение, в котором пользователь может смоделировать энергообъект из типовых блоков, состоящих из представленного на рынке оборудования и систем управления энергообъектами
13	Цифровое энергетическое оборудование (первичное, вторичное), поддерживающие цифровой обмен данными	Обмен данными, реализуемыми на основе стандартов МЭК 61850-8.1/9.2 для построения цифровой подстанции с передачей SV, MMS и GOOSE сообщений, а также в стандартных промышленных форматах передачи данных по телекоммуникационной инфраструктуре электрических сетей
14	Цифровая централизация управления	Путем установки программного обеспечения осуществляется централизация HR, бухгалтерии, электронный документооборота, либо закуп

технологии цифровизации, определяющий оценку вклада в достижение дальнейших целей предприятия. Необходимо выделить непосредственно те, самые важные технологические тренды, оказывающие максимальный положительный эффект на результаты цифровизации

предприятия. Однако возможно отдельные технологии уже внедрены и процесс не требует дополнительного вмешательства, в такой ситуации упомянутые меры уже применены и рассматривать такие направления не целесообразно. Вторым критерием выделим **проблемность**,

выражающая отсутствие готовности реализации технологий цифровизации в т.ч. на законодательном уровне. Любое направление цифровизации сопровождается различными ограничениями: кадровыми, законодательными, информационными, развитием иных технологий и другими внешними факторами. Третий фактор оцениваемой приоритетности направлений цифровизации – **рациональность** (наличие возможности внедрения) того или иного направления цифровизации, т.е. наличие необходимой инфраструктуры, законодательной базы и допустимый уровень материальных затрат.

Для применения анализа методом Парето и определения самых приоритетных (20%) направлений цифровизации выделены три критерия экспертной оценки: приоритетность (важность), проблемность, рациональность. Проведение экспертного анализа каждого направления цифровизации позволит выявить степень значимости того или иного критерия и тем самым идентифицирует их ранжирование для дальнейшей корректировки бизнес-программы по их внедрению на производстве.

Упомянутые в табл. 1 процессы можно классифицировать следующим образом:

- проекты технической цифровизации;
- проекты программной цифровизации;

– проекты технологической цифровизации.

Для дальнейшего анализа предлагается использовать следующие критерии приоритетности процессов: приоритетность (важность) (В); проблемность процесса (П); рациональность (наличие возможности внедрения) (Р). Для оценки разработанных критериев будет применен экспертный метод. В табл. 2 представлена балльная шкала оценки критериев приоритетности.

Реализация методики

Формируется экспертная группа сотрудников производства, объективность экспертной оценки напрямую зависит от квалификации принимающих участие в опросе экспертов. В нашем случае группа экспертов сформирована из руководителей организаций, руководителей структурных подразделений и профильных экспертов, которые понимают стратегию развития производства и дальнейшие цели, стоящие перед ним. Для определения групповых и ярусных коэффициентов используется дерево направлений цифровизации. Коэффициенты определяются экспертным методом, сущность которого заключается в экспертном опросе и обработке полученной информации.

Таблица 2

Характеристики балльных шкал оценки критериев приоритетности

Критерии приоритетности направления цифровизации	Балл	Характеристика бизнес-процесса
Важность (приоритетность) (В)	1	Значимость отсутствует
	2	Значимость минимальна
	3	Средняя значимость
	4	Высокая значимость
	5	Особо значимый (ключевой)
Проблемность процесса (П)	5	Проблемность отсутствует
	4	Проблемность минимальна
	3	Средняя проблемность
	2	Высокая проблемность
	1	Особая проблемность
Рациональность (наличие возможности внедрения) процесса (Р)	5	Отсутствуют затраты
	4	Низкие затраты
	3	Средние затраты
	2	Высокие затраты
	1	Затраты, приводящие к отсутствию экономического эффекта в будущем

Групповые коэффициенты определяют весомость каждого направления относительно любого другого направления цифровизации, входящего в одну группу. Ярусные коэффициенты определяют весомость направления цифровизации, относительно любого другого направления, находящегося на данном ярусе дерева. Ярусные коэффициенты весомости вычисляются на основе групповых коэффициентов. Общее правило расчета ярусных коэффициентов весомости на основе групповых:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1.$$

Итоговый коэффициент равен ярусному коэффициенту. Пример расчета групповых и ярусных коэффициентов

весомости представлен на рис. 2. Такой расчет необходимо провести по каждому критерию приоритетности.

На основе определенных критериев вычисляется индекс приоритетности процесса по формуле

$$\text{ИПцп} = B \times \Pi \times P,$$

где В – приоритетность (важность); П – проблемность процесса; Р – рациональность (наличие возможности внедрения). Полученное выражение позволяет связать между собой все критерии приоритетности процессов. Таким образом, наиболее приоритетным для организации будет процесс с наибольшим индексом приоритетности.

Результаты расчета индексов приоритетности процессов представлены в табл. 3–7.

Таблица 3

Анализ приоритетности цифровизации процессов (важности) (В)

Уровень 0	Уровень 1	Уровень 2		Экспертные оценки					Ср. знач.	Σ средн. знач.	Групп. коэф.	Ярусн. коэф.
		№ п/п	Направление цифровизации	№1	№2	№3	№4	№5				
Иерархическое дерево направлений цифровизации	Проекты технической цифровизации	1	Технологии беспроводной связи	4	3	4	3	3	3,40	10	0,34	0,11
		2	Цифровое энергетическое оборудование (первичное, вторичное), поддерживающие цифровой обмен данными	5	4	4	5	5	4,60		0,46	0,15
		3	3D печать	2	2	2	2	2	2,00		0,20	0,07
	Проекты программной цифровизации	4	Электронные каталоги, справочники и базы данных	5	4	4	5	5	4,60	16	0,29	0,10
		5	Цифровая централизация управления	4	3	4	4	4	3,80		0,24	0,08
		6	Цифровое моделирование режимов работы электрических сетей	5	3	3	3	3	3,40		0,21	0,07
		7	Цифровое проектирование технологических объектов	5	4	4	4	4	4,20		0,26	0,09
	Проекты технологической цифровизации	8	Промышленный интернет вещей	4	4	4	4	4	4,00	26	0,16	0,05
		9	Искусственный интеллект	4	3	3	3	3	3,20		0,13	0,04
		10	Большие данные (Big Data)	5	4	4	5	5	4,60		0,18	0,06
		11	Технологии виртуальной и дополненной реальностей	4	4	3	3	4	3,60		0,14	0,05
		12	Облачные вычисления	3	3	4	4	4	3,60		0,14	0,05
		13	Блокчейн (системы распределенного реестра)	3	3	3	4	4	3,40		0,13	0,04
		14	Смарт-контракты	2	4	4	3	3	3,20		0,13	0,04

Таблица 4

Анализ проблемности цифровизации процессов (П)

Уровень 0	Уровень 1	Уровень 2		Экспертные оценки					Ср. знач.	Σ средн. знач.	Групп. коэф.	Ярусн. коэф.
		№ п/п	Направление цифровизации	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5				
Иерархическое дерево направлений цифровизации	Проекты технической цифровизации	1	Технологии беспроводной связи	3	2	3	3	4	3,00	9	0,32	0,11
		2	Цифровое энергетическое оборудование (первичное, вторичное), поддерживающие цифровой обмен данными	3	3	2	4	4	3,20		0,34	0,11
		3	3D печать	2	4	4	3	3	3,20		0,34	0,11
	Проекты программной цифровизации	4	Электронные каталоги, справочники и базы данных	3	2	2	3	3	2,60	12	0,22	0,07
		5	Цифровая централизация управления	2	2	3	2	2	2,20		0,19	0,06
		6	Цифровое моделирование режимов работы электрических сетей	3	3	3	3	3	3,00		0,26	0,09
		7	Цифровое проектирование технологических объектов	4	3	4	4	4	3,80		0,33	0,11
	Проекты технологической цифровизации	8	Промышленный интернет вещей	3	4	3	4	4	3,60	21	0,17	0,06
		9	Искусственный интеллект	3	1	2	2	2	2,00		0,09	0,03
		10	Большие данные (Big Data)	2	3	3	4	4	3,20		0,15	0,05
		11	Технологии виртуальной и дополненной реальностей	4	2	4	3	3	3,20		0,15	0,05
		12	Облачные вычисления	3	3	4	4	4	3,60		0,17	0,06
		13	Блокчейн (системы распределенного реестра)	4	3	3	3	3	3,20		0,15	0,05
		14	Смарт-контракты	4	3	2	2	2	2,60		0,12	0,04

Таблица 5

Анализ рациональности (наличие возможности внедрения) цифровизации процессов (Р)

Уровень 0	Уровень 1	Уровень 2		Экспертные оценки					Ср. знач.	Σ средн. знач.	Групп. коэф.	Ярусн. коэф.
		№ п/п	Направление цифровизации	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5				
Иерархическое дерево направлений цифровизации	Проекты технической цифровизации	1	Технологии беспроводной связи	3	2	3	3	3	2,80	9	0,31	0,10
		2	Цифровое энергетическое оборудование (первичное, вторичное), поддерживающие цифровой обмен данными	3	4	2	4	4	3,40		0,38	0,13
		3	3D печать	2	3	3	3	3	2,80		0,31	0,10
	Проекты программной цифровизации	4	Электронные каталоги, справочники и базы данных	3	3	4	4	4	3,60	14	0,26	0,09
		5	Цифровая централизация управления	3	2	3	2	2	2,40		0,18	0,06
		6	Цифровое моделирование режимов работы электрических сетей	3	4	4	3	3	3,40		0,25	0,08
		7	Цифровое проектирование технологических объектов	4	3	4	5	5	4,20		0,31	0,10
	Проекты технологической цифровизации	8	Промышленный интернет вещей	3	3	3	5	5	3,80	21	0,18	0,06
		9	Искусственный интеллект	3	2	2	2	2	2,20		0,10	0,03
		10	Большие данные (Big Data)	3	2	2	4	4	3,00		0,14	0,05
		11	Технологии виртуальной и дополненной реальностей	4	2	3	2	2	2,60		0,12	0,04
		12	Облачные вычисления	4	2	4	4	4	3,60		0,17	0,06
		13	Блокчейн (системы распределенного реестра)	4	2	4	4	4	3,60		0,17	0,06
		14	Смарт-контракты	4	2	2	2	2	2,40		0,11	0,04

Таблица 6

Расчет индекса приоритетности направлений цифровизации (ВПР)

Направление цифровизации			Коэффициенты			
			В	П	Р	Приоритетность
Проекты техн. цифр.	1	Технологии беспроводной связи	0,113	0,106	0,104	0,00125
	2	Цифровое энергетическое оборудование (первичное, вторичное), поддерживающие цифровой обмен данными	0,153	0,113	0,126	0,00219
	3	3D печать	0,067	0,113	0,104	0,00078
Проекты прогр. цифр. ровизации	4	Электронные каталоги, справочники и базы данных	0,096	0,075	0,088	0,00063
	5	Цифровая централизация управления	0,079	0,063	0,059	0,00029
	6	Цифровое моделирование режимов работы электрических сетей	0,071	0,086	0,083	0,00051
	7	Цифровое проектирование технологических объектов	0,088	0,109	0,103	0,00098
Проекты технологической цифровизации	8	Промышленный интернет вещей	0,052	0,056	0,060	0,00017
	9	Искусственный интеллект	0,042	0,031	0,035	0,00004
	10	Большие данные (Big Data)	0,060	0,050	0,047	0,00014
	11	Технологии виртуальной	0,047	0,050	0,041	0,00010
	12	Облачные вычисления	0,047	0,056	0,057	0,00015
	13	Блокчейн (системы распределенного реестра)	0,044	0,050	0,057	0,00012
	14	Смарт-контракты	0,042	0,040	0,038	0,00006

Таблица 7

Данные для построения диаграммы Парето

№ п/п	Направление процесса	Возд., %	Σ возд., %	АВС анализ
2	Цифровое энергетическое оборудование (первичное, вторичное), поддерживающие цифровой обмен данными	29,46 %	29,46 %	А
1	Технологии беспроводной связи	16,81 %	46,27 %	
7	Цифровое проектирование технологических объектов	13,22 %	59,49 %	
3	3D печать	10,55 %	70,04 %	
4	Электронные каталоги, справочники и базы данных	8,49 %	78,54 %	
6	Цифровое моделирование режимов работы электрических сетей	6,84 %	85,38 %	В
5	Цифровая централизация управления	3,96 %	89,34 %	
8	Промышленный интернет вещей	2,35 %	91,68 %	
12	Облачные вычисления	2,00 %	93,68 %	
10	Большие данные (Big Data)	1,89 %	95,58 %	С
13	Блокчейн (системы распределенного реестра)	1,68 %	97,26 %	
11	Технологии виртуальной	1,28 %	98,54 %	
14	Смарт-контракты	0,86 %	99,40 %	
9	Искусственный интеллект	0,60 %	100,00 %	

Для выявления наиболее приоритетных к внедрению цифровых технологий, которые возможны к внедрению в настоящее время, после определения индекса приоритетности необходимо построить диаграмму Парето (рис. 2).

Анализ диаграммы Парето осуществляем с помощью АВС-анализа, сущность которого заключается в разделении всех направлений на три группы, имеющих три уровня важности рекомендуемых к внедрению технологий:

• группа А – наиболее важные, первоочередные к внедрению цифровые технологии, которые в сумме имеют не более 80 % и на данный момент это – «Цифровое энергетическое оборудование (первичное, вторичное), поддерживающие цифровой обмен данными», «Технологии беспроводной связи», «Цифровое проектирование технологических объектов», «3D печать», «Электронные каталоги, справочники и базы данных»;

Рис. 2. Построение диаграммы Парето

- группа В – прочие цифровые технологии, которые в сумме имеют не более 15 %, это: «Цифровое моделирование режимов работы электрических сетей», «Цифровая централизация управления», «Промышленный интернет вещей», «Облачные вычисления»;

- группа С – остальные, самые наименее значимые направления, которые не требуют внедрения в ближайшей перспективе.

Заключение

Разработанная методика определения приоритетных процессов цифровизации имеет следующие достоинства:

- рассматриваемые процессы анализируются как взаимосвязанная система процессов, имеющая иерархическую структуру;

- квалитетрический подход к определению коэффициентов важности, проблемности и возможности позволяет определить ярусные коэффициенты, которые показывают весомость каждого процесса относительно любого другого

процесса на данном ярусе «дерева процессов» по выбранным критериям;

- расчет предложенного индекса приоритетности процесса как произведение трех коэффициентов (важности, проблемности, возможности) позволяет получить числовую интегральную оценку приоритетности данного процесса;

- применение анализа Парето на заключительном этапе реализации методики позволяет определить наиболее приоритетные процессы цифровизации, внедрение которых дает максимальный эффект для развития организации.

Разработанная методика универсальна и может применяться не только в сфере электросетевого хозяйства. Ее применение позволит повысить эффективность цифрового развития компании и дать возможность объективно оценивать степень готовности к внедрению того или иного направления в цифровом развитии, что в итоге повлияет на оправданное планирование и достижение эффективного развития в целом.

Библиографический список

1. Юшков К.С., Ялунин М.Н. IT-стратегия развития предприятия в формате цифровой экономики // Экономика и предпринимательство. 2017. № 7 (84). С. 994–998.
2. Корнышова Е.М. Определение приоритетов в управлении бизнес-процессами на предприятии // Российский экономический интернет-журнал. 2007. № 1. С. 53.
3. Азгальдов Г.Г. Общие сведения о методологии квалитетрии // Стандарты и качество. 1994. № 11.