

**И.А. Рябинин**, почетный профессор ВМА им. Н.Г. Кузнецова, д.т.н., профессор, засл. работник Высшей школы

**А.С. Можаяев**, вед. специалист ОАО «СПИК СЗМА», д.т.н., профессор

**С.К. Свирин**, старший научный сотрудник 24 ЦНИИ МО РФ, д.в.м.н., профессор, засл. деятель науки и техники РФ

**В.И. Поленин**, профессор ВМА им. Н.Г. Кузнецова, д.в.н., профессор, засл. деятель науки РФ

Номер 4 Морская Радио - Электроника

## **ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СТРУКТУРНО-СЛОЖНЫХ СИСТЕМ (продолжение)**

### **Понятия и показатели свойств функционирования систем. Тестовые примеры построения моделей и применения технологии АСМ**

#### **А. Определения понятий моделируемых свойств структурно-сложных систем.**

В статье используются следующие определения свойств структурно-сложных технических и боевых систем:

1. **надежность (безотказность)** – свойство сохранять (или не сохранять) работоспособность при случайных отказах отдельных или групп элементов и их восстановлении на определенном интервале времени функционирования и нормальных (заданных) условиях эксплуатации;
2. **стойкость (условная живучесть)** – свойство сохранять (или не сохранять) работоспособность при случайных поражениях (или непоражениях) ее элементов, вследствие воздействия достоверно возникающих поражающих факторов (ударов, взрывов, пожаров и т.п.). Здесь условность живучести определяется достоверностью возникновения поражающих факторов, а надежность элементов считается абсолютной;
3. **живучесть (полная, безусловная живучесть)** – свойство сохранять (или не сохранять) работоспособность при случайных поражениях (непоражениях) ее элементов, вследствие воздействия случайного (недостоверного) возникновения поражающих факторов (ударов, взрывов, пожаров и т.п.). При этом надежность элементов системы считается абсолютной;
4. **устойчивость** – комплексное свойство сохранять (или не сохранять) работоспособность, определяемое различными совместными комбинациями свойств ее структурной надежности, стойкости и живучести;

5. **технический риск** – вероятность возникновения аварий системы, вследствие отказов/поражений элементов, с последствиями (ущербом, потерями, разрушениями и т.п.) различного уровня (класса), за определенный период времени функционирования;
6. **ожидаемый ущерб** – математическое ожидание величины ущерба (потерь, разрушений и т.п.) от возможных аварий системы с разными уровнями последствий за определенный период времени функционирования;
7. **реальная эффективность** – математическое ожидание значения выбранного показателя эффективности функционирования системы при случайном ее нахождении в состояниях полной или частичной работоспособности, вследствие отказов/поражений элементов.

Применение технологии и программных комплексов автоматизированного структурно-логического моделирования (ПК АСМ) [1, 2] и расчета системных показателей указанных выше свойств, далее иллюстрируется простыми примерами анализа технических и боевых системных объектов..

#### **Б. Примеры моделирования показателей свойств функционирования технических систем.**

На рис.4 изображена исходная функциональная схема работоспособности двухэлементной дублированной системы.

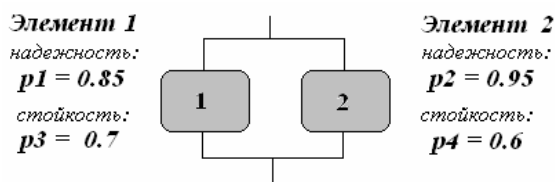


Рис. 4. Функциональная структура (схема) дублированной системы из двух элементов

Требуется построить математические модели и рассчитать показатели надежности, живучести, устойчивости, эффективности, технического риска и ожидаемого ущерба данной технической системы.

#### **1) Модель надежности (безотказности) технической системы.**

Для оценки надежности, на первом этапе технологии АСМ строится схема функциональной целостности (СФЦ) безотказности рассматриваемой двухэлементной системы. На основе событийно-логического подхода, к анализу функциональной схемы на рис.4, выделяются два случайных события  $x1$ ,  $x2$  безотказной работы элементов с заданными вероятностями  $p1 = 0.85$  и  $p2 = 0.95$  соответственно. В разрабатываемой СФЦ надежности системы, эти события представляются функциональными вершинами 1 и 2 (см. рис.5).

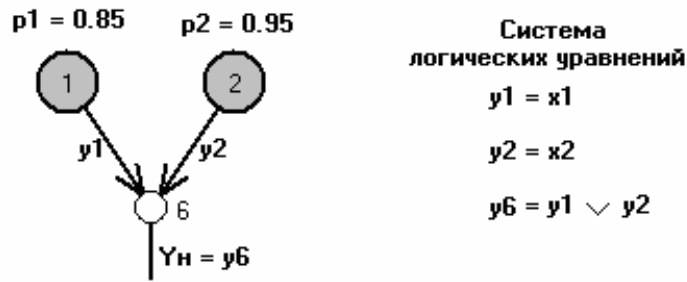


Рис.5. СФЦ надежности системы

Исходящие из функциональных вершин 1 и 2 дизъюнктивные дуги ( $\rightarrow$ )  $y1$ ,  $y2$  представляют логические условия реализации каждым элементом своей функции в системе. Логическое условие  $Y_H = y6$  является критерием надежности, (безотказности) данной дублированной системы в целом. Оно представлено на графе СФЦ (см. рис.5) с помощью расчетного узла 6 (фиктивной вершины), выход  $y6$  которого обеспечивается дизъюнкцией (операция "ИЛИ") выходных функций  $y1 \vee y2$  (т.е.  $y6 = y1 \vee y2$ ).

Система логических уравнений (см. рис.5 справа) является точным аналитическим (логическим) аналогом разработанной СФЦ надежности двухэлементной системы. При вводе СФЦ в ПК АСМ соответствующие системы логических уравнений формируются автоматически и далее используются для построения математических моделей.

После ввода СФЦ, параметров элементов и логического критерия исследуемого свойства, в программном комплексе АСМ автоматически строятся логическая и вероятностная математические модели, и выполняются расчеты вероятностных показателей исследуемого свойства системы. Так, решение с помощью ПК АСМ рассмотренного примера дает следующие результаты:

$$Y_H = y6 = y1 \vee y2 = x1 \vee x2 \text{ - логическая функция надежности;} \quad (1)$$

$$P_H = p(x1 \vee x2) = p1 + q1 \times p2 \text{ - вероятностная функция;} \quad (2)$$

$$P_H = 0.85 + 0.15 \times 0.95 = 0.9925 \text{ - надежность системы.} \quad (3)$$

Здесь  $q1 = 1 - p1$ .

## 2) Модель живучести технической системы.

В примере полагается, что поражающий фактор, воздействующий на элементы 1 и 2 системы, представляется в СФЦ живучести случайным событием  $x5$ , которое возникает с вероятностью  $p5 = 0.7$  (см.рис.6). С помощью событий  $x3$  и  $x4$ , представленных на рис.6 функциональными вершинами 3 и 4 соответственно, в СФЦ живучести системы введены параметры поражения  $p3 = 0.3$  и  $p4 = 0.4$  (нестойкости) элементов 1 и 2, при возникновении поражающего фактора  $x5$ .

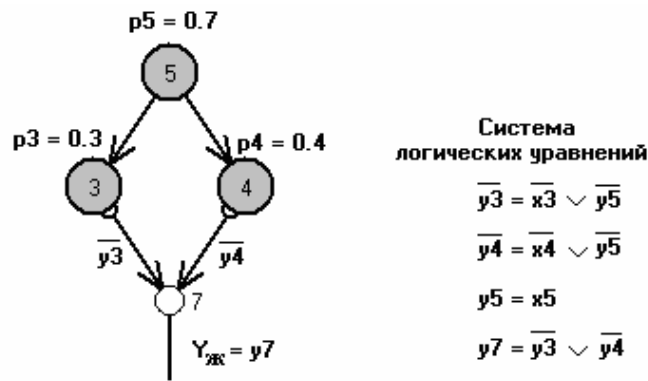


Рис. 6. СФЦ живучести системы

На выходе расчетного узла живучести (фиктивной вершины) 7 представлено условие  $y7 = \bar{y3} \vee \bar{y4}$  непоражения (сохранения работоспособности) хотя бы одним элементом 1 или 2 рассматриваемой системы. Это условие является логическим критерием живучести ( $Y_{жк} = y7$ ) рассматриваемой системы в целом (без учета надежности).

Результаты моделирования и расчета живучести двухэлементной системы, полученные с помощью ПК АСМ, составляют:

$$Y_{жк} = y7 = \bar{y3} \vee \bar{y4} = \bar{x4} \vee \bar{x5} \vee \bar{x3} - \text{логическая функция живучести}; \quad (4)$$

$$P_{жк} = p(x3 \vee x4) = q4 + p4q5 + q3p4p5 - \text{вероятностная функция}; \quad (5)$$

$$P_{жк} = 0.6 + 0.4 \times 0.3 + 0.7 \times 0.4 \times 0.7 = 0.916 - \text{живучести системы}. \quad (6)$$

Здесь  $q3 = 1 - p3$ ,  $q4 = 1 - p4$ .

Если возникновение поражающего фактора является достоверным событием, то устанавливая значение  $p5 = 1.0$ , с помощью функции (5) вычисляется показатель стойкости (условной живучести) системы  $P_c = 0.88$ .

### 3) Модель устойчивости системы.

Структурная модель устойчивости рассматриваемой двухэлементной системы в целом строится путем объединения ранее разработанных СФЦ надежности (см. рис.5) и живучести (см. рис.6).

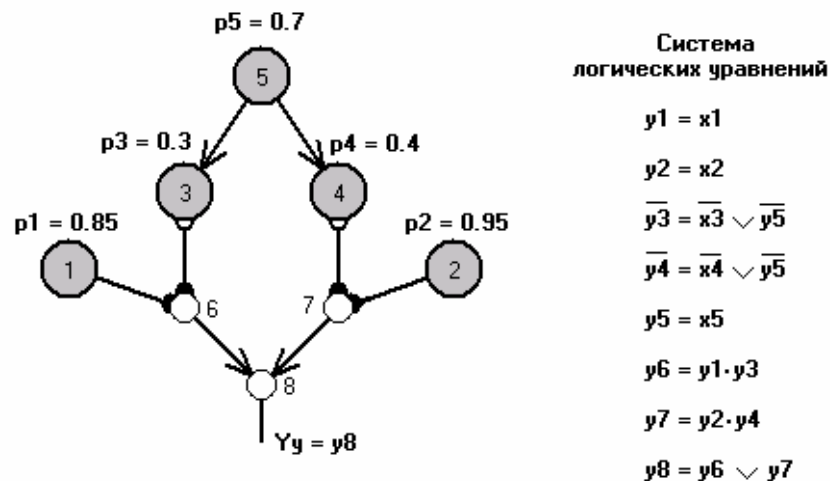


Рис.7. СФЦ устойчивости системы

Здесь на выходе расчетных узлов (фиктивных вершин) 6 и 7 представлены условия  $y_6 = y_1 \cdot \overline{y_3}$  и  $y_7 = y_2 \cdot \overline{y_4}$  сохранения работоспособности (не отказа и не поражения) элементов 1 и 2 соответственно. На выходе расчетного узла 8 представлено условие  $y_8 = y_6 \vee y_7$  сохранения работоспособности (не отказа и не поражения) хотя бы одним элементом. Поэтому оно является логическим критерием  $Y_v = y_8$  комплексной устойчивости рассматриваемой системы в целом. Остальные фрагменты данной СФЦ были рассмотрены в предыдущих примерах. Все заданные вероятностные параметры элементов остались прежними.

Результаты моделирования и расчета устойчивости двухэлементной системы, полученные с помощью ПК АСМ, составляют:

$$Y_v = y_8 = x_2 \cdot (\overline{x_5} \vee \overline{x_4}) \vee \vee x_1 \cdot (\overline{x_5} \vee \overline{x_3}) \quad - \text{логическая функция устойчивости}; \quad (4)$$

$$P_v = q_3 p_5 p_1 \times (1 - q_4 p_2) + + p_5 \times (q_4 p_2 + q_3 p_1) + + q_5 p_2 \quad - \text{вероятностная функция устойчивости}; \quad (5)$$

$$P_v = 0.875845 \quad - \text{вероятностный показатель устойчивости системы}. \quad (6)$$

Следует отметить, что разработанная СФЦ комплексной устойчивости (см. рис.7) рассматриваемой двухэлементной системы, а также ее логическая (4) и вероятностная (5) функции, являются немонотонными, поскольку в них используется логическая операция отрицания (инверсии). Немонотонность проявляется, в частности, в том, что увеличение вероятностей одних элементарных событий (например  $p_1, p_2$ ) приводит к увеличению значения  $P_v$ , а вероятностей других событий (например,  $p_3, p_4$  или  $p_5$ ) – к уменьшению значения этого показателя, что нехарактерно для классических монотонных систем.

#### 4) Модель эффективности технической системы.

Реальная эффективность  $E_C$  является важным показателем так называемых качественно сложных систем, которые в различных состояниях  $Y_j$  работоспособности реализуют цели своего функционирования с разной идеальной (условной) эффективностью  $E_j, j = 1, 2, \dots$ .

Для ранее рассмотренного примера устойчивости двухэлементной системы (см. рис.7) все состояния ее работоспособности определяются критерием  $y_8 = y_6 \vee y_7$ . Эти состояния можно разделить на следующие три качественно различные несовместные группы (области):

1.  $Y_1 = y_6 \cdot y_7$  – состояния полной работоспособности, характеризуются условной эффективностью  $E_1 = 100\%$ ;
2.  $Y_2 = y_6 \cdot \overline{y_7}$  – состояния частичной работоспособности системы с эффективностью  $E_2 = 70\%$ ;
3.  $Y_3 = \overline{y_6} \cdot y_7$  – состояния частичной работоспособности системы с

эффективностью  $E_3 = 30\%$ ;

Для удобства моделирования и расчета реальной эффективности системы СФЦ устойчивости, изображенная на рис.7, дополняется тремя фиктивными вершинами представления условий реализации качественно различных состояний  $Y_j (j=1,2,3)$ . На рис.8 этим вершинам присвоены номера 100, 70 и 30, соответственно значениям уровней условной эффективности.

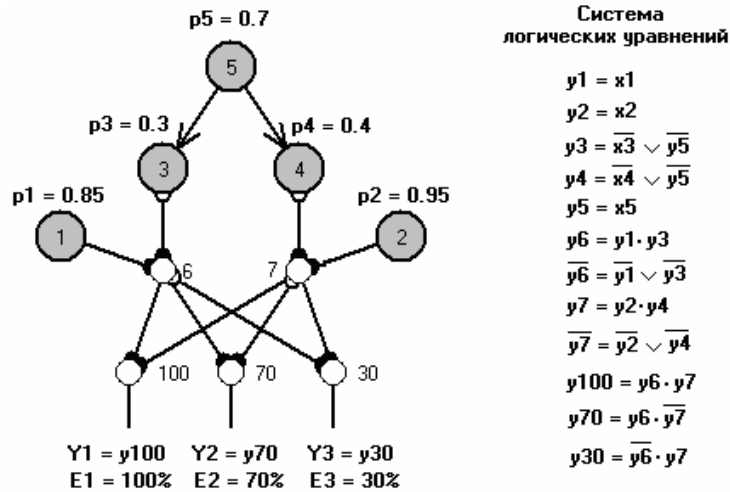


Рис. 8. СФЦ реальной эффективности системы

Автоматизированное моделирование с помощью ПК АСМ позволяет определить вероятности функционирования системы с разными уровнями эффективности:

$$\begin{aligned}
 p(Y_1) &= 0.479655, \quad E_1 = 100\%; \\
 p(Y_2) &= 0.191845, \quad E_2 = 70\%; \\
 p(Y_3) &= 0.204345, \quad E_1 = 30\%;
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

и рассчитать математическое ожидание эффективности (реальную эффективность) системы в целом

$$\begin{aligned}
 E &= E_1 p(Y_1) + E_2 p(Y_2) + E_3 p(Y_3) = \\
 &= 100\% \times 0.479655 + 70\% \times 0.191845 + 30\% \times 0.204345 = 67.525\%.
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

### 5) Моделирование технического риска и ожидаемого ущерба.

Общий логико-вероятностный метод, технология и ПК АСМ позволяют расширить области анализа технического риска и ожидаемого ущерба на надежность, стойкость, живучесть и комплексную устойчивость систем исследуемых опасных производственных объектов и процессов.

Структурно моделирование ожидаемого ущерба подобно моделированию эффективности качественно сложной системы. Отличие заключается только в том, что вместо критериев разных уровней эффективности функционирования должны задаваться критерии  $Y_{Oj}$  возникновения аварий с разными уровнями последствий  $F_j, j = 1, 2, \dots$ .

Рассмотренные простые примеры иллюстрируют основные положения практического применения ОЛВМ, технологии и программных комплексов АСМ для моделирования и расчета показателей всех наиболее важных отдельных и комплексных свойств устойчивости, эффективности и риска функционирования систем. При этом все основные модели и показатели определены в соответствии с действующими руководящими документами и государственными стандартами в области надежности, безопасности и риска сложных технических систем.

В силу относительной малой размерности и простоты рассмотренной двухэлементной дублированной системы, правильность решения всех примеров несложно проверить вручную.

Далее рассматриваются особенности применения ОЛВМ, технологии и ПК АСМ в специальной предметной области анализа боевых систем.

## **В. Примеры моделирования показателей свойств функционирования боевых систем.**

В области военных системных исследований в Военно-Морской академии накоплен определенный положительный опыт применения ОЛВМ, технологии и ПК АСМ. В целях удобства освоения этой технологии заинтересованным читателем сначала приводятся простые примеры моделирования формулы полной вероятности, а затем – законченный пример логико-вероятностного моделирования и оценки свойств функционирования боевой системы.

### **1) Моделирование формулы полной вероятности.**

Одной из характеристик вероятностных моделей боевых систем является учет явлений, направленных как на повышение эффективности выполнения задач элементами, путем обеспечения, взаимодействия, поддержки их действий, так и на снижение эффективности элементов вследствие, например, противодействия противника или влияния иных неблагоприятных факторов. Поэтому модели свойств боевых систем как правило являются немонотонными по самой их физической природе.

Учет в вероятностных моделях свойств боевых систем указанных противоречивых факторов обычно осуществляется с применением формулы полной вероятности

$$P_A = \sum_{i=1}^n P(A / H_i) P(H_i). \quad (9)$$

Для корректного модельного отображения функционирования боевых систем необходимо освоить способ модельного представления (9) с помощью СФЦ. Ниже приводится вариант такого представления в типичном фрагменте СФЦ модели боевой системы.

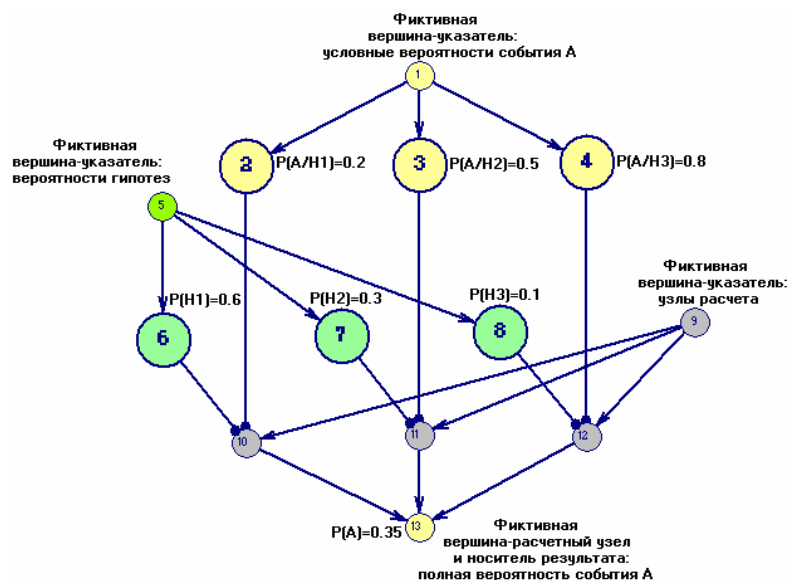


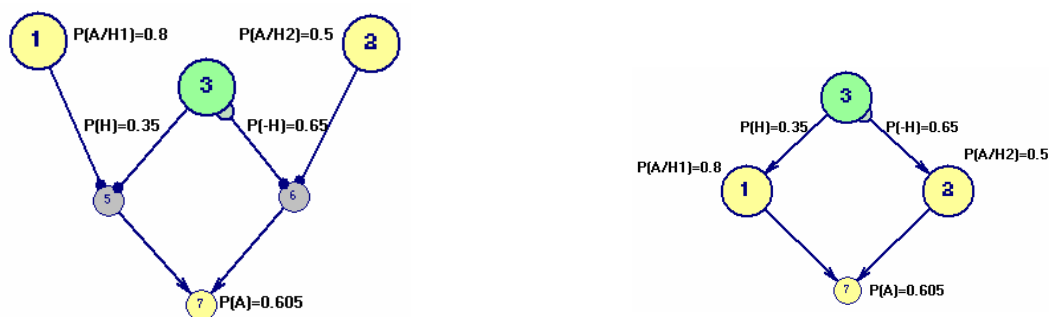
Рис.9. СФЦ с отражением формулы полной вероятности для трех гипотез

События-условия 6, 7, 8 представляют, в СФЦ на рис.9, три гипотезы, которые образуют полную группу **несовместных** событий (ГНС). Это указывается при вводе СФЦ в ПК АСМ. Сумма вероятностей гипотез должна равняться 1.0, иначе ПК АСМ выдаст сообщение "Ошибка нормировки ГНС", что обеспечивает контроль адекватности модели по группам несовместных событий.

Для варианта двух гипотез (несовместных событий), где гипотеза "H" соответствует благоприятствующему фактору, а гипотеза " $\bar{H}$ " – неизменности условий выполнения задачи, формула полной вероятности упрощается

$$P_A = P(A/H)P(H) + P(A/\bar{H})P(\bar{H}), \quad (10)$$

а СФЦ на рис. 9 принимает вид, показанный на рис. 10.



а) с использованием промежуточных узлов расчета 5 и 6

б) без использования промежуточных узлов

Рис. 10. СФЦ с отражением формулы полной вероятности для двух гипотез

Использование промежуточных узлов расчета (см. рис.10.а) делает СФЦ более наглядной в прослеживании логических взаимосвязей.



Выше был рассмотрен вариант одной группы гипотез. Однако в условиях обстановки встречается и более сложный вариант осуществления двух и более соподчиненных групп гипотез. Их реализация для двух соподчиненных групп гипотез – противоположных событий  $H_1, \bar{H}_1$  и  $H_2, \bar{H}_2$  осуществляется с использованием узла инверсии (см. рис.3 первой части статьи в МРЭ №3 (21), 2007 г.). Таким же образом создаются и более сложные комбинации гипотез и событий, с проверкой адекватности фрагментов СФЦ замыслу, путем просчета выходных функций с помощью моделирования на ПК АСМ.

Теперь уже нет необходимости размышлять о порядке учета в СФЦ явления зависимости эффективности от условий функционирования элементов боевой системы, вследствие обеспечения действий или снижения эффективности из-за противодействия и иных неблагоприятных факторов. Достаточно задать условные вероятности событий и вероятности гипотетических условий, а затем воспользоваться фрагментами СФЦ согласно рис.3 (см. часть 1), рис.9 и рис.10.

## 2) Модель эффективности боевой системы.

В качестве иллюстративного примера ОЛВМ-моделирования боевой эффективности, рассматривается оценка выполнения боевой системой задачи поражения противника с учетом его противодействия. СФЦ этой системы приведена на рис.11.

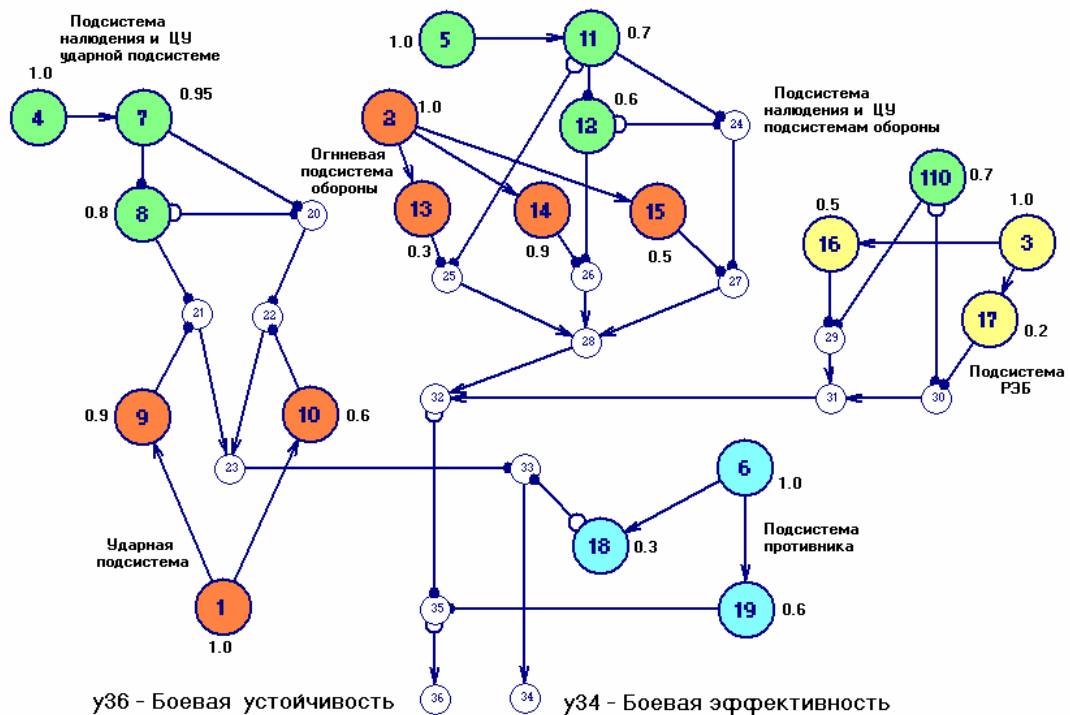


Рис. 11. СФЦ выполнения боевой системой задачи поражения противника

Применительно к боевым системам, выполнение задачи совпадает с целью ее функционирования и оценивается показателем эффективности.

Характерной особенностью моделей функционирования боевых систем является либо объединение в одну общую СФЦ структурных схем функционирования систем двух противоборствующих сторон, либо включение в СФЦ структурной схемы функционирования оцениваемой боевой системы дополнительных функциональных вершин, отражающих вероятности воздействия факторов противодействия противника.

Характеристика элементов и структуры СФЦ (см. рис.11).

1. Модельные значения вероятностей в функциональных вершинах показаны на схеме.

2. Начальные функциональные вершины 1, 2, 3, 4, 5 и 6, при заданных собственных вероятностях "1.0" - определяют ввод в действие соответствующих подсистем, а при заданных вероятностях "0.0" – вывод из действия этих подсистем в общей модели боевой системы.

3. Функциональные вершины представляют следующие элементарные события модели эффективности боевой системы:

- 1 – функционирование ударной подсистемы;
- 2 – функционирование оборонительной огневой подсистемы;
- 3 – функционирование оборонительной подсистемы РЭБ;
- 4 – функционирование обеспечивающей подсистемы наблюдения и целеуказания (ЦУ) ударной подсистеме;
- 5 – функционирование подсистемы наблюдения и ЦУ оборонительным подсистемам;
- 6 – функционирование подсистемы противник;
- 7 – обнаружение обеспечивающей подсистемой наблюдения объекта удара с точностью до области возможных положений цели (ОВПЦ);
- 8 – локализация обеспечивающей подсистемой наблюдения объекта удара;
- 9 – вывод ударного оружия в зону поражения объекта противника по полным данным ЦУ;
- 10 – вывод ударного оружия в ОВПЦ;
- 11 – обнаружение обеспечивающей подсистемой средств нападения противника в дальней зоне, наличие данных ЦУ средствам коллективной обороны;
- 12 – обнаружение обеспечивающей подсистемой средств нападения противника в ближней зоне, наличие данных ЦУ индивидуальным средствам обороны;
- 13 – отражение средств нападения противника дежурными огневыми средствами самообороны при отсутствии данных обнаружения;
- 14 – отражение средств нападения противника коллективными и индивидуальными огневыми средствами при наличии данных ЦУ;
- 15 – отражение средств нападения противника коллективными огневыми средствами при отсутствии данных ЦУ средствам обороны в ближней зоне;
- 110 – размножена вершина 11, представляет то же событие обнаружения обеспечивающей подсистемой средств нападения противника в

- дальней зоне, наличие данных ЦУ средствам РЭБ;
- 16 – подавление средств нападения противника средствами РЭБ при отсутствии данных ЦУ;
- 17 – подавление средств нападения противника средствами РЭБ при наличии данных ЦУ;
- 18 – огневое противодействие противника ударной подсистеме;
- 19 – удар противника по своему объекту – боевой системе.

Структура связей и система фиктивных вершин в СФЦ на рис.11, представляют сценарий функционирования элементов боевой системы. При необходимости может быть учтено влияние временного фактора (упреждения) по всем параметрам обстановки и действий сил сторон.

4. В качестве показателя боевой эффективности выбрана вероятность поражения противника. Критерием этого системного события является  $Y_{БЭ} = y34$ . Автоматизированное моделирование и расчет боевой эффективности с помощью ПК АСМ дает следующие результаты.

$$Y_{БЭ} = y34 = \overline{x8 \ x6 \ x1 \ x10 \ x4 \ x7} \vee \vee \overline{x8 \ x6 \ x1 \ x9 \ x4 \ x7} \vee \vee \overline{x8 \ x1 \ x10 \ x4 \ x18 \ x7} \vee \vee \overline{x8 \ x1 \ x9 \ x4 \ x18 \ x7} \quad - \text{логическая функция БЭ}; \quad (11)$$

$$P_{БЭ} = q8 \ q6 \ p1 \ p10 \ p4 \ p7 + + p8 \ q6 \ p1 \ p9 \ p4 \ p7 + + q8 \ p6 \ p1 \ p10 \ p4 \ q18 \ p7 + + p8 \ p6 \ p1 \ p9 \ p4 \ q18 \ p7 \quad - \text{вероятностная функция БЭ}; \quad (12)$$

$$P_{БЭ} = 0.5586 \quad - \text{вероятностный поражения противника.} \quad (13)$$

5. В качестве показателя боевой устойчивости выбрана вероятность сохранения боеспособности своей боевой системы. Критерием этого системного события является  $Y_{БУ} = y36$ . Автоматизированное моделирование и расчет боевой устойчивости с помощью ПК АСМ дает следующие результаты.

$$Y_{БУ} = y34 = \overline{x3 \ x17 \ x12} \vee \vee \overline{x3 \ x16 \ x12} \vee \vee \overline{x2 \ x15 \ x12 \ x11 \ x5} \vee \vee \overline{x2 \ x14 \ x12 \ x11 \ x5} \vee \vee \overline{x2 \ x13 \ x5} \vee \vee \overline{x2 \ x13 \ x11} \vee \vee \overline{x6} \vee \vee \overline{x19} \quad - \text{логическая функция БУ}; \quad (14)$$

$$P_{БУ} = p19 \ p6 \ p3 \ p17 \ q12 + + p19 \ p6 \ p3 \ p16 \ p12 + + p19 \ p6 \ p2 \ p13 \ q5 + + q6 + + p19 \ p6 \ p2 \ p13 \ q11 \ p5 + + p19 \ p6 \ p2 \ p15 \ q12 \ p11 \ p5 + + p19 \ p6 \ p2 \ p14 \ p12 \ p11 \ p5 + + q19 \ p6 - - p19 \ p6 \ p3 \ p16 \ p2 \ p13 \ p12 \ q5 - - p19 \ p6 \ p3 \ p16 \ p2 \ p13 \ p12 \ q11 \ p5 - - p19 \ p6 \ p3 \ p16 \ p2 \ p14 \ p12 \ p11 \ p5 - - p19 \ p6 \ p3 \ p17 \ p2 \ p13 \ q12 \ q5 - - p19 \ p6 \ p3 \ p17 \ p2 \ p13 \ q12 \ q11 \ p5 - - p19 \ p6 \ p3 \ p17 \ p2 \ p15 \ q12 \ p11 \ p5 \quad - \text{вероятностная функция БУ}; \quad (15)$$

$$P_{БУ} = 0.7648 \quad - \text{вероятностный сохранения боеспособности своих сил.} \quad (16)$$

Очевидно, что составление и решение аналитических уравнений, адекватно отражающих логическую структуру представленного примера СФЦ гипотетической боевой системы, является непростой задачей. Корректность автоматического построения математических моделей и выполнения расчетов в технологии АСМ была подтверждена в 2005-2007 годах успешной экспертизой комплекса АРБИТР в Совете по аттестации программных средств НТЦ ЯРБ при Ростехнадзоре РФ [1].

Формирование СФЦ, при приобретении определенных навыков, принципиальной трудности не составляет, а наличие готовых шаблонов и фрагментарных заготовок позволит выполнять эту работу в сравнительно короткие сроки. Эти обстоятельства, с учетом стереотипности структур и сценариев применения боевых систем, являются свидетельством эффективности и перспективности применения ОЛВМ, теории, технологии и программных комплексов АСМ при обосновании решений на ведение боевых действий и в исследовании создаваемых боевых систем.

Рекомендуется внимательно рассмотреть этот пример и использованные средства составления СФЦ, что обеспечит успешное начало использования ОЛВМ и технологии АСМ.

#### **Литература (см. также выпуск МРЭ №3 (21), сентябрь 2007)**

1. АРБИТР, «Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем (ПК АСМ СЗМА), базовая версия 1.0». Автор Можяев А.С. Правообладатель ОАО «СПИК СЗМА». // Свидетельство об официальной регистрации № 2003611101. – М.: РОСПАТЕНТ РФ, 2003. Аттестационный паспорт программного средства № 222 от 21 февраля 2007 г. Совета по аттестации ПС НТЦ ЯРБ при Ростехнадзоре РФ.
2. Можяев А.С., Гладкова И.А. Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования сложных систем 2001 (ПК АСМ 2001). // Свидетельство об официальной регистрации № 2003611099. – М.: РОСПАТЕНТ РФ, 2003.
3. Можяев А.С. Автоматизированное структурно-логическое моделирование систем // Учебник. – СПб: ВМА им Кузнецова Н.Г., 2006. 590 с.

#### **(Продолжение следует)**

Дополнительные сведения по применению и развитию комплекса АРБИТР, ОЛВМ и технологии АСМ можно получить на сайте ОАО "СПИК СЗМА": <http://www.szma.com>.