

В целом, осталось ощущение, что дисциплина интересна для аудитории, так как имеет практическую направленность. Намечены цели для совершенствования учебного материала лекционных и лабораторных занятий.

*Г.А. Гора*  
ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

## **СИНТЕЗ УРАВНЕНИЙ СВЯЗИ СОСТОЯНИЙ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ МАТРИЦ**

Техническое жизнеобеспечение судна – это взаимосвязанная работа большого количества объектов, к которым предъявляются высокие требования по надежности и бесперебойной работе. Нарушение работы любого из этих комплексов может привести к аварийным ситуациям, штрафным санкциям и, как следствие, к экономическим убыткам. Даже при выполнении требований регламента на техническое обслуживание этих установок, не исключается возможность появления внештатных ситуаций и аварий. В связи с тем, что судовое оборудование состоит из нескольких подсистем, работа которых взаимосвязана, то сбой в работе одного из элементов отражается на работе других элементов системы. Современные программы мониторинга обеспечивают контроль технического состояния, но имеют один недостаток, который заключается в том, что они фиксируют уже свершившуюся ситуацию, и не дают упреждающую информацию о возможном пути развития ситуации, если нарушен режим функционирования одного из объектов системы.

В работе предлагается новый алгоритм мониторинга, позволяющий контролировать работу системы взаимосвязанных объектов и давать упреждающую информацию о возможном пути развития процесса и возможных последствиях в случае, если один из объектов находится во внештатной ситуации. Эта информация может быть использована для выработки рекомендаций о необходимости внеочередного технического обслуживания или замены оборудования, для изменения настроек систем автоматического управления объектами, для увеличения информативности при принятии решения судоводителем.

Объекты контроля (ОК) в системе могут находиться в сложных взаимосвязях – это может быть последовательное соединение, параллельное, или соединение в виде обратной связи, либо состояние какого-либо контролируемого объекта может описываться несколькими координатами, которые являются взаимозависимыми. Анализ развития процесса во всей цепи взаимосвязанных объектов позволит дать упреждающую информацию о возможном состоянии каждого из объектов системы.

В работе, на примере системы электрогидравлического привода руля (рис. 1), рассматривается одна из задач программы мониторинга – определение момента возникновения внештатной ситуации на объекте. Это позволит оценить возможную тенденцию развития ситуации и предсказать изменения в показателях качества работы рулевого привода:

Для этого предлагается новый способ построения судовой системы мониторинга технического состояния объектов – переход из предметной области (конкретных судовых объектов) в информационное пространство – пространство состояний, записанных в матричной форме (рис.1, а, б).

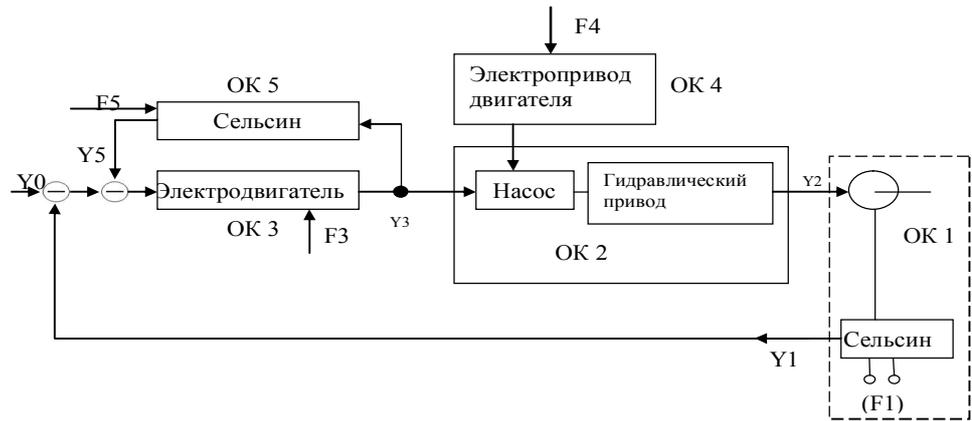


Рис. 1,а. Функциональная схема привода руля

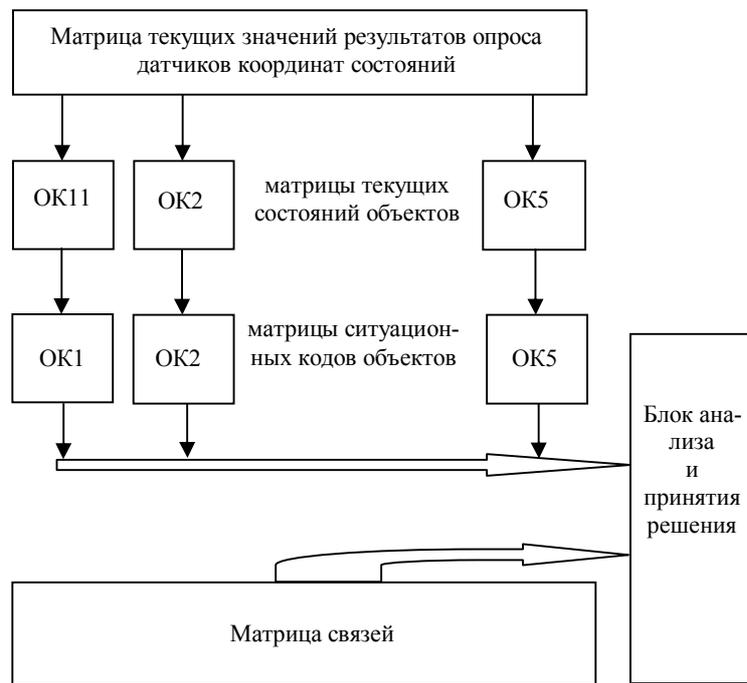


Рис. 1,б. Информационные матрицы программы мониторинга

На первом этапе составления информационных матриц для каждого объекта определяются входные воздействия и выходные координаты, не указывая вид уравнений связи, рис. 2.

$$\left. \begin{matrix} F_1 \\ Y_2 \end{matrix} \right\} \Rightarrow Y_1 \quad \left. \begin{matrix} Y_4 \\ Y_3 \end{matrix} \right\} \Rightarrow Y_2 \quad \left. \begin{matrix} Y_0 \\ Y_1 \\ Y_5 \end{matrix} \right\} \Rightarrow Y_3 \quad F_4 \Rightarrow Y_4 \quad \left. \begin{matrix} F_5 \\ Y_3 \end{matrix} \right\} \Rightarrow Y_5 \quad \left. \begin{matrix} F_1 \\ Y_2 \end{matrix} \right\} \Rightarrow Y_1$$

Рис. 2. Координаты входов и выходов ОК

По этим данным для каждого ОК определяются пути возможного влияния на его состояние – уравнения связи. В качестве примера, на рис. 3 показаны уравнения связи для ОК1.

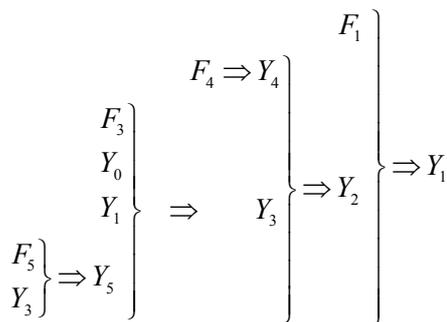


Рис. 3. Пути возможного влияния объектов и внешней среды на состояние ОК1

В дальнейшем эта информация будет использоваться в матрицах ситуационных и выходных кодов, составленных для каждого объекта.

Для работы алгоритма мониторинга исходными данными являются:

- 1) текущие значения показаний датчиков состояния;
- 2) заданные значения контролируемых координат и допустимые отклонения от заданного уровня.

По этим данным для каждого объекта программа обработки входных данных заполняет матрицу состояний со следующими данными:  $Y_{10}$  – заданный уровень координаты,  $\Delta Y_{10}$  – допустимое отклонение от заданного уровня,  $Y_{11}(t_i)$ ,  $Y_{12}(t_i)$ ,  $d^2 Y_{11} / t^2$  – текущее значение координаты состояния, скорости и ускорения её изменения

Используя уравнения связи, представленные на рис. 3, для каждого объекта составляется матрица ситуационных кодов (МСК). Заполнение этих матрицы происходит после каждого опроса датчиков и обработки поступивших данных аналитическим блоком программы мониторинга. Количество столбцов МСК определяется уравнениями связи, а содержание – по анализу входов и выходов взаимосвязанных объектов.

Данные из МСК сравниваются с данными по допустимым состояниям объектов системы из базы накопленных знаний, которая может составляться на основании информации из нескольких источников: априорных знаний о динамике объекта, расчетов по модели функционирования устройства, статистического анализа результатов опытной эксплуатации оборудования. Результаты сравнения передаются в информационный блок выработки рекомендаций.

Таким образом, предложенный способ мониторинга позволит при появлении нештатной ситуации на каком-либо из объектов проследить прохождения «волны» (отклика) по всей системе и предсказать возможную реакцию любого, не связанного напрямую с ним, объекта. Так, например, моделирование ситуации внезапного понижения питания на одном из узлов электрогидравлической рулевой машины на 5 и 10% уже после 3-го опроса датчиков (время опроса 1 сек) позволило информационному блоку сделать предупреждение о возможном ухудшении показателей работы привода: увеличения статической ошибки на 1 и 2,5% и повышения длительности переходного процесса на 20 и 50%, соответственно. При таком изменении показателей работы привода у судна понижается чувствительность к переключке руля, снижается скорость реакции на изменение управления и повышается вероятность аварийной ситуации, если в этот момент речное судно проходит мелководье.