

Цифровые тренажёры: новые возможности для повышения квалификации и обучения персонала

Повышение квалификации персонала – одна из наиболее значимых задач в энергетике, что подтверждается соответствующим приказом Минэнерго России от 22.09.2020 г. № 796 “Об утверждении правил работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации”. В настоящее время на каждом объекте электроэнергетики имеются опытные специалисты, но не все из них способны передать свои знания новым сотрудникам. Молодым специалистам, приходящим в компанию, часто не хватает опыта и знаний, а также мотивации к обучению, что может негативно сказаться на их собственной безопасности и надёжности энергосистемы.

Все организации в сфере электроэнергетики уделяют значительное внимание безопасности и снижению уровня травматизма. Для этого часто создаются специальные отделы, которые отвечают за соблюдение работниками требований охраны труда, минимизацию травматизма и проведение инструктажей. Полностью исключить травмы невозможно, но за счёт использования современных методов обучения можно значительно снизить их количество.

В современном мире, где технологии развиваются с невероятной скоростью, внедрение цифровых тренажёров является одним из наиболее эффективных способов решения проблемы повышения квалификации персонала.

Преимущества цифровых тренажёров:

- *эффективность обучения.* Цифровые тренажёры обеспечивают более глубокое понимание процессов и технологий, которые используются на предприятии. Это позволяет сотрудникам быстрее адаптироваться к новым задачам и успешно справляться с возникающими проблемами;
- *экономия времени и ресурсов.* Использование цифровых тренажёров исключает необходимость проведения дорогостоящих и продолжительных обучающих курсов, позволяя сотрудникам самостоятельно осваивать новые навыки и знания;
- *индивидуальный подход к обучению.* Благодаря возможности гибкой настройки цифровых тренажёров, каждый сотрудник может обучаться в своём темпе и на уровне, соответствующем его потребностям и способностям;
- *адаптация к изменяющимся условиям.* Цифровые тренажёры могут быть легко адаптированы к новым технологиям и методам работы, что позволяет предприятиям своевременно реагиро-

вать на изменения рынка и оставаться конкурентоспособными;

- *контроль качества обучения.* Цифровые тренажёры предоставляют возможность контролировать уровень знаний и навыков сотрудников, а также определять слабые места в их обучении.

Рассмотрим примеры цифровых тренажёров, разработанных для ПАО “Мосэнерго”.

С 2020 по 2022 г. разработаны и внедрены в процесс обучения в рамках профессиональной переподготовки специалистов ПАО “Мосэнерго” в НИУ “Московский энергетический институт” по программам “Тепловые электрические станции”, “Электрические станции” и “Электроэнергетические сети и системы” три проекта:

1. Визуализация парового котла (рис. 1). За основу взят реально существующий паровой прямоточный котёл типа ТГМП-314. Компьютерная модель позволяет “погрузиться” в котёл, пройти по водопаровому и газовоздушному трактам котла, оценить его габариты, лучше представить работу элементов котла и котельной установки в целом. Подобный опыт может быть особенно полезен сотрудникам энергокомпаний, которые являются новичками на рабочем месте и ещё не имеют опыта практической деятельности или не работают с конкретным энергетическим оборудованием.

2. Визуализация элегазового комплектного распределительного устройства (КРУЭ) 110 кВ (рис. 2). За основу взято реально существующее КРУЭ 110 кВ. В рамках проекта слушатели не только знакомятся с основными элементами, но и имеют возможность увидеть принципы работы элегазового выключателя, наблюдая его анимированную работу в разрезе.



Рис. 1. Визуализация парового котла (вид из гарнитуры виртуальной реальности)

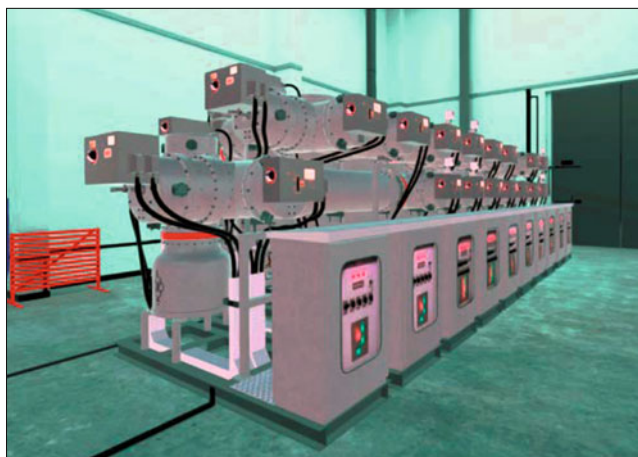


Рис. 2. Визуализация КРУЭ (вид из гарнитуры виртуальной реальности)

3. Визуализация элементов паровой турбины Т-250 (рис. 3) с применением технологий виртуальной реальности. За основу взята реально существующая паровая турбина Т-250/300-240. Разработанная трёхмерная модель турбины позволяет ознакомиться с принципом её работы, движением потоков пара в цилиндрах турбины, а также со всеми основными и вспомогательными элементами цилиндров высокого, низкого и среднего давления.

Одной из последних разработок в ПАО «Мосэнерго» является математическая модель турбогенератора ТЗФГ-160-2МУЗ, созданная в рамках проведения с НИУ «Московский энергетический институт» НИОКР «Разработка методики выбора оптимальных режимов по реактивной мощности для турбогенераторов с оценкой влияния режимов

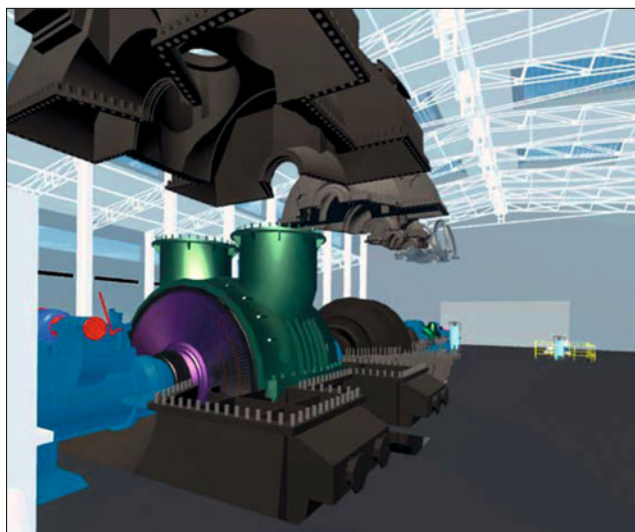


Рис. 3. Визуализация турбины (вид из гарнитуры виртуальной реальности)

работы на надёжность работы генерирующего оборудования».

Для расчётов электромагнитного поля турбогенератора был использован программный комплекс EasyMag3D. Он базируется на методе пространственных интегральных уравнений и обеспечивает высокопроизводительные расчёты трёхмерных магнитных систем в параллельных процессах. Разработанное программное обеспечение и модель позволяют выполнять расчёты магнитного поля турбогенератора в полной трёхмерной постановке и представляют информацию о режимах работы, магнитном состоянии элементов конструкции, силовых взаимодействиях и др. На рис. 4 показана

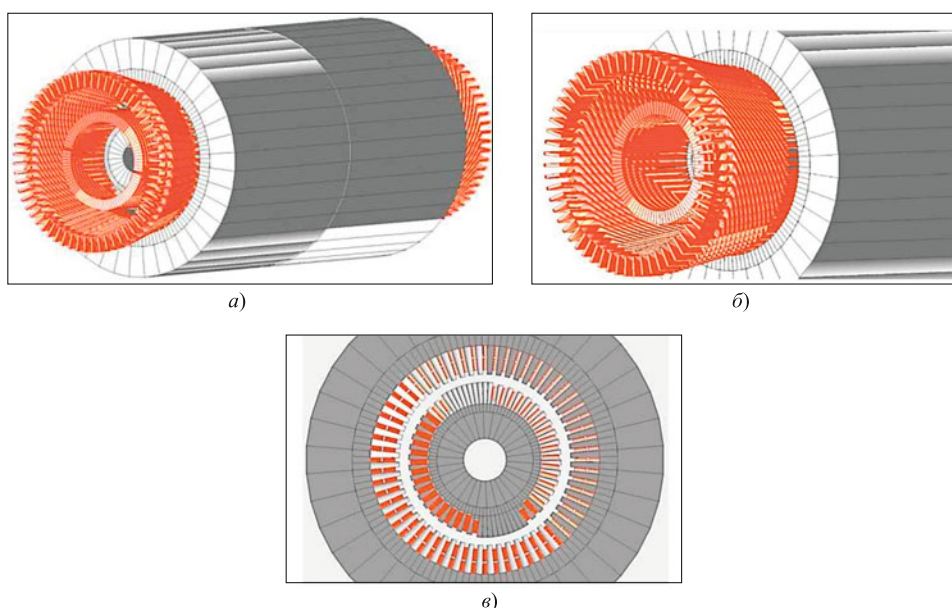


Рис. 4. Модель конструкции магнитной системы турбогенератора ТЗФГ-160-2МУЗ в программном комплексе EasyMag3D:

а – общий вид модели турбогенератора; б – лобовая часть турбогенератора; в – поперечное сечение в средней части генератора

модель конструкции магнитной системы турбогенератора ТЗФГ-160-2МУЗ.

На текущий момент ПАО «Мосэнерго» совместно с НИУ «МЭИ» подана заявка на патентование изобретения «Способ определения допустимых режимов работы турбогенератора по реактивной мощности». В дальнейшем планируется на основе запатентованной методики разработать соответствующее программное обеспечение с его переводом в цифровой тренажёр, позволяющий исследовать поведение турбогенераторов в маневренных режимах работы и обучать персонал процедуре выбора оптимальных режимов по реактивной мощности.

Таким образом, цифровые тренажёры позволяют сотрудникам обучаться в условиях, максимально приближённых к реальным, что способствует повышению качества их работы и улучшению производительности. Использование компьютерных средств обучения и мониторинга на базе цифровых двойников технологических объектов обес-

печивает повышение психологической устойчивости оперативного персонала при действиях в аварийных ситуациях, сокращение числа технологических нарушений, а также повышение уровня надёжности и безотказности работы оборудования, сохранности имущества, безопасности и здоровья персонала объектов электроэнергетики.

Приобретение персоналом навыков оперативной деятельности в нормальных и экстренных ситуациях, которые позволят обеспечить наилучшие показатели работы оборудования, особенно его сохранность, является основной задачей обучения персонала. При этом полученные знания должны служить только задаче принятия наилучших решений при управлении оборудованием.

Тренажёры могут и должны стать центральным, системообразующим фактором системы подготовки и повышения квалификации персонала, а также гарантом обеспечения надёжной, безопасной и экономичной эксплуатации оборудования электроэнергетики России.

Уважаемые читатели!

Информационно-аналитический журнал **«Энергохозяйство за рубежом»**
(приложение к журналу «Электрические станции»).

Журнал предназначен для руководителей и специалистов организаций энергетической отрасли всех уровней, научных сотрудников НИИ, преподавателей и студентов экономических и энергетических вузов, просто любознательных читателей.

В журнале **«Энергохозяйство за рубежом»** публикуются обзоры энергохозяйства стран мира, базирующиеся на анализе общеэкономического положения, показателях экономического развития и внешнеэкономических связях страны. Из каждого номера вы узнаете о состоянии экономики одной из стран мира; о наличии топливно-энергетических ресурсов, их производстве и потреблении; о современном состоянии электроэнергетики (установленная мощность электростанций и их распределение по регионам страны, динамика производства электроэнергии по типам электростанций, развитие энергосистем, экспорт и импорт электроэнергии, перспективы развития); об электроэнергетических рынках (вопросы государственного регулирования розничного и оптового рынков электроэнергии, их структура, вопросы ценообразования и тарифов и др.).

Кроме этого, в журнале представлены материалы об энергосистемах и отдельных энергетических объектах, строящихся на современном техническом уровне и представляющих интерес своими высокими технико-экономическими показателями, новизне компоновки и др., информация о новых технологиях, любопытные факты.

Издание журнала **«Энергохозяйство за рубежом»**, выходявшего с 1956 по 1993 г., возобновлено в 2006 г. В редакции вы можете приобрести любую опубликованную в журнале статью, заказав её по e-mail: el.st.podpiska@gmail.com, причём статьи с 2014 г. по настоящее время (база будет пополняться) можно приобрести непосредственно на сайте журнала www.ehz.energy-journals.ru, в разделе «Покупка статей» (боковое меню справа).