



# Развитие цифровых компетенций инженера энергетического предприятия

С.В. Темина<sup>1</sup><sup>1</sup> Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия)

## Аннотация

Одной из ключевых тенденций развития отечественной электроэнергетики является цифровизация, призванная повысить эффективность энергетического производства и систем управления энергетической компанией. При этом отраслевые программы цифровой трансформации в ближайшие годы предстоит осуществлять в условиях жесткого кадрового дефицита, обуславливающего необходимость пересмотра принципов подготовки персонала и внедрения новых форм обучения, мотивирующих сотрудников к построению длительной системной карьеры в энергетике. В статье сформулирован спектр и раскрыто содержание остродефицитных компетенций инженеров энергокомпаний, востребованных при реализации проекта цифровизации. Продемонстрированы технологии формирования этих компетенций на примере филиала «Свердловский» ПАО «Т Плюс», одной из крупнейших энергокомпаний РФ. Обсуждаются проблемы подготовки персонала в системе среднего профессионального, высшего и корпоративного образования, на основе систематизации которых предложен комплекс рекомендаций по внедрению прогрессивных форм опережающего обучения, кадрового резерва.

**Ключевые слова:** цифровизация, теплоэлектроэнергетика, дефицит кадров, опережающее обучение, инженерная подготовка

## Для цитирования:

Темина С.В. (2026). Цифровые компетенции инженера энергетического предприятия. *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2026; 17(2).

## Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Программы развития Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина в соответствии с программой стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

# Development of the Digital Competencies of an Engineer at an Energy Enterprise

S.V. Temina<sup>1</sup><sup>1</sup> Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia)

## Abstract

Digitalization is one of the key trends in the development of the Russian electric power industry. It is aimed at improving the efficiency of energy generation and management systems in energy companies. At the same time, sectoral digital transformation programs will have to be implemented in the coming years amid a severe shortage of qualified personnel. This requires a revision of personnel training principles and the introduction of new educational formats that encourage employees to build long-term, systematic careers in the energy sector. The article identifies a set of critically scarce competencies required by engineers of energy companies involved in digitalization projects and describes their content. Technologies for developing these competencies are demonstrated using the case of the Sverdlovsk Branch of PJSC T Plus, one of the largest energy companies in the Russian Federation. The article discusses challenges in personnel training within secondary vocational, higher, and corporate education. Based on their systematization, a set of recommendations is proposed for introducing continuous and future-oriented training formats and developing a talent pool.

**Keywords:** digitalization, thermal power industry, personnel shortage, future-oriented training, engineering education

## For citation:

Temina S.V. (2026). Development of Digital Competencies of an Engineer at an Energy Enterprise. *Strategic Decisions and Risk Management*. 2026; 17(2).

## Acknowledgment

The study was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation under the development program of the Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, within the framework of the Priority 2030 strategic academic leadership program.

# 能源企业工程师数字化胜任力培养

S.V. Temina<sup>1</sup><sup>1</sup> 俄罗斯联邦首任总统 B.N. 叶利钦命名乌拉尔联邦大学 (叶卡捷琳堡, 俄罗斯)

## 摘要

数字化是俄罗斯电力行业发展的关键趋势之一,旨在提高发电效率以及能源企业管理系统的运行效率。与此同时,未来几年行业数字化转型项目将在合格专业人才严重短缺的背景下推进。这要求重新审视人员培训原则,并引入新的教育培训形式,以激励员工在能源行业形成长期而系统的职业发展路径。本文界定了能源企业工程师参与数字化项目所需具备的一系列胜任力,并阐明了其具体内涵。文章以俄罗斯最大能源企业之一 T Plus 公共股份公司 (PJSC T Plus) 斯维尔德洛夫斯克分公司为例,展示了这些胜任力的培养方法。本文还讨论了中等职业教育、高等教育和企业教育体系中的人员培训问题。在对这些问题进行系统化梳理的基础上,提出了引入连续性和前瞻性培训形式以及建立人才储备的相关建议。

**关键词:** 数字化胜任力, 数字化, 热电工业, 人才短缺, 前瞻性培训, 工程教育。

## 引用格式:

Temina S.V. (2026). 能源企业工程师数字化胜任力培养. 战略决策与风险管理. 2026; 17(2).

## 致谢

本研究得到俄罗斯联邦科学与高等教育部的财政支持,作为以俄罗斯首任总统 B.N. 叶利钦命名的乌拉尔联邦大学发展计划的一部分,并依照“优先级-2030”战略学术引领计划实施。

## Введение

Энергетические объекты представляют собой сложнейшие технологические комплексы, эффективное функционирование которых является определяющим фактором в достижении стратегических целей страны – технологического суверенитета и перехода от сырьевой к инновационной модели хозяйствования. Одним из ключевых трендов, который определяет развитие отрасли в последние годы и будет сохранять свою актуальность в обозримой перспективе, создавая основу для инвестиционных проектов, остается цифровизация [Паскарь и др., 2020].

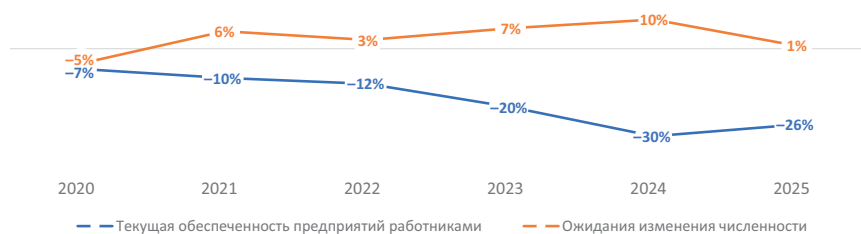
Задачей цифровой трансформации бизнеса, как правило, является создание такой системы управления, которая минимизирует участие промежуточных звеньев в процессе принятия решений и, в идеале, полностью исключает человеческий фактор при решении типовых алгоритмизированных задач. Современные программно-аппаратные комплексы, технологии анализа больших данных, искусственный интеллект, машинные алгоритмы принятия решений способны обеспечить работу различных систем – как производственных, так и управленческих – без участия человека [Кравченко, 2025]. Таким образом, одним из позитивных следствий цифровизации становится повышение скорости принятия решений и производительности труда, по крайней мере в рутинных бизнес-процессах [Макаров, Макаров, 2021].

Следует подчеркнуть, что теплоэлектроэнергетика всегда была лидером по использованию решений, которые сегодня принято называть цифровыми; ярким примером здесь является организация оперативно-диспетчерского управления единой энергосистемой России [К 100-летию..., 2021], оперативно-диспетчерское управление системами теплоснабжения. Сегодня благодаря появлению многочисленных новых цифровых инструментов у энергокомпаний появляется возможность решать широкий спектр задач, повышающих эффективность их функционирования в различных сферах деятельности (табл. 1).

Таблица 1  
Эффекты, достигаемые энергокомпаниями  
в результате цифровизации  
Table 1  
Effects of Digitalization for Energy Companies

Сфера деятельности	Примеры эффектов
Производство (эксплуатация оборудования)	Наблюдение за оборудованием и отдельными узлами энергообъекта в реальном времени Получение данных о выработке и транспортировке энергоносителя Уменьшение расходов топлива
Техническое обслуживание и ремонт (ТОиР)	Прогнозирование и упреждающее обнаружение дефектов оборудования Применение прогрессивных стратегий ТОиР на основе управления рисками и индекса технического состояния Проведение диагностики оборудования без остановов
Оперативное управление	Анализ эффективности организации труда, повышение эффективности и производительности труда Поддержание заданных режимов работы оборудования, принятие оперативных мер по предупреждению, локализации и ликвидации аварийных ситуаций
Стратегическое развитие	Сценарное планирование на основе всеобъемлющего анализа сильных и слабых сигналов, сканирования периферии, обработки больших массивов данных

Источник: разработано автором на основе [Гаврилова и др., 2024].



Источник: Банк России. <https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/57255/0925.pdf>.

**Рис. 1. Оценки обеспеченности предприятий работниками и ожидания изменения численности работников (%)**  
**Fig. 1. Enterprise Staffing Levels and Expected Changes in Headcount (%)**

Очевидно, что в условиях, когда системы энергетического производства становятся все более наукоемкими, особую актуальность приобретает задача подготовки персонала с широким спектром новых, в том числе цифровых, компетенций, способного адаптироваться к изменениям, эксплуатировать комплексно оборудование и цифровые компоненты, обеспечивая более высокий уровень эффективности и надежности. Решать эту задачу, по всей видимости, предстоит в ситуации системного кадрового дефицита, о котором свидетельствуют данные статистики, многочисленные результаты мониторинга рынка труда и обеспеченности персоналом промышленных предприятий. Так, по данным ЦБ РФ, в последние годы обеспеченность предприятий работниками оставалась вблизи исторических минимумов, причем как в части высококвалифицированного персонала, так и сотрудников рабочих специальностей<sup>1, 2</sup>. Интересно, что при этом многие предприятия по-прежнему планируют повышать численность персонала, хотя и более низкими темпами, чем в предыдущие периоды (рис. 1).

В настоящей статье предпринимается попытка разработать систему подготовки кадров для теплоэлектроэнергетики, позволяющую, с одной стороны, в достаточно короткий срок сформировать цифровые компетенции кадров, а с другой – способствующую удержанию специалистов в энергокомпании, фокусируя их на продолжение карьерного роста. Конкретной целью исследования является создание системы цифровых компетенций для линейного персонала теплоэлектростанций, осуществляющего процесс управления энергетическим объектом с применением передовых технологий; особый акцент сделан на подготовке инженерного персонала.

В качестве информационной базы исследования использованы данные Росстата, Банка России, программы обучения по специальностям в области энергетики средних профессиональных и высших учебных заведений (ссузов и вузов), научные публикации российских и зарубежных ученых, посвященные проблематике цифровых компетенций, в частности [Шелгинский, 2009; Доржиева, 2021; Кленина, 2022].

## 1. Теоретический бэкграунд

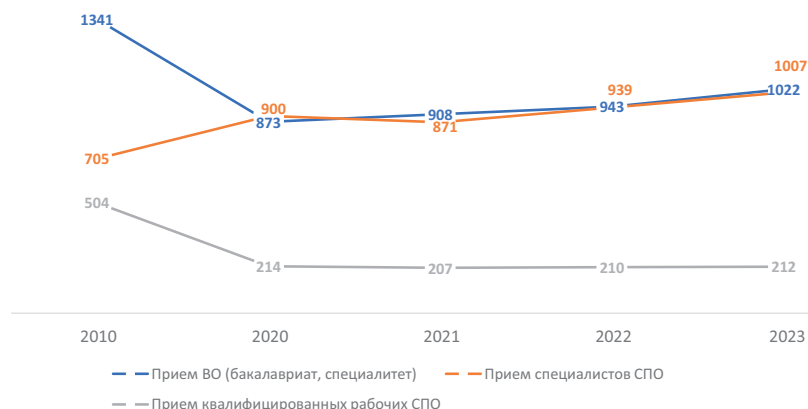
### 1.1. Анализ причин кадрового дефицита в энергетике

Основные проблемы, характеризующие ситуацию с обеспечением кадрами энергетических предприятий в России, носят системный характер и имеют различные причины.

Во-первых, это демографическая ситуация, при которой снижается доля трудоспособного населения в Российской Федерации. В результате, с одной стороны, происходит старение персонала энергетических предприятий, повышение среднего возраста; с другой стороны, формируется тенденция, когда в условиях кадрового голода существенно снижается планка требований к квалификации специалистов, и все чаще происходит наем персонала, не обладающего необходимым уровнем квалификации, в надежде на то что вновь принятый сотрудник получит необходимые знания и навыки уже в процессе своей деятельности<sup>3</sup>.

Во-вторых, невысокий социальный статус инженерных специальностей в обществе приводит к снижению количества учащихся на специальностях, востребованных в энергетике и ссузах и вузах, и общему снижению количества квалифицированных кадров на рынке труда, их перетоку в добывающие отрасли, ИТ-сферу, строительство. В результате уменьшается количество лояльных высококвалифицированных кадров, молодежи, мотивированной на работу в энергетике.

Для рынка труда в настоящий момент характерна переориентация работодателей с выпускников с высшим образованием на выпускников со средним специальным образованием, и система среднего профессионального образования (далее – СПО) реагирует на этот тренд увеличением количества выпускников. Так, в 2024 году количество выпускников СПО выросло на 11,4% по сравнению с 2023 годом. Однако при этом количество выпускников по специальностям «экономика», «право» и «здравоохранение» выросло на 12,8%, а по техническим специальностям – только на 9,2%.



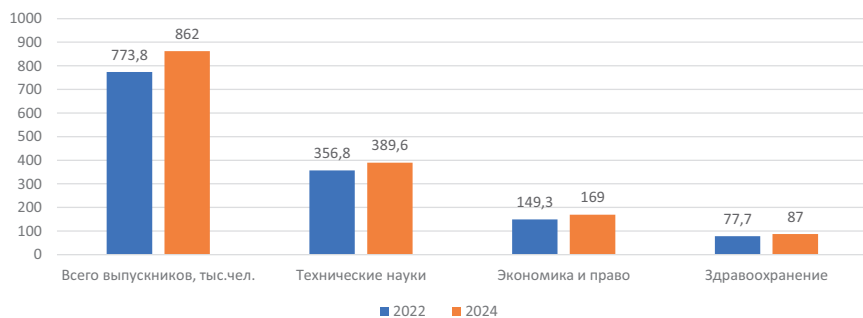
Источник: Банк России. <https://cbr.ru/analytics/dkp/monitoring/>.

**Рис. 2. Прием в образовательные организации ВО и СПО (тыс. чел.)**  
**Fig. 2. Enrollment in Higher and Secondary Vocational Education (thsd)**

<sup>1</sup> Мониторинг предприятий. Сентябрь 2025 года (опрос 1–9 сентября). <https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/57255/0925.pdf>.

<sup>2</sup> Мониторинг предприятий. Январь 2025 года (опрос 1–20 января). <https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/55021/0125.pdf>.

<sup>3</sup> Эжопс. Умные технологии на дефицитном рынке труда. Лаборатория исследований рынка труда НИУ ВШЭ. 18 июля 2024.



Источник: Стратегия развития системы СПО в Российской Федерации. [https://fgosvo.ru/uploadfiles/presentations/Strategy\\_SPO\\_2030.pdf](https://fgosvo.ru/uploadfiles/presentations/Strategy_SPO_2030.pdf).

Рис. 3. Структура выпуска системы СПО (тыс. чел.)  
Fig. 3. Graduates of Secondary Vocational Education by Field of Study (thsd)

Еще одна характерная черта современного рынка труда – повышение стоимости персонала. Речь идет не только о росте уровня заработных плат. Персонал становится гораздо более требовательным к вопросам адаптации и наставничества, карьерного и профессионального развития, социального пакета, организации рабочих мест, качества труда, режима труда и отдыха, участия работодателя в организации досуга. Кроме того, повышается стоимость найма специалистов. Их подбор теперь включает в себя серьезный блок профориентационной работы, которая обладает невысокой конверсией, так как начинается с 6–8-го классов школ и продолжается в центрах дополнительного образования, ссузах, вузах, реализуется через систему «Профессионалитет» и других национальных проектов. Таким образом, существенно повышаются удельные расходы работодателя на одного работника по статьям «обучение и развитие», «наем», «профориентационная работа», «адаптация персонала», «организация рабочих мест», «культурно-массовые мероприятия» и, разумеется, «фонд оплаты труда». Некоторые из этих статей, фактически отсутствовавшие в бюджетах предприятий еще три-пять лет назад, сегодня составляют существенную долю расходов на персонал.

Можно констатировать, что энергетическая отрасль переживает системный кадровый кризис. Противоречие формируется на стыке проблем, связанных, с одной стороны, с объективным отсутствием на рынке труда персонала нужного качества в необходимом количестве и существенном росте затрат на персонал, а с другой – с запросом бизнеса на существенное повышение производительности труда, получением максимальной эффективности нанятого персонала. Следовательно, вопросы обеспечения персоналом энергетических предприятий должны решаться таким образом, чтобы минимизировать затраты, уменьшать срок, после которого сотрудник проявляет максимальную эффективность в работе, повышать его производительность, снижая, по возможности, количество необходимого персонала.

Кроме физического дефицита кадров на рынке необходимо отметить также и дефицит компетенций, когда у уже работающего и вновь принятого персонала отсутствуют знания, умения, навыки и поведенческие модели, позволяющие обеспечивать надежную эксплуатацию оборудования. Эта проблема обостряется в связи с тем, что образовательные программы ссузов и вузов часто не успевают за динамичными

изменениями в сфере технологий и управления. Современные проблемы требуют интеграции знаний из различных областей, что сложно реализовать в рамках традиционного образования, а отсутствие системы непрерывного обучения и профессионального роста в энергокомпаниях приводит к быстрому устареванию знаний и навыков.

Названные кадровые проблемы обостряются в условиях цифровизации энергетических предприятий.

## 1.2. Проблемы цифровизации на генерирующих предприятиях

Важнейшим результатом цифровизации энергообъектов является возможность накапливать и анализировать огромные объемы данных о состоянии оборудования. Большой объем данных позволяет создавать цифровые двойники технологических объектов и процессов. В свою очередь, цифровые двойники становятся основой реализации следующего уровня цифровых решений: предиктивная аналитика, в том числе с использованием искусственного интеллекта, для прогнозирования состояния оборудования, с одной стороны, и моделирования режимов и их тестирования на цифровом двойнике для поиска лучших, оптимальных параметров режимов работы оборудования – с другой.

Цель цифровизации – повышение надежности и бесперебойности эксплуатации энергообъектов путем передачи отдельных функций по контролю работы оборудования автоматическим системам управления и предоставление результатов анализа больших массивов данных для исключения случайных ошибок при принятии решений о выборе режимов работы оборудования.

Перечислим основные инструменты цифровизации объектов генерации тепловой и электрической энергии.

1. Интеллектуальные цифровые двойники энергоблоков и цехов ТЭС, тепловых сетей – центры контроля, сбор и получение агрегированной информации о технологических процессах.

2. Интеллектуальные системы прогнозирования – определение аномальных отклонений параметров на начальной стадии и начальных признаков дефектов оборудования.

3. Системы интеллектуального управления техническим обслуживанием и ремонтом – контроль состояния, диагностика оборудования, автоматизированный учет времени работы оборудования и контроль наработки, автоматическое планирование ремонтных работ.

4. Системы контроля за работой персонала по эксплуатации оборудования, мониторинг корректности и полноты маршрутов обходов, их оптимизация с применением интеллектуальных датчиков и видеокамер.

5. Интеллектуальные системы физической безопасности – контроль и обеспечение физического доступа транспорта и персонала, предотвращение разрушающих воздействий извне (в том числе в условиях СВО).

6. Интеллектуальные системы цифровой безопасности – защита информации и систем управления от несанкционированного вмешательства.

Нужно подчеркнуть особую актуальность последнего инструмента. Например, в 2024 году в сравнении с 2023-м число кибератак в России многократно выросло: фишинговые атаки – на 425%, DDoS-атаки – на 70%<sup>4</sup>. Кибератаки могут привести к сбоям в работе систем управления, краже информации и потере контроля над оборудованием [Логинов и др., 2025]. В энергетике проблема цифровой безопасности обострилась в связи с появлением множества управляющих компаний с удаленным доступом через интернет, активным обменом данными между объектами генерации и системным оператором. В этой связи ключевым фактором надежности защиты является компетентность персонала в области цифровой гигиены и безопасного поведения в сетях.

Обеспечение персоналом энергетических предприятий при внедрении цифровых инструментов управления технологическими процессами требует решения комплекса проблем по эксплуатации энергетических объектов. Это вопросы, связанные с интеграцией цифровых решений, обеспечением кибербезопасности, управлением данными, в том числе BigData, повышением устойчивости и надежности эксплуатации таких систем, нормативно-правовым регулированием таких комплексов и т. д. [Массель и др., 2016; Мартынов и др., 2021].

## 2. Опыт формирования цифровых компетенций в региональном филиале энергетической компании

### 2.1. Цифровизация объектов

Филиал «Свердловский», работающий в составе Группы «Т Плюс», объединяет генерирующие и теплосетевые активы в семи городах Свердловской области: Екатеринбурге, Бerezовском, Верхней Пышме, Первоуральске, Нижней Туре, Лесном, Верхотурье.

В состав филиала входит ряд генерационных источников (тепловых и электрогенерирующих). Установленная электрическая мощность – 1,348 ГВт, установленная тепловая мощность – 5929 Гкал/ч. От эффективности работы филиала зависит функционирование промышленной и социальной инфраструктуры Свердловской области.

В электроэнергетике РФ ПАО «Т Плюс» является одним из лидеров по применению комплекса решений цифровая станция. Этим цифровым инструментом охвачен широкий спектр оборудования: дожимные компрессорные станции, газотурбинные установки, паровые турбины, котлы-утилизаторы, трансформаторы. Мощность всех объектов, на которых реализуются



Источник: данные ПАО «Т Плюс».

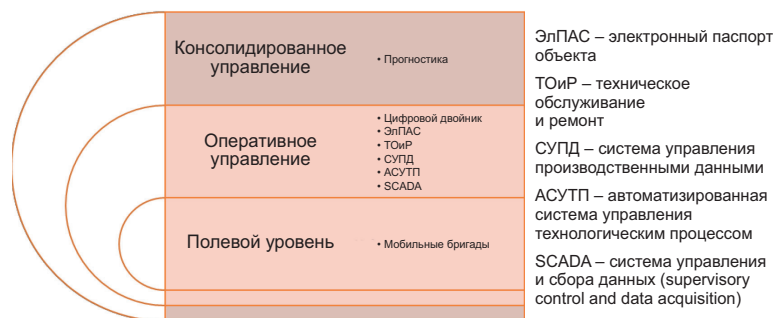
Рис. 4. Цифровой тепловой узел в Екатеринбурге  
Fig. 4. Digital Heat Node in Ekaterinburg

инструменты цифровой станции в ПАО «Т Плюс», составляет 2,5 ГВт (10 ТЭЦ с 15 энергоблоками).

Комплексная цифровизация объектов теплоэлектроэнергетики – объектов генерации (ТЭС и котельных) и транспортировки (объектов тепловых сетей) тепловой энергии – в формате цифрового теплового узла позволяет снизить потери в тепловых сетях и при этом обеспечить эффективный режим работы на источниках, соблюдая требуемое качество ресурса у потребителя при требуемой надежности системы. Пример структуры цифрового теплового узла на территории Екатеринбурга приведен на рис. 4.

Целью внедрения инструментов цифровой станции является повышение эффективности операционной деятельности объектов на основании применения математических моделей цифровых двойников, автоматического расчета технико-экономических показателей, расчета оптимального состава и режима загрузки оборудования, включая имитационное моделирование, сравнения в режиме реального времени идеальных и фактических параметров работы оборудования. Структура и «вложенность» компонентов цифровой станции приведена на рис. 5.

Компоненты автоматизированной системы расчета технико-экономических показателей (АСР ТЭП) и инженерные



Источник: разработано автором.

Рис. 5. Принципиальная модель цифровой станции  
Fig. 5. Conceptual Model of a Digital Station

<sup>4</sup> Презентация директора Центра мониторинга и управления сетью связи общего пользования (ЦМУ ССОП) Роскомнадзора Сергея Хуторцева. Форум «Спектр-2024». <https://ria.ru/20241024/roskomnadzor-1979792486.html>

модели составляют цифровой двойник теплоэлектростанции (ТЭС) – детальное моделирование конфигураций физических сущностей и динамическое моделирование изменений свойств и характеристик эксплуатируемого оборудования, технологических и производственных процессов и ресурсов в процессе производства. Цифровой двойник позволяет производить расчеты оптимального состава и режимов работы оборудования на основании базы данных о его состоянии за длительный период, тестировать разработанные режимы, выбирая наиболее эффективные, что позволяет снизить расход ресурсов (топлива, электрической энергии, воды) на выработку тепловой и электрической энергии.

Предиктивная диагностика технического оборудования и системы управления производственными данными представляют собой комплексное решение «Прогностика» – автоматизированную систему предиктивного анализа и диагностики, математическую модель реального оборудования, которая в автоматическом режиме постоянно рассчитывает идеальные эксплуатационные параметры. Расчетные параметры автоматически сравниваются с реальными данными из автоматизированной системы управления технологическим процессом (далее – АСУТП). При сравнении расчетных (идеальных) и реальных параметров обеспечивается возможность выявления дефектов оборудования на ранних этапах.

Потенциальный эффект от применения инструментов цифровой станции – снижение расхода топлива на 2–3%; потенциальных отказы оборудования в 2024 году были выявлены два раза. В настоящий момент элементы цифровой станции приняты к тиражированию на десяти объектах ПАО «Т Плюс».

Реализация цифровых инструментов для моделирования, анализа и оптимизации производственных процессов позволяет решить три основные проблемы: повышение надежности эксплуатации объектов теплоэнергетики, качественное улучшение процессов расчетов технико-экономических параметров оборудования, повышение эффективности эксплуатации объектов теплоэнергетики. Рост производительности для объектов энергетики определяется за счет снижения затрат на производство тепловой и электрической энергии. Кроме того, внедрение цифровых инструментов позволяет повысить квалификационный уровень персонала, эффективность труда, мотивацию, что формирует в итоге более мотивированные и вовлеченные коллективы с высоким уровнем междисциплинарных знаний и осознанности.

Применение цифровых моделей связано со следующими особенностями:

- 1) кроссдисциплинарный подход – необходимы знания как инженерных дисциплин, так и программирования, понимание архитектуры цифровой модели;
- 2) данные доступны в режиме реального времени, необходимо выстраивание нелинейной работы команды, при этом появляется возможность решения конкретной задачи всей командой в целом;
- 3) большой объем данных;
- 4) итерационность – возможность вести процесс оценки и уточнения решений на основании результатов тестирования моделей процессов.

Интеллектуальные системы прогнозирования позволяют интегрировать данные первичных систем контроля с базами

данных о работе оборудования за большой период, используют алгоритмы математического моделирования и модели предиктивной аналитики на основе методов математической статистики (то есть появляется новый научный аппарат, который ранее не применялся на таком уровне управления технологическим процессом). Системы интеллектуального управления техническим обслуживанием и ремонтом предоставляют методики для сбора и анализа данных о состоянии оборудования, интегрируют данные о технических характеристиках и истории обслуживания. Системы контроля за работой персонала должны использоваться в соответствии с правовыми и этическими нормами. Интеллектуальные системы безопасности включают в себя алгоритмы для оценки рисков и сценариев угроз, интегрируют различные технологии и протоколы, создавая единую платформу для управления безопасностью.

## 2.2. Цифровые компетенции производственного персонала

При реализации проектов по цифровизации возникает необходимость обеспечения предприятия персоналом, который обладает необходимыми компетенциями для того, чтобы участвовать в процессах разработки и внедрения инструментов цифровизации и эксплуатировать объекты, на которых установлено оборудование АСУТП и реализованы цифровые инструменты.

Как правило, каждое предприятие рассматривает две модели: наем персонала, владеющего необходимыми цифровыми компетенциями, и обучение уже работающего персонала.

На примере регионального филиала наем персонала был оценен как экономически и содержательно нецелесообразный, так как вновь нанятый персонал увеличивает затраты на оплату труда практически в два раза (168%). Кроме того, требуются:

- дополнительный адаптационный период при стажировке на должности от трех до восьми месяцев (в соответствии с правилами работы с персоналом),
- затраты на обучение сотрудников цифровым компетенциям, которые возникают даже при наличии у вновь принимаемых сотрудников опыта работы с цифровыми инструментами, так как цифровые продукты уникальны для объектов, а базовая подготовка для работы с цифровыми инструментами отсутствует в образовательных программах средних и высших учебных заведений.

Поэтому для реализации процессов цифровизации ТЭС было принято решение дополнительной подготовки уже работающего на объекте персонала путем развития компетенций, необходимых для внедрения и эксплуатации цифровых решений. Для подготовки персонала была разработана модель цифровых компетенций.

Компетенция может рассматриваться как когнитивная характеристики специалиста (знания, умения, навыки) и как социально-личностная, поведенческая (дисциплина, ответственность, коммуникационные навыки, критическое мышление, умение работать в команде, лидерские навыки, адаптивность, эмоциональный интеллект).

Совокупность компетенций образует компетентность специалиста. Компетентность – это оценочная характери-

стика, определяющая в контексте настоящего исследования уровень профессионализма человека, то есть его пригодность к осуществлению конкретной деятельности, возможности эффективно достигать поставленных целей в этой деятельности.

Специфические цифровые компетенции формируются как знания, навыки и умения, необходимые для использования таких инструментов при управлении технологическим процессом. Эти компетенции формируют цифровую компетентностную модель сотрудника, которая дополняет общие компетенции инженера, осуществляющего управление технологическим режимом теплоэлектростанции.

В структуре цифровых компетенций инженера, необходимых для эффективного использования цифровых инструментов в технологических процессах на теплоэлектростанциях, целесообразно выделять когнитивные, социально-поведенческие и инженерно-экономические компетенции. Вопрос компетентностного подхода для подготовки персонала, внедряющего и эксплуатирующего цифровые технологии, решения и инструменты в технологических процессах выработки тепловой и электрической энергии на ТЭС, требует отдельного исследования.

*Когнитивные* компетенции представляют собой комплекс знаний и навыков для работы с цифровыми технологиями. Они включают способность решать профессиональные задачи с помощью цифровых платформ, критически оценивать данные от систем автоматизации, моделировать технологические процессы. Важными элементами являются понимание взаимодействия цифровых и физических компонентов энергосистемы, системная и математическая грамотность для анализа параметров генерации, а также готовность к освоению новых технологий управления [Гительман и др., 2024].

*Социально-поведенческие* компетенции обеспечивают эффективное взаимодействие специалистов при использовании цифровых технологий. К ним относятся навыки командной работы и управления, адаптивность к технологическим изменениям, дисциплина в работе с цифровыми инструментами. Особое значение имеют коммуникативные навыки, включая удаленное взаимодействие, умение разрешать конфликты и стрессоустойчивость при выполнении задач в сжатые сроки.

*Инженерно-экономические* компетенции объединяют технические и экономические знания для оптимизации процессов. Они включают анализ технических параметров энергосистем, оценку экономической эффективности цифровых решений, принятие решений с учетом технической надежности и экономической выгоды. Важными аспектами являются оптимизация энергопотребления, управление производственной эффективностью и адаптация к изменениям рынка энергоресурсов [Гительман, Исаев, 2021].

Цифровая компетентностная модель сотрудника разработана на основании экспертных оценок разработчиков, руководителей и инженерно-технических работников. Экспертиза проводилась в формате разработки профилей должностей, включающих в себя все необходимые требования к персоналу, эксплуатирующему энергообъекты, с учетом нормативных требований, сложности и функциональности оборудования и цифровых решений, оценки рисков при эксплуатации оборудования. Сформированная цифровая компетентностная модель приведена в табл. 2.

### 2.3. Формирование цифровых компетенций

Формирование цифровых компетенций персонала рассматривается как элемент системы непрерывного обучения. Концепция непрерывного и опережающего обучения играют ключевую роль в рамках современного подхода к образованию в профессиональной сфере. Концепция непрерывного обучения на производственном предприятии предполагает процесс, при котором сотрудник усваивает новые знания на протяжении всего времени работы. В этот процесс входит самостоятельное образование и обучение с помощью образовательных учреждений и программ, неформальное обучение – наставничество, обмен опытом. Особый акцент делается на мотивации сотрудника и практическое применение полученных знаний. Концепция опережающего обучения для производственного предприятия направлена на предвидение и подготовку сотрудников и организации к будущим изменениям, а не просто реакцию на текущие изменения. Опережающее обучение, методически базирующееся на концепции непрерывного обучения, формирует у сотрудников и организаций в целом высокую адаптивность к изменениям, сохранение высокого уровня эффективности, сохранение конкурентоспособности.

Внутрикорпоративное обучение представляет собой критически важный компонент стратегического управления человеческими ресурсами предприятия, обеспечивая развитие актуальных для производства компетенций сотрудников, формирование кадрового резерва. Успешная реализация программ внутрикорпоративного обучения требует всестороннего анализа потребностей компании, формулирования обучающих целей, адаптации форматов обучения под различные стили восприятия и создания практических кейсов для закрепления знаний. Гибкость и постоянное обновление учебных материалов и программ, а также участие внешних экспертов из области цифровых технологий способствуют актуализации контента и внедрению новейших практик. Эффективность обучающих программ также может быть повышена за счет создания мотивационной среды, которая поощряет сотрудников к обучению и развитию.

Учитывая процессы естественной текучести и постоянного обновления коллективов и высокую дефицитность квалифицированного рынка труда, нельзя ограничиваться только внутрикорпоративным обучением. Важным элементом обеспечения производственного предприятия персоналом, обладающим развитыми цифровыми компетенциями, является построение и реализация системы взаимодействия производственных предприятий с вузами и вузами. Инструменты такого взаимодействия представляются в Российской Федерации в виде целевых договоров на подготовку студентов, нацпроектов, связанных с самим процессом обучения, например «Профессионалитета». Кроме того, инструментом может быть партнерство между учебными заведениями и предприятиями. Такое взаимодействие предполагает изменение образовательной программы с включением дисциплин, формирующих необходимые компетенции, которые преподают сотрудники предприятия, проведением практических занятий на предприятиях, расширенную практическую подготовку с переводом учащихся на индивидуальные программы обучения.

**Таблица 2**  
**Цифровая компетентностная модель сотрудника**  
**Table 2**  
**Employee Digital Competency Model**

Цифровые инструменты	Компетенции		
	Когнитивные	Социально-поведенческие	Инженерно-экономические
Цифровые двойники	Создание и настройка цифровых моделей ТЭС Моделирование и симуляция технологических процессов (проведение численных экспериментов) Использование инструментов анализа данных Интерпретация результатов моделирования Анализ закономерностей и аномалий в технологических процессах с применением методов статистического анализа Разработка и внедрение оптимальных технологических режимов Диагностика состояния оборудования, определение остаточного ресурса на основании данных цифровых моделей Принципы моделирования первичного оборудования и средств управления	Работа в команде: построение и поддержание эффективной работы междисциплинарных команд Коммуникативные навыки: эффективно передавать и обсуждать сложные данные всем членам команды Адаптивность, гибкость, готовность и умение быстро и постоянно обучаться новому	Способность анализировать экономические параметры внедрения цифровых двойников, включая их влияние на расходы, рентабельность и снижение аварийных ситуаций Своевременная корректировка ремонтных и эксплуатационных программ с учетом их влияния на бюджет и долгосрочную финансовую стабильность станции
Интеллектуальные системы прогнозирования	Умение интерпретировать большие объемы данных Умение настраивать системы прогнозирования Знание архитектуры системы прогнозирования Знание принципов машинного обучения Знание принципов получения и интерпретации данных от первичных систем контроля состояния оборудования Умение строить и корректировать математические и статистические модели, отражающие динамику технологических процессов	Умение преобразовывать данные в наглядные и доступные форматы для передачи сложных и больших объемов информации специалистам различных направлений и руководителям для оценки и принятия решений	Идентификация возможных экономических последствий прогнозируемых неисправностей и оптимизация затрат на предотвращение аварий Расчет рентабельности внедрения предиктивного анализа Оценка долгосрочного влияния внедрения таких систем на обеспечение надежности и себестоимости генерации тепло- и электроэнергии
Системы интеллектуального управления техническим обслуживанием и ремонтом	Идентификация и анализ данных системы Умение применять техническую документацию и спецификации по обслуживанию и ремонту оборудования Навыки планирования мероприятий по техническому обслуживанию и ремонту для разных политик осуществления ТОиР, а также оптимизация этих процессов для повышения эффективности работы ТЭС	Умение интерпретировать прогнозы системы (предиктивная диагностика, оценка остаточного ресурса) и принимать решения на их основе Взаимодействие с ИИ-алгоритмами Понимание границ возможностей системы, умение выявлять аномалии в ее рекомендациях Принятие решений в условиях неопределенности	Принципы обеспечения технической работоспособности основного и вспомогательного оборудования Знание архитектуры систем ТОиР и технической документации о политике обслуживания Расчет экономической эффективности внедрения прогнозного обслуживания в сравнении с профилактическим подходом Оптимизация затрат на ремонт и модернизацию с учетом долгосрочной надежности оборудования и минимизации непредвиденных сбоев Анализ влияния времени простоя оборудования на операционные расходы
Интеллектуальные системы контроля за работой персонала по эксплуатации оборудования	Способность применять IoT-сенсоры, видеокамеры с ИИ и инструментов анализа поведения персонала Умение интерпретировать данные, поступающие от интеллектуальных систем, и их синхронизация с объектами управления в реальном времени Понимание принципов работы аналитических систем, выявляющих отклонения от норм Навыки интеграции данных систем контроля с системами управления объектом в реальном времени для оперативного принятия решений	Высокий уровень ответственности за соблюдение процедур и инструкций Способность интерпретировать данные о поведении персонала, выявлять отклонения и снижать риски человеческого фактора Понимание права сотрудников на конфиденциальность Умение выстраивать диалог с коллективом для внедрения новшеств	Знание основ работы интеллектуальных сенсоров, видеочамер с ИИ и других устройств для мониторинга действий сотрудников Умение использовать данные для улучшения рабочих процессов, повышения безопасности персонала и предотвращения ошибок, связанных с человеческим фактором
Интеллектуальные системы физической и цифровой безопасности	Умение анализировать потенциальные угрозы безопасности для теплоэлектростанции, как физические (внешние и внутренние), так и цифровые (взломы, утечки данных и др.) угрозы Знание метода анализа коренных причин инцидентов для выявления проблем и недостатков в системе безопасности Умение разрабатывать адаптированные к конкретной ситуации процедуры управления безопасностью и реагирования на инциденты Понимание основ работы с системой защиты данных, предотвращение уязвимостей программного обеспечения и обеспечение бесперебойной работы ИТ-инфраструктуры	Критическое мышление Навыки управления конфликтами, возникающими в процессе внедрения норм безопасности, а также умение разъяснять сотрудникам важность соблюдения установленных стандартов Умение взаимодействовать с командами по безопасности и планировать коллективные действия в аварийных ситуациях	Риск-менеджмент: навыки оценки потенциальных угроз (аварии, кибератаки, утечки данных) и разработки мер по их минимизации

Источник: разработано автором.

Другое существенное ограничение внутрикорпоративно-го обучения связано с отсутствием у производственных предприятий ресурса для формирования всех видов компетенций. И если инженерные компетенции внутри предприятия легко отчуждаются, и при условии дополнительной подготовки сотрудники, обладающие экспертным уровнем компетенций, могут стать преподавателями, то для формирования внутрикорпоративного института развития когнитивных, социально-поведенческих и экономических компетенций у производственного предприятия требуются существенные временные, организационные и финансовые ресурсы, что не всегда целесообразно. Для развития этих компетенций эффективнее выстраивать систему подготовки персонала на базе образовательных учреждений, имеющих соответствующие программы подготовки с учетом отраслевой специфики.

Система формирования цифровых компетенций на примере регионального филиала крупной энергетической компании представлена в табл. 3.

В качестве основных организационных решений, позволяющих реализовать подготовку персонала, использованы система кадрового резерва и центр компетенций.

Система подготовки кадрового резерва – это комплексная программа развития значимых для предприятия компетенций специалистов и руководителей для обеспечения предприятия качественным управленческим и инженерным персоналом. Система направлена на развитие компетенций, необходимых для обеспечения надежности функционирования предприятия, реализации инновационных проектов и стратегического развития компании.

Одним из успешных примеров системы является программа «Формирование команды менеджеров и инженеров для инновационного прорыва», разработанная и реализованная кафедрой систем управления энергетикой и промышленными предприятиями Уральского федерального университета. Результаты обучения включают способность разрабатывать и реализовывать сложные проекты, управлять инновационными процессами, принимать решения в условиях неопределенности и формировать эффективные команды для решения прорывных задач развития предприятия.

Центр компетенций – это специализированное образовательное структурное подразделение, созданное для профессиональной подготовки и развития специалистов в конкретной области. Основная цель центра – подготовка высококвалифицированных специалистов для работы с автоматизированными системами управления технологическими процессами. Материальная база включает учебные стенды с возможностью адаптации под различные организационно-технические решения на объектах. Практическая составляющая реализуется через работу с реальным оборудованием. Центр обеспечивает непрерывное повышение квалификации специалистов в сфере автоматизации производства.

В настоящий момент в Центре компетенций реализована подготовка в формате повышения квалификации по программам формирования практических навыков работы с цифровым оборудованием на «полевом» уровне (табл. 4). Все программы направлены на формирование следующих базовых цифровых компетенций: работа с большими данными, использование систем предиктивной диагностики, программирование промышленных контроллеров, работа в междисциплинарных командах, адаптация к новым цифровым решениям.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости формирования цифровых компетенций через непрерывное обучение, активное сотрудничество с образовательными организациями и разработку корпоративных обучающих программ и обучение по ним образовательными подразделениями предприятия. Эти три принципа являются основой для успешного внедрения знаний и навыков, необходимых в условиях быстро меняющегося технологического ландшафта, что позволит компаниям сохранять конкурентоспособность и высокую эффективность, обеспечивать качественный кадровый резерв, нивелировать эффекты дефицитного рынка труда, сокращать адаптационные периоды при найме и переводе сотрудников. Все это в конечном счете позволяет снижать риски неуккомплектованности и неплановых расходов на персонал.

Таблица 3  
Система формирования цифровых компетенций  
Table 3  
System for Developing Digital Competencies

Категория обучаемых	Цифровые компетенции	Форма подготовки	Организационные решения	Количество человек в год*	Длительность подготовки
Потенциальные сотрудники – студенты ссузов и вузов	Инженерные	В рамках образовательных программ, адаптированных с учетом требований конкретного производства	Центр компетенций	150	0,5–3 года в зависимости от программы обучения
Сотрудники предприятия	Инженерные	Внутрикорпоративные программы**	Центр компетенций	360	16–32 часа по одной программе
	Когнитивные, социально-поведенческие, экономические	Совместные программы с учебными заведениями**	Система подготовки кадрового резерва	57	От 32 часов в год

\* Определяется на основании кадрового ресурсного планирования.

\*\* Набор программ определяется фактическим составом оборудования, организационно-техническими решениями, реализованными на предприятии.

Источник: разработано автором.

**Таблица 4**  
**Программы подготовки персонала по цифровым инструментам и компетенциям в Центре компетенций**  
**Table 4**  
**Training Programs on Digital Tools and Competencies at the Competence Center**

Наименование программы	Количество часов	Цифровые инструменты	Компетенции
Устройство, работа и техническое обслуживание автоматических горелок для блочно-модульных котельных	24	Системы управления производственными данными (СУПД) Интеллектуальные системы прогнозирования Системы предиктивной диагностики	Работа с цифровыми моделями оборудования Анализ данных о техническом состоянии Интерпретация результатов диагностики Настройка и калибровка автоматизированных систем Мониторинг параметров в реальном времени
Программно-технические комплексы Алгоритмы автоматического регулирования и аварийно-восстановительных работ	32	АСУТП SCADA-системы Системы предиктивной аналитики	Программирование алгоритмов управления Настройка систем автоматического регулирования Работа с математическими моделями процессов Анализ эффективности режимов работы Отладка систем автоматического включения резерва (АВР)
Программно-технические комплексы Разработка мнемосхем и работа с интерфейсными протоколами	32	Системы визуализации данных Протоколы обмена данными Средства разработки интерфейсов	Создание и настройка мнемосхем. Работа с промышленными протоколами связи. Разработка пользовательских интерфейсов. Интеграция различных систем управления. Настройка сетевых взаимодействий
Программно-технические комплексы Технологически защиты и блокировки, шаговые программы	24	Системы безопасности АСУТП Программируемые контроллеры Системы противоаварийной защиты	Разработка алгоритмов защиты Настройка систем блокировок Программирование последовательных процессов Отладка систем безопасности Мониторинг критических параметров
Щитовые приборы для регистрации показаний средств измерений	24	Интеллектуальные измерительные приборы Системы сбора данных ПО для обработки измерений	Работа с цифровыми измерительными системами Калибровка и настройка приборов Анализ измерительной информации Ведение электронного документооборота Обработка результатов измерений
Автоматические регуляторы	24	Системы автоматического управления Адаптивные системы управления	Настройка параметров регулирования Диагностика работы регуляторов Оптимизация режимов управления Работа с программным обеспечением регуляторов Анализ качества регулирования

Источник: <https://www.tplusgroup.ru/org/sverdlovsk/sveden/>.

## Выводы

Цифровизация требует не только внедрения новых технологий, но и наличия подготовленного профессионального персонала. Старение персонала, дефицит высококвалифицированных специалистов, а также неэффективность существующих образовательных программ, не соответствующих реальным потребностям производства, характеризуют современное состояние рынка труда. В этой связи становится актуальной задача формирования цифровых компетенций инженерного персонала, которая учитывает как технологические, так и коммуникационные аспекты, включая работу в междисциплинарных командах и владение навыками коммуникации.

Основная идея исследования заключается в необходимости создания системы подготовки кадров для теплоэлектроэнергетики, способной обеспечивать быстрое и качественное формирование цифровых компетенций у инженеров. Квалификационные требования к персоналу должны адаптироваться к быстро меняющимся требованиям отрасли, что включает регулярное обновление учебных программ и реализацию концепции опережающего и непрерывного обучения.

Практическая ценность исследования для предприятий энергетики заключается в его способности выявлять недостатки существующих подходов к образованию и профессиональной подготовке, а также предлагать конкретные

решения по внедрению эффективных методов обучения. Предложенная в статье модель может стать механизмом для подготовки кадров нового типа, способных эффективно функционировать в условиях быстрого прогресса технологий и внедрения цифровых инструментов управления энергообъектами. Развитие внутрикорпоративного обучения и интеграция его с учебными учреждениями помогут сформировать кадровый резерв и обеспечить непрерывный поток квалифицированного персонала, способного не только адаптироваться к изменениям, но и инициировать прогресс в энергетической отрасли. Таким образом, результаты настоящего исследования подчеркивают необходимость комплексного подхода к подготовке кадров в энергетике, который учитывает и современные требования цифровизации, и факторы, влияющие на привлекательность профессии для новых поколений специалистов.

Необходимо также отметить, что вопрос обеспечения качественным квалифицированным персоналом энергетических объектов критично актуален не только в отношении объектов, на которых реализуются цифровые решения, но и для отрасли в целом. Без компетентных специалистов, имеющих актуальное образование и широкий инженерный и управленческий кругозор, невозможно решение инновационных задач в энергетике.

## Литература

- Гаврилова Т.Б., Гительман Л.Д., Кожевников М.В. (2024). *Создание сложных систем. Фундаментальный курс системной грамотности для менеджеров*. Москва, СОЛОН-Пресс.
- Гительман Л.Д., Гаврилова Т.Б., Кожевников М.В. (2024). Системная грамотность – новая перспектива для инновационных менеджеров и инженеров. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 15(2): 118–133. DOI: 10.17747/2618-947X-2024-2-118-133.
- Гительман Л.Д., Исаев А.П. (ред.). (2021). *Профессионалы в конкуренции за будущее. Опережающее обучение для лидерства в цифровой индустрии*. Москва, СОЛОН-Пресс.
- Доржиева В.В. (2021). Цифровая трансформация как национальный приоритет развития Российской Федерации и драйвер экономической интеграции в ЕАЭС. *Вопросы инновационной экономики*, 11(4): 1371–1382. DOI: 10.18334/vinec.11.4.113742.
- К 100-летию образования системы оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике России. История оперативно-диспетчерского управления: 1921–2021* (2021). Москва, Принт Ю.
- Кленина Л.И. (2022). Цифровизация энергетики как стимул трансформации компетенций инженера. *Социальные новации и социальные науки*, 1: 148–160.
- Кравченко С.И. (2025). Цифровая трансформация промышленности: стабильные драйверы и контекстуальные факторы роста. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 16(4): 350–360. DOI: 10.17747/2618-947X-2025-4-350-360.
- Логинов М.П., Усова Н.В., Куканова П.А., Алексеева С.А. (2025). Внедрение искусственного интеллекта: драйверы и барьеры развития. *Стратегические решения и риск-менеджмент*, 16(3): 275–287. DOI: 10.17747/2618-947X-2025-3-275-287.
- Макаров А.Ю., Макаров А.А. (2021). *Цифровая экономика. Технологии меняют менеджмент. Практика внедрения и результаты*. Москва, СОЛОН-Пресс.
- Мартынов В., Зорченко Н., Панфилов Д. (2021). «Умные электростанции» – цифровое будущее энергетики. *Энергетическая политика*, 9: 86–95.
- Массель Л.В., Воропай Н.И., Сендеров С.М., Массель А.Г. (2016). Киберопасность как одна из стратегических угроз энергетической безопасности России. *Вопросы кибербезопасности*, 4(17): 2–10.
- Паскарь И.Н., Березин Д.С., Савенкова Д.Е., Каракулова Ю.Ю., Цимбалист Е.Е., Хамидулина Д.В. (2020). Цифровизация энергетики: предпосылки, развитие, прогноз. *Известия ТулГУ. Технические науки*, 8: 44–58.
- Шелгинский А.Я. (2009). Основные задачи промышленной теплоэнергетики и проблемы подготовки кадров. *Надежность и безопасность энергетики*, 2(5): 21–24.

## References

- Gavrilova T.B., Gitelman L.D., Kozhevnikov M.V. (2024). *Creation of Complex Systems. The Fundamental Course of System Literacy for Managers*. Moscow, SOLON-Press. (In Russ.)
- Gitelman L.D., Gavrilova T.B., Kozhevnikov M.V. (2024). Systems Literacy - A New Perspective for Innovation Managers and Engineers. *Strategic Decisions and Risk Management*, 15(2): 118-133. DOI: 10.17747/2618-947X-2024-2-118-133. (In Russ.)
- Gitelman L.D., Isaev A.P. (eds.) (2021). *Professionals in the Competition for the Future. Advanced Learning for Leadership in the Digital Industry*. Moscow, SOLON-Press, 2021. 304 p. (In Russ.)
- Dorzheeva V.V. (2021). Digital Transformation as a National Priority for the Development of the Russian Federation and a Driver of Economic Integration in the EAEU. *Issues of Innovative Economics*, 11(4): 1371-1382. DOI: 10.18334/vinec.11.4.113742. (In Russ.)
- On the 100th Anniversary of the Formation of the Operational Dispatch Control System in the Electric Power Industry of Russia. History of Operational Dispatch Control: 1921-2021*. (2021). Moscow, Print Yu. (In Russ.)
- Klenina L.I. (2022). Digitalization of Energy as a Stimulus for the Transformation of Engineers' Competencies. *Social Innovations and Social Sciences*, 1: 148-160. (In Russ.)
- Kravchenko S.I. (2025). Digital Transformation of Industry: Stable Drivers and Contextual Growth Factors. *Strategic Decisions and Risk Management*, 16 (4): 350-360. DOI: 10.17747/2618-947X-2025-4-350-360. (In Russ.)
- Loginov M.P., Usova N.V., Kukanova P.A., Alekseeva S.A. (2025). Implementation of Artificial Intelligence: Drivers and Barriers to Development. *Strategic Decisions and Risk Management*, 16(3): 275-287. DOI: 10.17747/2618-947X-2025-3-275-287. (In Russ.)
- Makarov A.Yu., Makarov A.A. (2021). *Digital Economy. Technologies Are Changing Management. Implementation Practice and Results*. Moscow, SOLON-Press. (In Russ.)
- Martynov V., Zorchenko N., Panfilov D. (2021). Smart Power Plants - The Digital Future of Energy. *Energy Policy*, 9: 86-95. (In Russ.)
- Massel L.V., Voropai N.I., Senderov S.M., Massel A.G. (2016). Cyber Danger as One of the Strategic Threats to Russia's Energy Security. *Cybersecurity Issues*, 4(17). (In Russ.)

Paskar I.N., Berezina D.S., Savenkova D.E., Karakulova Yu.Yu., Tsymbalist E.E., Khamidulina D.V. (2020). Digitalization of Energy: Prerequisites, Development, Forecast. *Tula State University News. Technical Sciences*, 8: 44-58. (In Russ.)

Shelginsky A.Ya. (2009). The Main Tasks of Industrial Heat Power Engineering and Problems of Personnel Training. *Reliability and Safety of Energy*, 2(5): 21-24. (In Russ.)

## Об авторе

### Светлана Витальевна Темина

Доцент кафедры систем управления энергетикой и промышленными предприятиями, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (Екатеринбург, Россия). ORCID: 0009-0008-1746-8044.

Область научных интересов: повышение эффективности персонала в энергетике, развитие инженерных цифровых компетенций, система обучения персонала на предприятии.

svetlanatyomina@yandex.ru

## About the Author

### Svetlana V. Temina

Associate Professor, Department of Energy and Industrial Enterprise Management Systems, Ural Federal University Named after the First President of Russia B.N. Yeltsin (Ekaterinburg, Russia). ORCID: 0009-0008-1746-8044.

Research interests: workforce efficiency in the energy sector, development of engineers' digital competencies, and corporate personnel training systems.

svetlanatyomina@yandex.ru

## 作者简介

### Svetlana V. Temina

以俄罗斯联邦首任总统 B.N. 叶利钦命名的乌拉尔联邦大学能源与工业企业管理系统教研室副教授（俄罗斯叶卡捷琳堡）。ORCID: 0009-0008-1746-8044.

研究方向：能源行业劳动力效率提升、工程师数字化胜任力发展、企业人员培训体系。

svetlanatyomina@yandex.ru