

УДК 681.51:371.693

Создание и применение тренажеров виртуальной реальности в теплоэнергетике и подготовке оперативного персонала цехов ТАИ и АСУТП

Голубев Антон Владимирович

su@ispu.ru

SPIN-код: 3054-6850

Муравьев Игорь Константинович

muraviev@gapps.ispu.ru

SPIN-код: 5994-2934

Никоноров Андрей Николаевич

anick037@mail.ru

SPIN-код: 2250-1523

ФГБУО ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»,
Иваново, Россия

***Аннотация.** Целью исследования является разработка интерактивного тренажера для подготовки оперативного персонала цехов ТАИ и АСУТП с виртуальным моделированием полевой зоны контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА). Разработанные модели устройств КИПиА позволяют проверить функционирование датчиков и исполнительных механизмов, при необходимости изменять их технологическое подсоединение к линиям питания, а также проводить их настройку, проверку исправности, контроль линий подключения к ПТК и другим приборам.*

***Ключевые слова:** система обучения персонала, средства КИПиА, компьютерные тренажеры, виртуальная реальность, диагностика неисправностей*

Development and implication of virtual reality simulators for thermal power engineering and for training of operational staff of TAM and APCS shops

Golubev Anton Vladimirovich

su@ispu.ru

SPIN-code: 3054-6850

Muravev Igor Konstantinovich

muraviev@gapps.ispu.ru

SPIN-code: 5994-2934

Nikonorov Andrei Nikolaevich

anick037@mail.ru

SPIN-code: 2250-1523

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo, Russia

Abstract. The objective of the study is to develop an interactive simulator for training operational personnel in process control and automation shops, using virtual simulation of the field environment of instrumentation and automation (I&A). The developed I&A device models allow for testing the operation of sensors and actuators, adjusting their process connections to power lines, if necessary, as well as configuring them, checking their functionality, and monitoring their connections to the control system and other devices.

Keywords: personnel training system, instrumentation and automation, computer simulators, virtual reality, fault diagnostics

Введение. Виртуальная и дополненная реальность находят широкое применение во многих сферах — от геймдевелопмента и медицины до образования и энергетики. Благодаря им повышается производительность технологического оборудования на этапах проектирования, эксплуатации и оптимизации режимов функционирования, в том числе обеспечивается возможность разработки передовых решений и качественного обучения персонала энергетических объектов [1, 2].

Использование тренажеров виртуальной реальности (VR) в энергетике актуально, поскольку VR позволяет моделировать рабочую среду со степенью реалистичности, которую невозможно обеспечить на учебных полигонах или в классических тренажерах, при этом можно моделировать опасные производственные ситуации без риска для сотрудников.

Целью исследования является разработка интерактивного тренажера для подготовки оперативного персонала цехов ТАИ и АСУТП с виртуальным моделированием полевой зоны КИПиА.

Материалы и методы. Тренажер создан на базе платформы для разработки мультимедийных приложений, интегрирующей инструменты виртуальной реальности. Это позволило разработать виртуальный прототип энергообъекта — цифровую копию, содержащую интерактивные модели энергооборудования, электрических сетей и КИП. Структура моделей полевой зоны КИПиА состоит из двух частей: теплогидравлической и электротехнической. Особенности реализации каждой из них представлены в работе [3].

Результаты. Функционирование тренажерного комплекса подразумевает его работу в режиме автоматического формирования комплектов заданий с запрограммированными дефектами на каждой из моделируемых локаций (реализовано средство конфигурации сценариев обучения), такими как: нарушение целостности проводов (обрыв или короткое замыкание), замыкание между проводниками или на землю, а также перебои в работе источников питания. В состав модели также интегрированы контрольно-измерительные устройства (рис. 1) — вольтметры, амперметры и омметры для контроля технологических параметров в разных контрольных точках технологических схем.

В состав 3D моделей локаций и оборудования КИП входят: датчики температуры (термоэлектрические преобразователи и термосопротивления) с различными номинально-статическими характеристиками и вариантами схем подключения к программно-техническому комплексу (ПТК); датчики давления, расхода и уровня различных производителей (Метран, Элемер) с подключением датчиков как от ПТК, так и от внешнего блока питания (рис. 2); задвижки и регулирующие клапаны с разными возможными типами электроприводов (рис. 3), силовых блоков КРУЗАП, управляющих и контрольных блоков ФРБУМ с разными вариантами схем управления; шкафы управления ПТК. При этом порядок расположения модулей и приборов максимально соответствует реальному.

Моделированию также подлежат: физические трубопроводы и клапана, установка датчиков; исполнительные механизмы, линий питания и связи.

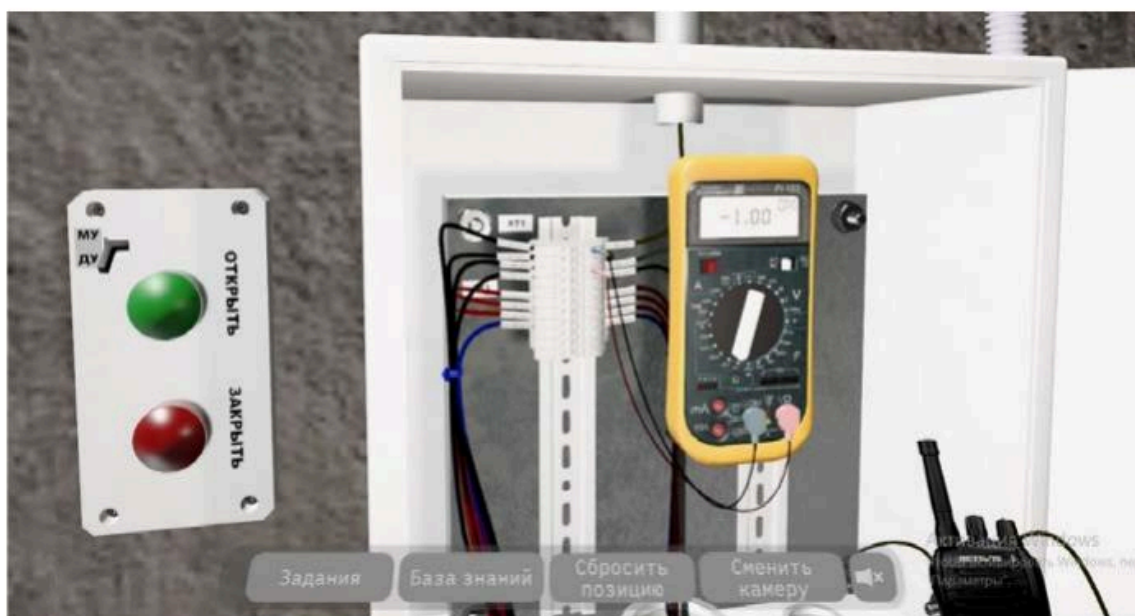


Рис. 1. Пример 3D-модели локации подключения омметра



Рис. 2. Пример 3D-модели локации датчика

Обсуждение. Среди тренировочных ситуаций, которые реализованы на тренажере, имеются неполадки оборудования: короткие замыкания; нарушение контакта соединения проводов; обрывы проводов; неисправности блока питания и реле и ряд других неисправностей [3].



Рис. 3. Пример 3D-модели локации задвижки с электроприводом

При работе тренажера Испытуемый имеет возможность по диагностике: приводов, силовых блоков КРУЗАП, управляющих и контрольных блоков ФРБУМ, а также модулей устройств связи с объектами в ПТК; диагностики соответствующей части электрической схемы, например подключать/отсоединять вольтметры для измерения значений величины напряжений на линиях реле конечных выключателей, командных реле, питания ПТК привода или подключать/отсоединять омметры для измерения значений сопротивлений линий реле конечных выключателей. При выявлении неисправностей на соответствующих участках схемы доступны специальные кнопки выполнения ремонтов.

Заключение. В рамках исследования разработаны цифровые двойники датчиков давления, расхода, уровня и температуры, включающие детализированные пользовательские интерфейсы.

Разработанные модели устройств КИПиА позволяют проверить функционирование датчиков и исполнительных механизмов, при необходимости изменять их технологическое подсоединение к линиям питания, а также проводить их настройку, проверку исправности, контроль линий подключения к ПТК и другим приборам.

Реализованный тренажер предоставляет персоналу КИПиА ТЭС эффективный инструмент для обучения, отработки навыков обслуживания, диагностики и ремонта измерительных приборов в реалистичных условиях.

Список источников

- [1] Путилова И.В., Ленев И.В., Куприянов С.Г. Использование технологий 3D-моделирования и виртуальной реальности для повышения эффективности обучения персонала ПАО «МОСЭНЕРГО». *Газовая промышленность*, 2024, № 10 (872), с. 68–73.
- [2] Кадыров С.А. Опыт разработки и внедрения VR-тренажеров для повышения квалификации и обучения сотрудников. *Технологии дополненной и виртуальной реальности. I науч.-практ. конф.: сб. ст.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2025, с. 99–104.
- [3] Голубев А.В., Муравьев И.К., Никоноров А.Н., Наумов Ю.В., Обуваев А.С., Целищев Е.С. Разработка системы обучения персонала КИПиА и ее интеграция с компьютерным тренажером ТЭС. *Автоматизация в промышленности*, 2023, № 4, с. 3–11.