

Тренажерная подготовка мифы и реальность

Генеральный Директор НП «КОНЦ ЕЭС»
Д.э.н. С.В. Мищеряков

Анонс: В статье дана краткая характеристика состояния тренажерной подготовки в энергетике, раскрыты проблемы и перспективы ее развития, подходы к оценке эффективности тренажерной подготовки.

Ключевые слова: энергетика, тренажерная подготовка, оперативный персонал, инновационные методы обучения, дистанционные технологии обучения, электронное обучение, модели профессиональной деятельности.

Приступая к написанию статьи, я задумался о том, кому она будет интересна. Ответ прост- тем кто занят тренажеростроением и тем, кто не декларативно, а по существу занимается профессиональным обучением. Она не будет интересна и даже будет с пренебрежением отвергнута теми, кто рассуждает на высокие темы о человеческом капитале, потенциале, кадровых лифтах, опережающем (интересно чего или кого опережающем) обучении. Надеюсь что тем, кто семь дней в неделю и двадцать четыре часа в сутки находится на блочных щитах управления она чем- то поможет. Название статьи предполагает, что в ней будет дан взвешенный анализ явления и определены перспективы развития тренажерной подготовки.

Мы «дэ-факто» уже приняли тренажерную подготовку как понятие. В действительности же в энергетике нет ни одного руководящего документа, в котором бы она была определена. Поэтому начнем с определения понятия «тренажерная подготовка». Тренажерная подготовка – комплекс методик профессионального обучения/подготовки персонала, имеющий целью формирование, поддержание и совершенствование конкретных умений и навыков персонала с помощью различного вида тренажеров и других программных средств подготовки. Авторы ни в коем случае не претендуют на исключительность приведенного определения, но по опыту подготовки персонала в различных областях знаний, оно наиболее приемлемо для дальнейшего использования.

В приведенном определении тренажер рассматривается как средство достижения учебных целей профессионального обучения. Неся подчиненную функцию, тренажер не может диктовать правила организации процесса обучения. При этом, с учетом эффективности, это средство во многом определяет содержание и методики процесса обучения. Рассматривая тренажер как средство обучения, мы закономерно приходим к выводу о том, каким должен быть тренажер. Ответ на этот вопрос прост- он должен соответствовать целям обучения. Иными словами, тренажер должен по моделированию процессов быть максимально адекватен изучаемым физическим процессам и технологиям, по интерфейсу отвечать требованиям соответствия управляемому объекту, по методическим возможностям быть эффективным средством обучения и по возможности, простым и надежным в эксплуатации. При всех идеальных качествах тренажера, он все же носит статус вспомогательный и без педагога – инструктора может восприниматься, как набор аппаратно-программных средств для обучения персонала. В этой связи необходимо отметить, что в зависимости от задач обучения тренажеры должны быть очень простыми (например, широко известные «стрелялки») и очень сложными (например, тренажер самолета с шестью степенями свободы в воздушном пространстве).

Конкретизируем сферу нашего внимания. Мы будем рассматривать тренажерную подготовку оперативного персонала ТЭС, и конкретно, обучение смен блочных щитов управления (БЩУ). Для определения качеств тренажера, таким образом, надо сформулировать перечень умений и навыков персонала БЩУ, которые мы хотим сформировать в ходе его тренажерной подготовки. Для этого определим набор функциональных действий оператора БЩУ по назначению. В состав этих действий входят:

1. Получение информации о состоянии оборудования и технологических параметрах его работы (по докладам обходчиков, сигналам мнемосхем, показаниям приборов, звуковой сигнализации, по вибро-акустическим сигналам);
2. Анализ полученной первичной информации и ее уточнение по средствам объективного контроля;
3. Идентификация состояния оборудования по совокупности прямых и косвенных признаков;
4. Подведение состояния под понятие режима (режим нормальной эксплуатации, перегрузочный режим, авария);
5. Определение направления и порядка действий по управлению оборудованием согласно нормативным документам и инструкциям по эксплуатации;
6. Формирование рабочего поля (органов управления, мнемосхем, приборов контроля, набора алгоритмов) для оперативных переключений;
7. Оперативные переключения по командам начальника смены;
8. Контроль изменения параметров оборудования и станции в целом;
9. Фиксация нового состояния оборудования и параметров после завершения переходных процессов;
10. Сбор докладов от обходчиков о состоянии оборудования в новом режиме работы;
11. Доклад начальнику смены о причинах произведенных действий, произведенных переключениях и новых параметрах оборудования.

Действия под номерами 2-9 определяют успешность принятия и реализации решений на управление оборудованием. При этом эти действия производятся в состоянии стрессовых ситуаций и короткие промежутки времени. Успешность этих действий определяется математической формулой полной вероятности события.

Для точного исследования успешности сформулируем задачу управления следующим образом:

Пусть в состав смены БЩУ входит 3 человека: машинист котла, машинист турбины и начальник смены. Каждый из них формирует решение на управление оборудованием независимо от других. При этом, событие, заключающееся в принятии правильного решения происходит, если хотя бы один из участников, предлагает его. В этом случае, вероятность правильного решения $P(A)$ определяется на основе теоремы полной вероятности, то есть:

Если события H_1, H_2, \dots, H_n образуют полную группу, а событие A происходит в результате появления одного из событий H_i , то

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i)P(A|H_i) \dots\dots\dots(1)$$

Сделаем допущение о том, что по результатам обучения вероятности принятия правильного решения машинистом котла равна $P(A/H_1) = 0,9$, машинистом турбины $P(A/H_2) = 0,92$ и начальником смены $P(A/H_3) = 0,92$. При этом, т.к. решения принимаются одновременно и независимо, $P(H_1) = P(H_2) = P(H_3) = 1/3$

Задача заключается в определении вероятности правильного решения задачи в целом сменой БЩУ.

Тогда по формуле (1) получим $P(A) = 0,9 \cdot 1/3 + 0,92 \cdot 1/3 + 0,92 \cdot 1/3 = 0,923$

При этом возможно решение и обратной задачи. Пусть необходимо обеспечить вероятность принятия успешного решения не менее 0,99, тогда решая задачу получим, что при условии успешного ее решения начальником смены с вероятностью 0,98 машинисты должны решать эту задачу с вероятностью не менее 0,99. Решая задачу с учетом условной вероятности с помощью теоремы Байеса можно определить с какой вероятностью успешное решение будет принадлежать конкретному работнику из смены БЩУ, но это не является целью наших рассуждений.

Приведенные вычисления показывают уровень успешности решения задач по управлению оборудованием ТЭС с учетом приведенного алгоритма.

Как достичь полученных нами результатов? Только в процессе неоднократного повторения опытов всей сменой, т.е. в процессе тренировок. Проведение тренировок на натуральных образцах очень дорого, поэтому для обеспечения безаварийной эксплуатации необходима тренажерная подготовка. При этом заметим, что основными являются опыты по тренировке действий 2-9 пунктов приведенного нами алгоритма функциональной деятельности операторов БЩУ. Для оценки эффективности тренажерной подготовки рассмотрим наглядный пример.

Ущерб от возникновении аварии отдельного оборудования (W_i) определяется произведением величины экономических потерь ТЭС (V_i) на вероятность их возникновения ($P(W_i)$), т.е. если рассматривать причины только в неправильных действиях или бездействии оператора БЩУ, с учетом правильности принятия решения сменой БЩУ $P(A)$: $P(W_i) = 1 - P(A)$, т.е. $W_i = V_i \cdot (1 - P(A))$. Так анализ конкретной аварии на одной из сибирских ТЭС из-за неправильных действий (бездействия) персонала показал, что величина экономических потерь по замене ротора турбины ГТУ составила 43 млн.руб., персонал был подготовлен на удовлетворительно, т.е. имел при последних контрольных тренировках вероятность принятия правильного решения равной 0,75. В этом случае ущерб равен $W_i = 43 \cdot (1 - 0,75) = 10,75$, при оценке подготовленности персонала на «хорошо» ($P(A) = 0,9$), ущерб равен $W_i = 43 \cdot (1 - 0,9) = 4,3$, при оценке подготовленности на «отлично» ($P(A) = 0,99$) – $W_i = 43 \cdot (1 - 0,99) = 0,43$. Приведем график зависимости ущерба от вероятности правильного решения на управление оборудованием (рис.1)

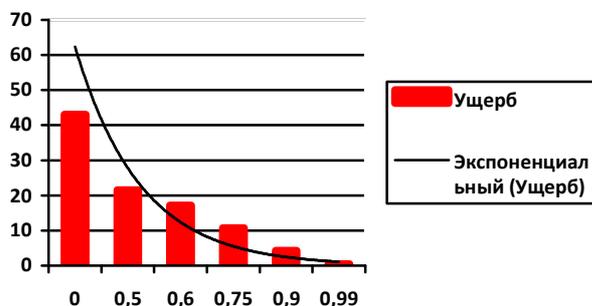


Рис.1 Диаграмма зависимости ущерба от вероятности принятия правильного решения на управление оборудованием.

Приведенный график демонстрирует закономерность экспоненциального уменьшения ущерба при увеличении вероятности принятия правильного решения на управление оборудованием.

Как можно повысить вероятность принятия правильного решения на управление оборудованием ТЭС и его последующей реализации? Ответ очевиден. Только посредством тренировок по принятию таких решений.

Сколько и каких тренировок необходимо провести, чтобы достичь приемлемых результатов, например $P(A)=0,99$, при котором возможный ущерб составляет лишь 10% от полного?

Для ответа на этот вопрос рассмотрим так называемую «кривую опыта». Суть этого понятия заключается в следующем. Согласно наблюдениям американских ученых, проведенных еще в 1942 году на авиационных предприятиях США (этот период характерен массовым оттоком квалифицированных рабочих, связанным с мобилизацией и увеличением производства по лендлизу). Ими было отмечено явление резкого увеличения брака на производстве. При этом наблюдая динамику его изменения ученые обнаружили доказанную в последствии закономерность снижения процента бракованных изделий на 10% на каждые три цикла производства. Эта закономерность в последствии несколько в модифицированном виде по нужды экономического анализа с учетом эффекта масштаба была названы кривой опыта. Нам для наших рассуждений интересен исходный вариант. Проецируя его на наш предмет исследования, очевидно можем утверждать следующее. Если рассматривать производственный цикл как единичный опыт, а брак как вероятность принятия и реализации ошибочного решения на управление оборудованием ТЭС, то при рассмотрении множества таких решений можно утверждать, что после проведения трех опытов (тренировок) на определенные функциональные действия процент ошибок оперативного персонала снизится на 10%.

Опыт показывает, что согласно приведенным данным для получения приемлемых результатов по вероятностям принимаемых сменой БЩУ решений необходимо проведение от трех ($P(A)=0,75$) до 9 ($P(A)=0,999$) тренировок, которое определяется уровнем исходной профессиональной подготовки оперативного персонала с (по нашим данным $P_{нач}(A)=0,65$). В этом случае возможный ущерб уменьшается в 1,5 раза. При этом необходимо учитывать так называемую «кривую забывания» Эббингауза (1885 г.) представленную на рисунке 2. Согласно этой кривой на 31 сутки в памяти человека остается 21% от первоначально полученной и осмысленной информации. Эббингаузу же принадлежит научно доказанное утверждения о том, что осмысленное запоминание (в процессе обучения) происходит в 9 раз быстрее произвольного и запоминание в ходе повторения (периодических тренировок) происходит в 3 раза быстрее, чем запоминание «с нуля».

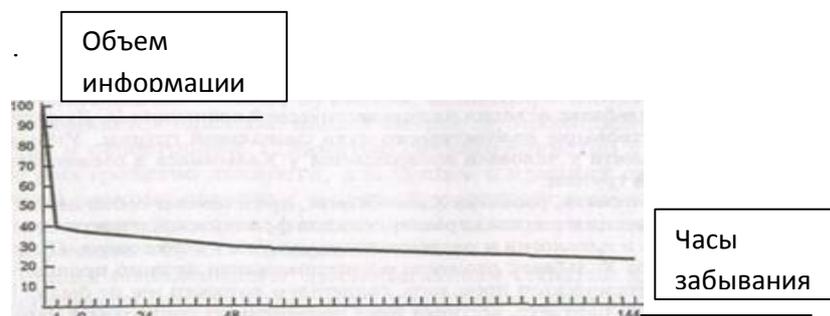


Рис.2. Кривая забывания Эббингауза

При правильной организации обучения с учетом наличия инструктора и периодичности тренажерной подготовки достаточно 3 тренировок чтобы достигнуть вероятности безошибочных действий оператора равную $P(A)=0,99$. При этом необходимо заметить что качества тренажера на котором производятся тренировки являются одним из определяющих

факторов успешности тренажерной подготовки. В этой связи можно четко сформулировать требования к степени соответствия тренажера натурному образцу объекта. Так для тренировки космонавтов по стыковке в космосе необходимо полное совпадение, для тренажера трейдера на рынке электроэнергии и мощности такого совпадения не требуется. По многолетнему опыту использования существующих тренажеров электрооборудования максимальный достигаемый результат тренировок, например на тренажерах ЗАО «Тренажеры для электростанций» составляет по вероятности безошибочных действий 0,986.

Необходимо отметить, что все казалось бы теоретические, рассуждения, приведенные нами неплохо коррелируют (коэффициент корреляции 0,8) со статистическими данными полученными авторами в 2005-2008 годах, полученные по официальным отчетам 104 энергетических компаний, входивших в ОАО «РАО ЕЭС России».

Обобщая наши рассуждения, можно утверждать следующее.

1. Для обеспечения приемлемых показателей ущербов из-за неправильных действий/бездействия оперативного персонала необходимо обеспечить формирование навыков управления оборудованием ТЭС путем тренажерной подготовки.
2. Тренажерная подготовка при первичном обучении персонала должна включать не менее чем **трехкратное** повторение конкретных действий и однократное повторение этих действий не реже одного раза в месяц.
3. Тренажерная подготовка должна включать опыты по формированию и поддержанию основных навыков принятия решений на управление оборудованием включающие шесть функциональных действий (п.п. 2-7 приведенного перечня), поддерживая необходимый и достаточный уровень правильных решений на управление оборудованием ТЭС.

Существует конкретный перечень тем тренировок, которые по опыту эксплуатации оборудования достаточны для решения задачи минимизации ущербов из-за неправильных действий/бездействия оперативного персонала. Этот перечень включает следующие темы тренировок:

1. Работа в нормальных условиях эксплуатации. (Знакомство с интерфейсом тренажера.)
 - 1.1. Тепловая схема электростанции и состав основного оборудования, знакомство с видеодиаграммами.
 - 1.2 Знакомство с системой управления на тренажере
 - 1.3.. Построение графиков текущих параметров
 - 1.4. Изменение электрической нагрузки турбины при работе в конденсационном режиме. Нагрузка и разгрузка котла в регулировочном диапазоне.
2. Перевод оборудования из конденсационного режима в теплофикационный режим работы, (подключение промотбора для турбин типа ПТ) с соблюдением критериев надежности.
 - 2.1. . Последовательность действий оператора в процессе перевода турбины на режим работы с отопительными отборами с соблюдением критериев надежности.
 - 2.2 Последовательность действий оператора в процессе перевода турбины на режим работы с промышленным отбором.
 - 2.3. Распределение подогрева сетевой воды между нижним и верхним подогревателями теплофикационных установок.
 - 2.4. Оценка эффективности ПСГ-1,2 по сравнению с ПСГ-1.
3. Управление оборудованием в режиме скользящего давления (для оборудования, работающего по блочной схеме).
 - 3.1. Оптимизация режимов работы ТЭС.
Основные положения эффективности работы ТЭС при скользящем давлении
 - 3.2. Разгрузка станции на скользящем давлении. Оценка эффективности.
4. Переход с одного вида топлива на другое и совместное сжигание газа и мазута.

- 4.1. Эффективность работы и особенности обслуживания оборудования при сжигании мазута, подключение калориферов котла.
- 4.2. Последовательность действий оператора в процессе перевода котла на сжигание мазута.
- 4.3. Плановый и аварийный переход по топливу с поддержанием постоянной электрической нагрузки.
5. Выполнение заданного диспетчерского графика электрической и тепловой нагрузки.
 - 5.1. Основные режимы работы энергетического оборудования, подготовка исходного состояния.
 - 5.1. Работа по заданному диспетчерскому графику электрической нагрузки с разной скоростью подъема нагрузки.
 - 5.2. Подключение теплофикации при работе по заданному графику электрической нагрузки.
6. Отключение и подключение ПВД на работающем оборудовании с соблюдением критериев надежности.
 - 6.1. Отключение и подключение ПВД на работающем энергоблоке с соблюдением критериев надежности.
 - 6.2. Рассмотрение на тренажере эффективности ПВД при работе на теплофикационных турбинах.
7. Аварийные остановки котельного и турбинного оборудования, перевод работающего оборудования (котла и турбины) в горячий резерв
 - 7.1. Аварийные остановки котла и турбины.
 - 7.2. Плановые остановки котла и турбины в резерв.
8. Останов с расхолаживанием котла, паропроводов и турбины.
 - 8.1. Методы расхолаживания котлов и паропроводов.
 - 8.2. Останов с расхолаживанием котла, паропроводов и турбины.
9. Пуск котла и турбины на номинальных параметрах из горячего состояния.
 - 9.1. Основные технологические принципы организации пусков и остановов оборудования. Критерии надежности.
 - 9.2. Пуск котла и турбины на номинальных параметрах.
10. Пуск из холодного состояния.
 - 10.1. Технологические основы организации пусковых режимов.
 - 10.2. Пуск из холодного состояния.
11. Пуск из неостывшего состояния на скользящих параметрах (при блочной схеме).
 - 11.1. Отличительная особенность пусковых режимов на скользящих параметрах.
 - 11.2. Пуск из неостывшего состояния на скользящих параметрах.
12. Знакомство с различными противоаварийными тренировками.
 - 12.1. Основные положения по предупреждению и ликвидации аварийных ситуаций.
 - 12.2. Аварийные ситуации на котле.
 - 12.3. Аварийные ситуации на турбине.
 - 12.4. Аварийные ситуации в АСУ ТП.
 - 12.5. Комплексные аварии.

Этот перечень является открытым и в зависимости от предстоящих действий может быть расширен, например, тренировками по переходу на резервные виды топлива. Общий объем тренажерной подготовки должен быть не меньше, чем 72 часа в год.

Учитывая скорости восстановления навыков при осмысленном их формировании (в 9 раз быстрее) и произвольном запоминании, тренажерную подготовку целесообразно проводить под руководством опытного инструктора (желательно чтобы инструктор занимался тренажерной подготовкой профессионально).

Экономически выгодной схемой организации периодической тренажерной подготовки после допуска оператора к самостоятельному исполнению обязанностей является дистанционная тренажерная подготовка.

До последнего времени тренажерная подготовка оперативного персонала ТЭС базировалась преимущественно на использовании тренажеров (в основном компьютерных), установленных непосредственно на электростанциях.

Покажем, что при таком подходе реализовать эффективную подготовку в рамках одной электростанции затруднительно, а в рамках отрасли практически невозможно. И это даже при использовании высококачественных тренажеров.

Далее будем для краткости условно называть энергоблоком комбинацию из совместно работающих турбогенератора и одного, или двух котлоагрегатов (независимо от того, работают ли они реально по блочной схеме, или в рамках параллельной структуры с общим паропроводом). Таким условным блоком управляет бригада (команда) из двух, или трех операторов. Естественно использовать для тренажерной подготовки тренажер, который воспроизводит технологические процессы и процессы управления таким блоком, и естественно, чтобы на таком тренажере одновременно занимались тренажерной подготовкой полная бригада (возможно, ещё с участием начальника смены КТЦ). Количество бригад оперативного персонала КТЦ, которые должны проходить тренажерную подготовку определяется количеством блоков (турбогенераторов) на электростанции, например, если на станции их 4, то количество обучающихся бригад 16 (из учёта необходимости иметь на станции 4 укомплектованных смены оперативного персонала). Если исходить из того, что каждый оператор должен проходить одно восьмичасовое задание на тренажере один раз в квартал (4 раза в год), то общее количество дней использования тренажера в году на такой станции будет 64 (реально, по нашей информации, на электростанциях, наиболее интенсивно использующих тренажеры, проводится не более 50-60 восьмичасовых занятий в году – просто в силу отсутствия обучающихся).

Но эффективность тренажерной подготовки оперативного персонала определяется не только количеством занятий (и, естественно, качеством тренажеров). Занятия на тренажере проводит инструктор. И эффективность подготовки зависит от его квалификации и добросовестности.

Тренажерное обучение предполагает выполнение на тренажерах сложных технических задач:

- пусков энергоблока из холодного, различных теплых, и различных горячих состояний, а также остановов с различными режимами расхолаживания и остываний;
- работы по сложным диспетчерским графикам, во время которой оператор должен последовательно или параллельно делать множество действий (переход с одного вида топлива на другое, подключение/отключение/изменение параметров теплофикации, подключение/отключение регенерации, переходы по насосам и т.п.), в том числе с учетом требований рынка электроэнергии;
- ликвидации последствий сложных аварийных ситуаций, в том числе частичных отказов.

Для такого обучения нужен опытный инструктор, который и будет учить других – сам тренажер научить таким сложным вещам без человека на сегодня не может*.

Инструктор, чтобы уметь эффективно учить других выполнению задач высшего уровня сложности, должен обладать следующими качествами:

- хорошо знать технологию и уметь самостоятельно пускать, останавливать и управлять энергоблоком;
- уметь быстро разбираться в проблемных режимных ситуациях, которые могут возникнуть на тренажере;
- владеть возможностями конкретного тренажера как сложного компьютерного комплекса;
- быть хорошим педагогом.

Далеко не на каждой электростанции можно найти специалиста с таким набором профессионально важных качеств. Но если он находится, то с ним возникает множество проблем, например:

- его тоже надо обучать, в частности, овладению возможностями тренажера и методиками обучения, на что уходят месяцы, а иногда и годы;
- ему по его квалификации надо платить достаточно высокую зарплату, что вступает в противоречие с его неполной занятостью (50-60 занятий в год);
- поскольку тренажерная подготовка является для электростанции непрофильной деятельностью, для инструктора бывает нелегко найти штатную должность;
- у него нет перспектив роста, а если он перейдет на другую, более высокую должность, снова возникает проблема подбора инструктора.

На ряде станций, на которых установлены достаточно качественные тренажеры, выход находят в том, чтобы поручить выполнение функций инструктора тренажерной подготовки по совместительству одному из ведущих специалистов-технологов (например, начальнику КТЦ, или заместителю начальника КТЦ по эксплуатации). Однако поскольку у любого такого специалиста основные производственные обязанности в любой момент имеют безусловный приоритет перед обеспечением тренажерной подготовки операторов, процесс тренажерной подготовки становится непредсказуемым и неподдающимся организации (особенно с учетом того, что и обучаемые, которые работают в сменах, тоже не свободны в своем времени).

Именно проблемы с инструкторами в большинстве случаев являются источником низкой эффективности использования установленных на электростанциях тренажеров (даже если эти тренажеры достаточно качественные).

Затраты на повышение квалификации персонала учтены в тарифах на электроэнергию. Определенную часть в этих затратах составляют, в том числе, затраты на тренажерную подготовку оперативного персонала (особенно после того, как на большинстве электростанций были выведены за штат ремонтные подразделения). Поскольку потребители

* По нашему мнению, если тренажер может только показывать тренирующемуся ход сложных технологических процессов в режиме «кинофильма» без возможности вмешиваться и менять ход процесса, хотя бы и ошибочно, то это не тренировка, и ради этого такой тренажер не стоит приобретать.

электроэнергии в любом случае оплачивают через тарифы тренажерную подготовку персонала, ее объем и качество необходимо контролировать. Между тем применительно к тренажерам, установленных на электростанциях, объективную систему контроля объема и качества тренажерной подготовки персонала крайне трудно реализовать. Вести отчетную документацию, на основе которой осуществляется общий количественный и хотя бы выборочный качественный контроль, может только инструктор, но нет гарантий достоверности этой документации, даже если в составе самого тренажера есть программные средства документирования (большинство поставленных на ТЭС тренажеров таких средств в своем составе не имеют), т.к. инструктор – заинтересованное лицо, и может в любом случае «сгенерировать» такую документацию, какую надо.

Кроме двух названных трудностей, существуют еще, ряд других. К ним относятся следующие:

- компьютерный тренажер является сложным программно-техническим комплексом и требует регулярной технической поддержки, что обеспечить силами станции затруднительно;
- тренажер со временем морально и технически изнашивается и после 5-7 лет эксплуатации требует либо замены, либо модернизации;
- тренажер для оперативного персонала энергоблока – недешевый продукт: минимальная его стоимость составляет 5-8 млн. рублей. Эти деньги выделяет, как правило, компания, которой принадлежит станция, но амортизационные расходы отчисляет сама станция. Проявившаяся в последнее время тенденция закупочных комиссий энергокомпаний безусловно отдавать предпочтение при проведении тендеров самым дешевым предложениям, снижает соответствующие затраты, но не обеспечивает столь же безусловно приобретение тренажеров высокого качества, что не способствует повышению эффективности тренажерной подготовки.

Наконец, необходимо остановиться еще на одном аспекте проблемы. На большинстве российских ТЭС установлены блоки нескольких разных типов и с разными АСУ ТП (в том числе на технологически однотипном основном оборудовании). Если считать аксиомой, что оператор должен тренироваться на тренажере, максимально приближенном к блоку, на котором оператор работает, то большинству ТЭС потребовалось бы иметь по несколько тренажеров разных типов, что, естественно увеличило бы затраты ТЭС на тренажерную подготовку персонала, но при этом снизило бы объем использования каждого из тренажеров.

На самом деле опыт показывает, что максимальная адекватность важна, прежде всего, для воспроизведения технологических режимов основного оборудования (котлов и турбин), т.к. тренажер является инструментом совершенствования интеллектуальных (а не моторных) навыков управления.

Если принять во внимание, что в целях обеспечения всеобщей тренажерной подготовки, что действительно для Российской энергетики необходимо, следует оснастить все тепловые электростанции тренажерами, то бюджет будет успешно освоен, электростанции будут отчитываться, что имеют тренажеры и значит тренажерная подготовка ведется, а на самом деле это будет мало что значить, эффективной тренажерной подготовки не будет – будет кладбище неиспользуемых, или почти неиспользуемых тренажеров.

Альтернативой изложенному подходу к организации тренажерной подготовки операторов ТЭС является тренажерная подготовка на основе дистанционного доступа к централизованно установленным и функционирующим тренажерам через Интернет.

Рассмотрим возможности реализации такого подхода на примере котлоагрегата ТГМ-84. В энергетике России 140 таких котлов (в различных модификациях) установлены на 28 электростанциях (и в комплекте с ними работают, в основном, турбины типа ПТ-60 и Т-100). Кроме штатных модификаций этих котлов, отличающихся, в основном, количеством горелок, имеются частные модификации, связанные с реконструкциями отдельных узлов, кроме того имеется значительное разнообразие систем управления и, в частности, операторских интерфейсов. Однако у большинства этих котлов идентичны или весьма близки основные характеристики, определяющие в динамике и статике поведение их параметров в сложных режимах: паропроизводительность, параметры пара, структура и размеры поверхностей нагрева, общая металлоемкость и распределение металлоемкостей по поверхностям нагрева, количество тяго-дутьевых механизмов и т.д. Навыки управления – причем навыки интеллектуальные – в самых сложных режимах: пусках из различных тепловых состояний, работе по сложным диспетчерским графикам, полном или частичном переходе на резервное топливо, ситуаций с возникновением отказов – являются предметом тренажерной подготовки операторов. Поэтому, если, например, у разработчика имеется тренажер для этого котла, достаточно качественно воспроизводящий перечисленные сложные режимы и допускающий доступ к нему через Интернет в согласованное время и по согласованным индивидуальным для клиента параметрам подключения, то у большинства ТЭС, имеющих такие котлы, появляется возможность использовать этот тренажер без необходимости установки его на станции.

При этом станция осуществляет почасовую оплату собственнику тренажера за использованное время доступа к тренажеру, т.е., по существу, арендует на это время тренажер. Конечно, на станции должно на это время быть выделено несколько подключенных к Интернету компьютеров в качестве рабочих мест тренирующихся операторов. Если на станции есть специалист, который может выполнять функции инструктора, то одно из этих рабочих мест выделяется ему. Но к организованной таким образом тренажерной подготовке может быть привлечен и квалифицированный инструктор со стороны, в том числе из учебного центра, или рекомендованный собственником тренажера, причем этот инструктор может территориально находиться далеко от станции – ему достаточно получить те же параметры подключения к тренажеру. Естественно, в этом случае оплата за час возрастет, т.к. в нее войдут затраты на инструктора. Переговоры между инструктором и тренирующимися могут быть обеспечены, например, с помощью системы Skype.

Именно так можно кардинально решить проблему квалифицированных инструкторов, причем это решает и вопрос их загрузки и высокой оплаты, соответствующей уровню их квалификации. Квалифицированный инструктор может вести занятия, например, с персоналом трех электростанций (с более или менее схожим оборудованием).

При желании можно реализовать качественный и количественный (в т.ч. финансовый) контроль организованной таким образом тренажерной подготовки. Для этого достаточно

подключить через те же параметры подключения дополнительные рабочие места для контролирующих (стоимость часа доступа к тренажеру практически не зависит от числа подключаемых рабочих мест).

Причем, если возникает единовременная потребность доступа к одному и тому же тренажеру нескольких клиентов, то собственнику тренажера ничто не препятствует запустить параллельно несколько копий ПО тренажера.

Предложенная система свободна от большинства недостатков, свойственных традиционному подходу, и, кроме того, имеет ряд серьезных дополнительных достоинств. К ним можно отнести следующие:

- предложенная система позволяет за умеренную плату охватить тренажерной подготовкой операторов значительной части ТЭС, у которой нет перспектив приобретения тренажеров, при этом ТЭС будут платить только за фактический объем подготовки;
- к обучению операторов на тренажере на любой ТЭС можно привлекать квалифицированных инструкторов со всей России, освободив ТЭС от необходимости иметь таких специалистов в штате.
- проблема технической поддержки тренажеров снимается со станции и естественным образом перекладывается на разработчиков тренажеров, предоставляющих в аренду доступ к тренажерам; более того, в связи с их заинтересованностью в увеличении объема аренды у разработчиков появляется стимул за счет своих средств расширять номенклатуру доступных тренажеров и улучшать качество имеющихся;
- появляется техническая возможность, как на уровне руководства ТЭС, так и на уровне руководства объединений контролировать (постоянно или выборочно) объем и качество тренажерной подготовки на станциях и получать достоверную отчетную документацию.

Достаточно серьезной является проблема контроля обучения, а значит и обеспечения его качества. Сегодня можно предложить 2 вида контроля за ходом и результатами тренажерной подготовки оперативного персонала через удаленный доступ:

- визуальный контроль обучения в реальном времени либо из локальной сети электростанции, либо через Интернет;
- полное архивирование всех тренировок, проводимых через Интернет с использованием полноценной архивной станции, которая хранит информацию в течение минимум 12 месяцев, и которая через web-технологии становится доступной либо внутри локальной сети предприятия, либо любому желающему через Интернет.

Для того чтобы визуальный контроль был возможен, необходимо чтобы тренажер в обязательном порядке либо был включен в локальную сеть предприятия, либо подключен к Интернету. Авторизованное лицо должно иметь возможность в любой момент проведения обучения подключиться к любому рабочему месту обучаемых, чтобы увидеть в реальном времени, что сейчас происходит на этом рабочем месте. Такую техническую возможность тренажер должен обеспечивать.

Архивные станции сегодня имеются в любой современной АСУ. Поэтому любой разработчик тренажеров, который в состоянии реализовать какие-то другие компоненты современных АСУ (а такое требование сегодня является типовым на конкурсах по разработке тренажеров), в состоянии реализовать и архивную станцию.

Предлагается, чтобы по окончании любого занятия на тренажере в архивной станции автоматически запоминалась следующая информация:

- протокол всех ручных команд управления, выполненных в процессе выполнения опыта;
- протокол всех срабатывающих сигнализаций в процессе опыта;
- с интервалом 10 секунд модельного времени должны сохраняться в текстовом виде мгновенные значения заданного множества переменных тренажера – в это множество должны входить, например, все выводимые в интерфейс измерения.

При записи основной порции информации в архивную станцию тренажер автоматически должен записывать туда же текущую отметку астрономического времени и текущее значение модельного времени. Требование записи времени в архив направлено на то, чтобы усложнить возможность фальсификации таких архивов.

Опыт формирования таких отчетов показывает, что в архивированном виде полный отчет по работе на одном тренажере за год (250 рабочих дней по 8 часов в день) занимает не более 1.5 Gb диска.

Обобщая, очевидно, следует признать следующее.

Ситуация, сложившаяся сегодня в электроэнергетике России с тренажерной подготовкой оперативного персонала требует изменений. Основой этих изменений должны быть удаленные средства обучения и web-технологии представления информации о результатах и ходе выполнения обучения. Такие технологии есть, они уже прошли апробацию и доказали свою эффективность.

Закупка тренажеров, не дающих возможность тотального контроля заинтересованными лицами процесса и результатов обучения – это бессмысленная трата денег. При этом, наиболее эффективной в сегодняшних условиях России следует признать технологию дистанционного тренажерного обучения, поскольку только она способна решить наиболее сложные проблемы, которые тормозят тренажерную подготовку в тепловой энергетике России.

Использованная литература:

1. Корчагин Ю.А. Российский человеческий капитал: фактор развития или деградации?: монография. Воронеж: ЦИРЭ, 2005.
2. Пригожин И. От существующего к возникающему / И. Пригожин. М.: Наука, 1985.