

**Трушников Андрей Викторович**

магистрант

*Научный руководитель*

**Жданова Ольга Сергеевна**

канд. экон. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

г. Киров, Кировская область

**НАУКОЁМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОВЫШЕНИИ  
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА (НА ПРИМЕРЕ КИРОВСКОЙ  
ДИСТАНЦИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОАО «РЖД»)**

*Аннотация:* в статье рассматривается роль наукоёмких технологий в повышении энергоэффективности инфраструктуры железнодорожного транспорта в условиях цифровой трансформации экономики и обеспечения технологического суверенитета. На примере статических генераторов реактивной мощности и прогнозного обслуживания оборудования обоснован наукоёмкий характер цифрового ресурсосбережения. Показано, что наукоёмкость определяется конвергенцией силовой электроники, интеллектуальных алгоритмов автоматизации и обработки больших данных. Представлены результаты разработки инновационного проекта внедрения статических генераторов реактивной мощности и системы цифрового мониторинга на объектах дистанции электроснабжения с оценкой прогнозного энергетического и экономического эффекта (на примере Кировской дистанции электроснабжения ОАО «РЖД»). Сделан вывод о том, что наукоёмкость рассматриваемых технологий обеспечивает переход от компенсирующего управления ресурсами к предупреждающему на основе интеллектуального анализа данных.

**Ключевые слова:** ресурсосбережение, энергоэффективность, наукоёмкие технологии, цифровая трансформация, импортозамещение, статические генераторы реактивной мощности, прогнозное обслуживание, цифровой мониторинг, тяговое электроснабжение, инновационный проект.

В современных условиях повышение эффективности деятельности высокотехнологичных и инфраструктурных отраслей во многом определяется уровнем внедрения инновационных технологий, обеспечивающих снижение потерь ресурсов, повышение надёжности оборудования и совершенствование процессов управления [1]. Цифровая трансформация промышленности способствует переходу от традиционных методов эксплуатации к интеллектуальным системам управления ресурсами, ориентированным на предупреждение потерь и повышение производственной устойчивости [7]. Государственная политика в данной сфере закреплена в Федеральном законе «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» и в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, ориентирующей экономику на освоение наукоёмких технологий [5; 6].

Понятие ресурсосбережения в научной литературе трактуется с различных позиций. По мнению Р. А. Фатхутдинова, ресурсосбережение представляет собой систему организационно-технических мероприятий, направленных на рациональное использование ресурсов и повышение эффективности деятельности организации [8]. В исследованиях В. М. Гальперина и соавторов оно рассматривается как инструмент снижения издержек и повышения экономической эффективности функционирования предприятия [2]. С точки зрения инновационного менеджмента ресурсосбережение всё чаще рассматривается как элемент технологической модернизации предприятия: в условиях цифровой экономики повышение эффективности использования ресурсов достигается за счёт внедрения инновационных решений, автоматизации процессов и интеллектуальных систем диагностики оборудования [1]. Согласно теории технологических укладов, развиваемой в работах С. Ю. Глазьева, конкурентоспособность экономики определяется

освоением производств нового технологического уклада, основанного на цифровых технологиях, силовой электронике и интеллектуальных системах управления [3].

Одним из ключевых направлений развития ресурсосбережения становится цифровизация производственных и инфраструктурных процессов. В высокотехнологичных инфраструктурных системах ресурсосбережение всё чаще реализуется через внедрение технологий цифрового мониторинга технического состояния оборудования, автоматизированных систем диагностики, интеллектуального учёта энергоресурсов и методов прогнозного обслуживания. Значительную роль играют технологии анализа больших данных, позволяющие обрабатывать большие объёмы информации о техническом состоянии оборудования и режимах работы инфраструктуры, выявлять скрытые закономерности и прогнозировать риски отказов [7]. Особое значение приобретают интеллектуальные системы мониторинга, обеспечивающие непрерывный контроль параметров функционирования объектов, своевременное выявление отклонений и предупреждение аварийных ситуаций.

Система тягового электроснабжения железнодорожного транспорта относится к числу наиболее энергоёмких инфраструктурных систем. Её функционирование связано со значительными затратами электроэнергии, эксплуатацией дорогостоящего оборудования и необходимостью обеспечения бесперебойного движения поездов [9]. В связи с этим ресурсосбережение в системе электроснабжения становится одним из приоритетных направлений повышения эффективности железнодорожной отрасли, что закреплено в энергетических стратегиях федерального и отраслевого уровня [7; 10]. Применительно к системе тягового электроснабжения наибольший интерес представляют статические генераторы реактивной мощности, а также технология прогнозного обслуживания оборудования. Принципиально важно, что внедрение указанных решений не сводится к простой замене изношенного оборудования: по своему содержанию это наукоёмкие инновации, основанные на сочетании трёх технологических оснований – силовой

электроники, интеллектуальных алгоритмов автоматизации и обработки больших данных.

Первым технологическим основанием выступает силовая электроника. В отличие от пассивных конденсаторных установок, статический генератор реактивной мощности представляет собой управляемое устройство на базе полупроводниковых преобразователей, осуществляющее динамическую компенсацию реактивной мощности и стабилизацию параметров напряжения в реальном времени. Быстродействующее регулирование позволяет адаптивно реагировать на изменение нагрузки тяговой сети, снижать технологические потери электроэнергии и повышать качество электроснабжения.

Вторым основанием являются интеллектуальные алгоритмы автоматизации. Работа статических генераторов реактивной мощности и систем цифрового мониторинга обеспечивается алгоритмами автоматического регулирования режимов электроснабжения, которые в реальном времени анализируют параметры сети и формируют управляющие воздействия без непосредственного участия оператора. Это позволяет перейти от регламентного управления к адаптивному и придаёт технологии свойства интеллектуальной системы [7].

Третьим основанием выступает обработка больших данных. Технология прогнозного обслуживания основана на непрерывном сборе и анализе данных о фактическом техническом состоянии оборудования и использует аналитические модели, прогнозирующие вероятность отказов по фактическому состоянию. В отличие от планово-предупредительного ремонта по регламенту, такой подход позволяет планировать ремонтные воздействия на основе данных, сокращая количество отказов, аварийность и затраты на обслуживание [9].

Таким образом, наукоёмкость рассматриваемых технологий определяется не отдельными элементами, а именно сочетанием трёх оснований – силовой электроники, интеллектуальных алгоритмов автоматизации и обработки больших данных. Это сочетание превращает внедрение статических генераторов реактивной мощности и прогнозного обслуживания из локальной замены оборудования

в наукоёмкую инновацию, обеспечивающую переход от компенсирующего управления ресурсами к предупреждающему на основе данных.

Практическая значимость наукоёмких технологий ресурсосбережения раскрыта в проведённом исследовании на примере Кировской дистанции электро-снабжения. В рамках работы разработан инновационный наукоёмкий проект внедрения статических генераторов реактивной мощности и системы цифрового мониторинга с функцией прогнозного обслуживания на объектах дистанции, объединяющий отдельные мероприятия в единый управляемый комплекс. Выбор данного направления обоснован результатами, полученными на объектах-аналогах Горьковской дирекции по энергообеспечению, где внедрение статических генераторов реактивной мощности уже подтвердило высокий потенциал снижения технологических потерь: суммарный энергетический эффект на объектах-аналогах превысил 1,6 млн кВт·ч в год. Это свидетельствует о наличии резерва дальнейшего повышения энергетической эффективности и в Кировской дистанции электроснабжения.

Для проекта в соответствии с принципами проектного управления разработан паспорт, фиксирующий цель, содержание, тип инновации и параметры инвестиционной фазы. Проект предусматривает внедрение двух комплектов оборудования; срок инвестиционной фазы составляет 12 месяцев, оценочный объём инвестиций – около 22 млн. руб. Прогнозируемое снижение технологических потерь электроэнергии оценивается приблизительно в 1,64 млн кВт·ч в год, что при среднем тарифе для инфраструктурных подразделений соответствует годовому экономическому эффекту порядка 9,8 млн. руб. Оценка инвестиционной эффективности, выполненная при ставке дисконтирования 15% и горизонте расчёта 7 лет, показала положительный результат: чистый дисконтированный доход составил около 15,4 млн руб., внутренняя норма доходности – около 36%, дисконтированный срок окупаемости – порядка 3,3 года. Для управления проектом построена матрица рисков, в которой к наиболее значимым отнесены риск срыва сроков

поставки оборудования, риск превышения бюджета и риск недостижения проектного энергетического эффекта; по каждому из них предусмотрены меры реагирования.

Развитие наукоёмких технологий ресурсосбережения непосредственно связано с задачами технологического суверенитета и импортозамещения. Освоение отечественного производства силовой электроники, систем цифрового мониторинга и программного обеспечения для управления режимами электроснабжения является условием устойчивости инфраструктуры к внешним ограничениям и независимости от поставок импортных комплектующих [4; 6]. Соответствующие приоритеты закреплены в государственной промышленной политике и в Стратегии цифровой трансформации железнодорожного холдинга, ориентированной на внедрение интеллектуальных систем управления инфраструктурой на собственной технологической базе [7].

Таким образом, наукоёмкие технологии ресурсосбережения в инфраструктуре железнодорожного транспорта представляют собой основу перехода от традиционной модели контроля затрат к интеллектуальной системе управления ресурсами, ориентированной на предупреждение потерь. Наукоёмкость статических генераторов реактивной мощности и прогнозного обслуживания определяется сочетанием силовой электроники, интеллектуальных алгоритмов автоматизации и обработки больших данных, а разработанный инновационный проект подтверждает практическую реализуемость и инвестиционную целесообразность таких решений. Их применение в системе тягового электроснабжения позволяет одновременно снижать технологические потери электроэнергии, повышать надёжность инфраструктуры и обеспечивать устойчивость перевозочного процесса, что соответствует приоритетам государственной научно-технологической и энергетической политики [5; 10].

### ***Список литературы***

1. Аганбегян А.Г. Экономика России: стратегия развития в условиях модернизации / А.Г. Аганбегян. – М.: Дело, 2022. – 432 с.

2. Гальперин В.М. Экономика предприятия: учебник / В.М. Гальперин, С.М. Игнатъев, В.И. Моргунов. – М.: Инфра-М, 2022. – 352 с.
3. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С.Ю. Глазьев. – М.: ВладДар, 1993. – 310 с. EDN YSXIUUV
4. О промышленной политике в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.12.2014 №488-ФЗ. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_173119/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173119/) (дата обращения: 28.06.2026).
5. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента РФ от 28.02.2024 №145. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_470762/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_470762/) (дата обращения: 28.06.2026).
6. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_93978/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/) (дата обращения: 28.06.2026).
7. Стратегия цифровой трансформации холдинга «РЖД» до 2030 года / ОАО «РЖД». – URL: <https://company.rzd.ru/> (дата обращения: 28.06.2026).
8. Фатхутдинов Р. А. Инновационный менеджмент: учебник / Р. А. Фатхутдинов. – М.: Инфра-М, 2023. – 448 с.
9. Экономика железнодорожного транспорта: учебник / под ред. Н.П. Терёшиной. – М.: УМЦ ЖДТ, 2018. – 996 с.
10. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года. – URL: <https://minenergo.gov.ru/> (дата обращения: 28.06.2026).