

С.Ф. АРТЮХ, д-р техн. наук, проф., ХТУ «ХПИ»,

Н.А. ЛЮБИМОВА, канд. техн. наук, доц.,

ХНАУ им. В.В. Докучаева, Харьков

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ С ПОСТОЯННЫМ ШАГОМ ОПРОСА В ЗАДАЧАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Рассматриваются системы последовательного опроса контролируемого процесса экологических объектов. В настоящей работе эта задача решается для описанной ниже структуры позиционного управления с циклически равномерным опросом контролируемых параметров. Полученные результаты представлены в выводах и могут широко использоваться

Ключевые слова: экологический контроль, статистический анализ, многоточечное управление, шаг опроса, качество.

В задачах экологического мониторинга необходимо использование систем централизованного контроля и управления. Централизованное управление – одно из наиболее сложных и наименее разработанных разделов автоматического управления.

Представляет практический интерес двухпозиционное управление по отклонению, существо которого сводится к следующему [1].

Постановка задачи. Имеются линейные объекты контроля (например, выбросы аспирационного воздуха техногенных объектов), выходные параметры которых контролируются обегаящим устройством.

При переходе каким-либо из параметров заданного предупредительного уровня, например верхнего, обегаящее устройство с некоторым запаздыванием, зависящим от периода обегания, выдает предупредительный сигнал.

По этому сигналу вручную либо автоматически (с помощью регулирующего устройства), либо тем и другим способом совместно вводится скачкообразное корректирующее воздействие (коррекция), возвращающее отклоняющийся параметр в зону его допустимых значений.

Величина коррекции предполагается достаточной для того, чтобы после ее введения обегаящее устройство следило только за нижними отклонениями параметра. При переходе последним заданного нижнего уровня коррекция снимается, и обегаящее устройство вновь переходит к слежению за верхними отклонениями этого параметра.

Аналогично осуществляется и управление по нижнему отклонению.

Системы с подобной структурой управления могут быть отнесены к классу систем последовательного опроса без блоков памяти.

Весь диапазон изменений контролируемого параметра обычно разбивают на несколько зон [2].

Верхний и нижний предупредительный уровни определяют зону нормальных значений. За пределами нормальной зоны, вплоть до нижнего и верхнего аварийных уровней, расположены зоны нежелательных значений, за аварийными уровнями находятся зоны аварийных (недопустимых) значений. Задача управления и состоит в своевременном воздействии на объект, с тем, чтобы выходной параметр не отклонялся в аварийную зону.

В общем случае система централизованного управления исследуется статистическими методами. Критерием качества системы [3, 4, 5] может служить, например, средняя частота выходов (СЧВ) управляемого процесса на аварийный уровень.

Этот критерий особенно важен при управлении параметрами 1-го рода (аварийными параметрами), поскольку в этом случае все достаточно большие отклонения, независимо от их длительности, одинаково нежелательны.

Для стационарного процесса априори средняя частота аварийных выходов может быть представлена в виде двух составляющих, одна из которых зависит от величины управляющего воздействия (n_1 – амплитудная составляющая), а другая – от его запаздывания (n_2 – фазовая составляющая).

С ростом числа контролируемых параметров увеличивается запаздывание коррекции и, следовательно, растет фазовая составляющая. При большом числе параметров она может стать преобладающей и целиком определить величину СЧВ.

Обычный путь уменьшения фазовой составляющей – повышение быстродействия обегавшего устройства. Однако, возросшие требования к эффективности управления выдвигают задачу использования прежде всего иных путей воздействия на фазовую составляющую.

В более общей постановке задача формулируется так: при заданном быстродействии обегавшего устройства изыскать пути повышения эффективности централизованного управления до возможных пределов.

В настоящей работе эта задача решается для описанной выше структуры позиционного управления с циклически равномерным опросом контролируемых параметров.

Выводы.

Полученные результаты:

1. Процесс позиционного управления технологическими параметрами в системах централизованного контроля обычно состоит в том, что при выходе какого-либо из параметров на заданный уровень сравнения (уровень управления) обегавшее устройство системы с некоторым запаздыванием, зависящим от периода обегания, вырабатывает предупредительный сигнал.

По этому сигналу вручную или (и) автоматически вводится скачкообразное корректирующее воздействие, возвращающее отклонившийся параметр в зону его допустимых значений.

После этого обегавшее устройство следит за противоположными отклонениями соответствующего параметра.

В настоящее время удовлетворительно изучен пассивный централизованный контроль (управление осуществляется вручную). В этом случае уровень сравнения, или предупредительный уровень, выбирается из условия допустимой загрузки оператора.

Этими же соображениями часто руководствуются и при выборе уровня сравнения в системе с частично автоматизированным управлением. Однако вопрос о выборе варьируемых параметров при полностью или частично автоматизированном управлении остается открытым. В результате известные рекомендации по настройке системы оказываются далекими от оптимальных.

В работе решается задача оптимизации описанной структуры позиционного управления по уровню сравнения. В качестве критерия оптимальности использована средняя частота аварийных выходов управляемого процесса.

Длительность цикла опроса τ_c и величина аварийного уровня x считаются заданными.

2. Из всего объема информации об изменении контролируемого параметра x извлекается лишь информация о пересечении параметром заданного уровня сравнения x_0 . После этого возможные значения X разделяются на два множества – благоприятствующие ($X < x$) и неблагоприятствующие ($X \geq x$) решению задачи.

Вероятность того, что, спустя некоторое время τ с момента сравнения $X = x_0$, значение параметра принадлежит к неблагоприятному множеству будем обозначать через $p(x/x_0, \tau)$ и называть условной вероятностью выбросов. Численная величина $p(x/x_0, \tau)$ может служить удобным статистическим показателем качества системы с запаздыванием.

Дается простой аналитический вывод выражения $p(x/x_0, \tau)$. Вводится в рассмотрение характеристический параметр запаздывания

$$\lambda = \sqrt{2\delta_x} \frac{\omega\tau}{x - x_0} \quad (1)$$

В более сложной постановке вопроса интервал запаздывания является случайной величиной. Тогда для характеристики системы важна не сама функция p , а ее математическое ожидание \bar{p} .

Выводится аналитическое выражение \bar{p} для случая обгоняющего запаздывания. Оно представлено в форме

$$\bar{p} = K_1 \Psi\left(\frac{x - x_0}{\sqrt{2\delta_x \omega\tau_u}}\right) = K_1 \Psi\left(\frac{1}{\lambda}\right) \quad (2)$$

Определяющим в этом выражении является второй сомножитель, названный характеристической функцией обгоняющего запаздывания Ψ .

Эта функция представляет собой линейную комбинацию интеграла вероятностей и интегральной показательной функции. Важной ее особенностью является наличие участка малых абсолютных значений функции. Это обстоятельство используется в дальнейшем для определения максимально допустимого шага опроса контролируемых параметров.

3. Средняя частота аварийных выбросов (СЧВ) управляемого процесса раскладывается на амплитудную и фазовую составляющие. Знание аналитического выражения \bar{p} позволяет определить фазовую составляющую. Амплитудная составляющая находится как средняя частота выбросов некорректированного процесса за некоторый фиктивный аварийный уровень, сдвинутый относительно действительного на величину коррекции.

Сопоставление графиков амплитудной и фазовой составляющих показывает, что СЧВ управляемого процесса может быть минимизировано по уровню сравнения. Оптимальная величина этого уровня находится из равенства модулей производных обеих составляющих СЧВ,

$$u\ell^{-\frac{1}{2}u^2} = -\frac{1}{\sqrt{2\pi\omega\tau_u}} E_i(-\lambda^{-2}) \quad (3)$$

Здесь u – сумма нормированных уровней аварийного и сравнения,

E_i – интегральная показательная функция, λ – характеристический параметр запаздывания, ($\lambda = \sqrt{2} \delta_x \omega \tau_u / (x - x_0)$).

4. При управлении стационарными процессами минимизация СЧВ осуществляется расчетным путем. Для квазистационарного случая возникает необходимость в статистической компенсации. Последняя достигается автоматической подстройкой уровня сравнения, так чтобы модули производных амплитудной и фазовой составляющих СЧВ оказались равными. При этом величина коррекции, приведенная к выходному параметру, поддерживается равной ширине зоны сравнения.

Список литературы: 1. Шенброт И. М. Централизованный контроль технологических процессов / И.М. Шенброт. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 387 с. 2. Шенброт И.М. К расчету основных параметров устройств обгающего контроля и управления по отклонениям. / И.М. Шенброт // Автоматика и телемеханика. – 1972. – Т. 23, № 10. – С. 227 – 338. 3. Питерсон И.Л. Статистический анализ и оптимизация систем автоматического управления / И.Л. Питерсон. – М.: Советское радио, 1964. – 248 с. 4. Солодовников В.В. Статистическая динамика линейных систем автоматического управления / В.В. Солодовников. – М.: Физматгиз, 1960. – 276 с. 5. Siegert A. On the first passage time probability function / A. Siegert // Physical Review. – 1951. – Vol. 81. – P. 617 – 623.

Поступила в редколлегию 17.11.12

УДК 658.562

Контроль и управление с постоянным шагом опроса в задачах экологического мониторинга / С.Ф. АРТЮХ, Н.А. ЛЮБИМОВА // Вісник НТУ «ХПІ». – 2012. – № 63 (969). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 10 – 14. – Бібліогр.: 5 назв.

Розглядаються системи послідовного кроку опитування процесів, що протікають та контролюються у екологічних об'єктах. В даній роботі ця задача вирішується для нижче зазначеної структури позиційного керування із циклічно рівномірним кроком опитування параметрів, що контролюються. Отримані результати представлені у висновках та можуть широко використовуватися.

Ключові слова: екологічний контроль, статистичний аналіз, багатоточкове управління, крок опиту, якість.

The systems of the successive questioning of the controlled process of ecological objects are examined. In the real work this task decides for the structure of position management described below with the cyclic even questioning of the controlled parameters. The got results are presented in conclusions and can be widely used.

Keywords: environmental monitoring, statistical analysis, for multi-point control, the pitch of the survey, the quality of the.