

XXI Международная конференция по мягким
вычислениям и измерениям

23 – 25 мая, 2018

Россия, Санкт-Петербург



Real-Time Control Algorithms Logic's Semantics based on Adaptive Schedules

Адаптивные расписания как семантическая модель управляющих
алгоритмов реального времени

А.А. Тюгашев

Д-р техн. наук, заведующий кафедрой «Прикладная математика,
информатика и информационные системы»

*Самарский государственный университет путей
сообщения*

Разновидности алгоритмов *Kinds of algorithms*

❑ **Вычислительные**
Computational

Input data → { S } → *Output data*

❑ **Управляющие**
Control algorithms

❑ **Реагирующие системы – бесконечный цикл обработки событий**

Reactive systems Infinite cycle of event's waiting and processing

❑ **Системы реального времени**

Real-Time Systems

❑ **Управляемые событиями**

Event-Driven

❑ **Управляемые временем**
Реализация расписания

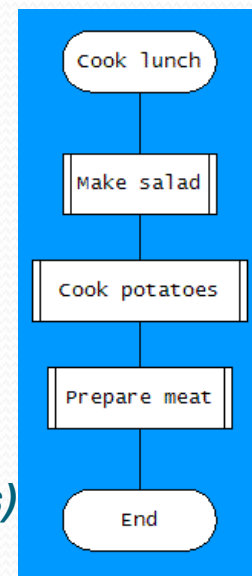
Time-Driven
(Cyclogram)

SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018

Вычислительные алгоритмы

Computational Algorithm – Models and Semantics

- ❑ Реализует вычислимую функцию *Transforms Input data to Output data*
- ❑ Корректен, если *Correct if*
 - ❑ Завершается при корректных исходных данных
Finishes if Input data is right defined
 - ❑ Output data matches requirements (specification)
- ❑ Широко известные математические модели
There are several mathematical models
 - ❑ Turing Machine, Post Machine Машина Тьюринга, машина Поста
 - ❑ Нормальные алгоритмы Маркова *Markov's Normal Algorithms*
 - ❑ Рекурсивные функции *Recursive Functions*, etc.
- ❑ Адекватно представляются блок-схемами
- ❑ Присутствуют начало и конец *There are begin and end(s)*
- ❑ Нет шкалы времени *There are no time constraints and timer(s)*
- ❑ Известные модели семантики *Models of semantics*
 - ❑ Аксиоматическая *Axiomatic semantics* (Hoare, Floyd) *Pre {S} Post*
 - ❑ Денотационная семантика *Denotational semantics*, etc.
 - ❑ Операционная семантика *Operational*



Реагирующие системы

Reactive System – Models and Semantics

- ❑ Бесконечный цикл обработки событий

Must right process the input event flow

- ❑ Основные составляющие – действия

The main components are Actions

- ❑ Существующие модели семантики *Existing Semantic Models*

- ❑ Модель Крипке

Kripke Structure

- ❑ Конечные автоматы

Finite State Machine

- ❑ Сети Петри

Petri Nets

- ❑ Отсутствует нормальное завершение *There are no Ends*

- ❑ Нет временных ограничений *There are no Time Constraints*

- ❑ Нет временной шкалы и таймеров *There are no Time Scale (timers)*

- ❑ Асинхронны по природе *Asynchronous Nature*

- ❑ Корректен, если *Correct if*

- ❑ Правильно обрабатывает входящие события

Execute Right Actions as reaction on Events

Time-Driven Real-Time Control Algorithm

- ☐ Должен реализовать план (циклограмма, расписание)

Should implement required Schedule(s) (Cyclogramme)

- ☐ Основные компоненты - действия

The main components are Actions

- ☐ Известные семантические модели *Existing Semantic Models*

- ☐ Временные автоматы

Timed Automata

- ☐ Временные сети Петри

Timed Petri Nets

- ☐ Присутствуют Начало и Конец

There are Begin and Ends

- ☐ Есть 'жесткие' временные ограничения *There are 'hard' time Constraints*

- ☐ Присутствуют таймеры

There are timers

- ☐ Синхронны по природе

Synchronous Nature

- ☐ Корректен, если *Correct if*

- ☐ Выполняет по заданному расписанию необходимые действия с учетом складывающейся ситуации

Executes right actions at right time

Классификационная таблица алгоритмов

<i>Разновидности алгоритмов</i>	<i>Наличие окончания</i>	<i>Основные составляющие</i>	<i>Природа</i>	<i>Наличие таймеров (шкалы времени)</i>
Вычислительные	Да	Преобразователи данных (вычисления)	Активная	Нет
Управляющие асинхронные (реагирующие системы)	Нет (как правило), бесконечный цикл ожидания событий)	Действия	Пассивная	Нет
УА реального времени, управляемые событиями	Нет (как правило), бесконечный цикл ожидания событий)	Действия	Пассивная	Да
УА РВ реального времени, управляемые временем	Да (как правило)	Действия	Активная	Да

SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018

Classification of the Algorithms

<i>Kinds of the Algorithms</i>	<i>Presence of the End(s)</i>	<i>Basic components</i>	<i>Nature</i>	<i>Presence of time scale, timer(s)</i>
Computational	+	Data Transformers	Active	-
Reactive Systems	- Endless Cycle of Events Waiting	Actions	Passive	-
Event-driven Real-Time Control Algorithms	- Endless Cycle of Events Waiting	Actions	Passive	+
Time-driven Real-Time Control Algorithms	+	Actions	Active	+

SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018

Управление КА

как пример управления сложным техническим комплексом

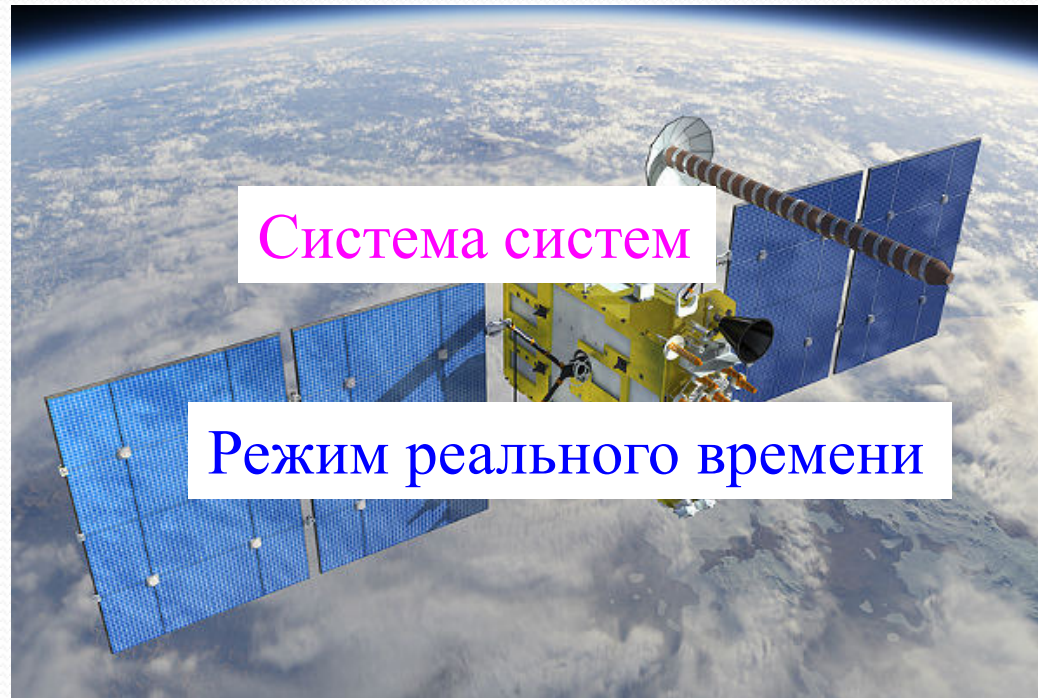
Система управления движением

Командная радиолиния

Система
энергоснабже
ния

Телеметричес
кая система

Целевая
аппаратура



Бортовой
комплекс
управления

Система
терморегулир
ования

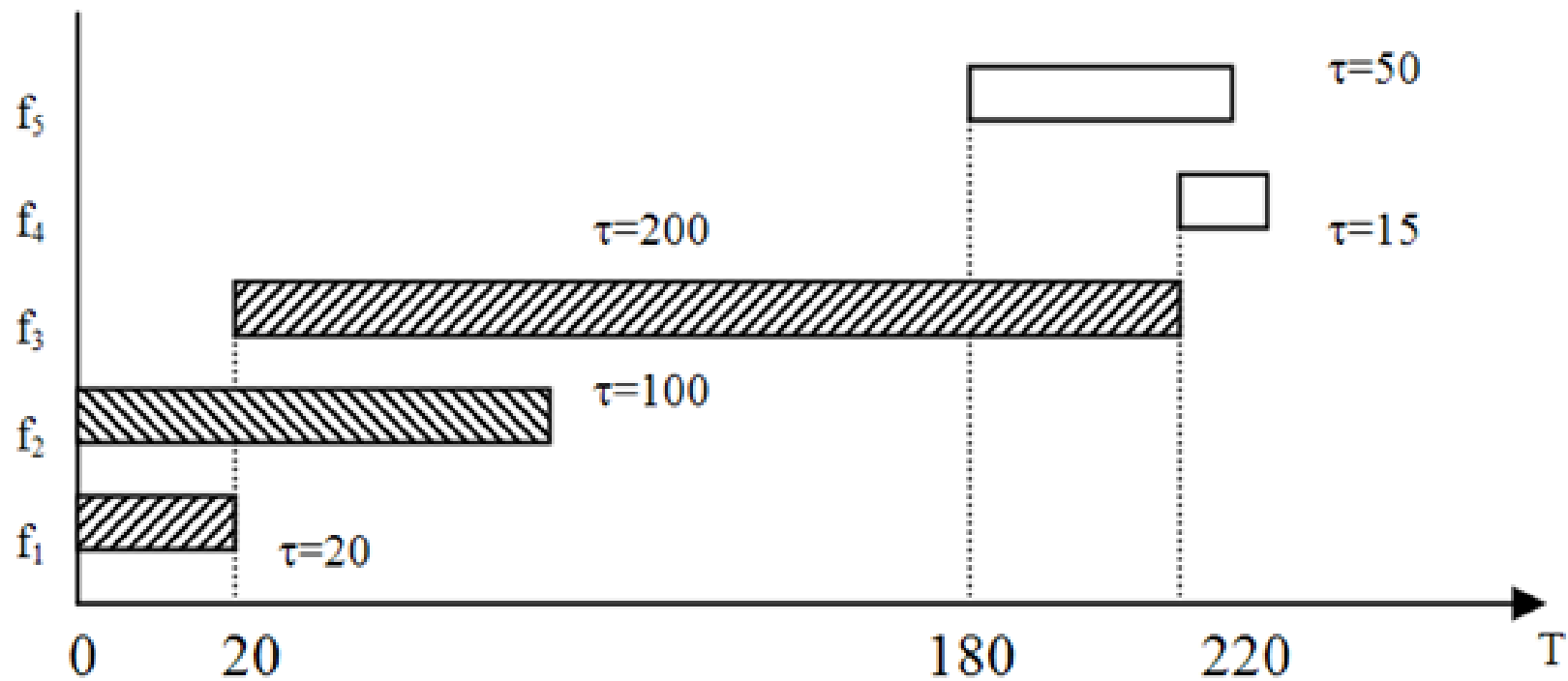
Система
автономной
навигации

Все должны вступать вовремя



SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018

От циклограммы к адаптивному расписанию



SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018

Семантическая модель

Semantic model of time-driven real-time control algorithm

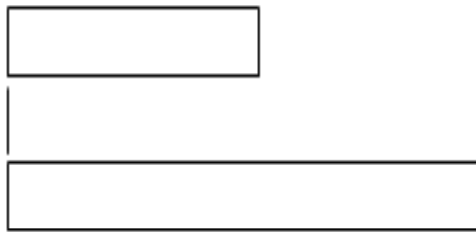
$$\text{УА РВ} = \{ \langle f_i, t_i, \tau_i, l_i \rangle \}, i=1...N,$$

f_i – идентификатор действия functional process ID,
 t_i – время начала begin time,
 τ_i – продолжительность duration of the functional process,
 l_i – логический вектор, обуславливающий действие
logical vector associated with f_i 'guard conditions'
 $l_i = \langle \alpha_1, \dots, \alpha_k \rangle, k=1...M$, возможные значения $\{И, FALSE, INDEPENDENT\}$

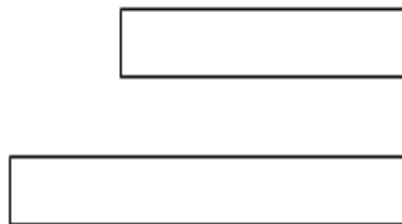
Базовые временные соотношения между процессами

basic temporal relations

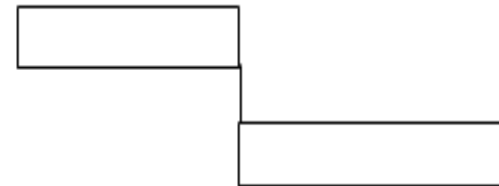
Совпадение по началу



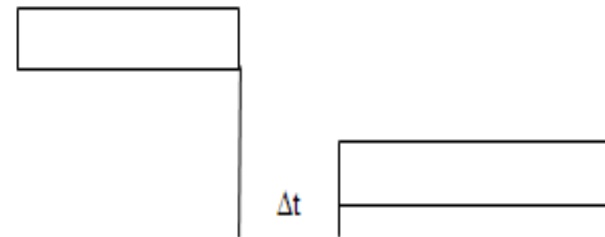
Совпадение по концу



Непосредственное следование



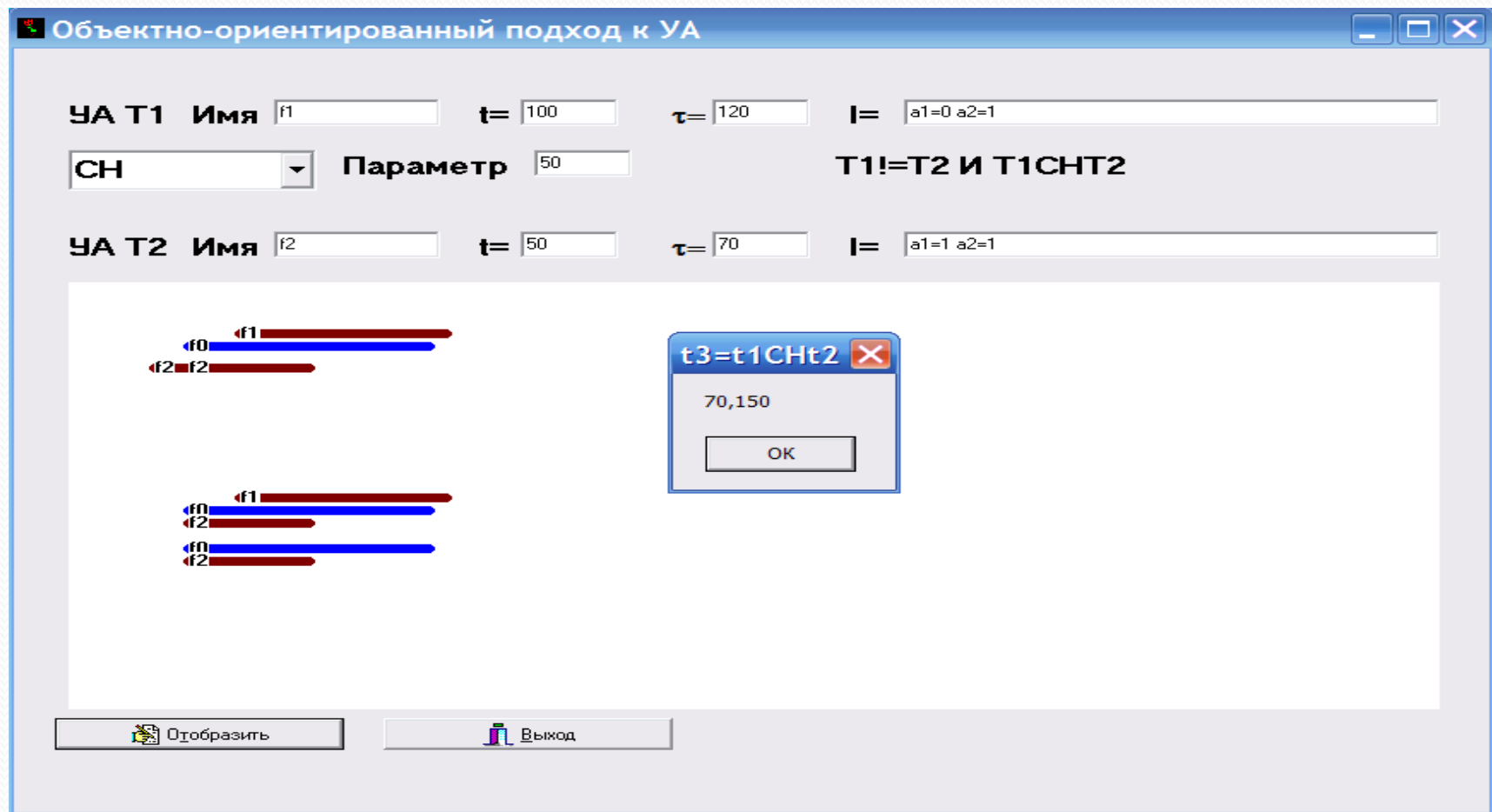
Следование с указанием интервала



Базовые связи между действиями (функциональными процессами)

Notation	Sense	Signature
CH	begin – begin	$(UA_1, UA_2) \rightarrow UA$
CK	end – end	$(UA_1, UA_2) \rightarrow UA$
\rightarrow	direct Following	$(UA_1, UA_2) \rightarrow UA$
H	Overlapping	$(UA_1, UA_2, \text{integer}) \rightarrow UA$
$3A$	delayed following	$(UA_1, UA_2, \text{integer}) \rightarrow UA$
$@$	absolute Time Binding	$(UA, \text{integer}) \rightarrow UA$
\Rightarrow	Logical causing	$(\text{condition}, UA) \rightarrow UA$

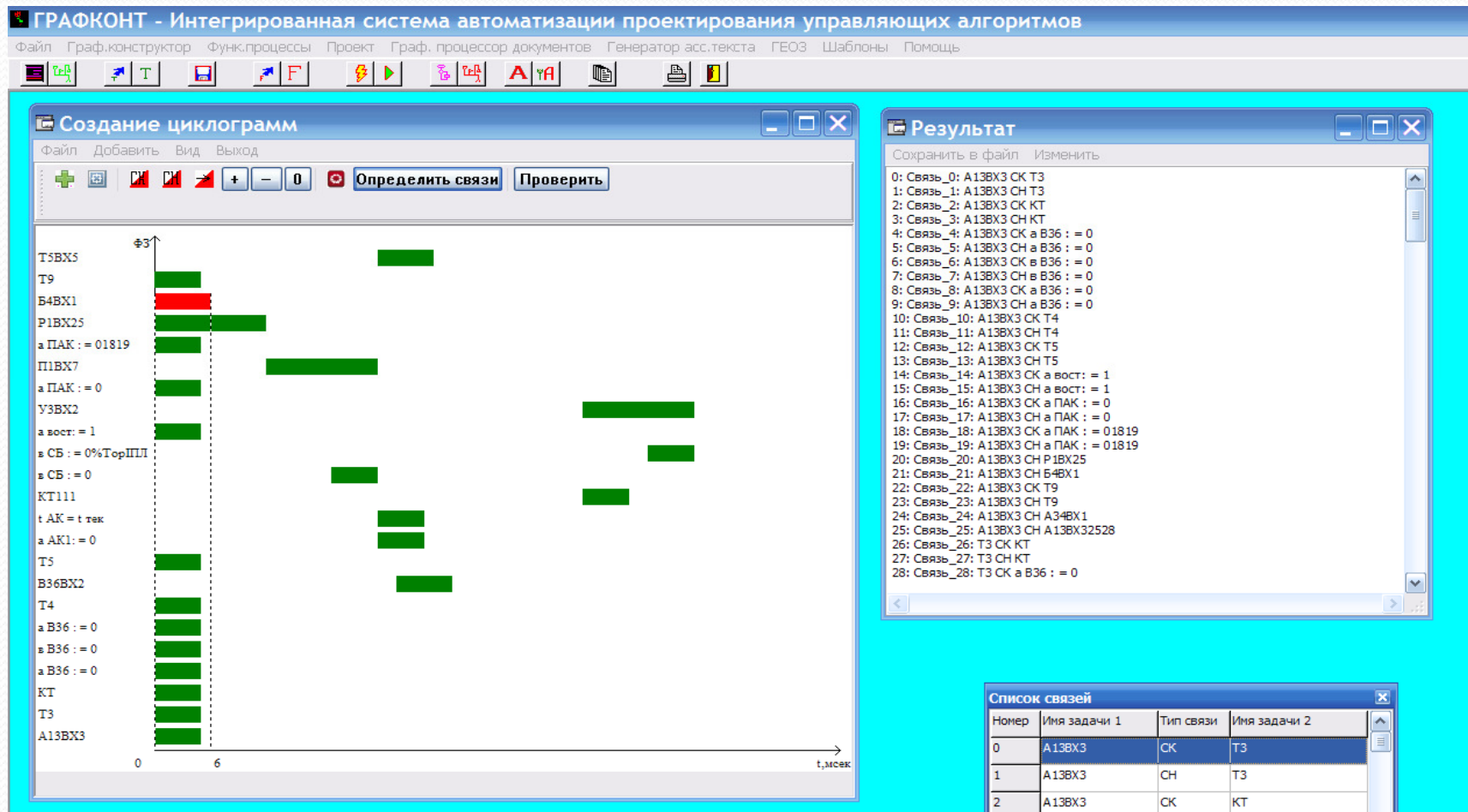
«Быстрая» проверка временных соотношений 'fast' relationship discovery tool



SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018

Средство верификации УА РВ

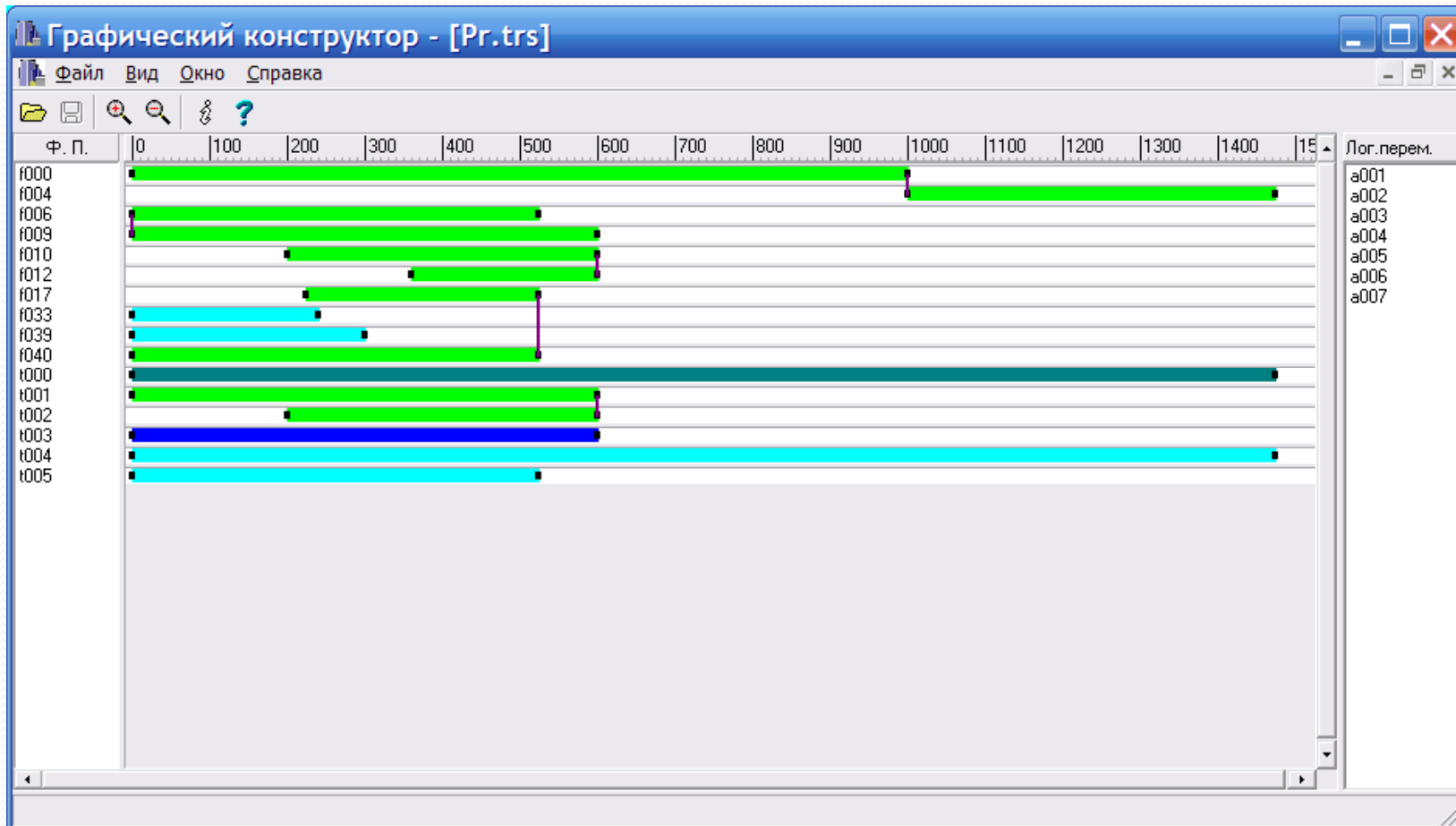
Advanced Control Logic verification tool



SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018

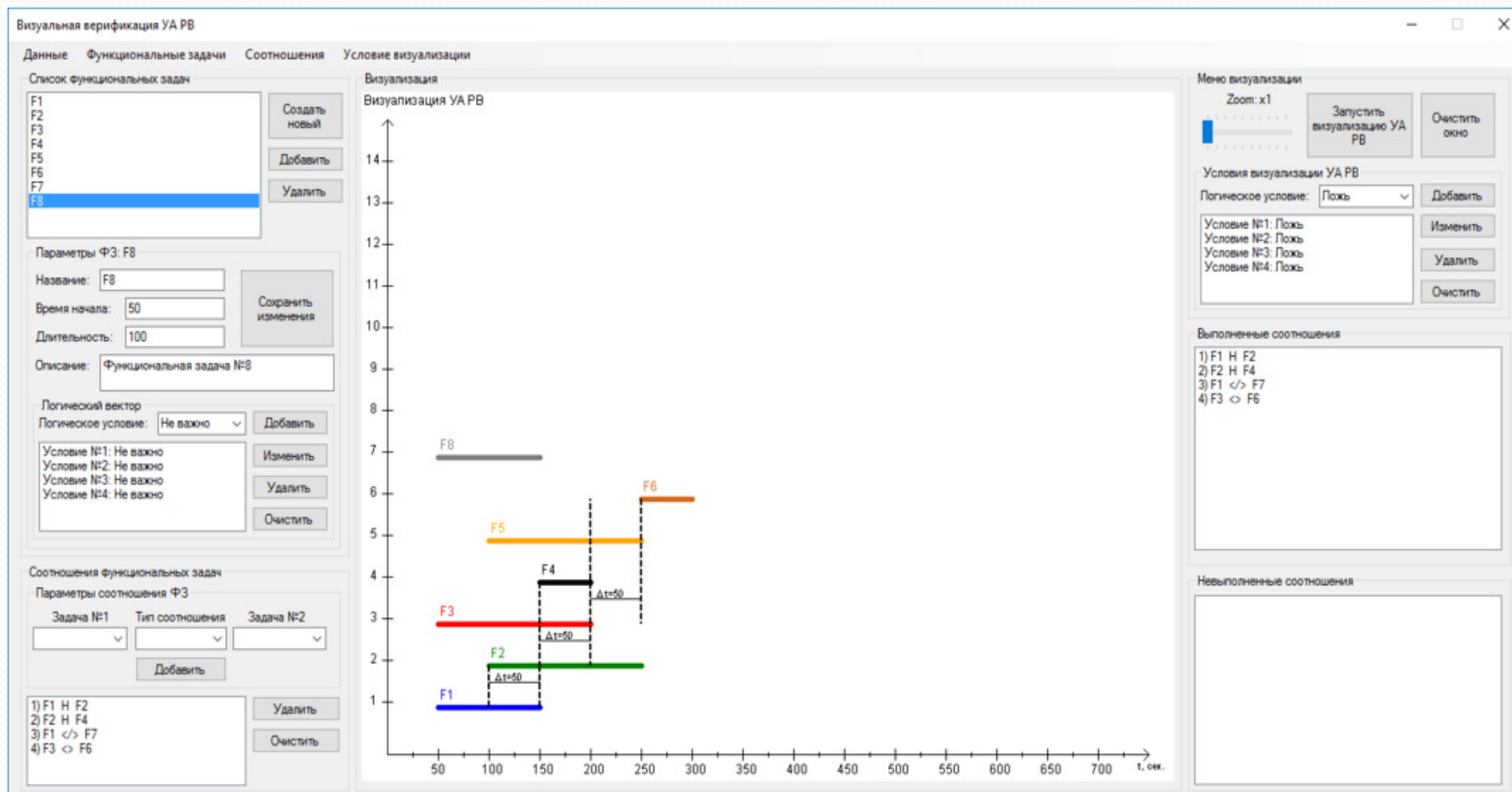
Визуальный конструктор циклограмм

Graphical Schedules Builder



SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018

Next version of complex visualizer & verifier



SCM'2018 Санкт-Петербург, 23-25 мая 2018



*Спасибо за внимание!
Вопросы?*

*Тел. +7-917-104-04-93
Эл.почта: tau797@mail.ru*

