

тестирующе-обучающих материалов является одним из возможных шагов к активизации формирования у студентов понимания тем курса, а также, в сетевом варианте, может быть основой для дистанционного получения образования.

Что касается проведения зачетов и экзаменов, здесь также возможен инновационный творческий подход. Хотя, конечно, выбор преподавателя в любом случае остается решающим, так как только он в состоянии определить, какая форма контроля будет наиболее эффективна и действенна. Так же на выбор формы проведения зачета или экзамена безусловно влияет сложность того или иного курса. Чем доступнее дисциплина для понимания, тем больше аргументов в пользу проведения итогового контроля знаний в тестовом режиме. Плюсы такого подхода очевидны: объективная оценка знаний по системе, заранее оговоренной со студентами, и экономия времени преподавателя и студентов за счет одновременного тестирования целой группы.

**Список литературы:**

[1] Бондаренко О.В. Современные инновационные технологии в образовании / Электронный журнал «Роно». Выпуск 16 (сентябрь 2012). – Инновации: поиски и исследования.

*Г.А. Гора, Е.Н. Поселенов, М.М. Чиркова*  
 ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

**ОБОСНОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ОПРОСА ДАТЧИКОВ  
 ПРИ МОНИТОРИНГЕ СОСТОЯНИЯ СУДОВЫХ  
 СИСТЕМ АВТОМАТИКИ**

Рассматривается алгоритм работы системы мониторинга, которая контролирует показатели процесса, протекающего в системе автоматического управления. Обосновывается частота опроса датчиков состояния элементов системы.

Работа систем автоматического управления приводами различных типов и назначений (например, в технологических процессах, в робототехнике, в системах управления движением судов и аппаратов) оценивается показателями качества, среди которых можно выделить следующие: точность поворота вала на заданный угол ( $\varphi\delta$ ) и временная точность отработки заданного поворота ( $\delta t$ ) или точность положения точки в пространстве ( $\delta x, \delta y, \delta z$ ) и ( $\delta t$ ).

Нарушение регламента, накладываемого на эти показатели, приводит к нежелательным последствиям. Современный уровень вычислительной техники позволяет создать систему мониторинга с расширенными возможностями – не только отслеживать техническое состояние элементов и узлов системы управления, но и осуществлять контроль протекающих в системе процессов.

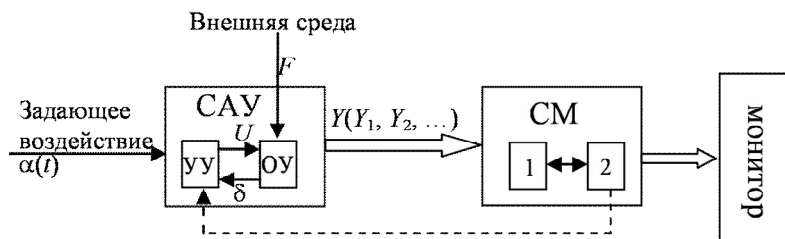


Рис. 1. Блок-схема взаимодействия системы управления и системы мониторинга

На рис. 1: САУ – система автоматического управления положением рабочего органа, УУ – устройство управления, ОУ – объект управления (рабочий орган и объект контроля системы мониторинга), СМ – система мониторинга, 1 – система сбора и обработки информации о состоянии элементов САУ, 2 – база знаний, где анализируются причины возникшей нештатной ситуации и возможные последствия,  $F$  – влияние внешней среды.

Задача системы мониторинга – дать предупреждающую информацию о возможном отклонении показателей процесса от заданных значений, в связи с появлением нештатной ситуации в каком-либо элементе системы или окружающей среде.

При проектировании СМ необходимо решить ряд задач:

- как часто опрашивать датчики состояния объектов контроля;
- в каких точках контролируемой системы ставить датчики;
- за сколько опросов формировать код состояния системы управления и её элементов.

На рис. 2 даны возможные виды процессов поворота вала привода  $\varphi(t)$  на заданный угол  $\varphi_0 \pm \delta\varphi$  за время  $t_n \pm \delta t$ . Заданные точности  $\delta\varphi$ ,  $\delta t$  совместно с  $\varphi_0$  и  $t_n$  определяют статико-динамические координаты т. В. Траектория 1 – невозмущенное движение, регламенты на показатели  $\delta\varphi$ ,  $\delta t$  выполнены, 2 – возмущенное движение из-за возникшей в момент  $t^*$  нештатной ситуации на каком-либо элементе контролируемой системы, например, обороты насоса (в случае электрогидравлического привода) несанкционированно понизились, 3 – повысились.

2,3 – нарушены требования, накладываемые на величину  $\varphi\delta$ , и  $\delta t$ .

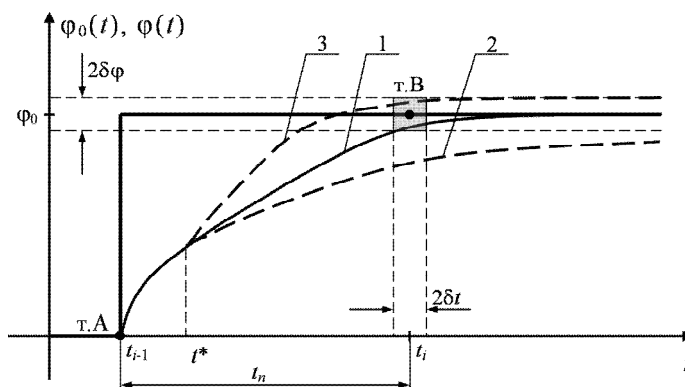


Рис. 2. Оциллограммы обработки заданного угла поворота привода

На рис. 3 даны возможные виды процессов перемещения рабочего органа в пространстве.

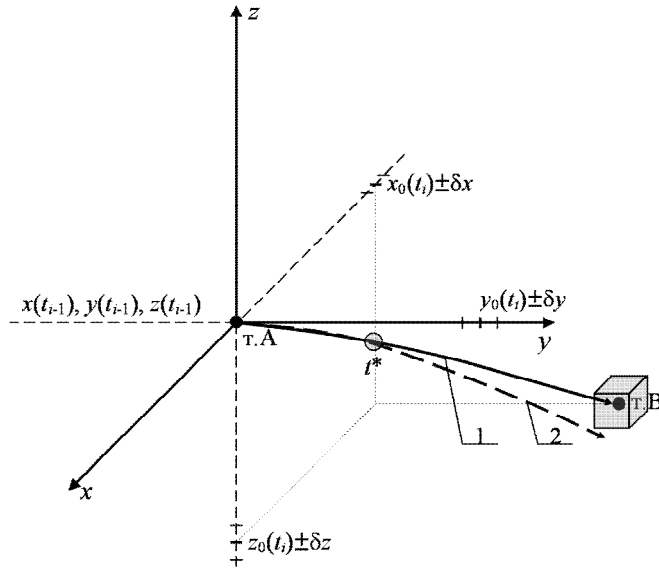


Рис. 3. Осциллограммы перемещения рабочего органа в пространстве

Отработка алгоритма работы СМ проводилась на модели электрогидравлической рулевой машины (рис. 4), где динамика элементов САУ описывалась линейными дифференциальными уравнениями первого порядка.

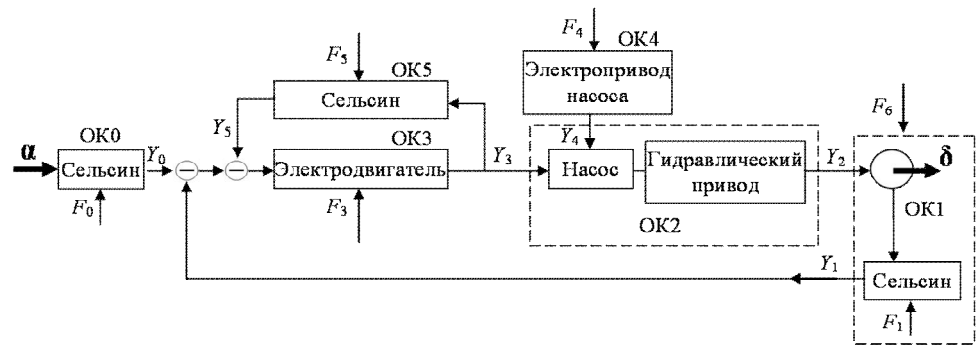


Рис. 4. Типовая схема системы управления, где ОК1 – объект управления

Предположим, что у каждого элемента САУ можно контролировать входные и выходные сигналы. Для этого случая схема потока информации для оценки состояния ОУ (ОК1) дана на рис. 5.

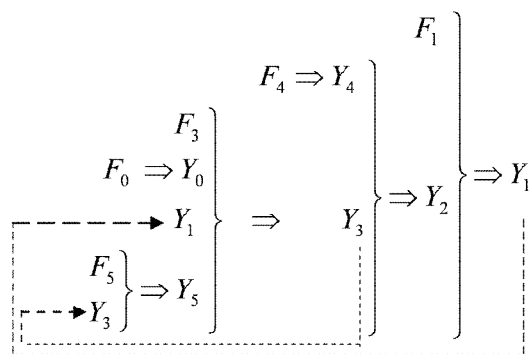


Рис. 5. Схема потока информации

Для данной схемы потока информационная модель принимает вид (1).

$$Y_1 \Rightarrow \{F_1, Y_2, Y_4, F_4, Y_3, F_3, Y_0, F_0, Y_1, Y_5, F_5, Y_3\} \quad (1)$$

Повторение координат  $Y_1, Y_3$  происходит из-за наличия в системе местной и главной обратной связи и эти координаты из модели могут быть убраны.

Числовые значения аргументов функции (1), представленные в закодированном виде, назовем ситуационными кодами системы на текущий момент.

В связи с тем, что стоит задача получения упреждающей информации о состоянии САУ, алгоритм работы системы мониторинга основывается на динамических, а не статических показателях состояния ее элементов – объектов контроля СМ. Это позволит анализировать тенденцию развития процесса в контролируемой системе. Информацию о состояниях ОК предлагается кодировать 3-значным кодом, оценивающим значение второй производной координат состояния  $Y_i(t)$  – три уровня состояния. Выбор второй производной обоснован тем, что первая (в меньшей) и вторая производная (в большей степени) имеют перепады значений (разрывы функций  $dY/dt, d^2Y/dt^2$ ), если закон изменения координаты состояния  $Y(t)$  меняется в связи с возникшей нештатной ситуацией.

Код состояния ( $kY$ ) принимается за «1» – процесс развивается нормально, если значения второй производной измеряемой координаты не выходят за допустимые пределы ( $\varepsilon$  – экспериментально полученная величина диапазона изменения углового ускорения координаты состояния  $Y(t)$  в рабочем режиме). Анализ результатов натурных испытаний показал, что, например, величина  $d^2Y_1/dt^2$  для судового электрогидравлического рулевого привода находится в пределах  $0.03-0.50 \text{ } ^\circ/\text{с}^2$ . В момент возникновения нештатных ситуаций она возрастает до  $10^3-10^5 \text{ } ^\circ/\text{с}^2$ . Кодирование информации осуществляется следующим алгоритмом:

$$\begin{aligned} \left\{ \left| d^2Y/dt^2 \right| < \varepsilon \right\} &\Leftrightarrow |kY = 1|, \\ \left\{ d^2Y/dt^2 < -\varepsilon \right\} &\Leftrightarrow |kY = 0|, \\ \left\{ d^2Y/dt^2 > \varepsilon \right\} &\Leftrightarrow |kY = 2|. \end{aligned}$$

На рис. 6 представлен качественный вид осциллограмм изменения координат состояния для ситуации понижения напряжения сети.

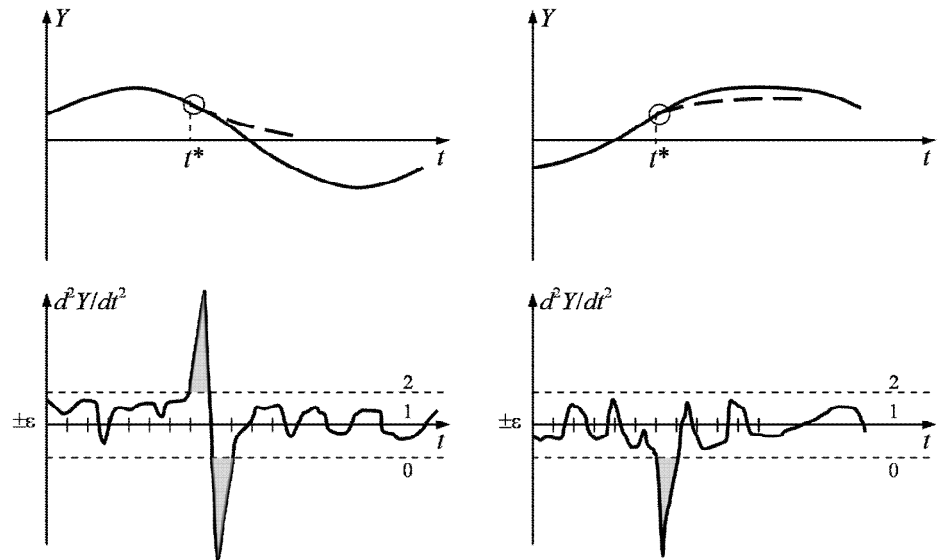


Рис. 6. Качественный вид осциллограмм изменения координат состояния

В работе были промоделированы различные нештатные ситуации, в том числе формировании кода при обрыве цепи обратной связи.

$T$	$Y_{10}$	OK1 $d^2Y_1/dt^2$	OK2 $d^2Y_2/dt^2$	OK3 $d^2Y_3/dt^2$	OK4 $d^2Y_4/dt^2$	OK5 $d^2Y_5/dt^2$
106	6	1	1	1	1	1
107	6	1	1	1	1	1
108	6	1	1	1	1	1
109	6	1	1	1	1	1
110	6	0	1	1	1	1
111	6	2	2	2	1	2
112	6	1	2	0	1	0
113	6	1	2	0	1	0
114	6	1	1	0	1	1
115	6	1	1	1	1	1
116	6	1	1	1	1	1
117	6	1	0	1	1	1
118	6	1	0	1	1	1
119	6	1	1	1	1	1
120	6	1	1	1	1	1
121	6	1	1	1	1	1
122	6	1	1	1	1	1

Для этой ситуации функция связи  $Y_1 \Rightarrow f\{F_1, Y_2, Y_4, F_4, Y_3, F_3, Y_{10}, F_0, Y_1, Y_5, F_5\}$  меняется во времени:

$$Y_1(109) = \{1111111111\}$$

$$Y_1(110) = \{11111111011\}$$

$$Y_1(111) = \{12112111221\}$$

$$Y_1(112) = \{12110111101\}$$

с момента  $t=110$ с по 112с – основной код пересылаемый в базу знаний

$Y_1(113) = \{12110111101\}$	с момента $t = 113с$ по $118с$ – переходный
$Y_1(114) = \{11110111111\}$	процесс (информация отсеивается системой
$Y_1(115) = \{11111111111\}$	сбора и обработки информации)
$Y_1(116) = \{11111111111\}$	
$Y_1(117) = \{10111111111\}$	
$Y_1(118) = \{10111111111\}$	
$Y_1(119) = \{11111111111\}$	

Таким образом, для получения кодов ситуаций необходимо за время выхода вторых производных состояния всех контролируемых элементов системы из допустимой зоны сделать не менее 5–7 опросов датчиков, чтобы выделить основной код. Времени выхода и оценка минимального времени ( $t_{\min}$ ) может быть определена только опытным путем и  $t_{\min}$  различено для различных систем.

**А.М. Пушкин**

*Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники*

## О МОДЕЛЯХ И АЛГОРИТМЕ СИНТЕЗА СТРАТЕГИЙ ОБЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Вводится модель обслуживания пространственно рассроченных в одномерной рабочей зоне стационарных объектов перемещающимся процессором при выполнении им рейса между крайними точками рабочей зоны. Процессору доступны ограниченные возвраты к ранее оставшимся необслуженными объектам. С каждым объектом ассоциированы параметры: ранний срок начала обслуживания, время обслуживания, функция индивидуального штрафа. Формулируется бикритериальная задача синтеза оптимальных стратегий обслуживания и в рамках концепции Парето строится решающий алгоритм.

*Введение.* Рассматриваемая модель предназначена для описания систем, в которых перемещающийся процессор должен обслужить совокупность стационарных объектов, линейно рассредоточенных по пунктам одномерной рабочей зоны. Считается, что процессор выполняет однократный рейс из начального пункта в конечный, в процессе которого допускаются возвраты на заданное условиями задачи количество пунктов назад. С каждым объектом ассоциированы ранний срок начала обслуживания, время обслуживания и индивидуальный штраф, являющийся монотонно возрастающей функцией от момента завершения обслуживания объекта. В качестве минимизируемых критериев выступают общее время работы процессора на рабочей зоне и суммарный по всем объектам штраф.

Подобная модель была рассмотрена в [Список литературы:

], где также было наложено ограничение на перемещения процессора – выполнялся единственный рейс из начального пункта в конечный, при этом разрешались возвраты не далее одного пункта назад. Следует также отметить работы [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.], где бикритериальные задачи синтеза расписаний рассматривались в предположении, что обслуживание выполняется при реализации процессором двух рейсов – прямого и обратного – без возможности возвратов.

Для формулируемой задачи принимается концепция Парето, предусматривающая синтез полной совокупности эффективных оценок [Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Из этой совокупности ЛПР (лицо,