

# Стратегии проектирования и методы описания сложных систем на основе функционально-структурной теории

М. Г. Гриф, email: [grifmg@mail.ru](mailto:grifmg@mail.ru)

С. А. Кочетов, e-mail: [sa.kochetov@gmail.com](mailto:sa.kochetov@gmail.com)

Новосибирский государственный технический университет

Воронеж-2021

# Актуальность

Важнейшим направлением в исследовании и автоматизации проектных работ, является разработка систем интеллектуальной поддержки, позволяющих описывать процессы функционирования (ПФ) сложных систем, в которых основное место уделяется человеку, как лицу, принимающему решения. Такие человеко-машинные системы (ЧМС) используются во многих областях человеческой деятельности.

Анализ используемых моделей ПФ ЧМС показывает, что одним из универсальных методов описания является аппарат функциональных сетей (ФС), функционально-структурная теория (ФСТ) и обобщенный структурный метод (ОСМ) проф. Губинского А. И.

# Формализованное описание процессов функционирования ЧМС

Под операцией  $o \equiv o(F, E, S, Q)$  понимается процесс выполнения функции  $F$  элементом  $E$  в состоянии ЧМС  $S, Q$  - показатели эффективности, качества и надежности (ЭКН).

В показатели ЭКН входят вероятность безошибочного и бездефектного выполнения операции, среднее время выполнения операции, стоимость выполнения (или дохода) операции.

# Формализованное описание процессов функционирования ЧМС

Операция может быть простой - типовой функциональной единицей (ТФЕ), и составной, если включает в себя множество других операций. В качестве ТФЕ могут выступать: «рабочая операция» (РО), проверка условий: проверка правильности выполнения контролируемой операции («функциональный контроль», ФК), проверка работоспособности техники и (или) человека («диагностический контроль», ДК) и др. Часто встречающиеся комбинации ТФЕ, для которых заранее рассчитаны математические модели, представляют собой типовые функциональные структуры (ТФС).

# Формализованное описание процессов функционирования ЧМС

Отдельный процесс функционирования ЧМС представляется в виде суперпозиции ТФС.

Две операции с совпадающей функцией являются альтернативными («параметрическими») способами выполнения операции, так же как и составные операции – «структурными».

Задача оптимизации (обобщенная задача динамического программирования) ставится следующим образом:

$$K_{\text{ЭКН}}(A) \rightarrow \text{extr}, A \in M_d \subseteq M_a$$

где  $K_{\text{ЭКН}}(A)$  - критерий оптимальности для сочетаний критериев ЭКН;

$M_d$  – множество допустимых альтернатив,  $M_a$  - альтернативные варианты процесса.

# Проектирование ПФ ЧМС методом «сверху в низ»

Начинать проектировать систему можно непосредственно «сверху», представив ее в виде «черного ящика». При таком подходе, на начальном этапе проектирования ФС рассматривается как составная операция, представляющая суперпозицию множества альтернативных способов ее выполнения. Далее каждая составная операция раскрывается до самого «низа», представляя каждую суперпозицию как множество альтернативных способов ее выполнения пока не будет состоять только из простых операций. Такая стратегия носит название «сверху в низ».

# Стратегии проектирования процессов функционирования ЧМС

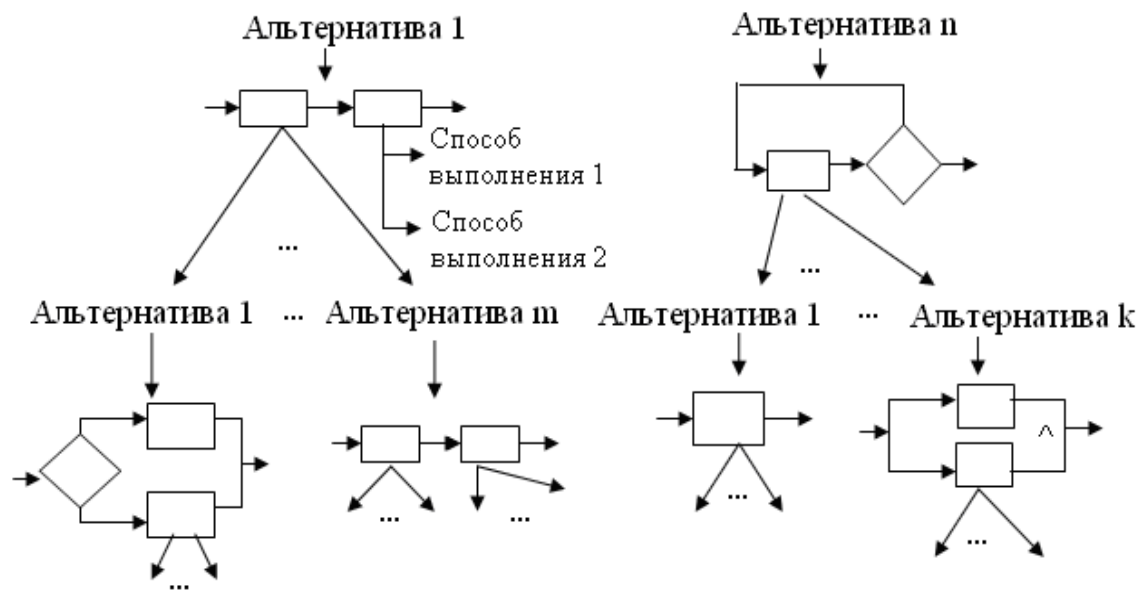


Рис. 1. Альтернативный граф для ПФ ЧМС

# Проектирование ПФ ЧМС методом «снизу в верх»

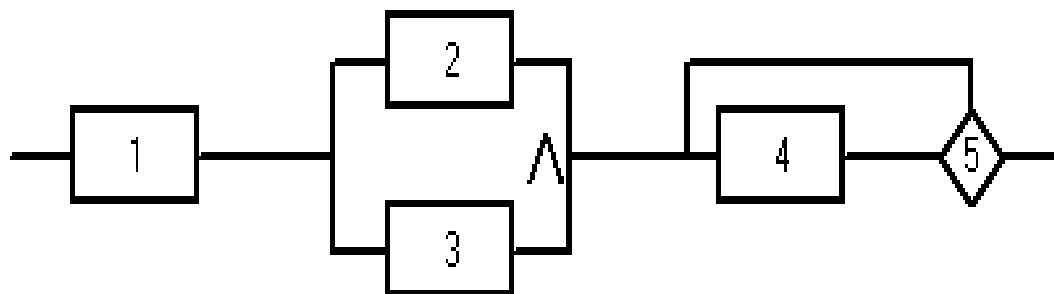


Рис. 2. Представление ПФ ЧМС в виде ФС



# Расширение языка описания процессов функционирования ЧМС

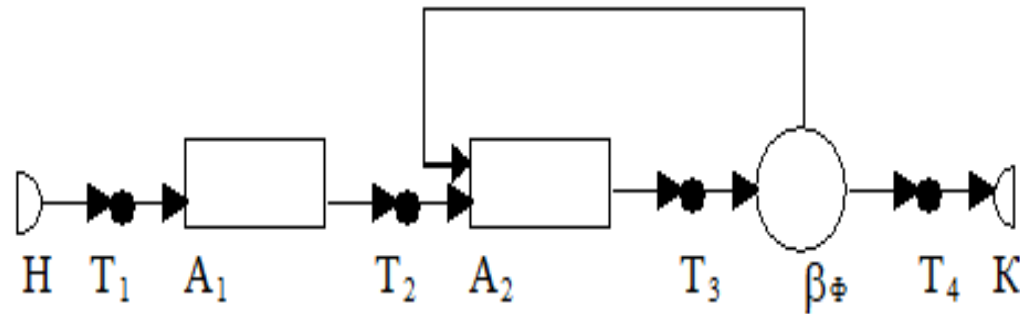


Рис. 3. Представление ПФ ЧМС с использованием композиционеров

# Заключение

Проведенное формальное описание процессов функционирования человеко-машинных систем. Рассмотрены методы автоматизации проектирования процессов функционирования таких систем на основе функционально-структурной теории и обобщенного структурного метода проф. А. И. Губинского. Предоставлены стратегии «сверху в низ», «снизу в верх» и смешанного проектирования ЧМС. Представлены способы описания ПФ ЧМС в виде альтернативного графа, задающие суперпозицию ФС в явном виде. Разработан язык описания ПФ ЧМС, представляющий собой множество бинарных отношений элементов, входящих в ФС.