

**УДК 621.316**

**А.Р. АХМЕТГАРЕЕВ**, студент гр. ЭПмз-211 (КузГТУ)  
**Р.В. БЕЛЯЕВСКИЙ**, к.т.н., доцент, чл.-корр. РЭА (КузГТУ)  
г. Кемерово

### **ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ПОДСТАНЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

За последние годы тема цифровой трансформации становится все более актуальной для большинства российских компаний, включающих в стратегическую повестку своего развития вопросы цифровизации бизнес-процессов. В настоящее время цифровая трансформация стала востребованным инструментом для устойчивого развития компании в условиях неопределенности; сокращения издержек на разработку новых продуктов и времени их вывода на рынок; реализации современных подходов к формированию новых качеств компании и ее соответствию тенденции постоянного ускорения научно-технологического прогресса. Одним из современных подходов к решению выше поставленных задач является цифровая трансформация, в частности цифровой двойник [1].

Руководство промышленных предприятий делает особый упор на создание и совершенствование систем организационных процессов, и создание в соответствии с ними преимуществ на рынке по сравнению с конкурентами, обеспечивают достижение долгосрочного увеличения эффективности компании в особенности во время внешней нестабильности.

Таким образом, производственные системы могут стать более гибкими, чтобы реагировать на изменения нагрузки, снижения качества электрической энергии, а также сбоев в производстве. Также появится возможность собирать огромные массивы данных с системы, что позволит не только перевести часть мероприятий по диагностике в онлайн формат, но и осуществлять превентивную диагностику электрооборудования. Цифровая трансформация – многообещающий процесс, итогом которого должны стать увеличение стоимости активов компании и рост доходности конечного продукта или услуги.

Но несмотря на схожий подход к созданию цифрового двойника, универсального рецепта не существует, так как каждая компания находится в уникальных условиях своего развития [2].

Разработка цифрового двойника базируется на следующих этапах:

1. Отладка алгоритмов функционирования объекта или системы.
2. Проверка гипотез: как ведет себя система в пограничных и нештатных ситуациях, когда нормальное функционирование нарушено.

Цифровые двойники строят на базе специализированных платформ. Модели создают с помощью многочисленных датчиков и искусственного интеллекта на основе нейросетей, а также технологий высокоскоростных вычислений на основе разнообразных данных. Данные в цифровой двойник передают специальные системы: IoT-устройства, контрольно-пропускные пункты и маяки. Еще взаимодействовать с двойником могут люди: технические специалисты и руководители предприятий вводят некоторые данные вручную. Интерактивный сбор данных с IoT-устройств позволяет в режиме онлайн наблюдать за объектом или процессом и даже управлять ими [3].

Оснащение российской энергосистемы представленными комплексами поможет оптимизировать контролировать генерацию и распределение электроэнергии, повысить экологическую безопасность. Существует несколько основных проблем в эксплуатации и обслуживании, с которыми могут справиться инновации:

1. Сложность мониторинга электрооборудования. Большое число объектов энергетики находится в труднодоступных районах. Чтобы провести обследование, нужно добраться до энергокомплекса, что может быть трудновыполнимо или невозможно.

2. Потери вследствие неразумного подхода к использованию топлива и электричества. Из-за сложности устройства современных энергосетей, осуществления контроля силами сотрудниками становится неэффективным: вырабатывается больше энергии, чем нужно.

3. Убытки из-за нерационального расхода топлива и электроэнергии. Из-за того, что энергосетевые комплексы сложно контролировать силами сотрудников, расходуется больше ресурсов, чем необходимо. Электростанции вырабатывают энергию с избытком, и при этом теряют деньги.

4. Непредвиденные выходы оборудования из строя. Постоянно осуществлять мониторинг состояния и износа невозможно. Из-за этого происходят нештатные ситуации, из-за которых компании теряют прибыль.

Цифровой двойник может предложить решение представленных проблем:

1. Беспилотники могут контролировать энергокомплексы, находящиеся в труднодоступных местах. С помощью камер и датчиков они фиксируют состояние объектов и, затем, передают данные для моделирования максимально точной модели цифрового двойника.

2. Системы IoT (интернет вещей) помогут с рациональным расходом энергии. Благодаря дистанционному мониторингу появляется возможность не только эффективнее использовать существующие ресурсы, но и упростить, и улучшить создание новых мощностей.

3. Осуществление превентивной диагностики в режиме реального времени поможет избежать непредвиденные простои, путем предсказания аварийных ситуаций.

Таким образом, несмотря на трудоемкость исполнения и большие затраты, цифровой двойник – вложение в будущее компаний, которое может работать не только в настоящем времени, но и заглядывать в будущее, что позволит обеспечить компании высокую конкурентоспособность на рынке на продолжительной дистанции.

В данном направлении планируется провести разработку цифрового двойника питающей подстанции 35/6 кВ с установленной мощностью трансформаторов  $2 \times 10000$  кВА на разрезе «Талдинский» в среде SimPowerSystems пакета Matlab Simulink.

#### Список литературы:

1. Прохоров, А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное/ А. Прохоров, М. Лысачев, А. Боровков – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 с.

2. Секерин, В.Д. Цифровая трансформация промышленных предприятий в условиях инновационной экономики/ В.Д. Секерин, В.Г. Свинухов – Монография – М.: Мир науки, 2021 – 296 с.

3. Ришняк, А. Энергетические комплексы будущего [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/573152/?ysclid=196h3hafpn599384003>).

#### Информация об авторах:

Альберт Риннатович Ахметгареев, студент гр. ЭПмз-211, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д.28, [212025@kuzstu.ru](mailto:212025@kuzstu.ru)

Роман Владимирович Беляевский, к.т.н., доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д.28, [brv.egpp@kuzstu.ru](mailto:brv.egpp@kuzstu.ru)