

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА ТЭС И АЭС

ЩЕБНЕВ В.С., ИЛЬЧЕНКО А.Г., ТОКОВ А.Ю., кандидаты техн. наук, СТЕПАНОВ В.Ф., БАБИКОВА Л.Г., инженеры

**Изложены методические аспекты применения программных средств обучения персонала ТЭС и АЭС.**

*Ключевые слова:* обучение персонала, диагностика, противоаварийные тренировки, компьютерные тренажеры.

## COMPUTER TECHNOLOGIES IN HPP AND APP PERSONELL TRAINING SYSTEM

V.S. SHCHEBNEV, Ph.D., A.G. ILCHENKO, Ph.D., A.Yu. TOKOV, Ph.D.,

V.F. STEPANOV, engineer, L.G. BABIKOVA, engineer

**This paper is devoted to the methodical aspects of software using in HPP (heat power plant) and APP (atomic power plant) personnel training.**

*Key words:* personnel training, diagnostics, anticrash trainings, computer simulators.

Высокое качество подготовки специалистов, эксплуатирующих оборудование тепловых и атомных электростанций, является одним из условий безопасной, надежной и экономичной работы ТЭС и АЭС. Особенно актуальным оно является для атомной энергетики, так как возможные последствия аварий на АЭС являются несоизмеримо более тяжелыми, что наглядно показала Чернобыльская катастрофа. В связи с этим в последние годы значительное внимание уделяется созданию эффективной системы подготовки и поддержания уровня квалификации оперативного персонала энергоблоков ТЭС и АЭС. Следует отметить, что единого общепризнанного мнения о принципах построения и использования подобных систем нет. Доминирует мнение о необходимости создания комплексных систем подготовки и тренажа, охватывающих различные стороны работы с персоналом. Значительное внимание уделяется вопросам применения компьютерных обучающих технологий в процессе подготовки и поддержания уровня квалификации персонала на разных ее этапах (см., например, [1–4]). Необходимость использования компьютерных обучающих технологий осознана в настоящее время как в РАО «ЕЭС России», так и в концерне «Росэнергоатом», что нашло отражение в ряде директивных документов.

Приказом №529 от 18.09.2002 по РАО «ЕЭС России» о повышении уровня производственно-технологической подготовки персонала предписывается обязательное прохождение периодической производственно-технологической подготовки технических руководителей, специалистов и оперативного персонала с использованием программных средств обучения, в том числе с применением компьютерных тренажеров и автоматизированных обучающих систем.

Среди отмеченных категорий персонала особое место занимает оперативный персонал, так как именно от него, в первую очередь, зависит надежная, безаварийная и экономичная работа энергетического оборудования.

Отметим, что оператор энергоблока (машинист, начальник смены и т.д.) с точки зрения процесса управления является частью человеко-машинной системы, состоящей из многих элементов. Причем с точки зрения оперативной деятельности наиболее важным является взаимодействие между оператором и АСУ ТП энергоблока.

В рамках этой системы реализуется достаточно сложная структура связей между отдельными ее элементами и оператором, в которой можно выделить несколько видов информационных потоков и видов воздействий, в том числе: информационные потоки, характеризующие ход технологического процесса (ТП); состояние технологического оборудования (ТО); взаимосвязь ТО – ТП; воздействие оператора на системы и органы управления; воздействие систем и органов управления на ТО; внешние возмущения и др.

Зачастую работа оператора протекает в условиях жесткого дефицита времени (например, в аварийных ситуациях) и при высоких психофизиологических нагрузках.

В операторской деятельности можно выделить следующие основные фазы:

- наблюдение и оценка;
- диагностика;
- планирование действий;
- реализация.

В значительной степени правильность действий оператора в первых трех фазах зависит от уровня теоретической подготовки и прак-

тического опыта, от уровня развития интеллектуальных навыков. В фазе реализации решающее значение имеют, главным образом, моторные навыки оператора.

Существующая система подготовки оперативного персонала в тепловой и атомной энергетике не позволяет в полной мере обеспечить достаточно высокий уровень развития интеллектуальных навыков, что находит подтверждение в достаточно большом числе аварий и инцидентов, возникающих по вине персонала [5].

Традиционно в тепловой энергетике система подготовки оперативного персонала для каждого уровня (от первого до высшего – НСБ, НСС) включает в себя четыре этапа:

- общетеоретическую подготовку;
- изучение инструкций по эксплуатации, технических описаний оборудования, директивных материалов;
- стажировку на рабочем месте;
- дублирование.

У этой системы есть, безусловно, свои плюсы и минусы. Один из минусов – недостаточное использование современных технических средств обучения, которые позволяют интенсифицировать процесс обучения и повысить качество подготовки персонала.

С этой точки зрения заслуживает внимания опыт подготовки персонала в атомной энергетике. В частности, при подготовке оперативного персонала на АЭС (в УТП) большое внимание уделяется фазе отработки интеллектуальных навыков, осуществляемой с помощью тренирующей вычислительной системы. Также широко используются на стадии практической подготовки полномасштабные тренажеры (ПМТ) энергоблоков.

Повышение уровня профессиональной подготовки персонала, его качества, в современных условиях возможно обеспечить только за счет применения компьютерных обучающих технологий на базе широкого использования современных и развитых компьютерных обучающих комплексов – программных средств подготовки (ПСП).

Согласно утвержденным нормам годности программных средств подготовки персонала в энергетике, ПСП включают в себя [6]:

- автоматизированные обучающие системы (АОС);
- автоматизированные учебные курсы (АУК);
- компьютерные тренажеры: локальные, специализированные, участковые, комплексные, полномасштабные и др.

Структурно процесс обучения можно разделить на две фазы: получение теоретических знаний и практических навыков.

Как показывает накопленный опыт разработки и использования компьютерных обучающих систем на ряде станций (ТЭС и АЭС), программные средства подготовки могут с успехом применяться как на этапах теоретического, так и на этапе производственного обучения.

Если рассматривать специализированную (технологическую) подготовку персонала, то в соответствии с концепцией многоуровневой подготовки специалистов она должна включать следующие этапы:

- изучение теоретических основ функционирования оборудования и технологических систем теплоэнергетических установок ТЭС и энергетических систем;
- изучение конкретного оборудования и технологических систем, их конструктивных и схемных особенностей;
- изучение режимов эксплуатации энергетического оборудования, в том числе штатных и аварийных, а также особенностей технического обслуживания и эксплуатации отдельных видов оборудования и систем;
- учебно-тренировочные занятия на комплексных и полномасштабных тренажерах.

Для обучения на первых трех этапах могут использоваться автоматизированные обучающие системы (АОС), включающие в себя набор автоматизированных учебных курсов (АУК) и, при необходимости, локальных компьютерных тренажеров (ЛКТ).

Автоматизированные учебные курсы позволяют обучаемым уяснить теоретические основы функционирования оборудования и систем энергетического объекта, изучить конструкции оборудования, оперативные схемы, защиты, блокировки и т.п., а также вопросы эксплуатации оборудования и систем. Снабженные блоком контрольных вопросов АУК могут использоваться в режиме программированного обучения, самоподготовки и контроля знаний.

Локальные компьютерные тренажеры, с той или иной степенью подробности моделирующие технологические процессы в отдельных системах и видах оборудования, позволяют осуществлять формирование профессиональных навыков и умения принятия и выполнения решений по управлению и эксплуатационному обслуживанию объектов, рассматриваемых в содержательной части АУК.

На заключительном этапе специализированной подготовки должны использоваться полномасштабные тренажеры (ПМТ). На них оперативный персонал отрабатывает ведение эксплуатационных режимов, в том числе, в составе смены. Особенно эффективно применение ПМТ при проведении противоаварийных тренировок. На данном этапе окончательно за-

крепляются интеллектуальные навыки по управлению энергоблоком и развиваются моторные навыки. Успех в выработке и поддержании моторных навыков управления на ПМТ определяется точностью воспроизведения информационных и моторных полей пульта управления (блочного щита управления) реального энергоблока. Однако сложность и высокая стоимость ПМТ ограничивает доступ персонала к ним лишь периодами плановых тренировок.

В системе непрерывной подготовки персонала большую пользу могут принести относительно простые и невысокие по стоимости индивидуальные компьютерные тренажеры, которые позволяют получить необходимые знания и развить интеллектуальные навыки по управлению энергоблоком (т.е. они могут охватить такие фазы операторской деятельности, как оценка, диагностика и планирование действий). Это так называемые понятийные тренажеры (тренажеры основных принципов эксплуатации (ТОП)). Действительно, работая на таком тренажере, оператор должен в итоге получить четкое представление о необходимости тех или иных действий, а также о влиянии того или иного эксплуатационного параметра на экономичность и безопасность, что позволит ему осознанно выполнять действия, предписываемые эксплуатационными инструкциями. К тренажеру основных принципов не предъявляется требование полного и точного моделирования энергетической установки или отдельных ее систем, а основное требование – чтобы он качественно верно моделировал поведение объекта в стационарных и переходных режимах. В отличие от участков (УТ) и полномасштабных (ПМТ) тренажеров, с высокой степенью подробности моделирующих рабочие места обучаемых и ориентированные в значительной степени на тренировку моторных навыков, тренажер основных принципов ориентирован на развитие и закрепление интеллектуальных навыков.

Учитывая направленность ПМТ на конкретные типы оборудования и систем, а также его педагогическую нейтральность, для обучения персонала основам ведения эксплуатации более целесообразно использовать ТОП, являющийся промежуточным звеном между теоретическим обучением и обучением на локальных, участковых и полномасштабных тренажерах, которые используются, в первую очередь, для обучения (тренировки) персонала ведению эксплуатации конкретного оборудования и систем.

Достоинством тренажера основных принципов является относительная простота используемых математических моделей и их адаптации к различным типам оборудования.

Программные средства подготовки персонала на этапах теоретического обучения, таким образом, должны включать в себя:

- автоматизированные обучающие курсы (АУК) по изучению теоретических принципов функционирования технологических систем и оборудования;
- автоматизированные обучающие курсы (АУК) по изучению конкретных технологических систем и оборудования;
- автоматизированные обучающие системы (АОС) по изучению эксплуатации оборудования и систем.

В состав АОС входят соответствующие учебные курсы (АУК), тренажеры основных принципов, локальные компьютерные тренажеры.

В некоторых случаях (при изучении эксплуатационных инструкций и нормативно-технической документации) АУКи структурно могут представлять собой блоки контрольных вопросов по соответствующим разделам эксплуатационной и нормативно-технической документации, снабженные справочно-информационными модулями.

Тренажеры основных принципов применяются на заключительной стадии теоретического обучения и могут быть использованы, например, для отработки интеллектуальных навыков по ведению эксплуатационных режимов основного оборудования (пуск и останов котла, реактора, турбины, набор и снижение нагрузки блока и т.д.) и эксплуатации основных технологических систем (тракт основного конденсата, деаэрационная установка и т.д.), а также при изучении влияния режимных и эксплуатационных факторов и состояния оборудования на экономичность и надежность его работы.

Конкретное содержание информационной части АОС (АУК) должно определяться квалификационными требованиями, предъявляемыми к каждой категории персонала, и формируется на основе соответствующих программ подготовки (переподготовки).

При этом в зависимости от целей обучения (начальное обучение, обучение для сдачи экзамена на должность, повышение квалификации и т.д.) должна быть сформирована конкретная программа подготовки по каждому виду обучения для каждого конкретного обучаемого.

Необходимо отметить, что подобная структура программных средств подготовки и технологии их применения может и должна использоваться при подготовке специалистов-инженеров в вузе, естественно, с учетом специфики вузовского обучения и требований, предъявляемых государственными образова-

тельными стандартами и предприятиями энергетической отрасли.

#### Список литературы

**1. Приоритеты** в системе подготовки оперативного персонала АЭС / В.С. Каекин, В.С. Щербнев, А.Ю. Токов // Ядерная энергетика. – 1996. – № 5. – С. 17–19.

**2. О совершенствовании** системы подготовки оперативного персонала ТЭС и АЭС / В.С. Щербнев, В.Ф. Степанов, А.Ю. Токов // Тр. ИГЭУ. – 1998. – Вып. 2. – С. 92–94.

**3. Мурадян С.Г., Самойлов В.Д., Ципцюра Р.Д.** Тенденции создания систем обучения и тренировки операторов

энергоблоков тепловых и атомных электростанций // Электронное моделирование. – 1983. – № 1. – С. 46–52.

**4. Магид С.И., Беляев В.И.** Надежность человеко-машинных систем в электроэнергетике и технические средства подготовки оперативного персонала электрических станций и сетей // Энергосбережение и водоподготовка. – 2002. – № 4. – С. 57–65.

**5. Аварии** и инциденты на атомных электростанциях. Под ред. С.П. Соловьева. – Обнинск: ИАТЭ, 1992.

**6. Нормы** годности программных средств подготовки персонала энергетики. РД 153-34.0-12.305-99. – М., 1999.

Щербнев Владимир Сергеевич,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой атомных электростанций,  
e-mail: ppp@aes.ispu.ru

Ильченко Александр Георгиевич,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
кандидат технических наук, доцент кафедры атомных электростанций,  
e-mail: ppp@aes.ispu.ru

Токов Александр Юрьевич,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
кандидат технических наук, доцент кафедры атомных электростанций,  
e-mail: ppp@aes.ispu.ru

Степанов Владимир Фёдорович,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
начальник отдела разработки АЭС кафедры атомных электростанций,  
телефон (4932) 26-99-14,  
e-mail: step@aes.ispu.ru

Бабикова Людмила Геннадьевна,  
ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
ведущий программист отдела разработки АЭС кафедры атомных электростанций,  
телефон (4932) 26-99-14,  
e-mail: step@aes.ispu.ru