

ISSN 1684-6400

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

12 (184)

2011

САПР

КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА

МЕТОДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДЫ

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

НЕЙРОСЕТИ И
НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

ОПТИМИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

ИТ В ОБРАЗОВАНИИ

ГИС

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

12(184)
2011

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Издается с ноября 1995 г.

УЧРЕДИТЕЛЬ
Издательство "Новые технологии"

СОДЕРЖАНИЕ

WEB-ТЕХНОЛОГИИ

- Васенин В. А., Шундеев А. С. Развитие веб-технологий и промежуточного программного обеспечения 2
Тарнавский Г. А., Чесноков С. С. Анализ клиентской базы Центра компьютерного моделирования, "облачного" портала Интернета 9

ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

- Рогозов Ю. И., Свиридов А. С., Дегтярев А. А. Анализ и перспективы развития разработки программного обеспечения 16
Лидовский В. В. Анализ LR-разбора для 18 языков программирования. 21

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

- Дербенев Н. В., Толчеев В. О. Выявление нечетких дубликатов в наукометрическом анализе 24
Юсупова Н. И., Валеев Р. С. Рациональное размещение грузов в контейнеры с учетом их физических характеристик с помощью роботизированного комплекса . . . 30
Болховитянов А. В., Гусев С. В., Чеповский А. М. Модель и база знаний глагольного управления в предложениях на русском языке 37

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

- Кузнецов Л. А. Меры оценки состояния объектов и процессов при мониторинге . . 40
Иванов И. А., Увайсов С. У. Информационная модель процесса проектирования контролепригодных радиоэлектронных средств 45
Сперанский Д. В. Идентификация состояний одного типа билинейных систем . . 48

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

- Фролов С. В., Горбунов А. В., Лядов М. А., Фареев С. Г. Блочный-иерархический подход для построения базы знаний информационной системы мониторинга состояния головного мозга человека 54
Садыков С. С., Белякова А. С. Математические модели некоторых сердечно-сосудистых заболеваний 59

ИСТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

- Ковач Г., Шилов В. В. М-3: к истории компьютера первого поколения 64
Указатель статей, опубликованных в журнале "Информационные технологии" в 2011 г. 73
Указатель приложений к журналу "Информационные технологии", опубликованных в 2011 г. 78
Contents 79
Приложение. Сигарев А. А. Концепция построения MPP систем с линейным ростом ускорений.

Главный редактор
НОРЕНКОВ И. П.

Зам. гл. редактора
ФИЛИМОНОВ Н. Б.

Редакционная
коллегия:

АВДОШИН С. М.
АНТОНОВ Б. И.
БАТИЩЕВ Д. И.
БАРСКИЙ А. Б.
БОЖКО А. Н.
ВАСЕНИН В. А.
ГАЛУШКИН А. И.
ГЛОРИОЗОВ Е. Л.
ДОМРАЧЕВ В. Г.
ЗАГИДУЛЛИН Р. Ш.
ЗАРУБИН В. С.
ИВАННИКОВ А. Д.
ИСАЕНКО Р. О.
КОЛИН К. К.
КУЛАГИН В. П.
КУРЕЙЧИК В. М.
ЛЬВОВИЧ Я. Е.
МАЛЬЦЕВ П. П.
МЕДВЕДЕВ Н. В.
МИХАЙЛОВ Б. М.
НЕЧАЕВ В. В.
ПАВЛОВ В. В.
ПУЗАНКОВ Д. В.
РЯБОВ Г. Г.
СОКОЛОВ Б. В.
СТЕМПКОВСКИЙ А. Л.
УСКОВ В. Л.
ФОМИЧЕВ В. А.
ЧЕРМОШЕНЦЕВ С. Ф.
ШИЛОВ В. В.

Редакция:

БЕЗМЕНОВА М. Ю.
ГРИГОРИН-РЯБОВА Е. В.
ЛЫСЕНКО А. В.
ЧУГУНОВА А. В.

Информация о журнале доступна по сети Internet по адресу <http://novtex.ru/IT>.
Журнал включен в систему Российского индекса научного цитирования.
Журнал входит в Перечень научных журналов, в которых по рекомендации ВАК РФ должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

реализациям, доступным обработке. Содержание технологии мониторинга может быть детализировано введением по аналогии с контрольными картами предупредительных и критических границ, 3σ -х интервалов и т. п. Выход за границы может определяться автоматически соответствующими системами, реализующими предложенные статистики, и иметь соответствующее технологическое развитие.

Разработанные статистические характеристики ориентированы на систематическое применение вычислительных систем и могут быть использованы при синтезе автоматических систем мониторинга.

Список литературы

1. Кузнецов Л. А. Управление качеством в сложных технологических процессах // Проблемы управления. 2007. № 3. С. 47—53.
2. Кузнецов Л. А. Исследование и оценка эволюции технологии // Методы менеджмента качества. 2008. № 3. С. 24—29.
3. Кузнецов Л. А. Некоторые формальные методы выявления технологических причин невыполнения регламента многомерного качества // Приборы и системы: управление, контроль, диагностика. 2010. № 3. С. 1—11.
4. Шеннон К. Математическая теория связи. 1948. — В кн.: К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике: пер. с англ. под ред. Р. Л. Добрушина и О. Б. Лупанова. М.: ИЛ, 1963.
5. Бард Й. Нелинейное оценивание параметров: пер. с англ. В. С. Дуженко и Е. С. Фоминой // Под ред. и с пред. В. Г. Горского. М.: Статистика, 1979. 349 с.

УДК 004.652:621.396.1

И. А. Иванов, аспирант,
С. У. Увайсов, д-р техн. наук, проф.,
МИЭМ, e-mail: Uvaysov@yandex.ru

Информационная модель процесса проектирования контролепригодных радиоэлектронных средств

Предложена информационная модель процесса обеспечения контролепригодности радиоэлектронных средств на стадии проектирования, представляющая собой комплекс взаимосвязанных модулей для приема, обработки, хранения и передачи данных. В модели заложены все основные свойства и информационные связи объекта при современном автоматизированном проектировании с учетом разнородности протекающих физических процессов.

Ключевые слова: проектирование радиоэлектронных средств; информационная модель; контролепригодность; диагностирование; моделирование электрическое, тепловое, механическое, диагностическое

Проектирование радиоэлектронных средств (РЭС) сопровождается процессом непрерывной передачи, обработки и хранения информации. Для описания и исследования такого рода процессов широко применяются информационные модели.

Информационная модель — модель, которая учитывает существенные свойства объекта и информационные связи между ними и позволяет оценить выходные характеристики процесса проектирования при подаче на модель информации об изменениях входных величин.

Анализ современного состояния процесса автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств, а также попыток применения извест-

ных подходов, методов и показателей обеспечения контролепригодности выявил ряд существенных проблем.

Это связано прежде всего с тем, что существующая технология обеспечения контролепригодности ориентирована на оценку достигнутого уровня относительно некоторого аналога, которого, применительно к вновь проектируемым РЭС, может не быть. Кроме того, имеющаяся система противоречивых показателей не позволяет целенаправленно обеспечить контролепригодность электронных средств [2, 3, 6]. Поэтому в работе предложен новый метод автоматизированного проектирования РЭС в аспекте безусловного обеспечения контролепригодности при заданной глубине и требуемой полноте диагностирования технического состояния [7]. В основе метода лежит информационная модель процесса проектирования контролепригодных электронных средств, представленная на рисунке (см. третью сторону обложки).

Разработанная информационная модель может быть описана системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} T_4 = \Phi_1(T_1, T_2) \\ T_5 = \Phi_3(T_1, T_2, T_4) \\ T_6 = \Phi_0(T_1, T_2, T_3) \\ T_7 = \Phi_3(T_2, T_4) \\ T_8 = \Phi_4(T_1, T_2) \\ T_9 = \Phi_5(T_7, T_8) \\ T_{10} = \Phi_6(T_3, T_6, T_9) \\ T_{11} = \Phi_7(T_2, T_3, T_4, T_{12}) \\ T_{12} = \Phi_8(T_2, T_3, T_4, T_{12}) \\ T_{16} = \Phi_{12} \left[\left\{ \begin{array}{l} T_{13} = \Phi_9(T_1, T_4, T_{11}, T_{12}, Y_0) \\ T_{14} = \Phi_{10}(T_1, T_{12}, T_{13}, Y_0) \\ T_{15} = \Phi_{11}(T_1, T_4, T_{12}, T_{14}, Y_0) \end{array} \right\} \right] \\ \left\{ \begin{array}{l} Y_0 = 0, \text{ если } K = 1 \\ Y_0 = \Phi_{13}(T_{16}), \text{ если } K < 1. \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Исходной информацией для начала проектирования являются три массива: $T1$, $T2$ и $T3$. Массив данных $T1$ представляет собой техническое задание, содержащее набор требований к проектируемому объекту, а также описание условий его дальнейшей эксплуатации. То есть в данном массиве содержится информация о множестве входных воздействий $X_i(\zeta)$, множестве выходных характеристик $Y_i(\zeta)$, где ζ — независимый аргумент. Массив $T2$ — справочная информация по электрорадиоизделиям (ЭРИ), которая содержит множество внутренних параметров элементов $Q_i(z)$, зависящих от множества внешних воздействий Z [9]. В случае, если проектируемое изделие или его отдельные части имеют аналоги, по которым собрана статистика отказов (рекламаций), то в таком случае формируется массив $T3$, содержащий всю эксплуатационную статистику. $T3$ представляет собой матрицу M_{NV} , где N — число элементов, а V — число параметров применения этих элементов (наработка, интенсивность отказов, причины отказов и т. д.) [8].

Массивы данных $T1$ и $T2$ поступают на вход процедуры формирования математической модели $\Phi1$, в основу которой заложены методы конечных разностей и конечных элементов. Проведение процедуры $\Phi1$ с использованием исходных данных ($T1$, $T2$) позволяет сформировать множество моделей технического процесса ($T4$): $W_i\{X_i(\zeta), Y_i(\zeta), Q_i(z)\}$.

Данное множество представляет собой совокупность моделей различных физических процессов, а именно, электрических, тепловых, механических и др. Например, модель электрических процессов может быть представлена в виде:

$$W_{\Phi}\{[I_{\text{вх}}(\zeta), U_{\text{вх}}(\zeta)], [I_{\text{вых}}(\zeta), U_{\text{вых}}(\zeta)], Q_{\Phi}(z)\} = 0,$$

где $I_{\text{вх}}(\zeta)$, $U_{\text{вх}}(\zeta)$ — множества входных токов и напряжений; $I_{\text{вых}}(\zeta)$, $U_{\text{вых}}(\zeta)$ — множества выходных токов и напряжений; $Q_{\Phi} = Q_{\text{э}} \cup Q_{\text{тф}} \cup Q_{\text{фм}}$ — множество физических параметров, где $Q_{\text{э}}$ — множество внутренних электрических параметров; $Q_{\text{тф}}$ — множество теплофизических параметров; $Q_{\text{фм}}$ — множество физико-механических параметров [5].

С использованием математических моделей физических процессов, протекающих в объекте, проводится электрическое, тепловое и механическое моделирование ($\Phi2$) с применением современных программных средств (MicroCap, OrCad, ТРИАНА, АСОНИКА-ТМ, ANSYS и др.), эффективность которых подтверждается их широким распространением в промышленности.

Результаты моделирования, формирующие массив $T5$, должны удовлетворять всем требованиям технического задания $T1$. $\Phi1$ и $\Phi2$ — это сложные операции, в которых могут протекать многоитерационные процессы по подбору требуемых параметров, элементной базы и элементов конструкций.

$T5$ представляет собой матрицу M_{NP} , где N — число элементов, а P — число расчетных параметров (потенциалы в узлах, токи через элементы, локальные температуры элементов и др.).

Важным звеном в автоматизированном информационном процессе является оператор-эксперт ($\Phi0$). Операции, которые осуществляет эксперт, используя данные $T1$, $T2$, $T3$ и $T4$, позволяют получить массив $T6$, который применяется на дальнейших стадиях контролепригодного проектирования. Обработка входных массивов проводится с помощью имеющегося множества баз знаний E_X [5]:

$$E_X = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_i : \Pi_i = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}\},$$

где Π_i — i -я база знаний; P_n — множество правил.

Массив $T6$ — мнение эксперта, которое учитывается при формировании набора диагностируемых элементов и представляет собой массивы данных в виде вектор-строки

$$x = \left\{ (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n) : \sum_{j=1}^n x_j = 1 \right\},$$

где x_j — весовой коэффициент j -го элемента, по мнению эксперта.

Данная информационная модель описывает в первую очередь, все процессы, связанные с обеспечением контролепригодности. Первым этапом в процессе обеспечения контролепригодности является формирование набора диагностируемых элементов.

Анализируя элементную базу объекта, его схемно-конструкторское решение, технологию проектирования и производства, мы получаем информацию о достаточном наборе элементов ($T10$), обеспечивающем требование технического задания $T1$ по коэффициенту полноты проверки $K_{\text{ПП}}$.

Формирование массива $T10$ осуществляется на основе процедур обработки информации о степени значимости каждого ЭРИ. Для этого операции $\Phi3$ позволяют формировать информацию о чувствительности выходных характеристик к внутренним параметрам элементов ($T7$) в виде матрицы чувствительностей A_{NY} , где N — число параметров элементов; Y — число выходов РЭС. При этом используется множество математических моделей $T4$, описывающих связи выходных характеристик и внутренних параметров $T2$. Используемые методы расчета функции чувствительности достаточно подробно изложены в работе [9].

Параллельно происходит преобразование информационных массивов $T1$, $T2$ и $T3$ в формат входных данных программного комплекса АСОНИКА-К [1] (системы расчета надежности составных частей), где с помощью процедуры $\Phi4$, на основе математических моделей, взятых из справочников по надежности, формируется массив данных $T8$. $T8$ пред-

ставляет собой матрицу, содержащую результаты расчета надежности ЭРЭ.

Процедура (Ф5) обработки массивов $T7$ и $T8$ дает набор весовых коэффициентов, которые приводят множество ЭРИ к ранжированному виду ($T9$) по степеням значимости.

$T9$ — это массив данных в виде упорядоченной вектор-строки:

$$N' = \left\{ (N_i^{r1}, \dots, N_k^{rk}, \dots, N_n^{rn}) : r1 > \dots > rk > \dots > rn, \sum_{k=1}^n rk = 1 \right\},$$

где n — число ЭРИ; rk — значение k -го весового коэффициента, определяющего степень значимости элемента.

Далее проводится выборка (Ф6) из массива $T9$ числа элементов, удовлетворяющего требованиям по полноте проверки. Таким образом формируется массив N'_q . Учет мнения эксперта и имеющихся рекомендаций происходит путем замены последних элементов N'_q на элементы массивов $T3$ и $T6$, в результате чего формируется массив $T10$.

Наборы данных $T1$, $T4$, $T5$ и $T10$ поступают в блок обработки диагностической информации. Для формирования массивов, достаточных для проведения диагностического моделирования, необходимо сформировать список возможных неисправностей и контрольных точек относительно выбранного числа диагностируемых элементов.

В результате процедур обработки входной информации (Ф7 и Ф8) формируются $T11$ и $T12$. $T11$ представляет собой матрицу M_{NQ} , где N — число ЭРИ, а Q — число возможных дефектов. $T12$ представляет собой матрицу M_{RK} , где R — число узлов; K — число контрольных точек. $T12$ соответствует предварительным наборам контрольных точек. В результате диагностического моделирования число контрольных точек и места их расположения могут меняться. Причем, если для электрического моделирования в качестве первоначальных контрольных точек могут быть выбраны выходы схемы, то для теплового моделирования контрольной точкой является корпус каждого ЭРЭ.

Диагностическое моделирование (Ф12) представляет собой многоэтапный информационный процесс, в течение которого осуществляется несколько операций: Ф9, Ф10, Ф11. Для формирования тестовых воздействий ($T13$) обрабатывается информация о возможных дефектах и местах размещения контрольных точек ($T11$, $T12$). Процесс формирования перечня контрольных точек (Ф10)

напрямую связан с набором неисправностей, и с видами и значениями тестовых сигналов. Правильный выбор контрольных точек позволяет повысить эффективность диагностирования.

Основная информационная нагрузка на данном этапе приходится на математическое моделирование физических процессов (Ф11). Процедура Ф11 описывает процесс формирования справочника неисправностей ($T15$), содержащего информацию о видах неисправностей и соответствующих им выходных характеристиках (напряжения в узлах схемы, температура ЭРИ и амплитудно-частотные характеристики в контрольных точках конструкций).

Таким образом, на стадии диагностического моделирования формируется база диагностических данных ($T16$), которая содержит всю информацию о возможных дефектах и методы их идентификации.

Степень однозначности выявления дефектов базой $T16$ определяется процедурой проверки (Ф13) критериальной функции. Если критерий выполняется, то принимается решение о том, что контролепригодность обеспечена. В противном случае, формируется набор рекомендаций в виде управляющего воздействия $U0$. Воздействие позволяет путем целенаправленных изменений параметров процесса диагностического моделирования однозначно обеспечить контролепригодность РЭС.

Таким образом, информационная модель в виде графического и аналитического представлений обеспечивает информационную поддержку процесса автоматизированного контролепригодного проектирования современных радиоэлектронных средств.

Список литературы

1. **Жаднов И. В.** АСОНИКА-К — программный комплекс анализа и обеспечения надежности // Надежность. 2004. № 3(10). С. 5—12.
2. **ГОСТ 23563—79.** Техническая диагностика. Контролепригодность объектов диагностирования. Правила обеспечения. М.: Изд-во стандартов, 1979.
3. **ГОСТ 24029—80.** Техническая диагностика. Категории контролепригодности объектов диагностирования. М.: Изд-во стандартов, 1980.
4. **ГОСТ 26656—85.** Техническая диагностика. Контролепригодность. Общие требования. М.: Изд-во стандартов, 1985.
5. **Гольдин В. В., Журавский В. Г., Сарафанов А. В., Кофанов Ю. Н.** Информационная поддержка жизненного цикла электронных средств. М.: Радио и связь, 2002. 379 с.
6. **Сагунов В. И., Ломакина Л. И.** Контролепригодность структурно связанных систем. М.: Энергоатомиздат, 1990. 111 с.
7. **Увайсов С. У., Увайсов Р. И., Иванов И. А.** Обеспечение контролепригодности радиоэлектронных средств в рамках CALS-технологий // Качество. Инновации. Образование. Вып. 2011. № 68. С. 43—46.
8. **Жаднов В. В., Полесский С. Н., Якубов С. Э.** Оценка качества компонентов компьютерной техники // Надежность. 2008. № 3 (26). С. 26—35.
9. **Кофанов Ю. Н.** Теоретические основы конструирования, технологии и надежности радиоэлектронных средств: учеб. пособие для вузов. М.: Радио и связь, 1991. 360 с.

Д. В. Сперанский, д-р техн. наук, проф.,
МИИТ,
e-mail: speransky.dv@gmail.com

Идентификация состояний одного типа билинейных систем

Объектом исследования являются билинейные системы специального типа. Для систем такого типа получены критерии существования синхронизирующих, установочных и диагностических последовательностей, сформулированные в терминах их характеристических матриц. Предложены и обоснованы аналитические методы поиска перечисленных последовательностей.

Ключевые слова: билинейная система, синхронизирующая последовательность, установочная последовательность, диагностическая последовательность, критерии существования, аналитические методы построения

Введение

Сложность и большая размерность современных цифровых устройств привели к необходимости применения для их проектирования и подготовки тестовых данных в целях контроля и диагностирования специальных программных систем. Эффективная реализация таких систем требует использования передовых информационных технологий. Одна из важнейших функций упомянутых программных систем состоит в моделировании проектируемых и/или реализованных "в железе" цифровых систем.

Известно [1], что отсутствие информации о фазовом состоянии устройства не позволяет предсказывать его реакцию на различные входные воздействия. Очевидно, что в этом случае адекватное моделирование устройства невозможно в принципе. Последний факт приводит к необходимости идентификации (определения) состояния устройства перед началом процесса моделирования его поведения.

Существующие методы идентификации состояния устройства с памятью можно разделить на аппаратные и программные. Аппаратные методы применимы только для реализованных "в железе" устройств. Их можно считать эквивалентными наличию в устройстве кнопки сброса, "обнуляющей" все регистры и другие элементы памяти. К сожалению, этот метод не гарантирует установки устройства в требуемое начальное состояние, если само устройство сброса оказывается неисправным. Альтернативный, но являющийся по существу универсальным, метод установки устройства — программный, предполагает подачу специальных входных

последовательностей. Понятно, что таким методом можно моделировать и аппаратную установку.

В предлагаемой статье рассматриваются проблемы существования и разработки методов поиска различных типов, идентифицирующих состояние входных последовательностей, ориентированных на устройства, математическими моделями которых являются билинейные автоматы специального типа. Заметим, что решение названных проблем является необходимым условием возможности применения программных систем проектирования и/или синтеза тестов для любых типов цифровых устройств с памятью.

Основные определения и постановка задач

Начнем с краткого описания модели билинейного автомата (БА), которая используется в статье, а более детальное описание ее приведено в работе [2]. БА является системой с конечным числом входных полюсов и конечным числом выходных полюсов, на которых наблюдаются реакции системы. Воздействия, поступающие на БА, прикладываются одновременно ко всем входам в дискретные моменты времени, которые для удобства представляются целыми числами.

Условимся, что число входных полюсов равно l , а число выходных полюсов равно n . Предполагается, что входные сигналы принимают значения из поля $GF(p) = \{0, 1, \dots, p-1\}$, где p — простое число. Под состоянием БА понимается упорядоченная совокупность состояний элементов задержек, входящих в структуру БА. Множество состояний БА обозначим через S_n .

Введем следующие обозначения:

$$\mathbf{u}(t) = [u_1(t), \dots, u_l(t)]^T, \mathbf{s}(t) = [s_1(t), \dots, s_n(t)]^T, \\ \mathbf{y}(t) = [y_1(t), \dots, y_n(t)]^T.$$

Здесь $\mathbf{u}(t)$, $\mathbf{s}(t)$, $\mathbf{y}(t)$ — входной вектор, вектор состояния и выходной вектор соответственно.

Функционирование БА задается следующими системами уравнений переходов и выходов:

$$\mathbf{s}(t+1) = \mathbf{A}\mathbf{s}(t) + \left(\sum_{i=1}^l \mathbf{F}_i u_i(t) \right) + \mathbf{B}\mathbf{u}(t), \quad (1)$$

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{C}\mathbf{s}(t) + \mathbf{D}\mathbf{u}(t), \quad (2)$$

где \mathbf{A} , \mathbf{F}_i — матрицы размерности $n \times n$; \mathbf{B} — матрица размерности $n \times l$; \mathbf{C} — матрица размерности $m \times n$, \mathbf{D} — матрица размерности $m \times l$.

Упомянутые матрицы называются характеристическими матрицами БА. Элементы этих матриц являются элементами поля $GF(p)$.