

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЯ УПРЕЖДАЮЩЕЙ КРИТЕРИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ В КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ

Гучук В.В

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
polma@bk.ru

Аннотация: Рассматриваются вопросы реализации механизма предотвращения возникновения нештатных и аварийных ситуаций в интерактивных системах мониторинга и управления сложными научно-техническими объектами. Приведен пример системы, в которой упреждающая критериальная адаптация была частично реализована, а именно системы испытания сложных объектов, характеризующейся потенциально быстротекущими процессами скатывания в нештатный или аварийный режимы с катастрофическими последствиями.

Ключевые слова: критерий, адаптация, динамические параметры, нештатная ситуация, интерактивный режим.

Введение

Разработка и эффективная реализация механизмов предотвращения возникновения нештатных и аварийных ситуаций является одной из важнейших задач при создании высоконадежных интерактивных систем мониторинга и управления перспективными сложными научно-техническими объектами [1-3]. Во многих таких объектах время между явным проявлением скатывания управляемого объекта в нештатный режим и началом неуправляемого развития аварии бывает настолько мало, что ситуацию уже невозможно выправить никаким образом.

Одним из путей решения проблемы является своевременная перестройка системы управления, а именно упреждающая критериальная адаптация, предложенная автором в [4]. Упреждающая критериальная адаптация – это ситуационно-контекстная настройка системы управления для наиболее эффективного реагирования на возникающую ситуацию в управляемом объекте, включающая в себя актуализацию необходимых алгоритмов выхода из конкретной нештатной ситуации, освобождение системы прерывания для возможности оперативного реагирования на сигналы о развитии нештатной ситуации, корректировку пороговых значений определяющих параметров для более раннего обнаружения разладки и т.п. Процессы, протекающие в новых разрабатываемых научно-технических объектах, часто бывают не полностью изучены и не должным образом формализованы. Поэтому, помимо соответствующего конструирования алгоритмов управления, следует обеспечить полноценное участие человека-оператора в процессе управления. Гипотетически это позволит обнаружить тенденции ухода управляемых процессов от штатных режимов на самых ранних стадиях их проявления. Для эффективного участия человека-

оператора в процессе мониторинга и управления необходимо создавать такую визуализацию, которая даст достаточно полное (валидное, компетентное) представление о состоянии управляемого объекта, и в то же время позволит ему адекватно воспринимать представленную информацию и принимать осознанные и правильные действия.

Далее описываются особенности реализации упреждающей критериальной адаптации и приводится пример системы, в которой упреждающая критериальная адаптация была частично реализована.

1 Упреждающая критериальная адаптация

Использование технологии упреждающей критериальной адаптации (ТУКА) - это попытка подойти наиболее подготовлено к возникающей ситуации в управляемом объекте. В арсенале технологии: - актуализация необходимых алгоритмов выхода из возможной нештатной ситуации, что требует дополнительной обработки данных в реальном и часто “жестком” времени; - освобождение системы прерываний от обработки поступающих данных, не актуальных для возникающей ситуации; - корректировка пороговых значений контрольных параметров для более раннего определения самого факта разладки в контексте текущей ситуации.

Возможный эффект от использования упреждающей критериальной адаптации на примере работы алгоритма предотвращения развития нештатной ситуации иллюстрирует рис. 1.

На рисунке:

P - значение контролируемого параметра;

Z - зона неуправляемого развития нештатной ситуации;

U_A - порог срабатывания алгоритма;

T_A - время, необходимое для отработки алгоритма;

ΔT - время ожидания отработки других, уже запущенных алгоритмов;

U'_A - скорректированный порог срабатывания алгоритма.

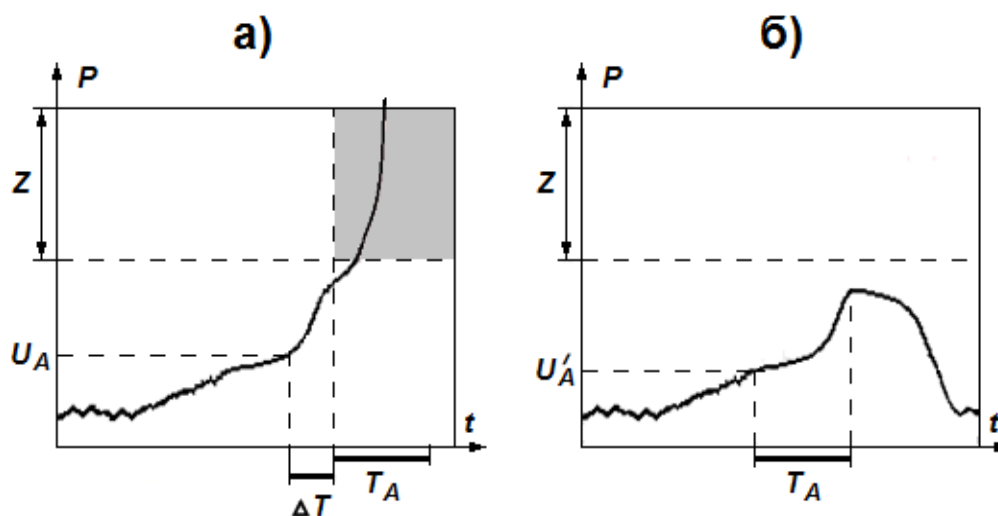


Рис. 1. Работа алгоритма предотвращения развития нештатной ситуации: а) без использования упреждающей критериальной адаптации (реальная авария сложного научно-технического изделия) и б) с ее использованием (гипотетическая кривая, построенная по апостериори найденным признакам скатывания в нештатную ситуацию)

Упреждающая критериальная адаптация:

- позволяет выстроить адекватную для текущей ситуации систему приоритетов и ранжиров параметров и показателей, что исключает запуск неактуальных алгоритмов, могущих заблокировать на определенное время ΔT (рис. 1) включение нужного алгоритма (важнейший фактор для работы сложно-технических изделий в условиях жесткого временного лимита);
- настраивает уровни прерывания, пороги и условия срабатывания алгоритма предотвращения неблагоприятного развития нештатной ситуации, что позволяет осуществить более ранний запуск алгоритма и тем самым кардинально повысить его эффективность;

- одновременно, за счет настройки уровней прерывания, порогов и условий срабатывания алгоритма, порождает и комплементарный эффект – уменьшение вероятности ложного срабатывания алгоритма, что дает возможность корректной эксплуатации дорогостоящего объекта управления;
- дополняется ситуационно-контекстной визуализацией, которая дает максимально возможное представление о состоянии управляемой системы в каждый конкретный момент, и в то же время позволяет человеку-оператору адекватно воспринимать представленную информацию и принимать осознанные и эффективные действия;
- может включать визуальную поддержку человека-оператора при осуществлении им логического анализа текущей ситуации.

Понижение порога срабатывания – это один из возможных вариантов подстройки системы диагностики и прогнозирования к текущей ситуации. В зависимости от конкретного объекта такая процедура может быть и не допустимой, или для ее реализации не будет достаточных знаний о процессах в объекте. В общем случае понижение порога срабатывания может дополняться или замещаться другими процедурами. Достаточно прозрачным, для определенного режима эксплуатации, может быть решение объединить ряд параметров в группу, и определять достоверно начало движения к выходу из штатной ситуации по одинаковой почти неявной динамике всех или большинства параметров этой группы. Понижение порога в определенном смысле может быть чисто символическим понятием. В простейшем случае можно сузить коридор допустимых значений параметров, характеризующих уровень вибраций или шумов (см. [5]).

Что касается дополнительной задержки для срабатывания алгоритма диагностики и прогнозирования (время ожидания отработки других уже запущенных алгоритмов на рис. 1), то ее наличие или отсутствие не актуально для медленнотекущих процессов. Однако, при управлении сложным объектом, подверженным по разным причинам мгновенному скатыванию в нештатный или аварийный режим, такая задержка играет определяющую роль, поскольку приходится постоянно включать те или иные процедуры корректировки параметров, и на этом фоне может быть упущен момент для подготовки к выходу из наиболее проблемной ситуации.

Основная сложность реализации ТУКА состоит в необходимости обеспечения достоверного прогнозирования развития управленческой ситуации, и в определении момента перестройки системы управления. Конечно, есть тривиальные решения, когда объект управления переходит из одного режима работы в другой – это и является сигналом к перестройке. Также ясно, что необходимо использовать наиболее эффективные алгоритмы прогнозирования. Как показывает практика [6], такие алгоритмы достаточно просто разработать для моделирования предупреждения возникновения неуправляемой нештатной ситуации по данным уже произошедшей аварии, но эти алгоритмы нельзя распространить на более широкий класс задач. Это обусловлено наличием неопределенностей и неполного представления о свойствах новых научно-технических объектов. В связи с этим представляется целесообразным привлекать человека-оператора для оценки состояния объекта управления еще на подходах к возможным нарушениям в его работе, с целью заблаговременной перестройки управляющего комплекса для лучшего выхода из создающейся нештатной ситуации.

Организация полноценного участия человека-оператора в процессе интеллектуального прогнозирования неблагоприятного развития управленческой ситуации занимает особое место в комплексе мер по предотвращению возникновения нештатных и аварийных ситуаций при создании высоконадежных интерактивных систем мониторинга и управления сложными научно-техническими изделиями. Необходимо обеспечить эффективное участие человека-оператора в процессе мониторинга и управления за счет такой визуализации, которая дает полное представление о состоянии управляемого объекта, и в то же время позволяет человеку-оператору не “раствориться” в информационном потоке, а адекватно воспринимать представленную информацию, и принимать осознанные и правильные действия.

Еще раз подчеркнем, что основное предназначение систем оперативной диагностики и прогнозирования состоит в недопущении скатывания процесса управления объектом в сторону необратимой нештатной ситуации. Решение этой задачи осложнено особенностями перспективных научно-технических объектов, которые, как правило, являются уникальными образцами. Отсутствует достаточная статистика, и имеются лишь приближенные модели процессов, протекающих в этих объектах. Отсюда желателен самообучение и самонастройка алгоритмов диагностики и прогнозирования с неизменным участием экспертов (в том числе из состава разработчиков). Необходимо обезопасить эксплуатацию с самого начала, еще до получения

содержательного материала для совершенствования алгоритмов. Это делает обязательным решение задачи обеспечения максимально эффективного участия человека-оператора в процессе управления. Одно из решений в общем русле проблематики – ситуационно-контекстная визуализация [7].

2 Пример системы, частично реализующей упреждающую критериальную адаптацию

Приведем пример системы, в которой упреждающая критериальная адаптация была частично реализована, а именно системы испытания сложных объектов, характеризующейся потенциально быстротекущими процессами скатывания в нештатный или аварийный режимы с катастрофическими последствиями [4]. Укажем, что в данном случае может способствовать успешной реализации технологии ТУКА. Определенная подробность в описании структуры необходима для понимания сложности задачи подготовки к испытанию и непосредственно его проведения, при том, что необходимо заранее подготовиться к возможности возникновения нештатных ситуаций, а именно предусмотреть способы выходы из таких ситуаций, используя в том числе упреждающую критериальную адаптацию.

В этой системе применена оригинальная автоматизированная система помощи планировщику, использующая для оптимизации планов испытания моделирование в реальном времени с объемной визуализацией, включающей статистическую оценку последствий управляющих воздействий. Внедрен АРМ корректировщика планов испытаний. Это дает возможность в условиях жесткого временного лимита производить оптимизацию процесса испытания по результатам текущего ситуационного анализа результатов испытания. Полноценно используется База данных нештатных ситуаций (БДНШ), позволяющая анализировать возможные реакции испытуемого изделия на управляющие воздействия и более надежно предотвращать нештатные ситуации.

На рис. 2 представлена блок-схема системы.

Приведем эскизное описание назначения и основных функций, выполняемых составляющими системы испытания сложных научно-технических объектов.

АРМ Планировщика испытания.

Предназначено для разработки планов испытания, определяющих привязку по времени для управляющих воздействий на исполнительные модули, временную структуру регистрации измерительной информации, количество и продолжительность циклического опроса датчиков. Использует: Инструментарий планировщика, Базы данных, Экспертную систему и систему представления данных.

Отличие от АРМ в существующих стендах – оригинальная автоматизированная система помощи планировщику, использующая для оптимизации планов испытания моделирование в реальном времени с объемной визуализацией, включающей статистическую оценку последствий управляющих воздействий.

На этапе подготовки к регистрации разнородного потока данных в реальном масштабе времени требуется комплексно решать целый ряд вопросов, связанных с подготовкой испытания, его проведением и анализом полученных результатов. Необходимо решить вопросы обеспечения переноса программного обеспечения и устойчивости графического интерфейса, вопросы эргономического плана - по представлению информационных динамических параметров анализируется и т.д.

Подготовка к регистрации – это сложный и многоплановый этап, который, как правило, занимает весьма длительный период времени. Необходимо осуществить задание полной структуры системы (определение расположения крейт-модулей в слотах и подключения датчиков ко входам крейт-модулей, поканальный выбор частотных трактов), а также трактовых и технологических параметров регистрации (выбор синхроканалов управления трактами - разночастотными потоками данных, выбор базовых частот опроса канала для трактов, задание размера буфера для данных и размера формируемых на аппаратном уровне блоков данных, определение минимального объема записываемых на диск данных и максимального размера файлов данных, выбор полярности и минимальной длительности управляющих синхроимпульсов).

Далее необходимо сформировать полную временную структуру регистрации (параметров циклограмм, времени записи при непрерывном режиме), каналов воздействия и управления, частотных трактов для фрагментов, технологических параметров регистрации (выбор синхроканалов управления трактами - разночастотными потоками данных), временах задержки, длительности сигналов воздействия и управления, выбора полярности и минимальной длительности управляющих синхроимпульсов и т.п.).

Инструментарий планировщика.

Предназначен для разработки планов испытания с моделированием в реальном времени, включающем статистическую оценку последствий управляющих воздействий.

Инструментарий планировщика состоит из:

ПМП - Полициклический многоканальный планировщик.

Задаёт режим управляющих воздействий на исполнительные модули и временную привязку для циклического опроса датчиков. Содержит интеллектуальные компоненты для создания планов испытания.

ПДНС – Пофрагментный детализатор нештатных ситуаций.

Анализирует возможные реакции испытуемого изделия на управляющие воздействия. Основан на новых методах экспертно-логического проектирования.

МВСМ – Модуль выработки статистических моделей.

Вспомогательный модуль для ПДНС. Основан на новых статистических методах обработки параметрической информации.

В отличие от существующих отечественных стендов данный Инструментарий планировщика позволяет анализировать возможные реакции испытуемого изделия на управляющие воздействия.

АРМ Руководителя испытания (АРМ оператора).

Предназначено для императивного взаимодействия с экспертной системой. Основное предназначение – оперативное управление процессом проведения испытаний. Использует: Экспертную систему и систему представления данных. Наиболее напряженный участок работы для человека-оператора. Оптимизация рабочего места дает возможность в условиях жесткого временного лимита производить между циклами испытаний оперативную перестройку стратегии управления по результатам текущего ситуационного анализа результатов испытания.

АРМ Специалиста по испытуемому изделию.

Предназначено для оперативного контроля за процессом испытания на основе заранее спланированных реакций на ситуации, возникающие в процессе испытания. Использует: Экспертную систему и систему представления данных. В существующих отечественных стендах АРМ Специалиста по испытуемому изделию, как правило, не используется. Применение АРМ позволит более обоснованно производить оперативный контроль за процессом испытания.

АРМ Корректировщика планов испытания.

Предназначено для оперативной корректировки планов испытания, определяющих привязку по времени для управляющих воздействий на исполнительные модули. Использует: Базы данных, Экспертную систему и систему представления данных. В существующих отечественных стендах АРМ Корректировщика планов испытания не используется. Принципиальный элемент структуры в процессе проведения испытания. Дает возможность в условиях жесткого временного лимита производить оптимизацию процесса испытания по результатам текущего ситуационного анализа результатов испытания.

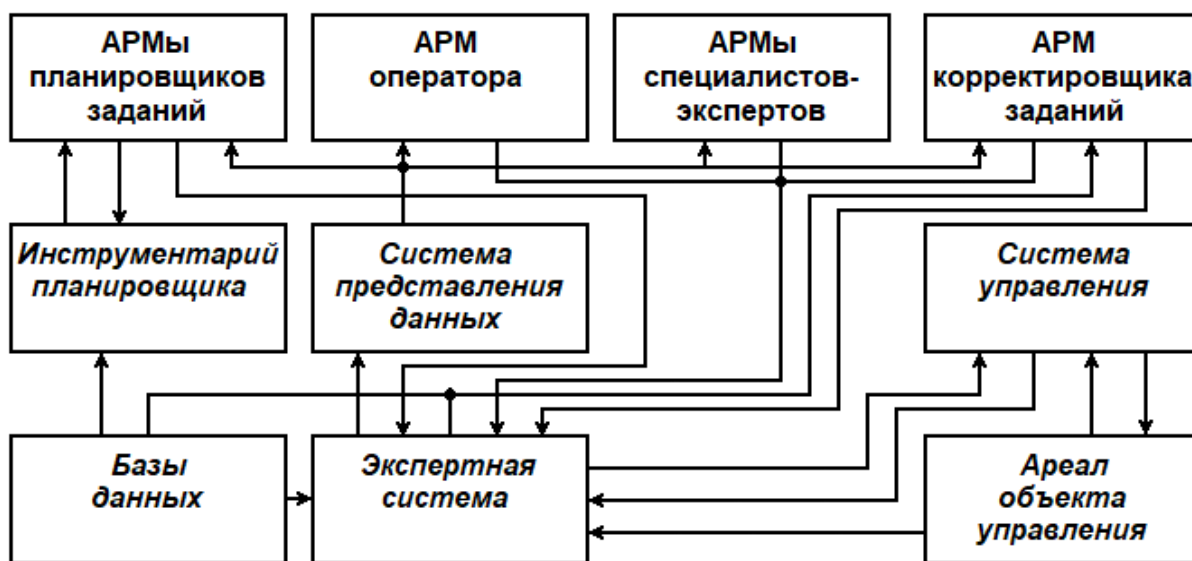


Рис. 2. Блок-схема системы

Система содержит также и другие компоненты.

Базы данных.

Предназначены для повышения качества планирования эксперимента и обеспечения более надежного предотвращения нештатных ситуаций.

Базы данных состоят из:

БДД – База данных датчиков.

Основана на современных принципах построения баз данных. Для ее реализации должна быть проведена трудоемкая работа по паспортизации и упорядочиванию разрозненных данных о имеющиеся и разрабатываемые датчики.

БДПИ – База данных планов испытаний.

Основана на современных принципах построения баз данных. Для ее реализации должна проводиться регулярная работа по анализу и учету испытаний, проводимых различными ведущими организациями.

БДНС – База данных нештатных ситуаций.

Основана на современных принципах построения баз данных. Для ее реализации также должна проводиться регулярная работа по анализу и учету испытаний, проводимых различными ведущими организациями.

В отличие от существующих отечественных стендов эти Базы данных позволяют анализировать возможные реакции испытуемого изделия на управляющие воздействия и более надежно предотвращать нештатные ситуации.

Система представления данных.

Предназначена для объективного отображения процесса испытания и обеспечивает человеку-оператору возможность принимать обоснованные и эффективные оперативные решения по управлению процессом испытания.

Информационная модель текущего состояния объекта испытания.

Синтез динамической информационной модели основан и на известных принципах, пока еще не использующихся в системах управления испытаниями, и на оригинальных теоретических разработках, апробированных на системах управления другими объектами.

Разрабатываемая система представления данных принципиально отличается от систем представления данных в существующих отечественных стендах за счет целого ряда оригинальных разработок.

Экспертная система.

Предназначена для осуществления развернутого анализа текущих процессов испытания и слежения за выполнением планов испытания с учетом возможных корректирующих воздействий Руководителя испытания.

Состоит из стандартных подсистем:

Подсистема оценки параметров процесса испытания.

Основная задача – фиксация текущих процессов испытания и сопоставление измеряемых параметров с эталонными характеристиками.

Подсистема выработки советов оператору.

Предназначена для информирования о выполнении планов испытания в штатной ситуации и о предусмотренных действиях при возникновении некорректных режимов.

Содержит также новые подсистемы:

Подсистема контроля управляемости и профилактической **критериальной адаптации**.

Подсистема статистического анализа.

Использование этих подсистем позволит заметно повысить надежность процесса испытания на основе новых механизмов упреждающей критериальной адаптации.

Система управления

Предназначена для непосредственного управления процессом испытания. Состоит из стандартных подсистем:

Программно-временное устройство.

Реализует режим управляющих воздействий на исполнительные модули и временную привязку для циклического опроса датчиков.

Подсистема управления технологическим оборудованием стенда.

Осуществляет программу настройки технологического оборудования в соответствии с планом испытания. Содержит также модернизированные подсистемы:

Подсистема диагностики и прогнозирования технологического процесса и технических средств.

Осуществляет диагностику технических средств. Модернизация направлена на повышение качества и надежности управления.

Подсистема измерения и регистрации.

Служит для непосредственного осуществления процесса измерения и регистрации в реальном времени. Модернизация направлена на реализацию возможности текущего контроля за измеряемыми параметрами.

А также содержит новые подсистемы:

Подсистема профилактической критериальной адаптации.

Подсистема статистического контроля.

Эти подсистемы работают под управлением соответствующих подсистем Экспертной системы и предназначены для повышения надежности процесса испытания на основе новых механизмов упреждающей критериальной адаптации.

Испытательный бокс.

Предназначен для обеспечения адекватных условий проведения испытаний. Состоит из стандартных подсистем:

Подсистема исполнительных модулей.

Модули предназначены реализации управляющих воздействий (включение и выключения двигателей и других активных элементов испытуемого изделия, а также регулировка параметров этих элементов).

Подсистема датчиков.

В зависимости от сложности задачи число датчиков может достигать нескольких сотен, а их частотный диапазон – от долей Гц до сотен кГц.

Испытуемое изделие.

Содержит также модернизированную подсистему:

Интерфейсная крейтовая подсистема.

Осуществляет взаимодействие между Испытательным боксом и остальной частью стендовой системы. Построена на новой элементной базе, применяющейся в других системах управления.

Описываемая система управления испытаниями обладает целым рядом новых качеств.

В ней применена оригинальная автоматизированная система помощи планировщику, использующая для оптимизации планов испытания моделирование в реальном времени с объемной визуализацией, включающей статистическую оценку последствий управляющих воздействий. Внедрен АРМ корректировщика планов испытаний. Это дает возможность в условиях жесткого временного лимита производить оптимизацию процесса испытания по результатам текущего ситуационного анализа результатов испытания. Полноценно используется База данных нештатных ситуаций (БДНШ), позволяющая анализировать возможные реакции испытуемого изделия на управляющие воздействия и более надежно предотвращать нештатные ситуации.

Среди оригинальных элементов концепции построения высоконадежных быстроперестраиваемых интерактивных систем контроля и управления испытаниями также:

- использование технологии представления информационных динамических параметров текущего процесса управления испытаниями, принципиально упрощающих оператору процесс принятия обоснованных и эффективных оперативных решений [8];
- использование алгоритмов классификационного анализа для выделения периодичности при исследовании ритмической структуры сложных сигналов, повышающих информативность получаемых параметрических оценок;
- использование иерархически детализированных трехмерных представлений оператору состояния системы управления и испытуемого изделия;
- использование методов и алгоритмов упреждающей критериальной адаптации для гарантированного сохранения условий управляемости и предотвращения возникновения нештатных режимов;
- использование методики моделирования процесса целенаправленного выбора и принятия решений по оценке результатов испытаний, основанных на структурно увязанной совокупности требований к характеристикам оцениваемых объектов.

Базовым вопросом при организации взаимодействия программно-аппаратных средств является реализуемость работы в реальном времени. Понятно, что программные средства должны быть достаточно мощными и гибкими и использовать современные алгоритмические концепции, что

необходимо известными методами заставить ОС работать хотя бы в режиме мягкого реального времени, а также, что не должно быть задержек из-за неспешной работы драйверов, каналов связи, всех задействованных модулей и т.д.

При организации взаимодействия программно-аппаратных средств достаточно деликатным может оказаться организация передачи данных от модулей типа модуля ввода-вывода, работающих на большой внутренней частоте, и собирающих данные в собственный буфер FiFo, в недостаточно быстрые каналы обмена данными. Конечно, приемы построения систем с таким сочетанием известны [2], однако при использовании нового оборудования имеется своя специфика. Здесь также необходимо разбираться с работой драйверов к таким модулям. Сложность вопросов, связанных с использованием драйверов, определяется тем, что зачастую разработчики аппаратуры комплектуют свою продукцию сырыми драйверами, которые ими же доводятся до кондиции в течение достаточно длительного времени. В нашем случае еще одной особенностью является использование модифицированной ОС, драйвера к которой существенно отличаются от стандартных. К этому следует добавить необходимость организации подчеркнуто корректной работы системы прерывания. Сложность заключается в использовании модификации ОС (в первую очередь модификации подвергается работа ОС с системой прерывания), в том, что испытательный стенд представляет из себя распределенную систему с синхронным и асинхронным взаимодействием подсистем, каждая из которых имеет свою систему прерывания. Также надо отметить, что при организации службы прерывания для системы диагностики и прогнозирования целесообразно использовать усовершенствованный механизм упреждающего изменения уровня приоритета прерывания [3], позволяющего избавиться от ряда недостатков известных систем, в частности, от существенного увеличения времени на переключение приоритетов, связанного с реконfigurацией системы.

Что касается службы единого времени, то для ее организации в современной аппаратуре многое уже предусмотрено. Необходимо лишь корректно использовать предлагаемые решения.

В комплексе мер по предотвращению возникновения нештатных и аварийных ситуаций, при создании высоконадежных интерактивных систем мониторинга и управления сложными научно-техническими изделиями, особое место занимает организации полноценного участия человека-оператора в процессе интеллектуального прогнозирования неблагоприятного развития управленческой ситуации (АРМы на рис. 1). Это особенно актуально в силу малой изученности новых изделий.

В системе регистрации на человека-оператора возлагается целый комплекс задач интеллектуального уровня – необходимо изучить характер и особенности проявленных процессов, обнаружить взаимосвязь различных групп параметров, оценить устойчивость и управляемость системы в целом, исследовать влияние значения отдельных параметров или их сочетания на скатывание системы к нештатным режимам и т.д. Необходима такая визуализация, которая даст максимально возможное представление о состоянии управляемой системы, и в то же время позволит человеку-оператору адекватно воспринимать представленную информацию и принимать осознанные и эффективные действия в режиме реального времени. В [8, 9] рассматриваются конкретные пути решения этой задачи, анализируются особенности организации интерактивного режима, предлагается визуальная поддержка логического анализа ситуаций.

Как уже было сказано, для успешной работы системы регистрации определяющее значение имеет подготовительная фаза. Необходимо сформировать реализуемый план испытаний, разработать алгоритмы выхода из нештатных ситуаций для конкретного изделия, провести стартовую настройку и тестовый опрос всех подсистем испытательного стенда. Именно в этом ключе в системе и предусмотрена организация взаимодействия при подготовке к регистрации.

Заключение

В работе затронуты несколько определяющих аспектов разработки механизмов предотвращения возникновения нештатных и аварийных ситуаций и интерфейсного обустройства взаимодействия человека-оператора и программно-аппаратных средств для систем мониторинга и управления сложными динамическими объектами. Отдельные предложенные решения были использованы при разработке системы управления испытательным стендом [4]. На основе собственного опыта и обширного библиографического материала была разработана программная среда формирования интерфейсного образа мнемосхем, описание которой выходит за рамки настоящей работы. Предлагаемые в работе технологии разрабатывались в том числе с

использованием опыта их предварительного использования при проектировании системы программного контроля и интерактивного управления стенда для испытания ЖРД МТ [10].

Литература

1. *Бигус Г.Ф., Даниев Ю.Ф., Быстрова Н.А., Галкин Д.И.* Диагностика технических устройств. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 615с.
2. *Меньшиков В.А., Рудаков В.Б., Сычев В.Н.* Контроль качества космических аппаратов при отработке и производстве. – М.: Машиностроение/ Машиностроение-Полет, 2009. – 400с.
3. *Чепелев В.* Система сбора данных нового поколения // Современная электроника, 2006 г., №3, С. 36-37.
4. *Гучук В.В.* Разработка структуры взаимодействия программно-аппаратных средств для системы регистрации потоков данных / Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления (ВСПУ 2014). – М.: ИПУ РАН, 2014, Т. 1. – С.4580-4584, <http://vspu2014.ipu.ru>.
5. *Grebennyuk E.A.* Methods of Analyzing the Nonstationary Time Series with Implicit Changes in Their Properties // Automation and Remote Control. Vol. 66. 2005, № 12. – P. 1871–1896.
6. *Нестеров В.С., Гучук В.В., Рябых В.Ю.* Технологические аспекты организации процесса многоканальной регистрации разночастотного потока данных / Труды международной конференции “Передовые информационные технологии, средства и системы автоматизации и их внедрение на российских предприятиях”. – М.: ИПУ РАН, 2011. – С. 629-637.
7. *Guchuk V.V.* Applied aspects of the organization of an interactive mode for increasing the security of functioning of control systems of complicated objects // European Science. 2018, № 1. – P. 18-21.
8. *Guchuk V.V.* Development of Ergonomic Methods and Means of Ensuring the Safety of the Functioning of Large-Scale Interactive Monitoring and Control Systems / Proceedings of the 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development" (MLSD). – Moscow: IEEE Explore Digital Library, 2018. – С. 1-5, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8551844>.
9. *Гучук В.В.* Компактная визуализация динамических параметров в системах мониторинга и управления // Научная визуализация. Т. 10. 2018, № 2. – С.61-69.
10. *Гучук В.В., Нестеров В.С., Рябых В.Ю.* Организация управления разночастотными потоками регистрируемой информации стенда для испытания ЖРД МТ / Материалы четвертой международной конференции “Управление развитием крупномасштабных систем”. – М.: ИПУ РАН, 2010. – С.333-335.