

*Ю.В. СЕЛИВАНОВСКАЯ, Киев, Национальный университет им. Т.Г. Шевченко*

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ РЕДУКТОРНЫХ СТЕНДОВ**

The personnel of stands for test of gear transfers should have professional training. The training of the personnel can be carried out with use of the elementary devices. As such device it is expedient to use the personal computer. The example of the used program and results, received at it is given.

По мере усложнения испытательных редукторных стендов на персонал, управляющий стендом, приходится все большая психологическая нагрузка особенно при исследованиях на переменных режимах. Попытка персонала воспринять и осмыслить информационный поток, то есть уследить за изменением показаний всех приборов, размещенных на пульте управления, оценить к каким последствиям могут привести эти изменения и выработать стратегию поддержания параметров испытательного процесса в заданных границах часто приводит к противоположному результату – психологической перегрузке, пропуску нештатной величины важного параметра и нарушению режима испытаний с более или менее тяжелыми последствиями.

Системы автоматического управления целесообразны только в отлаженном серийном производстве, так как очень дороги. Постановка большого количества сигнально-предупредительной аппаратуры также не всегда себя оправдывает, поскольку ее перенастройка при опытных работах требует времени и средств. Кроме того, избыток сигнальной аппаратуры с одной стороны отвлекает персонал от контроля за показаниями приборов, а с другой – порождает необоснованное спокойствие, приводящее к пропуску

нежелательных тенденций в изменении параметров. Поэтому повышение квалификации персонала и выработка у операторов испытательных стендов автоматических навыков распределенного внимания является эффективным средством повышения качества испытаний редукторов.

Для обучения персонала часто используют специальные тренажеры, в большей или меньшей степени имитирующие работу испытательного стенда. Стоимость специальных тренажеров очень высока. Например, тренажер для подготовки судоводителя крупнотоннажных судов стоит около 1 млн долларов; тренажер, имитирующий работу ядерного реактора АЭС, стоит более 1.5 млн долларов и т.д. Поэтому не следует отказываться от простых тренажеров на базе персональных компьютеров, стоимость программного обеспечения которых не превышает нескольких тысяч гривеней.

Для подготовки грамотного оператора пульта управления стендом замкнутого контура для испытания быстроходных тяжело нагруженных редукторов требуется не менее года обучения непосредственно на рабочем месте. В то же время ряд операций по контролю (в первую очередь распределенное внимание и психологическую стабильность) вполне можно отработать на простейшем тренажере.

В основу такого тренажера положена задача формальной фиксации показаний приборов с одновременной оценкой тенденций развития отдельных процессов и прогнозирования ближайших по времени параметров. Для этой цели подходят любые параметры (в том числе условные), монотонно или циклически (не хаотически!) изменяющиеся по мере приближения к критической величине. Задача оператора состоит в постоянном последовательно-периодическом контроле всех приборов с выявлением тех из них, показания которых приближаются к критическим, повышения внимания к ним, спокойного прогнозирования развития процесса, и готовностью предпринять корректирующие действия при достижении определенных показаний. Увеличение количества контролируемых приборов, скорости процессов изменения показаний,

ужесточение допусков нарушения параметров процесса испытаний позволяет постепенно развивать у операторов необходимые качества: распределенное внимание, способность спокойно анализировать обстановку и готовность к действиям.

Простейший тренажер представляет выведенные на экран компьютера несколько приборов, отражающих изменяющиеся параметры испытуемых редукторов и механизмов стенда. Очень важно, чтобы эти параметры не имели между собой линейной связи, т.е. были не синхронны и изменялись в разных направлениях (увеличивались, уменьшались). Для тренировки оператора достаточно установить две границы изменения параметра: корректируемую (критическую), нарушение которой требует корректирующего действия оператора (вмешательства оператора в процесс), и предельную (аварийную), достижение которой соответствует аварийной ситуации, когда вмешиваться уже поздно.

В частности, для программы, разработанной для модели испытательного стенда открытого контура (с воздушным тормозом), были выведены пять условных параметров: давление и температура масла в системе смазки редуктора, давление и температура воздуха в системе нагрузки и число оборотов. В процессе выполнения программы все параметры возрастали, кроме давления масла, которое падало. Для упрощения алгоритмов любой процесс описывался суммой двух простых функций: линейной (возрастающей или понижающейся) и гармонической.

$$y(t) = y_0 + k t + a \sin(\omega t + \omega_0),$$

где  $y_0$  – начальная точка на оси ординат,  $k$  - коэффициент наклона прямой ( $k = \operatorname{tg} \alpha$ , где  $\alpha$  - угол наклона прямой),  $a$  = амплитуда колебательного процесса,  $\omega$  - угловая частота колебательного процесса,  $\omega_0$  - начальная

При составлении конкретной учебной задачи можно было изменять пять характеристик, влияющих на характер изменения выбранного параметра – начальную точку на оси ординат и угол наклона прямой, амплитуду,

частоту и начальную фазу гармонического колебательного процесса. Это обеспечивало существенное различие протекания процессов и исключало привыкание персонала к условиям задач.

Критические и аварийные величины задавались с произвольным разрывом, уменьшавшимся по мере повышения сложности задачи и накопления опыта персоналом. В качестве корректирующего действия использовалось нажатие определенной клавиши для каждого параметра, при этом уравнение, описывающее процесс, возвращалось к исходным величинам, и процесс изменения параметра начинался снова. Выполнение программы останавливалось через заданный промежуток времени (задача выполнена) или после достижения любым из параметров аварийного значения (задача не выполнена). Для контроля правильности и своевременности применения корректирующих действий в течение всего сеанса велся счет количества достигнутых критических состояний и количества проведенных коррекций (критическое состояние не всегда переходит в аварийное, так как процесс имеет гармоническую составляющую, которая при общем росте параметра приводит к его снижению на определенных этапах).

Скорость протекания процесса и продолжительность сеанса можно менять. Для визуальной оценки динамики изменения параметра при его установке в конкретной задаче (сеансе) выбор величин, влияющих на форму кривой изменения параметра во времени, сопровождался графической интерпретацией с отображением заданных критического и аварийного уровней.

Опытная эксплуатация программы на семинарах технической учебы позволила не только заметно повысить квалификацию персонала и уменьшить число ошибок при реальной эксплуатации испытательных стендов, но и сделать ряд важных выводов относительно возможности снижения психологической нагрузки при обработке информационного

потока, а также разработать рекомендации по профессиональному отбору операторов путем предварительного тестирования.

Наиболее важные выводы следующие.

Подавляющее большинство операторов, управляющих переменными процессами, предпочитают иметь дело с аналоговыми, а не цифровыми приборами, потому что при аналоговом указателе прибора для оценки скорости и направления изменения параметра нет необходимости производить вычисления в уме. В то же время операторы, ведущие записи в журнале испытаний, однозначно предпочитают цифровые приборы, которые не требуют определения цены деления на шкалах аналоговых указателей.

При достаточно быстром изменении параметров длительность сеанса следует укорачивать до 1 минуты, после чего наступает психологическая перегрузка. Удлинение сеанса целесообразно для моделирования предаварийного состояния стенда, когда принимаемые решения не всегда адекватны данным информационного потока (персоналу некогда подумать).

По мере проведения тренировок существенно сокращается число лишних (ложных) корректировок, т.е. персонал спокойнее воспринимает и прогнозирует изменения параметров, а большинство операторов полностью исключает возникновение аварийных ситуаций. Если после 10-12 сеансов оператор не улучшает своих показателей (уменьшение аварий, ложных корректировок, увеличение скорости процессов и времени сеанса), то он профессионально непригоден для управления стендом, хотя и может быть успешно использован для ведения журнала и монтажных работ (т.е. его работа не должна быть связана с необходимостью быстрого принятия оперативных решений).

Пример использования тренажера наглядно показывает целесообразность широкого применения простых устройств «малой механизации» в процессе учебы по освоению оперативным персоналом информационного потока и выработке навыков автоматизма при принятии решений.