

Національна академія наук України (The National Academy of Sciences of Ukraine)
Міністерство освіти і науки України (Ministry of Education and Science of Ukraine)
Українська Асоціація з автоматичного управління (Ukrainian Association of Automatic Control)
Інститут космічних досліджень НАН і НКА України (Institute of Space Research NAS and NSA of Ukraine)
Вінницький національний технічний університет (Vinnytsia National Technical University)
Інститут кібернетики ім. В.М.Глушкова НАН України (Glushkov Institute of Cybernetics NAS of Ukraine)
Одеський національний політехнічний університет (Odessa National Polytechnic University)
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України і Міністерства освіти і науки України (International Research and Training Center for Information Technologies and Systems NAS of Ukraine and Ministry of Education and Science of Ukraine)
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут" (National Technical University "Kyiv Polytechnic Institute")
Міністерство освіти Російської Федерації (Ministry of education of Russian Federation)
Московський державний університет ім. М.В. Ломоносова (Lomonosov Moscow State University)
Російський національний комітет з автоматичного управління (Russian National committee on automatic control)
Білоруська асоціація управління та менеджменту (Belarusian association of control and management)
Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE), Українська секція (Institute of electrical and electronics engineers (IEEE), Ukrainian chapter)
Національний інформаційний центр по співробітництву з ЄС у науці і технологіях (National informational center on collaboration with EU in science and technologies)
Україно-китайський технопарк високих технологій (Ukrainian-Chinese technological park of high technologies)

**Матеріали XIII Міжнародної конференції
З АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ
(Автоматика-2006)**

м. Вінниця, 25-28 вересня 2006 року

Proceedings of XIII International Conference

**ON AUTOMATIC CONTROL
(Automatics-2006)
Vinnytsia, 25-28 September 2006**

УДК 681.5

М 34

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

НАУКОВИЙ КОМІТЕТ

Кунцевич В., проф. (голова), Куржанський О., проф. (заступник голови), Кирилова Ф., проф. (заступник голови), Мокін Б., проф. (заступник голови), Александров Є., проф., Васильєв С., проф., Висоцький М., проф., Габасов Р., проф., Грабко В., проф., Гриценко В., проф., Грицик В., проф.; Губарев В., проф., Дубовой В., проф., Дудикевич В. проф., Єжовський Я. проф., Згуровський М., проф., Кондратенко Ю., проф., Ковальов О., проф., Кривонос Ю., проф., Куценко О., проф., Ладанюк А., проф., Лебедєв Д., проф., Любчик Л., проф., Малахов В., проф., Мельник В., проф., Нянь Лушен, проф., Пряшніков Ф., проф., Тодорцев Ю., проф., Чікрій А., проф.

Головний редактор **Б. І. Мокін**

Відповідальні за випуск **Б. І. Мокін, В. М. Дубовой**

М 34 Матеріали XIII міжнародної конференції з автоматичного управління (Автоматика-2006), м. Вінниця, 25–28 вересня 2006 року. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. — 600 с.

ISBN 978-966-641-210-5

Збірка містить статті за матеріалами доповідей XIII Міжнародної конференції з автоматичного управління за сьома основними напрямками: математичні проблеми управління, оптимізації та теорії ігор; управління та ідентифікація в умовах невизначеності; автоматичне управління в технічних системах; управління аерокосмічними та іншими рухомими об'єктами; управління в природних, соціальних та економічних системах; прогресивні інформаційні технології та інтелектуальне управління; підготовка кадрів в галузі управління та автоматизації.

УДК 681.5

ISBN 978-966-641-210-5

© Автори доповідей, 2007

© Вінницький національний технічний університет,
укладання, оформлення, 2007

електроенергетичною системою в режимі катастрофи	139
Рудик В.Д., Гончар С.Ф. Корекція нестаціонарної часової похибки у вимірювальних каналах з автоматичним управлінням	144
Чайковська Є.Є., Іщук Н.Ф., Кустов К.О. Інтелектуальне управління функціонуванням енергетичних систем з використанням нетрадиційних джерел енергії.....	147
Петрук В.Г., Васильківський І.В., Кватернюк С.М., Турчик П. М. Математичне моделювання поляризації випромінювання у світлорозсіювальних середовищах	152
Бойко Т.Г., Бубела Т.З., Походило Є.В. Оцінювання вірогідності визначення показників якості продукції	158
Кухарчук В.В., Ведміцький Ю.Г. Нові методи вимірювання моменту інерції в задачах автоматичного управління технічними системами	162
Петрук В.Г., Кватернюк С.М., Черноволик Г.О., Іванов А.П., Барун В.В. Розробка нових принципів діагностики стану нормальних і патологічних біотканин за спектрами їх дифузного відбивання.....	167
Турчик П.М., Петрук В.Г., Васильківський І.В. Експрес-контроль основних параметрів нафтопродуктів за допомогою ІЧ-спектроскопії.....	171
Наконечний А.Й, Тишик І.Я. Моделювання процесу оброблення зондуючих широкосмугових сигналів на основі їх малохвильового (wavelet) перетворення.....	176
Осадчук В.С., Осадчук О.В., Кравчук Н.С. Перетворювачі температури на основі МДН-транзисторних структур.....	180
Денисенко А.И., Калинушкин Е.П. Автоматическое управление программно-аппаратным комплексом для синтеза наноструктур	186
Палагин А.В., Опанасенко В.Н., Лисовый А.Н. Физическое моделирование цифровых устройств на ПЛИС с помощью моделирующей платы	190
Левицька С.М., Дудикевич А.Т., Кардаш А.І. Побудова систолічних структур для задачі наближення функції інтерполяційними многочленами Ньютона.....	195
Кардаш А.І., Левицька С.М., Дудикевич А.І. Концепція <i>PVM</i> та <i>MPI</i> в задачах розпаралелювання алгоритму <i>LU</i> -факторизації матриць	200
Червинский В.В., Бессараб В.И., Жукова Н.В. Координация и коррекция в иерархической системе управления многосвязным технологическим процессом	205
Бессараб В.І. Моделювання динаміки технологічного процесу водовідведення шахт як дискретно-безперервного об'єкту управління.....	210
Бадьора С.П., Боровська Т.М. Декомпозиційні методи аналізу і синтезу управління в розподілених системах	214
Тимченко А.А., Подгорный Н.В., Мельник В.П. Реализация концепции безопасности и надежности при управлении динамической системой	219
Бессараб В.И., Федюн Р.В., Хорхордин А.В. Особенности управления территориально-распределенным технологическим процессом.....	225
Козлов Л.Г., Лозінський Д.О. Застосування CAD та CAE систем для дослідження і проектування системи управління гідророзподільником з електрогідравлічним регулюванням	231
Довгалюк Б.П. Алгоритм керування тепловим режимом доменної плавки.....	236
Насіковський А.Б. Вібраційний сушильний агрегат з автоматизованою системою управління на основі мікропроцесорної техніки	241
Жукова Н.В., Червинский В.В., Турупалов В.В. Математическое моделирование последовательной схемы двухсвязной электромеханической системы для САУ ТП производства порошковых проволок	247
Желдак Т.А., Гаранжа Д.Н. Экспертная система принятия решений в процессе непрерывной прокатки металла	252

4. УПРАВЛІННЯ АЕРОКОСМІЧНИМИ ТА ІНШИМИ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Рюмин М.Н. Переориентация существенно несимметричного космического летательного аппарата двигателями-маховиками	257
---	-----

УДК 004.891, 004.052., 681.883

А. А. Тимченко, д. т. н., проф.; Н. В. Подгорный; В. П. Мельник

РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

В работе проводится анализ основ концепции безопасности и надежности в задачах управления динамическими системами, а также рассмотрено процесс контроля динамического состояния базирующейся на взаимодействии логической системы контроля и динамической системы. Рассмотренные в статье основы концепции безопасности и надежности в задачах управления динамическими системами позволяют утверждать, что одним из основных задач исследований в этой области является контроль безопасности и надежности как программного обеспечения так и технологического оборудования.

Контроль автоматизированных технических установок человеком или искусственными экспертами базируется обычно на классических методах анализа сигналов, определения параметров, распознавания образов и т. п. При обнаружении изменений в поведении системы происходит остановка производственного процесса или снижение нагрузки до однозначного определения причины нарушения и оценки ее последствий с точки зрения указанных критериев.

Определение надёжностных параметров, например, вероятности отказов, интенсивности отказов компонент, модулей или системы, является задачей количественных методов технической надежности. Для инженера-проектировщика надежность определяется как "вероятность выполнения системой заданных функций в определенных условиях, для которых она рассчитана, в течении определенного периода времени" [1]. С развитием технологий и ростом технических решений, по управлению технологическими процессами, растут и требования к надежности таких систем.

- Понятие "безопасность" определена как состояние достаточного малого риска.
- Под "надежностью" определяется свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования [3].

Под динамической системой будем понимать любой объект или процесс, для которого однозначно определено понятие состояния как совокупности некоторых величин в данный момент времени. Динамические системы – это механические, физические, химические и биологические объекты, вычислительные процессы и процессы преобразования информации, совершаемые в соответствии с конкретными алгоритмами. На данный момент существует огромное количество работ, посвященных анализу и синтезу систем автоматического регулирования и управления с логическими устройствами, с помощью которых успешно решены много задач автоматического управления. В последнее время это направление развивалось в работах, посвященных разработке теории систем автоматического регулирования и управления, которые и были названы системами логико-динамического класса [2].

Объединение всех видов программных продуктов и их отдельных компонентов в единую логико-динамическую систему (ЛДС) признано экономически выгодным, так как применение ЛДС позволяет существенно сократить расходы на подготовку квалифицированного персонала, дальнейшую проверку работоспособности и надежности разрабатываемых и исследовательских систем, а также уменьшить время проектирования и (или) исследования.

Новые задачи управления в системах логико-динамического класса

1. Задача управления логико-динамической системой объединяет в общем случае две иерархически благоустроенные и математически разнородные задачи:

- задачу синтеза входного влияния $u_k \in U$ для локального обобщенного состояния q_{vi} (нижний уровень);
- задачу полного приведения в порядок дискретных переходов на конечном множестве

структур $f_s \in F$ (верхний уровень).

2. Известный принцип (постулат) Беллмана: управление q_{vi} является функцией фазового состояния (*m. e.* $u_k = U(x)$) и оказывается недостаточно полным в случае иерархических систем выделенного класса. Этот принцип следует расширить к такой форме: управление является функцией приведения в порядок последовательности структурных состояний q_{vi} (верхний уровень) и числовых значений фазовых состояний $x(t)$ (нижний уровень).

3. Задача полного приведения в порядок (управление верхнего уровня) может быть сведенная к синтезу закона функционирования инициального конечного автомата как комбинаторной части системы $\{c_i\}$.

4. Задача глобальной оптимизации логико-динамической системы содержит две иерархически благоустроенные задачи:

- задачу синтезу оптимальных управляющих влияний $q_{vi} \in U$ при локальной стационарности структуры (нижний уровень);
- задачу оптимального приведения в порядок конечного множества структур системы $F\{f_s\}$ (верхний уровень).

Сформулированные задачи управления в системах логико-динамического класса нуждаются в полной постановке и создании средств их решения. Эти задачи, не традиционные даже для современной теории автоматического управления, мало исследованные. Они имеют разные аспекты в математическом, вычислительном, техническом и методологическом понимании. Интересны прежде всего вопросы системного проектирования нового класса систем. [2]

Анализ надежности обычно проводится на разных стадиях разработки и конструирования и ограничивается общей оценкой системы, возможными повреждениями, ремонтами и модификациями, которые предстоят после ввода в эксплуатацию. На этой заключительной стадии обычно не проводится моделирование и определение параметров системы. Оценка безопасности и надежности системы в указанном случае в значительной мере определяется опытом производственного персонала и в значительной мере подчинена человеческим, субъективным влияниям. Представляется целесообразным и реализуемым привлечение для этого методов, основанных на моделировании детектирования ошибок. Целесообразно объединить диагностику ошибок, с одной стороны, и методический инструментарий технической надежности, с другой, для реализации концепции безопасности, надежности и управления. Предлагается проанализировать требования надежности и безопасности автоматизированных систем управления, для усовершенствования контроля надежности современных компьютеризированных систем [2].

Целью этой концепции является реализация контура регулирования для получения подходящих параметров безопасности и надежности. Возмущающими величинами такого контура регулирования являются влияния старения, появляющиеся повреждения и при определенных условиях задаваемые установки технического управления. Компенсация влияния повреждений может выполняться воздействием на влияющие производственные параметры реструктурированием системы или путем управляемого влияния мероприятий по обслуживанию и ручными вмешательствами.

Контроль динамического состояния

Этот контроль может осуществляться разными способами. Классические методы имеют преимущества благодаря их простоте и легкой реализации [1], но они имеют недостатки в части однозначности их диагностических выводов. Современные методы используют системные знания для выделения специфических ошибок. Это, однако, часто ведет к возрастанию чувствительности в отношении точности примененных знаний о системе и ошибках. Необходимо учитывать, что:

1. Рассматриваемые влияния могут быть с точки зрения безопасности либо приемлемыми, либо не очень. Далее ведется рассмотрение в основном в аспекте показателей надежности, так как все множество влияний рассматривается в их общих проявлениях.

2. Методы анализа сигналов, обнаружение и оценка данных реализуются довольно просто, но разделение по причинам, местам возникновения или другим критериям не яв-

ляется достаточно четким. Они часто служат для формулирования высказываний вида: "что-то изменилось".

3. Методы, опирающиеся на модели, являются трудоемкими в реализации, так как они предполагают системные знания, но в то же время они обеспечивают высказывания вида: "возникла ошибка типа x_i ". В лучшем случае возможны заключения об изменениях вида: "в системе возникло нарушение z_i " по физической причине. Но это заключение не должно быть однозначным. Методы, базирующиеся на моделях, зависят от моделей знаний и поэтому чувствительны в отношении неточностей описания исходной ситуации, предполагаемой как нормальная и свободная от ошибок.

4. Пока не существует легко реализуемых идеальных методов контроля с однозначным высказыванием в отношении интерпретации наблюдаемых изменений и их однозначной связи с физическими причинами. Однако, эти высказывания не представляют затруднений в многочисленных успешных применениях методов анализа сигналов или оценки достоверности, т. е. в большинстве простых задач контроля. В последних работах делается попытка усовершенствования робастности методов, опирающихся на модели.

В автоматизированных системах в энергетике, а также в воздушных сообщениях и космической технике по соображениям безопасности и одновременно экономическим соображениям требуются интеллектуальные высказывания о текущем состоянии системы. В этих областях применений системы должны продолжать нормальную работу вопреки изменениям, обусловленным старением или повреждениями. Это целесообразно и необходимо для того, чтобы:

- обеспечить безопасную эксплуатацию объекта, так как, например, экстренные или многократные остановки системы могут быть связаны с большими опасностями, чем продолжение работы с ограниченной мощностью;
- обеспечить экономичную работу, поскольку не каждое детектированное повреждение или физическое изменение в системе приводит к потере безопасности или надежности работы объекта.

Процедура определения показателей надежности

К подлежащим определению показателям надежности относятся:

- a) интенсивность отказов при моделировании текущего состояния системы;
- b) вероятность отказов, описывающая предысторию системы.

Основанием для преобразования параметров управления и надежности является знание о текущем состоянии системы. Это преобразование может осуществляться классическими методами или методами, использующими опытные знания производственного персонала.

При управлении надежностью в модулях безопасности содержатся взаимосвязи между величинами, характеризующими процесс, и производственными параметрами как основа для определения в замкнутом контуре показателей надежности. Обратное использование этих взаимосвязей в различных вариантах с применением влияющих управляющих воздействий дает результаты управления надежностью с помощью ЭС. В принципе могут быть как эти, так и другие влияния, например, мероприятия по наблюдению и обслуживанию, воздействие которых на показатели надежности известны и поддаются соответствующей формулировке.

Существенными требованиями к взаимодействию основных элементов между собой и системой являются:

- пригодность (особенно в части диагноза повреждений) для системы, модифицированной вследствие ошибок и нарушений;
- наличие интерфейсов для коммуникации модулей;
- наличие аналитических или эвристических знаний о влиянии ошибок и повреждений на показатели надежности системы и компонент.

Это "представляет собой дальнейшие области применения рассматриваемого подхода – безопасности и надежности ЛДС, так как имеющиеся отдельные модули не рассчитаны на совместимость в концепции безопасности и надежности. Расширение возможностей модулей заключается в следующем:

- адаптации имеющихся алгоритмов детектирования ошибок и диагноза повреждений

к намеченной области применений, как, например, детектирование трещин в вале турбины, обсуждаемое в работе.

- накоплении знаний о влиянии специфических повреждений на показатели надежности системы;

- использовании зависимости от производственных параметров в системе управления надежностью.

Для приближения общего представления взаимозависимостей к реальности требуется точная формулировка отдельных влияний. Это возможно, однако, лишь в редких случаях. Во многих областях применений могут быть использованы знания, полученные на моделях из механизмов физических взаимодействий между нагрузками и интенсивностью отказов. В таких случаях используется выходной сигнал модуля интеллектуального диагноза повреждения.

Если такой подход в конкретном случае окажется не реализуемым, тогда остается лишь оценка ситуации, ориентированная на опыт, причем в этом варианте используется экспертная система и концепции моделирования.

Основанием для преобразования параметров управления и надежности является знание о текущем состоянии системы. Это преобразование может осуществляться классическими методами или методами, использующими опытные знания производственного персонала.

Применение концепции безопасности и надежности для контроля турбогенератора

Рассматривается применение логико-динамической системы для контроля трещин при механических колебаниях ротора турбины в аспекте технической безопасности. Объект идеализирован как многомассовая система (рис. 1).

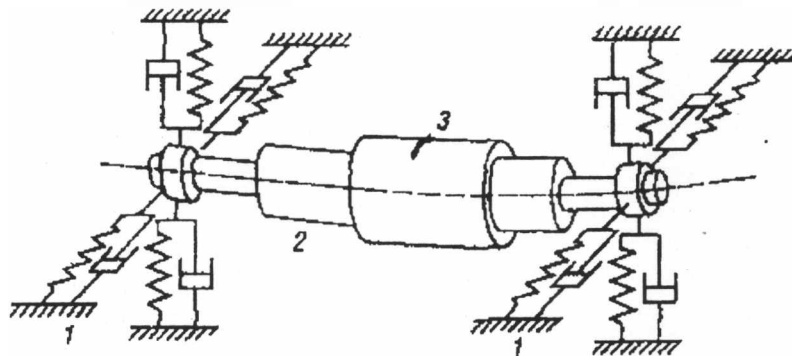


Рис. 1. Схематическое представление вала турбины с трещиной: 1 — упругий подшипник; 2 — упругий вал; 3 — трещина вала

Наряду с классическими методами для турбин так называемой “Vibration Monitoring Systems”, которые в основном базируются на применении методов анализа сигналов о вибрациях, и методов распознавания образов и контроля параметров, могут применяться для диагноза повреждений также методы, опирающиеся на модели. Посредством этих методов представляется возможность, опираясь на гипотезы, формировать индикацию повреждений, как соотношение меряемых величин, данных системы и оцениваемых величин [1]. Индикацией повреждений вида поперечной трещины вала является потеря жесткости поврежденного участка в качестве функции времени, как это показано на рис. 1.

Для иллюстрации различия с классическими методами ниже дано краткое воспроизведение классической концепции.

Классическая концепция контроля

В составе систем автоматизированного контроля ротора турбины предусматриваются измеряемые данные колебаний, которые описывают движение вала и подшипников. Поведение системы может быть хорошо представлено на основании методов анализа сигналов. Изменения в системе динамики ротора распознаются по изменениям в характеристиках спектра, т. е. по максимумам амплитуд колебаний. Используя способности человека

или логико-динамические системы (искусственный интеллект), эти изменения интерпретируются. Интерпретация осуществляет приведение в соответствие наблюдаемых феноменов с физическими причинами. Результирующий процесс решения в значительной мере определяется опытом персонала, а также экономическими и психосоциальными аспектами.

В статистически редких случаях возникновения поперечных трещин вала происходят различные изменения в характере колебаний, которые, однако, не могут быть однозначно отнесены на счет трещины. По детектированию поперечных трещин вала имеется несколько различных подходов к их диагностике [1].

Независимо от решения о существовании поперечной трещины вала никакое высказывание о глубине трещины и влиянии надежное га компонент системы не может быть сформулировано. Для возможности высказывания в отношении существования трещины, а также о ее влиянии на техническую надежность в зависимости от состояния техники производство должно быть прервано и ротор турбины вскрыт. В зависимости от результатов детальной инспекции предпринимаются соответствующие мероприятия или вырабатываются стратегии в отношении снижения нагрузки или стратегии обслуживания. Вся процедура требует много затрат по персоналу и средствам, а также существенно зависит от ошибочных решений.

Концепция контроля посредством обеспечения безопасности и надежности управления динамической системой

Центральным звеном этой концепции в рассматриваемом примере является ПИ-наблюдатель, который ориентирован на наблюдение за трещинами в роторе турбины [1]. Трещина идентифицируется в определенном месте и вырабатывается высказывание о ее глубине. Идентификация базируется на тех же измерениях колебаний, как и при классических концепциях контроля сдвигов вала в подшипниках или движения втулок подшипников. Дополнительно используется описание исправной механической системы (рис. 2).

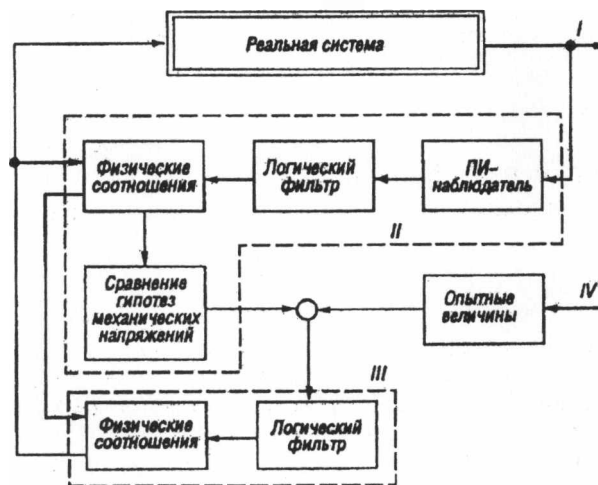


Рис. 2. Применение концепции безопасности и надежности на примере наблюдения за трещиной в роторе турбины:

- I — характеристика надежности; II — определение надежности в замкнутом контуре,
- III — блок контроля глубины трещины; IV — требования по надежности

Целью примера применения этой концепции явился показ управления с вероятностью отказов на уровне 0,01. Если нагрузка ниже уровня вероятности отказов, характеризующей μ_D , это означает теоретически бесконечную продолжительность жизни вала. Возникновение трещин в момент времени смены нагрузки № 1 обуславливает рост механической нагрузки. К моменту времени смены нагрузки № 2 система выявляет неопознанную потерю надежности. Здесь простая логика сравнения может обеспечить подходящее мероприятие в отношении допустимого напряжения.

Возможна реализация различных логических или аналитических функций как законов управления. Представляются очень интересные подходы управления, работающие посред-

ством потенциально-теоретических методов. Так, например, если концепция безопасности и надежности управления действует, то измененной геометрии, обусловленной трещиной, соответствует уменьшение напряжения $\sigma_{с\text{ зад}} = \sigma_{с\text{ факт}}$, при этом задание концепции для технического управления с помощью инверсии управлений представляется в виде:

$$P_{\text{зад}} = \sqrt{\frac{2\pi n W_p}{3\alpha^2} \left(\sigma_{с\text{ зад}}^2 - \frac{m^2 g^2 Q^2 L^2}{2W} \right)} \quad (1)$$

Посредством производственных параметров, в данном случае мощности, представляется возможность замыкания контура управления. Полная блок-схема замкнутого контура управления представлена на рис. 2.

Главной задачей рассматриваемой концепции является управление на верхнем уровне иерархии системы в функции показателей безопасности и надежности. Эта концепция должна формализовать и облегчать для системы выработку решений об изменениях производственного процесса, обусловленных старением или повреждениями в известном оборудовании [1].

Центральными модулями этой концепции являются интеллектуальные методы детектирования ошибок, диагноза повреждений, определения в режиме "онлайн" показателей надежности, а также управление этими величинами при воздействии на производственные параметры, реструктуризацию системы или целевое управление мероприятиями по наблюдению и обслуживанию объекта.

Выводы

Рассмотренные в статье основы концепции безопасности и надежности в задачах управления динамическими системами позволяют утверждать, что одним из основных задач исследований в этой области является контроль безопасности и надежности как программного обеспечения так и технологического оборудования. Постановка таких задач управления как приспособляемость, оптимизация, компенсация структурных изменений должны быть составной частью многопроцессорных систем контроля и управления.

Определение надежностных параметров, таких как вероятности отказов, интенсивности отказов компонентов, модулей или системы, является задачей количественных методов технической надежности. Целесообразно объединить диагностику ошибок, с одной стороны, и методический инструментарий технической надежности, с другой, для реализации концепции безопасности, надежности и управления, при этом сложив все знания в одну логико-динамическую систему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архангельский В. И., Богаенко І. М., Грабовський Г. Г., Рюмин М. О. Человеко-машинные системы автоматизации: управление качеством, безопасностью, надежностью – К.: НВК "КИА", 2000. – 296 с.
2. Тимченко А. А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки: Навч. посібник / За ред. Ю. Г. Леги. – К.: Либідь, 2004. – 288с.
3. Справочник по надежности том I, II, III / Перевод с английского Елишина Ю. Г., Смиренина Б. А., под ред. Левина Б. Р., — М.: Издат. "МИР", 1969.

Тимченко Анатолий Анастасьевич – декан факультета информационных технологий и систем.

Черкасский государственный технологический университет

Мельник Валентин Павлович – адъюнкт кафедры профилактико-надзорной работы и техногенной безопасности.

Черкасский институт пожарной безопасности МЧС Украины

Подгорный Николай Владимирович – адъюнкт, заместитель начальника центра связи.

УМВД Украины в Черкасской области

Матеріали доповіді розглянуті і рекомендовані до публікації членами наукового комітету конференції д.т.н., професором Л. Г. Раскіним і д.т.н., професором В.М. Лисогором.