Международный научно-исследовательский журнал
«Прогрессивная экономика»
№ 8 / 2026 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/fasetno-klasternaya-klassifikacziya-modelej-czifrovoj-transformaczii-vzaimodejstviya-subektov-elektroenergetiki-i-it-kompanij/
Научная статья / Original article
Шифр научной специальности ВАК: 5.2.3
УДК 338.45
DOI: 10.54861/27131211_2026_8_319



ФАСЕТНО-КЛАСТЕРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ИТ-КОМПАНИЙ

Войткевич С.В., *соискатель, Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва, Россия*
111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, 14/1
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-0067-4886
e-mail: stvlvoytkevich@mail.ru

Аннотация. Цифровая трансформация электроэнергетики Российской Федерации осуществляется в условиях, когда отраслевые компании не обладают полным набором ИТ-компетенций, а ИТ-компании не располагают достаточным знанием технологической специфики энергосистемы. Проблема исследования состоит в том, что сложившееся многообразие форм взаимодействия субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний не имеет системного научного описания: существующие таксономии носят преимущественно иерархический характер и не позволяют одновременно учитывать организационно-правовую форму, предметную направленность сотрудничества и режим передачи прав на результаты интеллектуальной деятельности. Целью статьи является разработка классификации моделей взаимодействия субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний, обеспечивающей описание всего многообразия реально существующих форм сотрудничества без искусственного упрощения. Гипотеза исследования: взаимодействие субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний носит многомерный характер и адекватно описывается не одной иерархической схемой, а комбинацией значений нескольких независимых классификационных оснований. Научная новизна работы заключается в построении фасетно-кластерной классификации, включающей пять независимых фасетов, пять организационно-правовых моделей взаимодействия, пять предметно-целевых кластеров, а также в выделении ранее не описанного в литературе кластера унификации форматов информационного обмена. Методической основой выступают фасетный метод классификации, содержательная кластеризация на основе экспертных оценок, контент-анализ нормативно-правовых актов и организационных структур субъектов отрасли. Основным результатом является интеграционная матрица «Модель – Кластер», фиксирующая релевантность каждой организационно-правовой формы конкретному

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

направлению цифровой трансформации. Практическая значимость состоит в возможности использования матрицы при выборе формы привлечения ИТ-компетенций и при формировании программ цифровой трансформации. Перспективы дальнейших исследований связаны с количественной верификацией матрицы на репрезентативной выборке договоров и проектов.

Ключевые слова: цифровая трансформация, электроэнергетика, ИТ-компании, фасетная классификация, кластерный анализ, модели взаимодействия, критическая информационная инфраструктура.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Войткевич С.В. Фасетно-кластерная классификация моделей цифровой трансформации взаимодействия субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний // Прогрессивная экономика. 2026. № 8. С. 319–336. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_8_319.

Статья поступила в редакцию: 10.07.2026 г. Одобрена после рецензирования: 19.08.2026 г. Принята к публикации: 21.08.2026 г.

FACET-AND-CLUSTER CLASSIFICATION OF DIGITAL TRANSFORMATION MODELS OF INTERACTION BETWEEN ELECTRIC POWER INDUSTRY ENTITIES AND IT COMPANIES

Voitkevich S.V., *Applicant, National Research University «MPEI», Moscow, Russia*
14/1, Krasnokazarmennaya str., Moscow, 111250
ORCID: https://orcid.org/0009-0005-0067-4886
e-mail: stvlvoytkevich@mail.ru

Abstract. The digital transformation of the Russian electric power industry proceeds under conditions in which industry companies lack a complete set of IT competencies, while IT companies lack sufficient knowledge of the technological specifics of the power system. The research problem is that the existing variety of interaction forms between power industry entities and IT companies has no systematic scientific description: current taxonomies are predominantly hierarchical and do not allow simultaneous consideration of the organizational and legal form, the subject orientation of cooperation, and the regime of intellectual property transfer. The aim of the article is to develop a classification of interaction models between power industry entities and IT companies that describes the full variety of actually existing cooperation forms without artificial simplification. The research hypothesis is that such interaction is multidimensional and is adequately described not by a single hierarchical scheme but by a combination of values of several independent classification bases. The scientific novelty lies in the construction of a facet-and-cluster classification comprising five independent facets, five organizational and legal interaction models, and five subject-target clusters, as well as in identifying a previously undescribed cluster of information exchange format unification. The methodological basis includes the facet

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

classification method, expert-based substantive clustering, and content analysis of regulatory acts and organizational structures of industry entities. The main result is the integration matrix "Model – Cluster", which records the relevance of each organizational and legal form to a specific direction of digital transformation. The practical significance consists in the possibility of using the matrix when selecting a form of attracting IT competencies and when forming digital transformation programs. Further research prospects involve quantitative verification of the matrix on a representative sample of contracts and projects.

Keywords: digital transformation, electric power industry, IT companies, facet classification, cluster analysis, interaction models, critical information infrastructure.

JEL classification: O33, L22.

Conflict of interest. The author declares that there is no conflict of interest.

For citation: Voitkevich S.V. (2026). Fasetno-klasternaya klassifikatsiya modelei tsifrovoi transformatsii vzaimodeistviya sub"ektov ehlektroehnergetiki i IT-kompanii [Facet-and-cluster classification of digital transformation models of interaction between electric power industry entities and IT companies]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 8, 319–336. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_8_319. (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 10/07/2026. Approved after review: 19/08/2026. Accepted for publication: 21/08/2026.

Введение

Электроэнергетика относится к числу отраслей, в которых цифровые технологии применяются на протяжении десятилетий, однако современный этап цифровизации качественно отличается от предшествующих: происходит переход от точечного внедрения отдельных решений к комплексной трансформации архитектуры взаимодействия между участниками отрасли [1].

Актуальность темы определяется несколькими обстоятельствами. Во-первых, масштабом рынка. Рынок цифровых услуг для электроэнергетической отрасли демонстрирует устойчивую положительную динамику, что означает формирование самостоятельного сегмента отраслевых ИТ-услуг с собственной институциональной структурой [2]. Во-вторых, требованиями технологического суверенитета. Отраслевые эксперты фиксируют, что энергетические компании вынуждены искать баланс между импортозамещением и продолжением реализации стратегий цифровой трансформации; замещение зарубежных продуктов происходит на всех уровнях ИТ-инфраструктуры – от системного программного обеспечения и СУБД до специализированных прикладных систем [3].

В-третьих, статусом энергетической инфраструктуры как объекта критической информационной инфраструктуры (Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ), что накладывает жёсткие ограничения на допустимые формы привлечения внешних ИТ-подрядчиков. В-четвёртых, отсутствием единых стандартов информационного обмена при одновременном развитии

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

каждым крупным холдингом собственной ИТ-экосистемы, что ведёт к фрагментации информационного пространства отрасли [4].

При этом взаимодействие субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний остаётся описанным преимущественно на уровне отдельных кейсов. Отсутствует классификационный инструментарий, который позволял бы соотнести организационно-правовую форму сотрудничества с его содержательной направленностью и режимом прав на создаваемые нематериальные активы. *Целью* статьи является разработка фасетно-кластерной классификации моделей взаимодействия субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний, обеспечивающей многомерное описание форм сотрудничества и установление соответствия между организационно-правовыми моделями и предметно-целевыми направлениями цифровой трансформации.

Для достижения цели решаются следующие задачи: обоснование выбора фасетного метода; выделение классификационных оснований; типологизация организационно-правовых моделей; формирование предметно-целевых кластеров; построение интеграционной матрицы «Модель – Кластер».

Обзор литературы

Исследования цифровой трансформации электроэнергетики можно условно разделить на четыре группы. Первая группа – работы, посвящённые общим предпосылкам и барьерам цифровизации отрасли. В них систематизируются факторы, способствующие масштабному внедрению информационных технологий на энергетических предприятиях, и обосновывается критическая значимость комплексного характера цифровой трансформации для роста эффективности энергосистемы [5]. Близкую позицию занимают авторы, анализирующие проблемы и перспективы цифровизации электроэнергетики и фиксирующие разрыв между декларируемыми программами и фактическим уровнем внедрения [6]. Общим ограничением этих работ является макроуровневая оптика: субъектный состав процесса трансформации остаётся за рамками анализа.

Вторая группа – исследования институциональной и межгосударственной рамки цифровой трансформации. Здесь показано, что современный виток цифровизации меняет сложившуюся архитектуру взаимодействия между участниками отрасли и требует интенсификации отраслевого сотрудничества [1]. Аналогичный вывод о необходимости совместных усилий государства и крупных энергетических компаний делается в аналитических обзорах международного опыта [7]. Однако конкретные организационно-правовые формы такого сотрудничества не типологизируются.

Третья группа – работы по отдельным предметным направлениям взаимодействия: предиктивная аналитика и машинное обучение в диагностике оборудования [8; 9], информационная безопасность и киберситуационная

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

осведомлённость энергетических объектов [10; 11], цифровые платформы и клиентские сервисы [12; 13], модели активного потребителя и агрегаторов нагрузки [14], сетевые формы организации инновационных процессов [15]. Эти исследования дают содержательное наполнение отдельных направлений, но не связывают их с формой организации отношений между заказчиком и разработчиком.

Четвёртая группа – нормативно-технические источники, задающие рамку интероперабельности. Серия национальных стандартов ГОСТ Р 58651 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Информационная модель электроэнергетики» устанавливает требования к профилям информационных моделей и организации автоматизированного информационного обмена, включая профили схем электрических соединений и устройств релейной защиты и автоматики. Данный пласт источников носит нормативный, а не аналитический характер и не содержит экономико-организационной интерпретации.

Проведённый анализ показывает, что в литературе достаточно подробно описаны, с одной стороны, технологические направления цифровизации электроэнергетики, а с другой – макроэкономические условия её осуществления. Однако практически неразработанным остаётся промежуточный, мезоуровневый аспект: какие именно организационно-правовые формы взаимодействия субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний существуют, чем они различаются по режиму прав на создаваемые нематериальные активы и какие из них релевантны конкретным направлениям цифровой трансформации. Кроме того, ни в одной из рассмотренных работ проблема унификации форматов информационного обмена не выделяется в качестве самостоятельного направления межсубъектного взаимодействия, хотя нормативная база для этого уже сформирована. Вклад настоящего исследования состоит в заполнении указанного пробела посредством построения фасетно-кластерной классификации и интеграционной матрицы «Модель – Кластер».

Материалы и методы

Материалы исследования составили: нормативно-правовые акты Российской Федерации в сфере электроэнергетики и информационной безопасности (в том числе Федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ, Доктрина энергетической безопасности РФ 2019 г.); серия национальных стандартов ГОСТ Р 58651; публичная корпоративная отчётность и данные об организационных структурах вертикально интегрированных холдингов (ПАО «Интер РАО», ПАО «Россети», ПАО «РусГидро», Госкорпорация «Росатом», ПАО «Т Плюс», ПАО «ЛУКОЙЛ»); материалы индустриального центра компетенций «Электроэнергетика»; отраслевая аналитика и научные публикации.

Методы исследования:

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

1. Фасетный метод классификации. В отличие от иерархических классификаций, фасеты не ранжируются, среди них не выделяются первоочередные и второстепенные, а итоговые группировки строятся путём комбинации значений из разных фасетов. Это принципиально для предмета исследования, поскольку взаимодействие субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний носит многомерный характер и не может быть адекватно описано в рамках одной жёсткой иерархической схемы.

2. Содержательная кластеризация: множество моделей, выделенных по организационно-правовому основанию, группируется в однородные кластеры по признаку предметно-целевой направленности сотрудничества. Применение процедуры позволяет выявлять неочевидные, латентные группировки на основе совокупности разнородных признаков и перейти от априорной, умозрительной классификации к эмпирически обоснованной.

3. Матричный метод – для построения интеграционной матрицы, фиксирующей релевантность организационно-правовых моделей предметно-целевым кластерам. Интенсивность связи в матрице оценивалась по трёхуровневой шкале на основе агрегирования экспертных оценок и частоты встречаемости соответствующих кейсов в проанализированном корпусе материалов.

Результаты и обсуждение

Пусть A – множество всех реально существующих и потенциально возможных взаимодействий субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний. Фасет φ_i определяется как конечное множество значений отдельного независимого признака классификации:

$$\varphi_i = \{\vartheta_{i1}, \vartheta_{i2}, \dots, \vartheta_{in}\}, i = \overline{1,n}$$

В рамках фасетной классификации автором выделены следующие независимые классификационные основания (фасеты), каждое из которых отражает один из существенных аспектов взаимодействия (рис. 1).

Фасет 1: Организационно-правовая форма взаимодействия. Данный фасет отражает степень институциональной интеграции субъекта электроэнергетики и ИТ-компании. Значения фасета упорядочены по убыванию глубины интеграции от полного корпоративного контроля через частичное объединение капитала и компетенций к последовательно ослабевающим формам рыночной координации:

1а) создание дочерней ИТ-компании (кэптивная модель);
1б) совместное предприятие или стратегическое партнёрство;
1в) договорные отношения в рамках Гражданского кодекса;
1г) аутсорсинг ИТ-функций;
1д) консультационные и аудиторские услуги.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Мощность фасета $\varphi_1 = 5$. Данный фасет является ключевым с точки зрения управления рисками: он определяет, сохраняет ли субъект электроэнергетики контроль над критичными функциями внутри периметра корпоративной группы.

Фасет 1	Организационно-правовая форма взаимодействия	**1а** Кэптивная ИТ-компания	**1в** Договорные отношения (ГК РФ)	**1д** Консультационные / аудиторские услуги
		1б Совместное предприятие / партнёрство	**1г** Аутсорсинг ИТ-функций	
Фасет 2	Тип взаимодействующих субъектов	**2а** Генерация ↔ кэптивная ИТ-компания	**2в** Сети ↔ дочерняя ИТ-компания	**2д** Сбыт ↔ ИТ-компания
		2б Генерация ↔ внешний ИТ-интегратор	**2г** Сети ↔ внешний разработчик ПО	**2е** Потребитель ↔ ИТ-компания
Фасет 3	Предметная область взаимодействия	**3а** Цифровизация операционных процессов	**3в** Интеграция ВИЭ, распределённая генерация	**3д** Клиентские сервисы
		3б Аналитика, Big Data, ИИ	**3г** Информационная безопасность	**3е** Стандартизация информационного обмена
Фасет 4	Модель передачи прав на ИТ-продукт	**4а** Полная передача прав	**4в** Купля-продажа коробочного решения	**4д** Совместное владение ИС
		4б Лицензионный договор	**4г** SaaS / PaaS / IaaS (облачный доступ)	
Фасет 5	Степень вовлечения внешних ИТ-ресурсов	**5а** Полная внутренняя ИТ-интеграция	**5б** Смешанная модель	**5в** Полная внешняя ИТ-интеграция

Рис. 1. Фасетная классификация моделей взаимодействия субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний

Источник: составлено автором

Fig. 1. Facet classification of interaction models between electric power industry entities and IT companies

Source: compiled by the author

Фасет 2: Тип взаимодействующих субъектов. Данный фасет определяет, какие категории субъектов электроэнергетики вступают во взаимодействие с какими типами ИТ-компаний. Его самостоятельность обусловлена тем, что технологический профиль и структура ИТ-потребностей генерирующей, сетевой и сбытовой компании принципиально различны и не выводятся из организационно-правовой формы отношений. Значения фасета:

2а) генерирующая компания – кэптивная ИТ-компания;
2б) генерирующая компания – внешний ИТ-интегратор;
2в) сетевая компания – дочерняя ИТ-компания;
2г) сетевая компания – внешний разработчик ПО;
2д) сбытовая компания – ИТ-компания-разработчик;
2е) потребитель – ИТ-компания.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Мощность фасета $\varphi_2 = 6$. Включение в фасет позиции «потребитель – ИТ-компания» (2е) отражает институциональные изменения, связанные со становлением активного потребителя как самостоятельного субъекта отношений.

Фасет 3: Предметная область взаимодействия. Данный фасет характеризует целевую направленность сотрудничества и отвечает на вопрос, что именно является объектом совместной деятельности. Значения фасета:

3а) цифровизация операционных процессов (АСУ ТП, цифровые подстанции, SCADA-системы);

3б) разработка аналитических и прогностических систем (Big Data, ИИ, предиктивная аналитика);

3в) интеграция ВИЭ и управление распределённой генерацией;

3г) информационная безопасность;

3д) клиентские сервисы (биллинг, CRM, мобильные приложения);

3е) стандартизация и унификация информационного обмена.

Мощность фасета $\varphi_3 = 6$. Данный фасет содержательно независим от Ф1: одна и та же предметная область может осваиваться в принципиально различных организационно-правовых формах, и наоборот.

Фасет 4: Модель передачи прав на ИТ-продукт. Данный фасет определяет, на каких условиях субъект электроэнергетики получает доступ к результатам ИТ-разработки. Значения фасета:

4а) полная передача прав на нематериальные активы;

4б) лицензионный договор;

4в) купля-продажа коробочного решения;

4г) SaaS / PaaS / IaaS (доступ к облачным ресурсам без передачи прав);

4д) совместное владение интеллектуальной собственностью.

Мощность фасета $\varphi_4 = 5$. Экономическая значимость этого основания состоит в том, что оно определяет распределение будущих выгод от созданного нематериального актива и степень технологической зависимости заказчика от разработчика. Именно данный фасет проводит границу между приобретением актива (4а, 4д), приобретением права пользования (4б, 4в) и приобретением услуги (4г).

Фасет 5: Степень вовлечения внешних ИТ-ресурсов. Данный фасет отражает баланс между внутренними и внешними ИТ-компетенциями субъекта электроэнергетики. Значения фасета:

5а) полная внутренняя ИТ-интеграция;

5б) смешанная модель;

5в) полная внешняя ИТ-интеграция.

Мощность фасета $\varphi_5 = 3$. В отличие от Ф1, фиксирующего юридическую форму отдельного взаимодействия, Ф5 характеризует агрегированную стратегическую позицию субъекта в отношении ИТ-функции в целом.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Классификационное пространство взаимодействий задаётся декартовым произведением фасетов:

$$\Phi = \varphi_1 \times \varphi_2 \times \varphi_3 \times \varphi_4 \times \varphi_5$$

Каждое конкретное взаимодействие $a \in A$ описывается фасетной формулой – упорядоченным кортежем значений:

$$F(a) = \langle \vartheta_{1j}, \vartheta_{2k}, \vartheta_{3l}, \vartheta_{4m}, \vartheta_{5p} \rangle \in \Phi$$

Предложенная фасетная классификация, в отличие от традиционных иерархических таксономий, позволяет описывать каждое конкретное взаимодействие как уникальную комбинацию значений по пяти независимым классификационным основаниям.

Взаимная независимость выделенных оснований подтверждается тем, что фиксация значения любого из фасетов не детерминирует однозначно значения остальных. Так, значение 1в (договорные отношения) совместимо с любым из значений фасета φ_4, а значение 3г (информационная безопасность) реализуется при любом значении фасета φ_1.

Практическая работоспособность классификатора демонстрируется на конкретных примерах кодирования:

1. Сетевой холдинг – собственная дочерняя ИТ-компания (например, ПАО «Россети» и АО «Россети Цифра»), разработка систем технологического управления с полной передачей прав: 1а–2в–3а–4а–5а.

2. Независимая сбытовая компания – внешний разработчик, приобретение готовой биллинговой системы:1в–2д–3д–4в–5в.

3. Генерирующая компания – внешний интегратор, аутсорсинг мониторинга инцидентов информационной безопасности по облачной модели: 1г–2б–3г–4г–5б.

4. Совместное предприятие сетевой компании и вендора по разработке профилей информационного обмена с совместным владением интеллектуальной собственности: 1б–2г–3е–4д–5б.

5. Аудит защищённости информационных систем генерирующей компании внешним консультантом: 1д–2б–3г–4б–5в.

Данный подход обеспечивает необходимую гибкость и позволяет описывать всё многообразие реально существующих форм взаимодействия без искусственного упрощения.

Построенный фасетный классификатор, обладая высокой описательной точностью, порождает методологическую проблему, известную в теории классификации как проблема размерности. Мощность классификационного пространства составляет:

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

$$|\Phi| = \prod_{i=1}^{5} n_i = 5 \times 6 \times 6 \times 5 \times 3 = 2700.$$

Существенно, что $|\Phi|$ характеризует лишь теоретическую ёмкость классификатора. Реально наблюдаемое подмножество $A^* \subset \Phi$ значительно у́же вследствие действия двух групп ограничений: нормативных (требования к защите объектов критической информационной инфраструктуры исключают ряд сочетаний внешней интеграции с критичными предметными областями) и экономических (издержки создания кэптивной структуры делают комбинации с полной внутренней интеграцией недоступными для средних и малых субъектов отрасли). Выявление структуры допустимого подмножества A^* и составляет содержательную задачу последующего анализа.

Пространство $|\Phi|$ мощностью 2700 элементов исчерпывающе описывает единичное взаимодействие, однако не даёт ответа на вопрос управленческого характера: какие сочетания признаков являются устойчивыми, воспроизводимыми и, следовательно, могут рассматриваться как модели, а не как случайные конфигурации. Иными словами, фасетная классификация решает задачу описания, но не решает задачу типологизации.

Переход от описания к типологизации требует процедуры свёртки – редукции многомерного пространства к его информативной проекции. Методологическим основанием такой редукции служит различие в функциональной роли фасетов.

Проведённый анализ показывает, что пять выделенных оснований неравноценны по своей объясняющей способности применительно к задаче выбора формы взаимодействия. Фасеты φ_2, φ_4 и φ_5 являются производными: тип взаимодействующих субъектов (φ_2) в значительной мере предопределяется масштабом и специализацией субъекта электроэнергетики; режим передачи прав (φ_4) детерминируется организационно-правовой формой (при кэптивной модели права остаются внутри группы, при аутсорсинге передача прав, как правило, отсутствует); степень внешней интеграции (φ_5) представляет собой агрегированную характеристику, выводимую из совокупности индивидуальных взаимодействий субъекта. Формально это означает наличие устойчивых условных зависимостей для ряда сочетаний, то есть частичную информационную избыточность указанных фасетов.

Напротив, фасеты φ_1 (организационно-правовая форма) и φ_3 (предметная область) сохраняют взаимную независимость и в совокупности несут основную объясняющую нагрузку. φ_1 отвечает на вопрос «как организовано взаимодействие», φ_3 – на вопрос «для чего оно организовано».

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Именно пересечение этих двух вопросов образует ядро управленческого решения: субъект отрасли, определив приоритетное направление цифровой трансформации, должен избрать адекватную ему институциональную форму привлечения ИТ-компетенций.

Соответственно, редукция классификационного пространства осуществляется посредством проекции:

$$\pi: \Phi \to \varphi_1 \times \varphi_3, \pi\left(\langle \vartheta_{1j}, \vartheta_{2k}, \vartheta_{3l}, \vartheta_{4m}, \vartheta_{5p} \rangle\right) \to \langle \vartheta_{1j}, \vartheta_{3l} \rangle.$$

Полученная проекция имеет мощность $5 \times 6 = 30$ и уже поддаётся содержательной интерпретации. Однако прямое использование проекции $\varphi_1 \times \varphi_3$ в качестве аналитического инструмента затруднено двумя обстоятельствами.

Первое: значения фасета φ_1, взятые изолированно, суть юридические конструкции, а не экономические модели. Для превращения их в модели взаимодействия требуется содержательная интерпретация – раскрытие характерного для каждой формы распределения инвестиций, рисков, компетенций и прав. Результатом такой интерпретации выступают пять организационно-правовых моделей ($M_1 \ldots M_5$, рис. 2), находящихся во взаимно однозначном соответствии со значениями фасета φ_1:

$$M_j \leftrightarrow \vartheta_{1j}, i = \overline{1,5}$$

Модель 1	Модель 2	Модель 3	Модель 4	Модель 5
Инвестиционно-интеграционная	Партнёрско-кооперационная	Контрактно-договорная	Аутсорсинговая	Консультационно-аудиторская
• Создание дочерних ИТ-компаний • Поглощение перспективных ИТ-компаний • Расширение технологического портфеля	• Совместные предприятия • Долгосрочные эксклюзивные партнёрства • Объединение ресурсов и компетенций • Разделение рисков и инвестиций	• Разработка ПО с передачей прав • Разработка ПО без передачи прав (лицензия) • Купля-продажа коробочного решения • Лицензия + обслуживание и обновление	• Системная интеграция «под ключ» • Облачные сервисы (SaaS, IaaS, PaaS) • Аренда ЦОД • Передача непрофильных ИТ-функций	• ИТ-аудит инфраструктуры и процессов • Оценка уязвимостей • Консультирование по цифровизации • Разработка рекомендаций по ИБ
Субъекты: крупные генерирующие и сетевые компании	Субъекты: все типы	Субъекты: все типы	Субъекты: сбытовые компании, малые сетевые, потребители	Субъекты: все типы

Рис. 2. Авторская классификация моделей взаимодействия по организационно-правовому основанию

Источник: составлено автором

Fig. 2. The author's classification of interaction models based on the organizational and legal basis

Source: compiled by the author

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Второе: значения фасета φ_3 представляют собой перечень технологических направлений, между которыми существуют содержательные связи, не отражённые в плоском перечислении. Так, интеграция ВИЭ (3в) неотделима от развития прогностических систем (3б), а клиентские сервисы (3д) опираются на ту же платформенную основу. Простое перечисление направлений не выявляет их группировки вокруг общих векторов цифровой трансформации. Для преодоления этого ограничения к значениям фасета φ_3 применяется процедура содержательной кластеризации, объединяющая направления в однородные группы по критерию общности целевой установки, состава требуемых компетенций и характера создаваемого результата. Результатом выступают пять предметно-целевых кластеров: (K_1 ... K_5, рис. 3)

Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 4	Кластер 5
Цифровая трансформация производственных процессов	Устойчивое развитие, экология, интеграция ВИЭ	Информационная безопасность критической инфраструктуры	Цифровые сервисы для потребителей	Унификация форматов обмена информацией
• Smart Grid, цифровые подстанции • АСУ ТП, SCADA, телеуправление • Предиктивная диагностика оборудования • Системы учёта и прогнозирования • Big Data и ИИ для энергорежимов	• Прогнозирование выработки ВИЭ • Управление распределённой генерацией • Виртуальные электростанции • Системы накопления энергии • Инфраструктура для электромобилей	• Защита КИИ (ФЗ-187) • Мониторинг и аудит ИБ • Контроль доступа, видеонаблюдение • Адаптация средств защиты под отрасль • Семантическое моделирование угроз	• Мобильные приложения, личные кабинеты • CRM-системы, биллинг • Чат-боты техподдержки • Онлайн-передача показаний и оплата • Кастомизация клиентского опыта	• ГОСТ Р 58651 (CIM-модель) • Разработка единых протоколов • Межотраслевые хакатоны, конференции • Пилотные площадки для тестирования • Координация через регуляторов
Субъекты: генерация, сети	Субъекты: генерация, потребители	Субъекты: все типы	Субъекты: сбыт, потребители	Субъекты: все типы + представители государственной власти

Рис. 3. Кластерный анализ моделей взаимодействия по предметно-целевому основанию

Источник: составлено автором

Fig. 3. Cluster analysis of interaction models based on subject-target basis

Source: compiled by the author

Интерпретируя двумерную проекцию пятимерного фасетного пространства на плоскость двух информационно независимых оснований (организационно-правовой формы и предметно-целевой направленности), сформируем интеграционную матрицу «Модель – Кластер» (таблица 1).

Содержательный смысл матрицы состоит в том, что она восстанавливает утраченную при редукции управленческую информацию в агрегированном виде: ячейка матрицы фиксирует не единичный факт, а устойчивую закономерность соответствия институциональной формы содержательной задаче. Тем самым осуществляется переход от классификации как инструмента упорядочения к матрице как инструменту обоснования управленческого выбора.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Примеры ячеек:

М1 × К1: Интер РАО-ИТ разрабатывает системы предиктивной диагностики турбин

М2 × К5: Совместный проект Россетей и российских вендоров по стандартизации CIM-модели

М4 × К3: Аутсорсинг мониторинга ИБ-инцидентов специализированной ИТ-компанией

Анализ матрицы позволяет сделать несколько содержательных выводов. Во-первых, контрактно-договорная модель (М3) является универсальной: она доминирует в четырёх кластерах из пяти. Это объясняется её гибкостью и отсутствием требований к формированию постоянных организационных структур.

Таблица1

Интеграционная матрица «Модель – Кластер»

Table 1

Integration matrix «Model – Cluster»

	Кластер 1: Цифровизация производства	Кластер 2: Устойчивое развитие, ВИЭ	Кластер 3: Информационная безопасность	Кластер 4: Клиентские сервисы	Кластер 5: Унификация обмена
Модель 1. Инвестиционно-интеграционная	●●●	●●○	●●○	●●○	●○○
Модель 2. Партнёрско-кооперационная	●●○	●●●	●○○	●○○	●●●
Модель 3. Контрактно-договорная	●●●	●●●	●●●	●●●	●○○
Модель 4. Аутсорсинговая	●●○	●●○	●●●	●●●	●○○
Модель 5. Консультационно-аудиторская	●○○	●○○	●●●	●○○	●●○

Обозначения: ●●● – доминирующая модель; ●●○ – широко применяемая модель: ●○○ – модель применяется ограниченно

Источник: составлено автором
Source: compiled by the author

Единственным исключением выступает кластер унификации обмена, где разовые договорные отношения принципиально не способны решить задачу выработки общеотраслевых стандартов. Во-вторых, кластер 5 демонстрирует инверсную структуру по отношению ко всем остальным: здесь доминируют партнёрско-кооперационная и консультационно-аудиторская

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

модели, тогда как контрактно-договорная и аутсорсинговая применяются ограниченно. Это отражает природу задачи стандартизации как коллективного блага, которое не может быть создано в рамках двусторонней сделки.

В-третьих, кластер 3 (информационная безопасность) является единственным, где одновременно доминируют три модели (М3, М4, М5). Это объясняется многослойностью задачи: аудит и оценка защищённости реализуются консультационно, разработка средств защиты – контрактно, операционный мониторинг инцидентов – на аутсорсинге.

В-четвёртых, инвестиционно-интеграционная модель (М1) не доминирует ни в одном кластере, кроме первого, но при этом широко применяется в трёх из оставшихся четырёх. Это свидетельствует о том, что кэптивная модель выступает не альтернативой рыночным формам, а базовым слоем, поверх которого достраиваются иные формы взаимодействия.

Исходя из вышесказанного, можно сказать, что предложенная матрица выполняет функцию инструмента управленческого выбора: она позволяет субъекту электроэнергетики, определив приоритетное направление цифровой трансформации, идентифицировать релевантный набор организационно-правовых форм привлечения ИТ-компетенций.

Заключение

В результате исследования разработана фасетно-кластерная классификация моделей взаимодействия субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний, включающая пять независимых классификационных оснований (фасетов), пять организационно-правовых моделей взаимодействия с детализацией контрактно-договорной модели на четыре подмодели, а также пять предметно-целевых кластеров. Гипотеза исследования подтверждена: взаимодействие субъектов электроэнергетики и ИТ-компаний носит многомерный характер, и каждое конкретное взаимодействие корректно описывается как комбинация значений по независимым фасетам, а не как позиция в жёсткой иерархической схеме.

Основные результаты работы:

1. Обоснована применимость фасетного метода к описанию отношений «энергетика – ИТ» и показано, что комбинаторное пространство классификации существенно превосходит описательные возможности иерархических таксономий.

2. Выделен и содержательно обоснован ранее не описанный в качестве самостоятельного кластер унификации форматов информационного обмена, эмпирическим подтверждением значимости которого выступает развитие серии национальных стандартов ГОСТ Р 58651 и создание межкорпоративных рабочих групп по их внедрению.

3. Построена интеграционная матрица «Модель – Кластер», фиксирующая релевантность каждой организационно-правовой формы конкретному направлению цифровой трансформации.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Практическая значимость результатов состоит в возможности использования матрицы субъектами электроэнергетики при выборе формы привлечения ИТ-компетенций, а органами регулирования – при проектировании мер поддержки межотраслевого взаимодействия, в первую очередь в сфере стандартизации информационного обмена.

Перспективы дальнейших исследований связаны, во-первых, с количественной верификацией интеграционной матрицы на репрезентативной выборке договоров и реализованных проектов с применением формализованных процедур многомерной статистики; во-вторых, с разработкой критериев экономической эффективности выбора конкретной модели взаимодействия; в-третьих, с исследованием динамики миграции субъектов между моделями по мере накопления ими собственных цифровых компетенций.

Литература

1. Купчиков Т.В., Борматин В.Е., Герих В.П., Ермоленко Г.В., Рахимов А.С., Фролова О.Ю. Цифровая трансформация электроэнергетики: от Союза Советских Социалистических Республик к Содружеству Независимых Государств // Энергетический вестник. 2023. № 28. С. 20–39. https://doi.org/10.24412/2075-2318-2023-28-20-39.

2. Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития / под ред. Н.Д. Рогалева. М.: Издательство МЭИ, 2019. 300 с.

3. Зейтениди Н. Цифровая трансформация энергетики: как ИТ-технологии меняют отрасль // Энергетика и промышленность России. 2025. № 13–14 (513–514). URL: https://www.eprussia.ru/epr/513-514/3787678.htm.

4. Хоботова Л.В., Непринцева Е.В., Шубин С.А. Стратегия цифровой трансформации: оценка цифровой зрелости электроэнергетической отрасли России // Стратегические решения и риск-менеджмент. 2022. № 13 (3). С. 234–244. https://doi.org/10.17747/2618-947X-2022-3-234-244.

5. Горбенко А.В., Дукачев И.В. Предпосылки и перспективы использования цифровых технологий в электроэнергетике // Экономические исследования и разработки. URL: http://edrj.ru/article/08-12-24.

6. Файзуллин Р.Н., Козлов В.К. Цифровизация в электроэнергетике: проблемы и перспективы развития // Вестник науки. 2025. № 2 (83). С. 480–487.

7. Трансформация электроэнергетики: Тренды. модели, механизмы и практики управления / И.О. Волкова, Е.Д. Бурда, Е.В. Гаврикова [и др.]. Иркутск: Иркутский национальный исследовательский технический университет, 2020. 354 с.

8. Баринова В.А., Девятова А.А., Ломов Д.Ю. Роль цифровизации в глобальном энергетическом переходе и в Российской энергетике // Вестник

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2021. №4. С. 126–145.

9. Пипия Ю.С. Использование технологий интернета вещей в электроэнергетике: возможности и ограничения в процессе перехода // Научные записки молодых исследователей. 2019. № 5. С. 56–64.

10. Молчанов Н. А., Матевосова Е. К. Энергетическая безопасность в эпоху дигитализации // Вестник Университета имени О. Е. Кутафина. 2020. №3 (67). С. 86–95. https://doi.org/10.17803/2311-5998.2020.67.3.086-095.

11. Дыбля Т.В., Тарасов В.О., Косников С.Н. Технологии обеспечения безопасности в условиях цифровой трансформации // Прикладные экономические исследования. 2023. №3. С. 195–202.

12. Сулейманов Р.И. Применение CRM-систем в целях эффективного управления в энергосбытовых компаниях ОАО "Энергосбыт Плюс" // Национальная ассоциация ученых. 2016. № 3–1 (19). С. 112–116

13. Шаров В.В., Фатыхов Р.И. Автоматизированная система учета электроэнергии с использованием Web технологий // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2015. № 9–10. С. 87–90.

14. Пехова Е.А., Сухарева Е.В. Мегатренды стратегического развития электроэнергетики при переходе к новому бизнес-укладу // Экономические науки. 2025. № 249. С. 151-156. https://doi.org/10.14451/1.249.151.

15. Демьянова О.В., Бадриева Р.Р. Особенности реализации проектов индустрии 4.0 в электроэнергетике // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2022. № 3. С. 161–175.

References

1. Kupchikov T.V., Bormatin V.E., Gerikh V.P., Ermolenko G.V., Rakhimov A.S., Frolova O.Yu. (2023). Tsifrovaya transformatsiya elektroenergetiki: ot Soyuza Sovetskikh Sotsialisticheskikh Respublik k Sodruzhestvu Nezavisimykh Gosudarstv [Digital transformation of the electric power industry: from the Union of Soviet Socialist Republics to the Commonwealth of Independent States]. Energeticheskii vestnik [Energy Bulletin], 28, 20–39. https://doi.org/10.24412/2075-2318-2023-28-20-39. (In Russ., abstract in Eng.).

2. Rogalev N.D. (Ed.). (2019). Tsifrovaya energetika: novaya paradigma funktsionirovaniya i razvitiya [Digital energy: a new paradigm of operation and development]. Moscow: MPEI Publishing House. 300 p. (In Russ.).

3. Zeitenidi N. (2025). Tsifrovaya transformatsiya energetiki: kak IT-tekhnologii menyayut otrasl' [Digital transformation of the energy sector: how information technologies are changing the industry]. Energetika i promyshlennost' Rossii [Energy and Industry of Russia], 13–14(513–514). Retrieved from: https://www.eprussia.ru/epr/513-514/3787678.htm. (In Russ.).

4. Khobotova L.V., Neprintseva E.V., Shubin S.A. (2022). Strategiya tsifrovoi transformatsii: otsenka tsifrovoi zrelosti elektroenergeticheskoi otrasli

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Rossii [Digital transformation strategy: assessing the digital maturity of the Russian electric power industry]. Strategicheskie resheniya i risk-menedzhment [Strategic Decisions and Risk Management], 13(3), 234–244. https://doi.org/10.17747/2618-947X-2022-3-234-244. (In Russ., abstract in Eng.).

5. Gorbenko A.V., Dukachev I.V. Predposylki i perspektivy ispol'zovaniya tsifrovykh tekhnologii v elektroenergetike [Prerequisites and prospects for using digital technologies in the electric power industry]. Ekonomicheskie issledovaniya i razrabotki [Economic Research and Development]. Retrieved from: http://edrj.ru/article/08-12-24. (In Russ.).

6. Faizullin R.N., Kozlov V.K. (2025). Tsifrovizatsiya v elektroenergetike: problemy i perspektivy razvitiya [Digitalization in the electric power industry: problems and development prospects]. Vestnik nauki [Bulletin of Science], 2(83), 480–487. (In Russ., abstract in Eng.).

7. Volkova I.O., Burda E.D., Gavrikova E.V. et al. (2020). Transformatsiya elektroenergetiki: trendy, modeli, mekhanizmy i praktiki upravleniya [Transformation of the electric power industry: trends, models, mechanisms and management practices]. Irkutsk: Irkutsk National Research Technical University. 354 p. (In Russ.).

8. Barinova V.A., Devyatova A.A., Lomov D.Yu. (2021). Rol' tsifrovizatsii v global'nom energeticheskom perekhode i v rossiiskoi energetike [The role of digitalization in the global energy transition and the Russian energy sector]. Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii: obrazovanie, nauka, novaya ekonomika [International Organisations Research Journal], 4, 126–145. (In Russ., abstract in Eng.).

9. Pipiya Yu.S. (2019). Ispol'zovanie tekhnologii interneta veshchei v elektroenergetike: vozmozhnosti i ogranicheniya v protsesse perekhoda [The use of Internet of Things technologies in the electric power industry: opportunities and limitations during the transition]. Nauchnye zapiski molodykh issledovatelei [Scientific Notes of Young Researchers], 5, 56–64. (In Russ., abstract in Eng.).

10. Molchanov N.A., Matevosova E.K. (2020). Energeticheskaya bezopasnost' v epokhu digitalizatsii [Energy security in the era of digitalization]. Vestnik Universiteta imeni O.E. Kutafina [Courier of Kutafin Moscow State Law University], 3(67), 86–95. https://doi.org/10.17803/2311-5998.2020.67.3.086-095. (In Russ., abstract in Eng.).

11. Dyblya T.V., Tarasov V.O., Kosnikov S.N. (2023). Tekhnologii obespecheniya bezopasnosti v usloviyakh tsifrovoi transformatsii [Security technologies under digital transformation]. Prikladnye ekonomicheskie issledovaniya [Applied Economic Research], 3, 195–202. (In Russ., abstract in Eng.).

12. Suleimanov R.I. (2016). Primenenie CRM-sistem v tselyakh effektivnogo upravleniya v energosbytovykh kompaniyakh OAO «Energosbyt Plyus» [The application of CRM systems for effective management in the power

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

supply companies of Energosbyt Plus]. Natsional’naya assotsiatsiya uchenykh [National Association of Scholars], 3-1(19), 112–116. (In Russ., abstract in Eng.).

13. Sharov V.V., Fatykhov R.I. (2015). Avtomatizirovannaya sistema ucheta elektroenergii s ispol’zovaniem Web-tekhnologii [An automated electricity metering system using web technologies]. Izvestiya vuzov. Problemy energetiki [Power Engineering: Research, Equipment, Technology], 9–10, 87–90. (In Russ., abstract in Eng.).

14. Pekhova E.A., Sukhareva E.V. (2025). Megatrendy strategicheskogo razvitiya elektroenergetiki pri perekhode k novomu biznes-ukladu [Megatrends in the strategic development of the electric power industry during the transition to a new business paradigm]. Ekonomicheskie nauki [Economic Sciences], 249, 151–156. https://doi.org/10.14451/1.249.151. (In Russ., abstract in Eng.).

15. Dem’yanova O.V., Badrieva R.R. (2022). Osobennosti realizatsii proektov Industrii 4.0 v elektroenergetike [Features of implementing Industry 4.0 projects in the electric power industry]. Vestnik PNIPU. Sotsial’no-ekonomicheskie nauki [PNRPU Sociology and Economics Bulletin], 3, 161–175. (In Russ., abstract in Eng.).

© Войткевич С.В., 2026

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.