

**Насыров Ринат Ришатович,**  
к.т.н., доцент, старший научный сотрудник кафедры электроэнергетических систем  
ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ", г. Москва,  
e-mail: nasirov.rinat@gmail.com

**Семенов Сергей Геннадьевич,**  
генеральный директор ООО «СмартХо», г. Москва,  
e-mail: sergey@smartho.ru

**Коновалов Юрий Васильевич,**  
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,  
e-mail: yrvaskon@mail.ru

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ТРЕНАЖЕРОВ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ**

**Nasyrov R.R., Semenov S.G., Konovalov Y.V.**

## **IMPLEMENTATION OF DIGITAL TRANSFORMATION ON THE BASIS OF ENERGY SIMULATORS**

**Аннотация.** Определены приоритетные направления при реализации проектов по созданию виртуальных тренажеров в электроэнергетике при её цифровой трансформации. Рассмотрены различные варианты использования цифровых двойников подстанций для выработки профессиональных компетенций и навыков оперативного персонала.

**Ключевые слова:** виртуальные тренажеры, электроэнергетика, цифровая трансформация, цифровые двойники, профессиональные компетенции.

**Abstract.** Priority areas for the implementation of projects to create virtual simulators in the electric power industry during its digital transformation have been identified. Various options for using digital doubles of substations to develop professional competencies and skills of operational personnel are considered.

**Keywords:** virtual simulators, electric power industry, digital transformation, digital doubles, professional competencies.

Одним из путей повышения эффективности работы объектов электроэнергетики является тенденция цифровизации на разных стадиях подготовки персонала и эксплуатации основных узлов энергетических систем. Направление по созданию цифровых двойников при реализации проектов по созданию визуальных тренажеров по ремонту и обслуживанию оборудования электрических подстанций обеспечивает решение следующих приоритетных направлений:

- повышение безопасности эксплуатации объекта;
- снижения травматизма при работе с оборудованием;
- повышение качества обучения персонала;
- обеспечение быстрой подготовки и переподготовки кадров внутри предприятия;
- визуализация рисков неправильного выполнения трудовых операций, формирование корректной системы оценки данных рисков у работника;

- визуализация опасностей при выполнении трудовых операций, развитие навыка их выявления у работников, формирование корректной системы оценки рисков.

Коллективом ФГБОУ ВО "Национальный исследовательский университет "МЭИ" были разработаны подходы и реализован VR-тренажер для оперативного персонала подстанций [1]. Реализованный тренажер оперативного и эксплуатационного персонала на основе модели виртуальной реальности трансформаторной подстанции создан для отработки профессиональных компетенций и навыков оперативного персонала при сложных переключениях на подстанциях с оборудованием на напряжение 110 кВ. При его использовании реализуется возможность пошагово смоделировать десятки штатных и нештатных ситуаций на подстанции, начиная от подготовки рабочего места и заканчивая переключениями оборудования в аварийном режиме. Виртуальное моделирование заменяет и качественно дополняет тренировки оперативного персонала, обеспечивает тиражирование и многократное использование разработанных сценариев действий. Тренажер представляет подстанцию в трехмерном пространстве со всеми подробностями и создает эффект полного присутствия на энергообъекте. При определении конфигурации имеются варианты выбора: мобильная или стационарная версия, возможна комплектация класса для обучения нескольких пользователей, использование мониторов или больших проекционных экранов, комплектация и создание автоматического рабочего места или места оператора, изменения в процессе обучения сценариев оператором или обучающимися, обучение в режиме квестов для начальных курсов. Сам тренажер – это база, на которой строятся те или иные действия и операции. Используя основу, можно разработать любые алгоритмы для реализации заданных сценариев [2].

Электрическая подстанция является геометрическим и функциональным цифровым двойником, который регулярно обновляется как на программном, так и на аппаратном уровне.

Режим виртуальной реальности создает дополнительный стимулирующий момент в обучении. Подобный класс тренажеров может быть использован как прикладной продукт, при проведении профильных олимпиад, так и для киберспортивных состязаний с акцентом на тематику учебного учреждения, конкурсов по направлению World Skills.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Виртуальный тренажер оперативных переключений / Насыров Р.Р., Сулейманов И.Р., Чуркин А.В., Пилюгин А.В., Марченков Д.В. // Электричество, 2016. — №3, с. 27-33. ISSN: 0013-5380 (ISSN: 2411-1333)
2. Новые подходы к тренировкам оперативного персонала подстанций / Насыров Р.Р., Сулейманов И.Р., Чуркин А.В., Пилюгин А.В., Марченков Д.В. // Электричество, 2015. — № 8.