

## ВНЕДРЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМУ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ НА ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Мастевный Семён Алексеевич, [sem192000@mail.ru](mailto:sem192000@mail.ru)  
Блинов Кирилл Алексеевич, [blinooooov@gmail.com](mailto:blinooooov@gmail.com)  
Грибанов Алексей Александрович, [diread@mail.ru](mailto:diread@mail.ru)  
Мартко Екатерина Олеговна, [martnight@mail.ru](mailto:martnight@mail.ru)

### **Аннотация:**

В статье проведён анализ актуальности повышения эффективности тяговых подстанций электротранспорта. Выявлены перспективы развития тяговых подстанций при помощи внедрения искусственного интеллекта. Повышение стабилизации напряжения предлагается достичь путём введения машинного обучения. Реализация требует комплексного подхода с техническими, организационными и финансовыми аспектами. Рассмотрены проблемы, которые присущи стабилизации напряжения на тяговых подстанциях электротранспорта в настоящий момент. Рассмотрена возможность внедрения искусственного интеллекта в систему стабилизации напряжения. Особое внимание уделено необходимости обеспечения должного уровня надежности и безопасности системы, нужно предотвратить возможные сбои и ошибки в работе системы. Произведена оценка актуальности и важности развития данного направления. Внедрение искусственного интеллекта и машинного обучения технология сложная, но очень перспективная, как в системе стабилизации напряжения тяговых подстанций, так и во многих других сферах.

**Ключевые слова:** стабилизация напряжения, тяговые подстанции, городской электротранспорт, современные технологии, искусственный интеллект

В данный момент электротранспорт широко используется как в городской инфраструктуре, так и междугородней. В связи с повышенным вниманием к экологии данный вид транспорта получает запрос на новый этап развития.

Новые технологии позволяют повысить эффективность, а также сделать эксплуатацию электротранспорта более удобным и безопасным.

Одной из основных проблем на данном этапе является стабилизация напряжения тяговых подстанций электротранспорта.

Согласно ГОСТ 696275 питание электрических цепей электрифицированного транспорта осуществляется от воздушной контактной сети постоянного тока напряжением  $550 \pm 150$  В. Номинальное напряжение на выходе тяговой подстанции составляет 600 В, максимальное – 700 В. Проведённые измерения напряжений холостого хода на тяговых подстанциях города Уфы показали, что в реальности оно поднимается до 900 В. Повышенное напряжение отрицательно сказывается на дорогостоящем коммутационном и преобразовательном электрооборудовании подвижного состава и часто приводит к выходу его из строя. С другой стороны, понижение напряжения контактной сети приводит к увеличению времени разгона двигателя электротранспортного средства и увеличению длины тормозного пути, а также перегреву силовых контактов и обмоток тягового

двигателя. Ясно, что стабилизация напряжения сети питания трамваев и троллейбусов позволяет существенно повысить качество их работы – безопасность, надёжность и снизить расход электроэнергии.

Для решения этой проблемы нужно использовать внедрение современных технологий. Актуально на данный момент – искусственный интеллект, который активно используется и внедряется повсеместно.

Внедрение управления с участием искусственного интеллекта (ИИ) в системы стабилизации напряжения на тяговых подстанциях электротранспорта является одной из современных технологий, которая может значительно повысить эффективность и надёжность таких систем.

Искусственный интеллект может быть использован для анализа больших объемов данных, получаемых от мониторинговых систем и датчиков на тяговых подстанциях. С помощью алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения, ИИ может определить паттерны и тренды в данных, что позволяет операторам системы быстро обнаруживать потенциальные проблемы или нестабильности в напряжении и предпринимать соответствующие меры.

Кроме того, искусственный интеллект может быть использован для автоматического управления нагрузкой на тяговых подстанциях. Например, ИИ может анализировать данные о текущей нагрузке и оптимизировать распределение энергии между различными нагрузками, чтобы поддерживать стабильное напряжение.

Внедрение искусственного интеллекта в системы стабилизации напряжения на тяговых подстанциях электротранспорта требует детального исследования и анализа. В академических исследованиях и диссертациях можно рассмотреть различные аспекты этой технологии, включая ее эффективность, надёжность, применимость и возможные ограничения.

В целом, внедрение современных технологий управления и мониторинга, включая использование систем хранения энергии, устройств регулирования напряжения, управления нагрузкой и искусственного интеллекта, может значительно повысить стабильность напряжения на тяговых подстанциях электротранспорта и обеспечить более эффективную работу системы.

Одной из сложностей реализации внедрения управления с участием искусственного интеллекта в системы стабилизации напряжения на тяговых подстанциях электротранспорта является необходимость обработки больших объемов данных. Для работы ИИ требуется доступ к достаточному количеству данных, что может быть сложно в случае отсутствия соответствующих мониторинговых систем или датчиков на подстанциях.

Кроме того, требуется разработка и обучение алгоритмов машинного обучения и глубокого обучения, способных анализировать и интерпретировать данные о напряжении и нагрузке на подстанциях. Это может потребовать значительных усилий и времени для проведения исследований и экспериментов, а также для сбора и разметки данных.

Также важным аспектом является обеспечение надёжности и безопасности системы. Внедрение искусственного интеллекта требует разработки и применения соответствующих алгоритмов и механизмов для предотвращения возможных сбоев или ошибок в работе системы. Это включает в себя обеспечение

защиты от внешних воздействий, таких как кибератаки, а также разработку механизмов контроля и мониторинга работы ИИ.

Сложность реализации также может быть связана с финансовыми и организационными аспектами. Внедрение новых технологий требует финансовых инвестиций на этапе разработки и внедрения, а также на обучение персонала и поддержку системы в долгосрочной перспективе. Кроме того, необходимо учитывать организационные аспекты, такие как согласование с регулирующими органами и принятие соответствующих нормативных актов.

В целом, реализация управления с участием искусственного интеллекта в системах стабилизации напряжения на тяговых подстанциях электротранспорта требует комплексного подхода, включающего технические, организационные и финансовые аспекты.

Несмотря на сложности, данная технология является перспективным направлением и будет продолжать внедряться во все сферы жизни. Стабилизация напряжения тяговых подстанций электротранспорта не будет исключением. ИИ приносит множество возможностей для совершенствования систем, повышения качества функционирования и облегчения управления ими.

### Список используемой литературы

1. Шапиро С. В., Муфтиев С. Р. Система стабилизации напряжения тяговой подстанции городского электротранспорта / Шапиро С. В., Муфтиев С. Р. [Электронный ресурс] // eLibrary : [сайт]. — URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_15544086\\_85636422.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_15544086_85636422.pdf) (дата обращения: 19.07.2023).
2. Шапиро С. В., Муфтиев С. Р. Разработка системы стабилизации напряжения тяговой подстанции городского электротранспорта / Шапиро С. В., Муфтиев С. Р. [Электронный ресурс] // eLibrary : [сайт]. — URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_18861571\\_70447823.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18861571_70447823.pdf) (дата обращения: 19.07.2023).
3. Шапиро С. В., Муфтиев С. Р. Моделирование системы стабилизации напряжения тяговых подстанций городского электротранспорта в среде ORCAD 9.2 / Шапиро С.В., Муфтиев С.Р. [Электронный ресурс] // eLibrary : [сайт]. — URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_20893703\\_26420113.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_20893703_26420113.pdf) (дата обращения: 19.07.2023).
4. Хренников А. Ю., Александров Н. М. Системы искусственного интеллекта в электроэнергетике / Хренников А. Ю., Александров Н. М. [Электронный ресурс] // eLibrary : [сайт]. — URL: [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_49281360\\_21233193.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_49281360_21233193.pdf) (дата обращения: 19.07.2023).

### Информация об авторах

Мастевный С. А. – студент группы 8Э-21, Блинов К. А. – студент группы 8Э-21, Грибанов А. А. – к.т.н., доцент, Мартко Е. О. – к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова», РФ, Алтайский край, г. Барнаул.

### Ссылка для цитирования

Мастевный, С. А. Внедрение искусственного интеллекта в систему стабилизации напряжения на тяговых подстанциях электротранспорта / С. А. Мастевный, К. А. Блинов, А. А. Грибанов, Е. О. Мартко // Энерджинет. 2023. № 1. URL: <http://nopak.ru/231-506> (дата обращения: 25.10.2023).

