



НАДЕЖНОСТЬ ПЕРСОНАЛА

НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И НОРМИРОВАНИЕ ТРЕНАЖЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА

Д.т.н., проф. Магид С.И.¹, к.т.н. Архипова Е.Н.¹ (TEST UNESCO - ЗАО «ТЭСТ»)

АННОТАЦИЯ. Рассмотрены причины аварийности на электростанциях и сетевых предприятиях. Проведен анализ деятельности оператора энергоустановки и определена роль тренажеров в его подготовке. Рассмотрены причины отставания современной системы развития человеческого потенциала и система сертификации технических средств обучения персонала. Предложена современная интегрированная система обучения персонала электроэнергетики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: надежность электроэнергетики, обучение персонала, «человеческий фактор», тренажерная подготовка, система сертификации.

В российской электроэнергетике в настоящее время работает более 700 электростанций общей мощностью 227,5 ГВт и линии электропередачи всех классов напряжений длиной более 2,5 млн. км. В структуре генерирующих мощностей преобладают тепловые электростанции, доля которых в установленной мощности составляет 68,4%, доля атомных электростанций – 10,7%, доля гидроэлектростанций – 20,9%. Около 80% тепловых электростанций в Европейской части России работают на газе и мазуте, в то время как в Восточной части России более 80% электростанций используют уголь [1].

Современная ситуация в отрасли складывается следующим образом: в сравнении с 1991 годом более чем в 1,5 раза увеличились относительные потери электроэнергии в электрических сетях на ее транспорт; более чем в 1,5 раза выросла удельная численность персонала; более чем в 2,5 раза снизилась эффективность использования капитальных вложений. В 5 раз сократился ввод генерирующих мощностей по сравнению с вводами 60÷80-х годов прошлого столетия.

Существенно выросли в последние годы тарифы на электрическую энергию. Они приблизились к тарифам в США и других странах притом, что цена на природный газ для электростанций в России пока значительно ниже. Вместе с тем намечается дальнейшее повышение цен на электроэнергию. В целом можно констатировать, что после распада СССР существенно снизились надежность, экономическая эффективность функционирования и темпы развития электроэнергетики в России.

Основными причинами снижения надежности и экономической эффективности функционирования электроэнергетики являются:

- отсталые энергетические технологии, используемые на газовых и угольных электростанциях и в электрических сетях;
- использование морально и физически устаревшего энергооборудования;
- отсутствие оптимальной системы управления отраслью в условиях образования многочисленных собственников электроэнергетических объектов;
- резкое сокращение научно-технического потенциала отрасли (в том числе увеличение аварийности по вине персонала – так называемый «человеческий фактор»);
- существенное сокращение строительного потенциала;
- сокращение потенциала в отраслях отечественного энергомашиностроения и электромашиностроения.

Таким образом, для повышения надежности и экономической эффективности работы электроэнергетики России в современных условиях необходимо кардинальное обновление электроэнергетики на базе отечественного и мирового опыта, преодоление нарастающего технологического отставания, морального и физического старения основных фондов, то есть повышение надежности энергоснабжения и энергетической безопасности страны.

Основные задачи отрасли:

- замена технологий и оборудования при производстве, транспорте и распределении электроэнергии, на наиболее передовые, адекватные мировому уровню;
- разработка новых технологий, в том числе «прорывных», по всем направлениям электроэнергетической отрасли;
- подготовка и реализация демонстрационных проектов по созданным новым технологиям;
- оптимизация структуры генерирующих мощ-

¹ 117587, Москва, Варшавское ш., 125Ж, корп. 6 (495) 665-76-00



ностей, включая увеличение доли маневренных ГТУ;

– создание эффективной системы управления функционированием и развитием ЕЭС и электроэнергетики страны в целом, в том числе и подготовки персонала, обеспечивающей минимизацию затрат и, соответственно, тарифов на электроэнергию.

Главным при реализации процесса модернизации электроэнергетики является использование серийного отечественного (лицензионного) оборудования и типовых проектов для снижения сроков проведения модернизации и финансовых средств на ее осуществление.

Существенным критерием, негативно влияющим на надежность энергетики, является так называемый «человеческий фактор». Так анализ состояния аварийности на опасных производственных объектах (ОПО), в том числе на электростанциях и сетевых предприятиях, показывает, что причины более 70% аварий обусловлены человеческим фактором [2].

Причины аварий на опасных производственных объектах (процент от общего числа аварий) следующие:

- несовершенство технологий – 13%;
- низкий уровень знаний – 11%;
- умышленное отключение защиты – 2%;
- нарушение производственной дисциплины – 15%;
- неэффективность производственного контроля – 13%;
- неправильная организация работ – 13%;
- нарушение технологий – 17%;
- неудовлетворительное состояние оборудования, зданий, сооружений – 16%.

«Качество образования остается проблемой номер один – сказал президент России на заседании в Кремле Совета по науке, технологиям и образованию. – Еще одна проблема – это интеграция профессионального образования с производством. Здесь по-прежнему отсутствует долгосрочное планирование и по объективным потребностям, и по самой структуре кадрового спроса. Налицо снижение фундаментальности образования, недостаточность обеспечения современными методическими материалами, слабость материальной базы».

Деятельность оператора и роль тренажерной подготовки

Научно-технические методы, ориентированные на снижение аварийности по вине оперативного персонала, развиваются в настоящее время в двух основных направлениях:

- исследование процессов взаимодействия человека-оператора с техническими средствами в АСУТП энергетики и разработка на основе полученных результатов более совершенных и надеж-

ных систем контроля и управления;

- разработка новых комплексных методов отбора и подготовки персонала, базирующихся на широком применении средств вычислительной техники, то есть обучающих программ и тренажеров.

Следует подчеркнуть особую важность второго направления в связи с тем, что, по выражению академика Крылова: «Какими бы совершенными не были АСУ, человек-оператор, в конечном итоге, всегда остается наиболее универсальным, наиболее пластичным и наиболее ответственным звеном любой системы управления».

При отключении или отказе системы управления человек-оператор принимает управление на себя. В этом случае, он может рассматриваться как последовательно включенное звено в человеко-машинной системе. Такая ситуация наиболее сложная для управления, так как оно происходит в условиях дефицита времени, высокой психической напряженности и большой ответственности за принимаемые решения.

Надежность человеко-машинной системы для случая последовательного соединения звеньев может быть выражена следующим образом:

$$P_c = P_m P_q,$$

где P_c , P_m , P_q – вероятность безотказной работы, соответственно, системы, машины, человека.

Таким образом, от надежности работы человека, его опыта и технической подготовки зависит надежность и безотказность системы в целом.

Анализ аварий по вине оперативного персонала позволяет назвать основные причины аварийности:

- отсутствие проверки профпригодности с учетом психофизиологических особенностей человека при отборе кандидатов в операторы;
- недостаточная теоретическая подготовка, вызванная разобщенностью изучаемых будущим оператором материалов;
- отсутствие систематизированных знаний о режимах работы оборудования и методах управления ими;
- недостаточный опыт управления как отдельными процессами, так и объектом в целом (оператор в период обучения не получает комплекса знаний, навыков и умений, необходимых для успешного выполнения своих обязанностей);
- отсутствие навыков оперативного мышления, т.е. навыков построения причинно-следственных связей между показаниями приборов, а также информацией, отраженной на интерфейсе АСУТП и ходом технологических процессов;
- отсутствие навыков предсказания аварийных ситуаций;
- повышенная утомляемость, вызываемая нерациональным построением интерфейса АСУТП, недостаточной связью с обходчиками,



излишней напряженностью, связанной с неумением оператора анализировать и прогнозировать ситуации.

Современные энергообъекты представляют собой сложнейшие динамические системы, оснащенные автоматизированными системами управления. Последние включают большое количество датчиков, приборов и релейных устройств, регуляторов, систем отображения информации и, как неотъемлемую часть АСУ, человека-оператора.

О сложности задач управления, стоящих перед оператором говорит тот факт, что, например оператор мощной теплофикационной энергоустановки контролирует 826 точек измерения по 254 приборам и управляет 434 объектами, выполняя свыше 100 заявок контроля и управления в час. Нередко возникают особо сложные нештатные ситуации, причем в настоящее время их число по вине персонала достигает 70%. В то же время при обслуживании оборудования хорошо обученными операторами эти цифры могут быть снижены до 4 – 6%.

Наиболее специфической чертой деятельности оператора в автоматизированной системе управления технологическим процессом является то, что оператор лишен возможности непосредственно наблюдать за состоянием управляемого объекта, и вынужден пользоваться информацией, которая поступает к нему по каналам связи, т.е. оператор имеет дело с информационной моделью реального объекта.

Количество точек контроля на ТЭС, как уже упоминалось, составляет довольно значительную величину, поэтому оператор в случае возникновения отклонений в технологическом процессе или при переводе оборудования из одного состояния в другое должен перерабатывать большое количество закодированной информации.

Поскольку процесс кодирования и передачи сообщений всегда связан с потерей некоторого количества информации, то оператор должен не только связывать информацию с управляемым объектом, но и представлять особенности или состояние объекта, не нашедшего своего отражения в предъявленной ему информации.

Для принятия решения по управлению энергоустановкой оператору недостаточно только информационной модели. В деятельности оператора большое значение имеет эвристика и интуиция. Эти виды деятельности опираются на концептуальные модели объекта, которые складываются из знаний системы, предыдущего опыта, представлений о целях и конечном результате работы, знаний последствий правильных и ошибочных действий и уточняются в соответствии с воспринимаемой информацией.

Для более полного определения задач, связанных с моделированием условий работы оператора, рассмотрим основные этапы деятельности

оператора при решении задач управления реальными объектами.

Первый этап – восприятие информации – процесс, включающий операции обнаружения объекта, восприятия, выделения в объекте отдельных признаков, отвечающих стоящей перед оператором задаче; ознакомления с выделенными признаками и опознания объекта восприятия. (Обнаружение и опознание объекта).

Второй этап – оценка информации, ее анализ и обобщение на основе заранее заданных или сформированных в процессе обучения критериев оценки. Оценка проводится сопоставлением воспринятой информационной модели со сложившейся у оператора внутренней образно-концептуальной моделью процесса. (Идентификация объекта).

Третий этап – принятие решения о действиях – акт, формируемый на основе проведенного анализа информированной и образно-концептуальной моделей обстановки. (Принятие решения: решение о ситуации и решение о методе).

Четвертый этап – исполнение принятого решения посредством определенного действия или отдачи соответствующих распоряжений. (Реализация решения: выбор действия и действие).

Пятый этап – контроль за результативностью исполнения принятого решения.

Первые два этапа представляют информационный поиск, последние три объединяются понятием обслуживания. В реальной работе оператора информационный поиск и обслуживание взаимообусловлены, так как от принятого решения зависит направление следующего шага информационного поиска. В свою очередь, результаты информационного поиска оказывают влияние на точность и скорость обслуживания. Все эти этапы необходимо наиболее полно воспроизводить на тренажере.

Из анализа этапов деятельности оператора при решении задач управления объектом видно, что для формирования и совершенствования профессиональных навыков операторов на тренажерах необходимо создать такую информационную модель воспроизводимых условий в реальном масштабе времени, чтобы зрительное восприятие и моторная реакция оператора не отличались от таковых в реальных условиях.

По данным специальных исследований [3] при выполнении первых двух этапов, объединенных понятием информационного поиска или этапа приема информации, имеет место около 80% ошибочных действий операторов. Это обстоятельство налагает определенные требования на характер упражнений, которые должны быть предложены оператору в период его специальной подготовки.

По тем же данным в работе оператора есть две формы принятия решений – логические решения и уровень замыкания. В первом случае логические решения принимаются в результате рассуждений, строящихся на законах формальной логики. С



точки зрения управляющей функции можно рассматривать суждения описательные и суждения-инструкции. Описательные суждения, объединенные в логическую систему, образуют понятие, раскрывающие содержание ситуации. Суждения-инструкции выражают логику осуществления того или иного процесса управления, определяя, какие действия должны быть выполнены при наличии определенных условий. Суждения-инструкции, доведенные до автоматизма, образуют уровень «замыкания», т.е. образуют четко выраженные связи «ВХОД – ВЫХОД».

Эффективность работы, в первую очередь, принятие и реализация решений, определяется психологической структурой операторской деятельности, иначе говоря, структурой ориентировки в условиях выбора и исполнения профессиональной деятельности.

Ориентировка оператора формируется и функционирует на трех уровнях:

- «*СМЫСЛОВ*» (уровне основных целей, реализуемых в деятельности оператора);
- «*ФУНКЦИОНАЛЬНО*» (уровне выбора способов изменения режимов функционирования технической системы);
- «*ОПЕРАЦИОННО*» (уровне условий исполнения принятого решения).

В реальной деятельности оператора, упомянутые уровни выступают одновременно и неразрывно. В процессе обучения каждый уровень должен формироваться отдельно в форме специфических «*учебных деятельностей*», а затем должны отрабатывать взаимосвязи и взаимопереходы между ними.

Таким образом, в основе системы обучения с использованием технических средств должно лежать управляемое формирование у оператора целостной ориентировки в целях, условиях выбора и исполнения профессиональной деятельности.

В процессе тренировок имеет место замена одного уровня другим, логические решения, выполнив свою функцию образования прямых связей между сигналами и ответами, исчезают в тех случаях, когда ситуации повторяются, т.е. образуется жесткая связь «*ВЫХОД—ВХОД*».

Успешная работа оператора может быть обеспечена исключительно за счет высокой тренированности, доведенных до автоматизма приемов работы с органами управления и приемов безошибочного нахождения необходимых органов управления.

Значимость каждого из этапов в деятельности оператора зависит от состояния и режима работы энергоустановки.

При работе на номинальной нагрузке и при номинальных параметрах, когда режим поддерживается средствами автоматики, человек-оператор выполняет только наблюдательские функции. Однако в этом режиме не исключена возможность выхода из строя тех или других систем или появле-

ния возмущений со стороны потребителя энергии, требующих от оператора быстрого перехода от наблюдательских функций к функциям принятия решения и выработке управляющих воздействий. Поэтому оператор должен всегда находиться в состоянии высокой готовности к действию. Степень готовности к действию – важный показатель надежности человека как звена системы управления, так как определяет эффективность и своевременность управления процессом при появлении отклонений технологических параметров.

При переходе энергоустановки из одного состояния в другое (пуск, останов, переход с одной нагрузки на другую) деятельность оператора, как правило, полностью регламентирована соответствующими инструкциями, т.е. оператор работает по детерминированному алгоритму. Каждый последующий этап работы оценивается на основе анализа поступающей информации о состоянии энергоустановки. Этот вид деятельности вызывает высокое напряжение всех психофизиологических процессов (особенно памяти) вследствие необходимости анализа большого потока информации, осуществления большого числа управляющих воздействий в определенной последовательности в заданные промежутки времени. Учитывая сложность алгоритмов управления, в этих условиях необходимо постоянно поддерживать готовность оператора к действию по управлению в этих режимах.

Наиболее сложной и ответственной функцией деятельности оператора считается управление установкой при появлении отклонений технологических параметров, особенно в случаях резких изменений режимов, приводящих к аварийному состоянию.

Оператор в основном выполняет функции принятия решения по управлению системой, как правило, в условиях неполной информации о процессе, отсутствия известного алгоритма управления и высокой психической напряженности, вызываемой большой ответственностью за принимаемые решения, опасностью и дефицитом времени. В этом случае у него (в зависимости от квалификации и опыта) может отсутствовать ясное представление о том, как восстановить нормальный режим. У некоторых операторов появляется состояние эмоционального стресса, при котором они допускают ряд серьезных неоправданных ошибок в своих действиях, ухудшая положение на объекте управления, или не принимают никаких мер по устранению возникшей аварии.

Развитие и закрепление способности оператора правильно работать в условиях эмоционального стресса достигается целенаправленным обучением на тренажере в условиях предаварийных и аварийных ситуаций, максимально приближенных к реальным.

Таким образом, рассмотрев деятельность оператора в контуре АСУ энергоустановки, можно



кратко сформулировать требования к его профессиональным знаниям, умениям и навыкам.

Оператор должен обладать способностью:

- приема информации с наименьшим количеством ошибок;
- логического мышления и доведения навыков мышления до суждений-инструкций, т.е. доведения навыков принятия решений до стереотипного уровня, до четко выраженных связей «вход – выход»;
- быстро и четко реализовать принятые решения с помощью органов управления.

Рассматривая человека-оператора как звено в замкнутом контуре управления, можно сформулировать задачу оператора как согласование звеньев системы управления с учетом возможностей и ограничений как человека, так и техники, входящей в систему управления.

Анализ оперативной деятельности операторов энергоустановок показал, что оператор должен иметь:

- определенный объем теоретических знаний, необходимых для понимания оперативных ситуаций, возникающих при эксплуатации оборудования;
- навыки и умения: обнаружения, опознавания и идентификации сигналов, логического мышления, т.е. навыки построения причинно-следственных связей между теми или иными значениями параметров и положением исполнительных органов регулирующей аппаратуры (как систем автоматического, так и дистанционного управления), дистанционного управления (регулирования) технологическими параметрами, взаимодействия с аппаратурой автоматического регулирования, взаимодействия с аппаратурой, входящей в состав вычислительного комплекса.

Исходя из вышеизложенного, целесообразно организовать процесс подготовки оператора следующим образом:

ПЕРВЫЙ УРОВЕНЬ:

Автоматизированные учебные курсы (АУК) на базе ПЭВМ позволяют обучаемому усвоить принципы устройства и действия энергетического оборудования, особенности его эксплуатации, получить знания и понятийные навыки управления этим оборудованием.

ВТОРОЙ УРОВЕНЬ:

Комплексный тренажер с полномасштабной имитацией рабочего места оператора и всережимными физическими моделями всего энергообъекта, позволяющими реализовать полученные на предыдущем уровне знания и навыки, осуществлять процесс обучения, используя практически любое, необходимое количество параметров и возмущающих воздействий при адекватной имитации поведения энергоустановки в режиме реального, ускоренного и замедленного времени. При этом обучаемый должен усвоить и закрепить навыки и умения:

- взаимодействия с интерфейсом АСУ ТП, сред-

ствами управления, включая навыки считывания показаний, первоначальной классификации и обработки полученной информации;

- построения причинно-следственных связей между отклонениями тех или иных параметров от нормы, а также состоянием табло сигнализации или мнемосимволами с причинами этих отклонений;

- построение плана ликвидации тех или иных отклонений от нормы;

- управление технологическим процессом в нестационарных режимах (пуск, останов, предаварийные и аварийные ситуации).

Подход и обучение оперативного персонала энергопредприятий с помощью тренажеров базируется на следующей концепции:

- цель обучения оперативного персонала как при формировании профессии, так и при восстановлении квалификации – овладение навыками оперативной деятельности в нестационарных, аварийных и нормальных режимах, обеспечивающих наилучшие показатели работы оборудования и его сохранность; формируемые при этом знания должны служить только задаче принятия наилучших решений при управлении оборудованием;

- важнейшими составляющими формируемых навыков считаются навыки принятия оперативных решений;

- для наиболее эффективного формирования навыков оперативной деятельности целесообразно комплексное использование тренажеров и обучающих программ (АУК).

Федеральное законодательство и тренажерная подготовка

В статье 21 Федерального закона «Об электроэнергетике» от 26.03.03 № 35-ФЗ указано, что Правительство Российской Федерации или уполномоченные им федеральные органы исполнительной власти утверждают единые аттестационные требования к лицам, профессиональная деятельность которых связана с оперативно-диспетчерским управлением в электроэнергетике, и порядок проведения их аттестации.

Постановлением Правительства Российской Федерации «Об утверждении Правил оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике» от 27.12.04 № 854 определено, что Ростехнадзор проводит аттестацию лиц, профессиональная деятельность которых связана с оперативно-диспетчерским управлением в электроэнергетике. На практике эта норма не реализована.

Порядок подготовки и проверки знаний норм и правил персонала, осуществляющего свою деятельность в области энергетики, определен в двух документах, утвержденных приказами Минэнерго России: «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» от



13.01.03 № 6 и «Об утверждении Правил работы с персоналом в организациях электроэнергетики Российской Федерации» от 19.02.00 № 49.

В соответствии с этими документами специалисты, принимаемые для работы на электроустановках, должны иметь профессиональную подготовку, соответствующую характеру работы.

Для обеспечения требуемого профессионального уровня в каждой организации должны функционировать специализированные образовательные учреждения (учебно-курсовой комбинат, центр (пункт) тренажерной подготовки и др.). На практике указанная норма реализована далеко не достаточно.

Внешние и внутренние причины отставания системы развития человеческого потенциала. Система сертификации

Современное эффективное управление развитием человеческого потенциала с целью увеличения безопасности производства работ в промышленности, в том числе и в электроэнергетике невозможно без широкомасштабного применения информационных технологий (IT-технологий).

Одной из главных причин отставания современной системы поддержания и развития человеческого потенциала российской электроэнергетики от мирового уровня является тот факт, что состояние и возможности этой системы в начале XXI века уже не соответствует реалиям и тенденциям формирования системы развития человеческого потенциала в мировой электроэнергетике, ориентированной на все более широкое использование наукоемких технологий, информационных ресурсов общества, последних достижений в области информатики и электроники, а также компьютерных технологий информационно-телекоммуникационных систем.

И если считать указанные проблемы «внешними», то к «внутренним» проблемам, по нашему мнению, следует отнести то, что:

- электрические станции, сети и учебные центры слабо оснащены современными техническими средствами обучения и тренажа персонала;
- нет утвержденных обязательных норм оснащения предприятий энергетики тренажерами и компьютерными средствами обучения и, как следствие, финансирование на эти цели выделяется по остаточному принципу;
- отсутствует научно обоснованная методика экономической оценки эффективности обучения оперативного персонала;
- не установлен контроль за техническими и программными средствами обучения и тренажа персонала на соответствие регламентам и стандартам РФ;
- отсутствует отраслевая система сертификации технических средств обучения персонала, соответствующая современному законодательству.

Исходя из изложенного, для обеспечения высокого качества подготовки персонала необходимы:

- современные технические средства обучения (тренажеры);
- научно обоснованная система обучения персонала;
- независимая система подтверждения (система сертификации) качества тренажеров и квалификации персонала.

Прежде всего, представляется целесообразным разработать нормативный документ, устанавливающий требования к техническим средствам обучения (тренажерам), а именно – Свод правил «Тренажеры электрических станций и сетей. Характеристики качества и методы их оценки. Общие технические требования».

Документ может быть разработан на основе действующих документов с учетом практического опыта их применения:

- а) «СТУ 115.015-2003. Технические условия (для сертификации). Информационные технологии. Прикладные программные средства тренажеров тепловых электрических станций и сетей. Характеристики качества и методы их оценки. Общие технические требования». Утверждены: Министерством Российской Федерации по связи и информатизации, согласованы с Департаментом генеральной инспекции по эксплуатации электрических станций и сетей ПАО «ЕЭС России»;
- б) «СО 153-34.0-12.305-99. Нормы годности программных средств подготовки персонала энергетики»;
- в) «РД от 21.05.1988 N 34.12.303. Основные технические требования к комплексным тренажерам для подготовки эксплуатационного персонала энергоблоков тепловых электростанций».

Такой нормативный документ должен стать основанием для подтверждения соответствия (сертификации) разрабатываемых тренажеров этим требованиям. При этом следует подчеркнуть, что проводится именно *подтверждение соответствия установленным требованиям*, а не оценка соответствия (которая может быть оценена от «очень плохой» до «отлично»).

В Руководстве ИСО/МЭК 7, отражающем мировой опыт, определены требования к нормативным документам, которые используются для подтверждения соответствия (сертификации):

«Требования должны быть четко оговорены вместе с необходимыми предельными значениями и допусками, а также методами испытаний для проверки заданных характеристик».

Требования должны быть лишены субъективных элементов».

То есть сертификат соответствия в этом случае подтверждает, что все требования нормативного документа соблюдены без каких-либо исключений, что гарантирует высокое качество тренажера.

Сертифицированные тренажеры могут использоваться для подготовки персонала по ут-



вержденным Росэнергонадзором программам обучения и аттестации.

Персонал, прошедший обучение и успешно сдавший экзамен, получает удостоверение установленного образца, которое будет, являясь основанием для допуска к работе.

Современная интегрированная система обучения персонала

В соответствии с научно-техническими требованиями и представлениями современная интегрированная система обучения и тренажа должна быть:

1. *Стандартизированной*, то есть соответствующей государственным и отраслевым стандартам, нормативно-техническим документам и регламентам, принятым в энергетической отрасли;

2. *Научно-обоснованной*, то есть научная методология системы обучения должна определять все ее компоненты: цели и средства, принципы и формы, методы и результаты;

3. *Горизонтально-интегрированной*, то есть охватывать в процессе обучения все производственные подразделения энергопредприятия (основные и вспомогательные цеха);

4. *Вертикально-интегрированной*, то есть охватывать процессом обучения практически все штатные единицы производственного персонала (от обходчика до главного инженера).

5. *Адаптированной*, то есть приспособляющейся к различному уровню подготовки персонала, а также к изменяющейся структуре и условиям эксплуатации энергооборудования.

Стандартизация. В соответствие с этим пунктом вопросы, которые целесообразно рассмотреть при анализе альтернативных проектов тренажерных систем, по нашему мнению, следующие.

Соответствие действующим международным, государственным, отраслевым стандартам, нормативно – техническим документам и регламентам:

- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9001-2002 – менеджмент качества;
- ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 – оценка качества программной продукции;
- ГОСТ МЭК 60950-2002, ГОСТ Р 51317.4.3-99 – безопасность;
- СТУ-115.015-2003 – ТУ сертификации программных средств для тренажеров;
- СО 153-34.0-12.305-99 – нормы годности программных средств для тренажеров;
- СО-ЕЭС-ПП-1-2005 – стандарт организации подготовки персонала;
- ПТЭ, ПУЭ, ПТБ, ППБ – отраслевые НТД.

Научно-методологическая обоснованность системы обучения. В соответствие с этим пунктом современное тренажеростроение при научно-методологической постановке задач

моделирования объекта управления, анализа и синтеза подсистем тренажера, должно руководствоваться системными принципами единства функционально-целевых и причинно-следственных отношений модели и объекта с целью создания системы моделей и представлений, единых для разработчика тренажера и пользователя.

Принцип единства функционально-целевых отношений модели и объекта-прототипа означает реализацию целевой функции человеко-машинной системы – тренажера, а именно, обеспечение возможности обучения человека-оператора.

Целевая функция человеко-машинной системы при обучении оператора на тренажере, определяющая принципиальные требования к тренажеру, состоит в следующем:

- обеспечение человеку-оператору адекватной информационной модели прототипа объекта управления;
- обеспечение возможности качественного и количественного анализа информации и принятия решений;
- формирование и совершенствование у оператора профессиональных навыков и умений при заранее заданных отклонениях (смещениях) модели относительно моделируемого прототипа, то есть погрешности моделирования, обеспечивающих необходимую эффективность обучения.

Принцип единства причинно-следственных отношений модели и объекта характеризует методологию разработки тренажера, а именно, системно-эргономический подход, обеспечивающий системную адекватность тренажера объекту-прототипу.

Системно-эргономический подход означает воспроизведение в имитируемом объекте результирующих функций, а также внешних и внутренних связей, соответствующих исходному объекту с такой точностью, которая достаточна для решения поставленных задач в необходимом объеме, при этом отличие результата от требуемого допуска должно лежать в поле назначенного допуска и обеспечивать:

- адекватность целей и условий;
- адекватность интерфейса (рабочих мест операторов энергообъектов);
- адекватность информационных потоков;
- адекватность математического моделирования;
- эргономическую адекватность;
- психологическую адекватность.

Принцип единства представлений означает возможность формирования у пользователя концептуальной модели объекта-прототипа адекватной модели, заложенной в проект разработчиком тренажера.

Реализация в тренажере трех системных принципов научной методологии- единства отношений: модели, объекта и представлений позволяет

сконструировать дидактически совершенный тренажер, обеспечивающий формирование у обучаемых адекватных управлению объектом моделирования и процессами в нем: знаний, навыков и умений.

Соблюдение указанных принципов при разработке современного IT-тренажера позволяет регламентировать наличие в тренажере, как в средстве обучения персонала следующих ингредиентов: средств и методов математического моделирования объекта-прототипа, средств и методов системно-эргономического подхода при синтезе подсистем тренажера, средств учебно-методического обеспечения и контроля обучения, а также признаков цели обучения: обеспечение надежности и безопасности персонала и объекта управления.

Таким образом, современный IT-тренажер должен состоять из следующих блоков (см. рис. 1):

- рабочего места оператора;
- рабочего места инструктора;
- модели объекта управления;
- модели АСУТП, включающей в себя штатный интерфейс, средства управления и базу данных;
- блока учебно-методического обеспечения;
- блока информационной поддержки оператора;
- блока ПО корректирующей идентификации (верификации, валидации).

Внедрение научной методологии в структуру образовательного процесса электроэнергетики подразумевает два аспекта: первый – разработка современных всережимных и полностью адекватных объекту регулирования IT-тренажеров, соответствующих целевой функции человеко-машинной системы, методология создания которых соответствует системно-эргономическому подходу, и второй – разработка автоматизированных учебных курсов и учебно-методического обеспечения про-

цесса тренажерной подготовки, соответствующих современным научно-педагогическим подходам.

С точки зрения современной науки внедряемая система программно-технических средств синтезирует три подхода в организации процесса обучения:

- автоматизированные обучающие курсы (АУКи) – предназначены для получения персоналом знания схем, устройства и процессов энергетического оборудования – ориентированы на контекстный (предметный) подход к получению профессиональных знаний специалистами, основанный на прозрачности границ между учебной и профессиональной деятельностью;

- современные IT-тренажеры – предназначены для овладения персоналом навыками планирования штатных режимов и быстрой реакции в нестандартных ситуациях при отказах оборудования, то есть умения качественно работать в штатных и аварийных ситуациях – ориентированы на контекстный и андрагогический подходы, то есть на обучение на основе опыта и научение через действие;

- учебно-методическое обеспечение – автоматизированные сценарии тренировок (АСТ), сценарии парирования аварийных ситуаций (ПАС), компьютерные мастер-классы (МК) – ориентировано на развивающий подход, состоящий в том, что здесь ведущей становится тренажерная практика, имеющая своей целью не только овладение обучающимся известным, конкретным способом ликвидации аварийной ситуации, но и овладение всеобщим методом (общим подходом) к решению задач данного класса, то есть разрешения сходных проблем.

Горизонтальная интегрированность системы обучения. В соответствии с этим пунктом горизонтально-интегрированная система под-

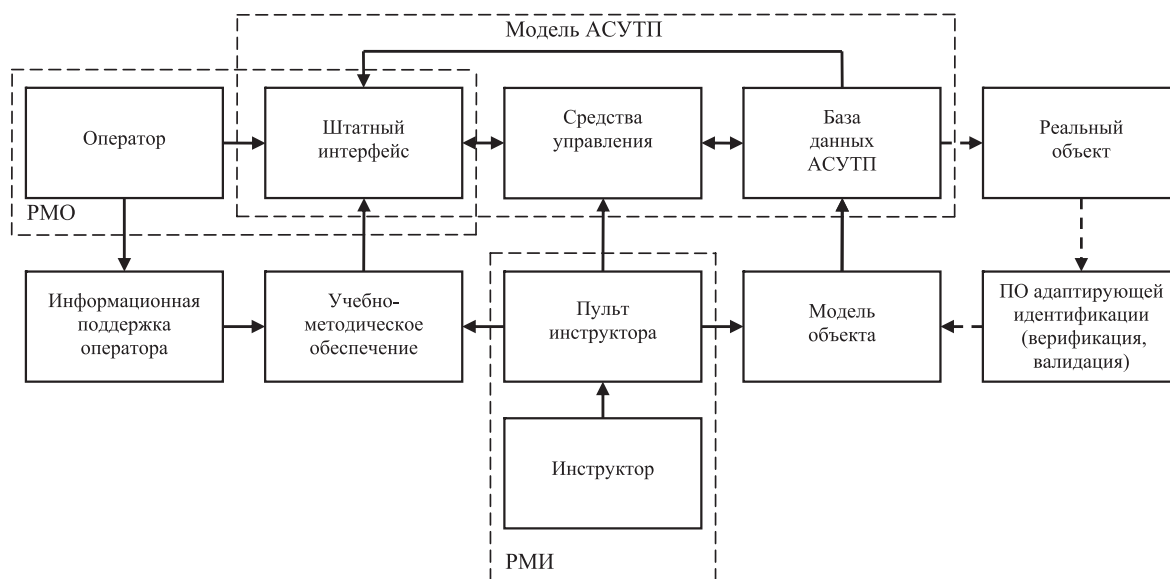


Рис. 1. Структурная схема IT-тренажера. Обозначения: РМО – рабочее место оператора, РМИ – рабочее место инструктора.



готовки персонала должна охватывать все производственные подразделения энергопредприятия (основные и вспомогательные цеха).

В связи с этим принципом необходимо разрабатывать и поставлять на энергообъекты тренажеры и АУКи для подготовки персонала конкретных производственных подразделений энергопредприятий (цеха, участки и т.п.).

Вертикальная интегрированность системы обучения. В соответствии с этим пунктом вертикально-интегрированная система подготовки персонала должна охватывать процесс обучения практически все штатные единицы производственного персонала энергопредприятия.

Практика современного тренажеростроения показывает, что требования к конфигурации тренажеров в значительной степени зависят от места их установки:

- в центрах подготовки кадров;
- непосредственно на энергообъектах.

Так, если в центрах (пунктах) подготовки кадров, как правило, для тренажерных комплексов и компьютерных классов предусматриваются отдельные помещения со специальным обслуживающим и инструктивным персоналом, то установка тренажеров непосредственно на энергообъектах встречает определенные затруднения в части реализации требований к помещению для тренажеров и их обслуживанию.

На подавляющем большинстве энергообъектов работа с персоналом сосредоточена непосредственно в цехах и носит индивидуальный характер, в связи, с чем требования к конфигурации тренажерного комплекса носят характер минимизации.

Кроме того, практически все административные и технические руководители верхнего и среднего звена энергообъектов, как правило, выражают желание иметь на своих персональных компьютерах тренажер указанного энергообъекта для самостоятельной работы на нем с целью сохранения и повышения собственной квалификации, а также контроля и разбора с подчиненным персоналом аварийных ситуаций, произошедших на объекте.

Таким образом, возникает объективная потребность в определенном виде тренажерах, предназначенных для индивидуальных (персональных) пользователей.

Большинство тренажерных комплексов, введенных в настоящее время в электроэнергетике, имеют конфигурацию, состоящую из 5 – 10 компьютеров при моделировании электростанций с перечными связями и энергоблоков 150 – 800 МВт.

Естественно, что такой тренажерный комплекс не может удовлетворить указанным требованиям при индивидуализации обучения и контроля за работой оборудования.

Вынужденность громоздкой конфигурации тренажерных комплексов определяется большой размерностью моделируемой системы объекта-прототипа

и необходимостью обеспечения всережимности и полномасштабности модели и приложений.

Однако внедрение в процесс разработки и сопровождения тренажерных комплексов эксклюзивных авторских программ, а также новейших достижений информационных технологий, таких как технологии визуального компонента – ориентированного проектирования модели и программной оболочки тренажера, использование принципа модульности и динамически подключаемых программных модулей и библиотек (plug-in), динамического создания и уничтожения объектов, многопоточной организации приложений и т.п. позволяет значительно усовершенствовать и минимизировать модель объекта-прототипа, и тем самым, уменьшить ресурсоемкость конечного продукта.

Причем расширение функций обучения с привлечением инструктора и других специальностей и их рабочих мест успешно реализуется при помощи сетевого варианта.

Таким образом, появляется возможность реализовать персональный компьютерный тренажер, удовлетворяющий требованиям минимизации интерфейса при организации индивидуального обучения персонала с обеспечением всережимности и полномасштабности модели объекта – прототипа и ее приложений.

Указанные свойства программного обеспечения тренажера позволяют сравнительно легко пересылать эти программы заказчику через Интернет, проводить интерактивную настройку программного обеспечения совместно с заказчиком*), и осуществлять через Интернет гарантийное обслуживание и, что немаловажно, реализовывать дистанционное обучение.

Адаптированность системы обучения. В соответствии с этим пунктом адаптированная система подготовки персонала должна приспособливаться к изменившимся условиям, как к различному уровню подготовки персонала, так и к изменившейся структуре энергообъекта и условиям его эксплуатации.

Под термином «адаптация» обычно понимается приспособление системы к реальным условиям.

Одним из важных и хорошо известных принципов обучения является разбиение его на этапы и стадии, зависящие от уровня обученности персонала.

В сфере подготовки оперативного персонала электроэнергетики бытует широко распространенное мнение, что для правильной организации процесса обучения персонала на разных этапах подготовки необходимо применять различные

*) В данном случае учитывается значительно удаленное географическое расположение некоторых заказчиков тренажерной продукции – Урал, Сибирь, Забайкалье, Приморье, при этом возможность практически мгновенного взаимодействия с заказчиком через Интернет дает большие преимущества.



тренажеры, соответствующие данному этапу.

Реализация указанного принципа при внедрении дифференцированных программ обучения для номенклатурных категорий персонала с различными уровнями профессиональных знаний и навыков, и к тому же, с задачами, распределенными по этапам подготовки, приводит к необходимости иметь в пункте (центре) подготовки значительное количество разнотипных программ и тренажеров, что наталкивается на определенные финансовые и организационные трудности при реализации процесса обучения.

При наличии у пользователя в условиях электростанции только одного тренажера указанные обстоятельства значительно усугубляются, но, тем не менее, они, по нашему мнению, не должны влиять на общее качество тренажерной подготовки.

Добиться этого можно только путем изменения дидактических свойств тренажеров на основании учета предшествующего опыта обучения и уровня обученности, но не механическим замещением различного типа тренажеров и программ, а путем внедрения специального учебно-методического обеспечения одного разрабатываемого тренажера.

В качестве примера, реализованной в современных ИТ-тренажерах дидактической адаптивности, могут служить автоматизированные сценарии тренировок и контролирующие программы, позволяющие проводить различные по сложности, и зависящие от уровня подготовленности оператора, этапы тренажерных тренировок в штатных, нештатных и аварийных режимах работы.

Таким образом, внедрение на энергопредприятии интегрированной системы обучения персонала, включающей в себя требования по обеспечению: стандартизации, научной обоснованности, горизонтальной и вертикальной интегрированности, адаптированности, структурно включающей в себя автоматизированные обучающие курсы, современные ИТ-тренажеры, оснащенные учебно-методическим обеспечением, полностью отвечающим требованиям критериев научности, то есть современных естественнонаучных и научно-педагогических подходов к системе обучения оперативного персонала позволит полностью удовлетворить потребности Заказчика в обеспечении надежности профессиональной деятельности персонала.

Выводы

1. Анализ аварийности на опасных производственных объектах (в том числе и на объектах элек-

троэнергетики) показывает, что причины более 70% аварий обусловлены человеческим фактором.

2. Основными причинами высокой аварийности по вине персонала электроэнергетики являются:

- электрические станции, сети и учебные центры слабо оснащены современными техническими средствами обучения и тренажа персонала;
- нет утвержденных обязательных норм оснащения предприятий энергетики тренажерами и компьютерными средствами обучения и, как следствие, финансирование на эти цели выделяется по остаточному принципу;
- отсутствует научно обоснованная методика экономической оценки эффективности обучения оперативного персонала;
- не установлен контроль за техническими и программными средствами обучения и тренажа персонала на соответствие регламентам и стандартам РФ;
- отсутствует отраслевая система сертификации технических средств обучения персонала, соответствующая современному законодательству;
- появление на рынке обучающих средств неквалифицированных производителей математического и программного обеспечения тренажеров;

• неадекватные, неverified, то есть несоответствующие реальному прототипу модели энергообъектов, применяемые в большинстве тренажеров, не только не позволяют качественно обучать персонал, но дезориентируют его и наносят ущерб его профессиональным навыкам.

3. С целью внедрения независимой системы сертификации (подтверждения качества тренажерной техники), соответствующей современному законодательству, представляется целесообразным разработать нормативный документ, устанавливающий требования к техническим средствам обучения (тренажерам), а именно: Свод правил «Тренажеры электрических станций и сетей. Характеристики качества и методы их оценки. Общие технические требования».

Литература

1. «Разработка программы модернизации электроэнергетики России на период до 2020 года». ОАО «ЭНИН», Москва, 2011 год.
2. Приоритет качеству подготовки, профессиональному обучению и аттестации работников организаций, поднадзорных Ростехнадзору // «Безопасность труда в промышленности», №7, 2006 год.
3. Магид С.И. Теория и практика тренажеростроения для тепловых электрических станций. – М.: Издательство МЭИ, 1998. – 156 с.

