

КОДИРОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА «ДОРОЖНЫХ КАРТ» НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Д.А. ПЕТРОСОВ

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»,
г. Москва

Ключевые слова и фразы: генетический алгоритм; «дорожная карта»; интеллектуальные системы; структурный синтез; эволюционная процедура; экономическая система.

Аннотация: Целью исследования является формирование бинарного кода генотипа альтернатив в задаче структурного синтеза «дорожных карт» развития экономических систем на основе вложенной сети Петри, моделирующей работу генетического алгоритма. Для достижения данной цели решена задача формирования бинарной строки одинаковой длины, независимо от количества элементов, входящих в состав синтезируемого объекта. В качестве гипотезы рассматривалась возможность применения бита контроля для моделирования подключения элемента в модели объекта «дорожной карты» и возможность реализации кодирования независимо от количества моделей в элементной базе. В качестве математических методов использовалось бинарное дерево, которое позволило решить задачу кодирования хромосом таким образом, что любая бинарная строка будет иметь смысл. На основе разработанного подхода предложены правила формирования генотипа одинаковой длины для реализации процедуры эволюционного синтеза.

В настоящее время развитие экономических систем требует тщательного планирования и контроля на всех этапах реализации. Одним из средств, направленных на планирование и синхронизацию работ, являются «дорожные карты». Данное инструментальное средство хорошо зарекомендовало себя в разных сферах деятельности человека, в частности, в экономике:

- разработка сценариев развития продуктов;
- развития технологий;
- развития отраслей, рынка, сегментов промышленности;
- развития компании;
- развития систем с указанием основных этапов, временными ограничениями и набором целевых показателей [1; 2].

В отличие от бизнес-плана, «дорожная карта» – это стратегический документ, рассчитанный на долгий срок исполнения, который позволяет реализовать процедуру гибкого

управления и оптимизации каждого протекающего процесса [2].

В процессе разработки данного документа требуется определиться с целью, которую можно представить как переход от начального состояния к конечному. Поэтому для решения задачи интеллектуального структурно-параметрического синтеза «дорожной карты» требуется определить:

- начальное состояние системы;
- конечное состояние, к которому должна прийти система;
- промежуточные состояния системы, которые требуется достигнуть при движении от начального состояния к конечному;
- типы ресурсов и их количество, используемые при достижении поставленной цели;
- временной интервал, в течение которого требуется достичь перехода системы из начального состояния к конечному;
- элементы (исполнители), которые могут

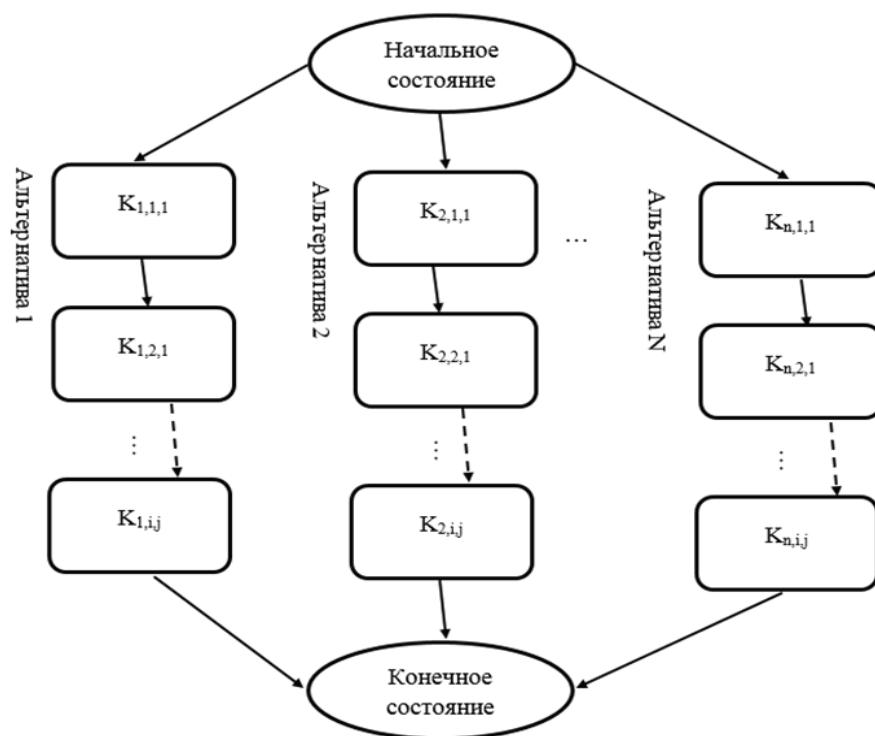


Рис. 1. Структура «дорожной карты»

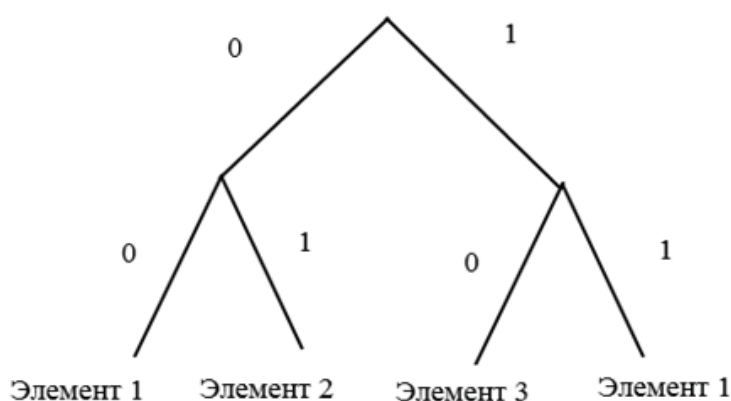


Рис. 2. Пример кодирования элементов с помощью бинарного дерева

быть использованы для достижения поставленной цели.

При использовании генетического алгоритма в качестве инструментального средства для решения задачи структурно-параметрического синтеза требуется определить структуру бинарной строки и метод кодирования элементов и межэлементных связей.

На рис. 1 показана структура «дорожной карты», где $K_{n,i,j}$ – элемент (исполнитель), при этом n – номер альтернативы, в которой стоит элемент, i – номер этапа, j – уникальный но-

мер элемента. Между элементами реализованы связи, которые позволяют переходить от одного этапа к другому как в рамках одной альтернативы.

В генетическом алгоритме каждая альтернатива представляет собой особь популяции. При ее кодировании целесообразно использование бинарного дерева (рис. 2).

В приведенном примере показано кодирование трех элементов, которые могут участвовать в процедуре интеллектуального синтеза.

Соответственно, в бинарной строке гено-

	Бит контроля	Код элемента		Бит контроля	Код элемента		Бит контроля	Код элемента	
Бинарная строка	1	0	1	0	1	1	1	0	1
Физическое значение	Подключен	Элемент 2		Отключен	Элемент 1		Подключен	Элемент 2	

Рис. 3. Пример кодирования генотипа альтернативы

типа условные элементы могут быть представлены следующими комбинациями: Элемент 1 – «00», «11»; Элемент 2 – «01»; Элемент 3 – «10».

Так как длина кода элемента должна быть одинаковой у всех элементов, а количество элементов не всегда может быть кратно $2N$, то целесообразно дополнить пул элементов дублированием (в приведенном примере продублирован Элемент 1). Таким образом, любая бинарная строка, полученная в результате генерации начальной популяции, будет иметь смысл.

Количество этапов в альтернативах может не совпадать, поэтому имеет смысл добавить контрольный бит подключения элемента перед его бинарным кодом (рис. 3).

Таким образом, работа генетического алго-

ритма будет проходить над бинарной строкой, которая всегда будет иметь смысл.

Для оценки функции приспособленности целесообразно выполнять имитационный эксперимент над полученными в результате синтеза моделями альтернатив. В качестве математического инструментария для моделирования элементов и генетического алгоритма возможно использование теории сетей Петри [3; 4].

Теория сетей Петри обладает широким спектром расширений, которые позволяют моделировать как дискретные, так и непрерывные процессы, которые могут протекать при планировании развития экономических систем [4–8], а также выполнять анализ полученных решений с использованием деревьев достижимости.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-07-00634-А.

Литература

1. Крылова, Ю. Дорожная карта как инструмент интеграции продуктового и технологического планирования / Ю. Крылова // Практический маркетинг. – 2007. – № 5(123). – С. 15–19.
2. Комков, Н.И. «Дорожная карта» как инструмент технологического прогнозирования и анализа инновационных проектов / Н.И. Комков, С.Ю. Ерошкин, Н.Г. Мамонтова // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – 2008. – Т. 6. – С. 242–265.
3. Петросов, Д.А. Эволюционный синтез систем на основе заданной элементной базы компонентов / Д.А. Петросов, В.А. Ломазов, Д.А. Басавин // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2015. – № 7(204). – С. 116–124.

References

1. Krylova, YU. Dorozhnaya karta kak instrument integratsii produktovogo i tekhnologicheskogo planirovaniya / YU. Krylova // Prakticheskij marketing. – 2007. – № 5(123). – S. 15–19.
2. Komkov, N.I. «Dorozhnaya karta» kak instrument tekhnologicheskogo prognozirovaniya i analiza innovatsionnykh proektov / N.I. Komkov, S.YU. Eroshkin, N.G. Mamontova // Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyajstvennogo prognozirovaniya RAN. – 2008. – T. 6. – S. 242–265.
3. Petrosov, D.A. Evolyutsionnyj sintez sistem na osnove zadannoj elementnoj bazy komponentov / D.A. Petrosov, V.A. Lomazov, D.A. Basavin // Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Informatika. – 2015. – № 7(204). – S. 116–124.

© Д.А. Петросов, 2020