

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

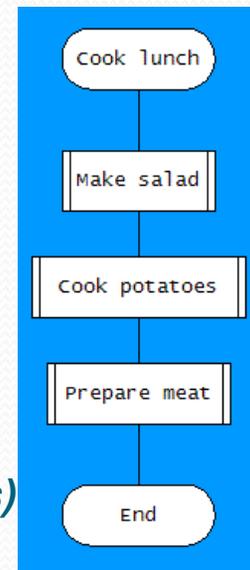
Time-Driven
(Cyclogram)

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

- ❑ **Конечно-автоматные модели**

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

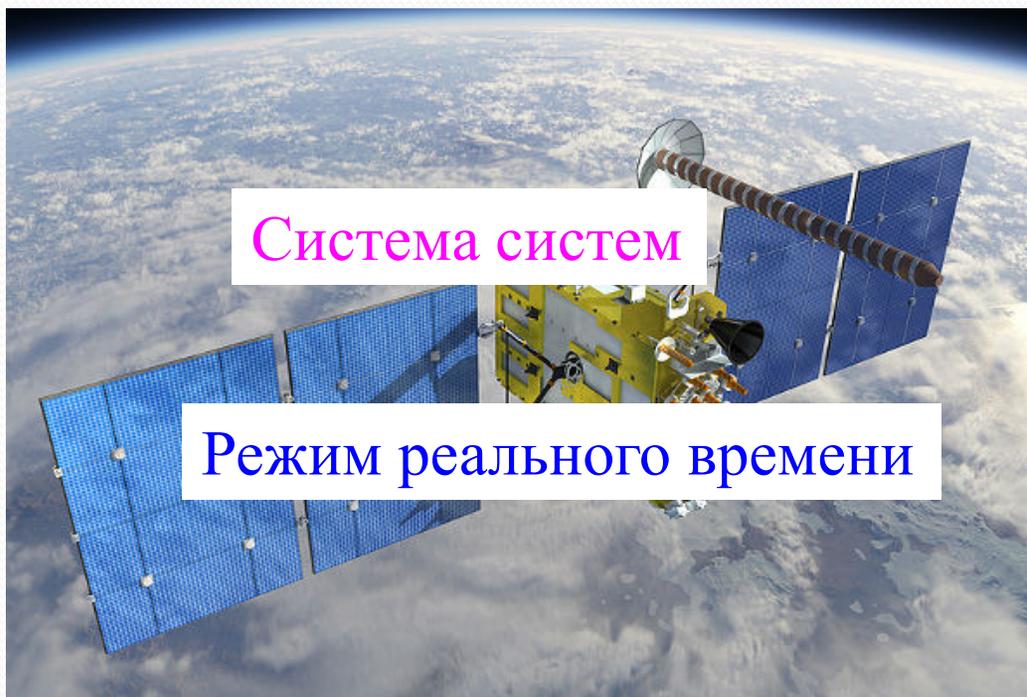
Система управления движением

Командная радиолиния

Система энергоснабжения

Телеметрическая система

Целевая аппаратура



Бортовой комплекс управления

Система терморегулирования

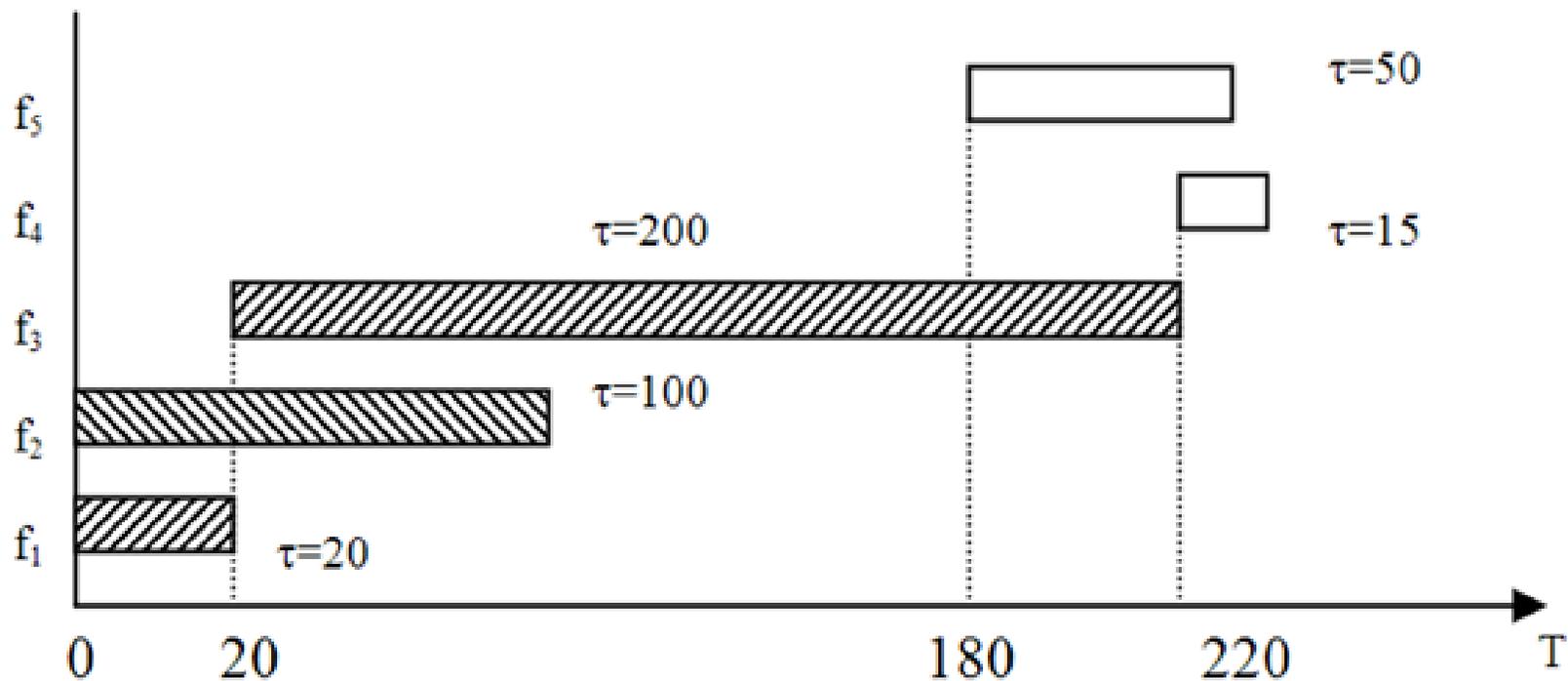
Система автономной навигации

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

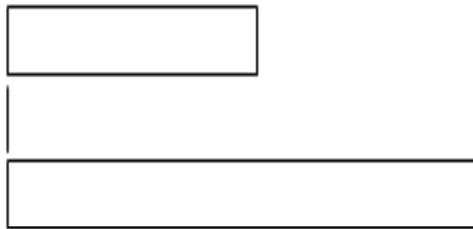
$$\text{УА РВ} = \{ \langle f_i, t_i, \tau_i, l_i \rangle \}, i=1\dots N,$$

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'
 $l_i = \langle \alpha_1, \dots, \alpha_k \rangle, k=1\dots M$, возможные значения {И, FALSE, INDEPENDENT}

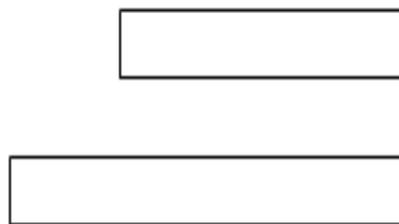
Базовые временные соотношения между процессами

basic temporal relations

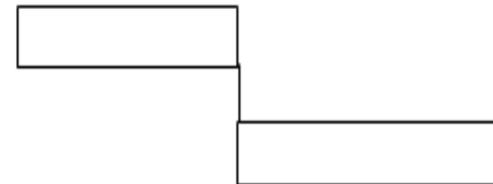
Совпадение по началу



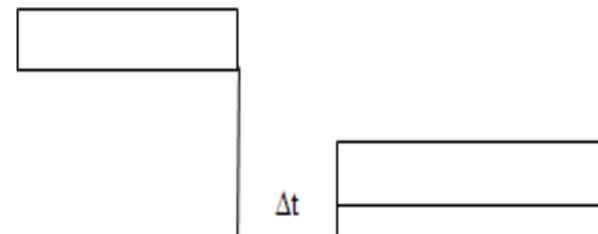
Совпадение по концу



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

Объектно-ориентированный подход к УА

УА T1 Имя t= τ = l=

Параметр T1!=T2 И T1CHT2

УА T2 Имя t= τ = l=

Diagram 1: f1 (red bar), f0 (blue bar), f2 (red bar)

Diagram 2: f1 (red bar), f2 (blue bar), f0 (red bar), f2 (blue bar)

Dialog: t3=t1CHt2
70,150
OK

Отобразить Выход

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

Средство верификации УА РВ

Advanced Control Logic verification tool

ГРАФКОНТ - Интегрированная система автоматизации проектирования управляющих алгоритмов

Файл Граф.конструктор Функции процессы Проект Граф. процессор документов Генератор асс. текста ГЕОЗ Шаблоны Помощь

Создание циклограмм

Файл Добавить Вид Выход

Определить связи Проверить

Результат

Сохранить в файл Изменить

```

0: Связь_0: A13BX3 СК Т3
1: Связь_1: A13BX3 СН Т3
2: Связь_2: A13BX3 СК КТ
3: Связь_3: A13BX3 СН КТ
4: Связь_4: A13BX3 СК а В36 : = 0
5: Связь_5: A13BX3 СН а В36 : = 0
6: Связь_6: A13BX3 СК в В36 : = 0
7: Связь_7: A13BX3 СН в В36 : = 0
8: Связь_8: A13BX3 СК а В36 : = 0
9: Связь_9: A13BX3 СН а В36 : = 0
10: Связь_10: A13BX3 СК Т4
11: Связь_11: A13BX3 СН Т4
12: Связь_12: A13BX3 СК Т5
13: Связь_13: A13BX3 СН Т5
14: Связь_14: A13BX3 СК а вост: = 1
15: Связь_15: A13BX3 СН а вост: = 1
16: Связь_16: A13BX3 СК а ПАК : = 0
17: Связь_17: A13BX3 СН а ПАК : = 0
18: Связь_18: A13BX3 СК а ПАК : = 01819
19: Связь_19: A13BX3 СН а ПАК : = 01819
20: Связь_20: A13BX3 СН P1BX25
21: Связь_21: A13BX3 СН B4BX1
22: Связь_22: A13BX3 СК Т9
23: Связь_23: A13BX3 СН Т9
24: Связь_24: A13BX3 СН A34BX1
25: Связь_25: A13BX3 СН A13BX32528
26: Связь_26: Т3 СК КТ
27: Связь_27: Т3 СН КТ
28: Связь_28: Т3 СК а В36 : = 0
    
```

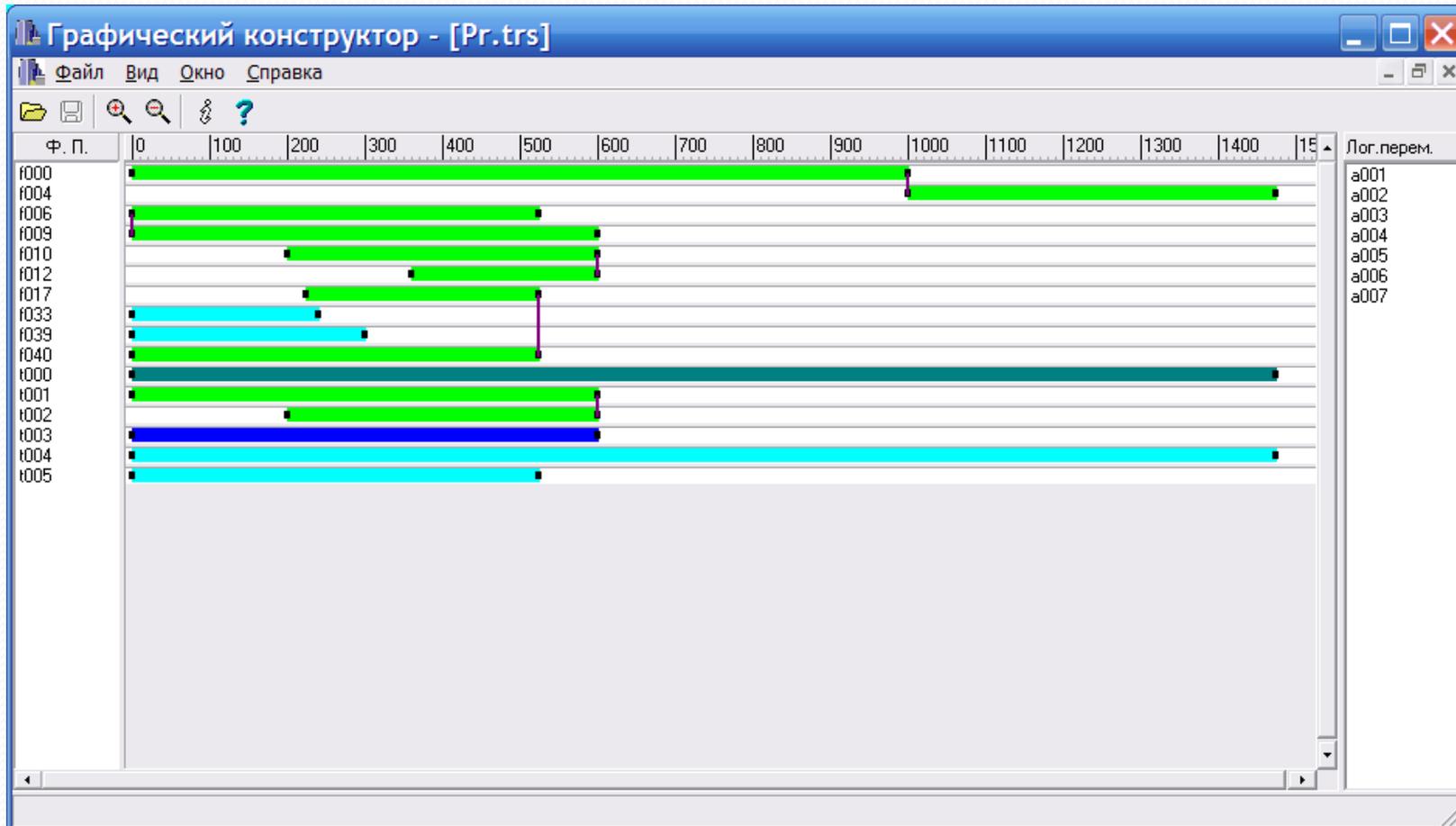
Список связей

Номер	Имя задачи 1	Тип связи	Имя задачи 2
0	A13BX3	СК	Т3
1	A13BX3	СН	Т3
2	A13BX3	СК	КТ

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

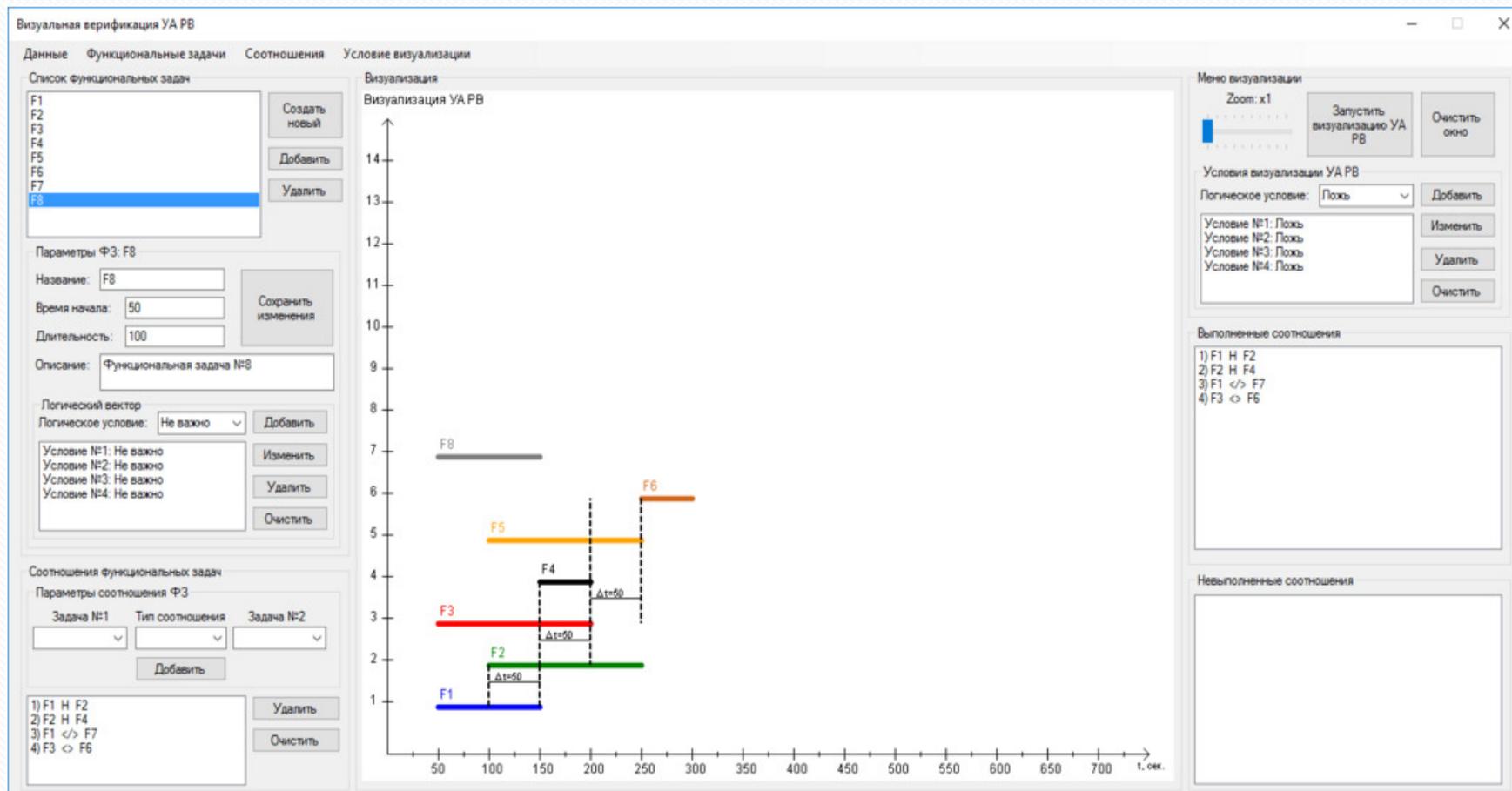
Визуальный конструктор циклограмм

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*

