



**KAZAN
DIGITAL
WEEK 2022**
21–24 СЕНТЯБРЯ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ



ПОД ЭГИДОЙ
ПРАВИТЕЛЬСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



УЧРЕДИТЕЛЬ
КАБИНЕТ МИНИСТРОВ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН



ГОД ЦИФРОВИЗАЦИИ
В РЕСПУБЛИКЕ
ТАТАРСТАН

**Тематическое направление:
«Цифровые технологии в сфере государственного
управления»**

Секция : «Циркуляторная экономика»

**Thematic areas:
«Digital technologies in the field of public administration»
Section: "Circular Economy"**

Казань, 2022



ГОД ЦИФРОВИЗАЦИИ
В РЕСПУБЛИКЕ
ТАТАРСТАН
РЕСПУБЛИКАСЫНДА
ЦИФРЛАШТЫРУ ЕЛЫ



**KAZAN
DIGITAL
WEEK 2022**
21-24 СЕНТЯБРЯ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ



***Доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки РФ***

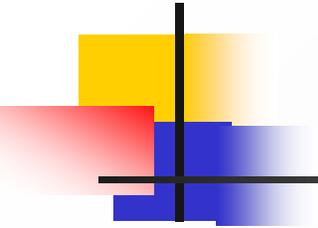
***Doctor of Technical Sciences, professor,
Honored scientist of Russian Federation***

Соколов Борис Владимирович

Boris Sokolov

Методология и технологии комплексного моделирования сложных объектов: состояние исследований и перспективы развития

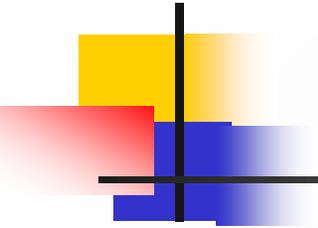
Methodology and technologies for complex modeling of complex objects: state of research and development prospects



Содержание доклада

- 1. Актуальность и основные тенденции в области комплексного моделирования сложных объектов**
- 2. Методологические и методические основы комплексного моделирования сложных объектов**
- 3. Примеры решения прикладных задач**

SPIIRAS

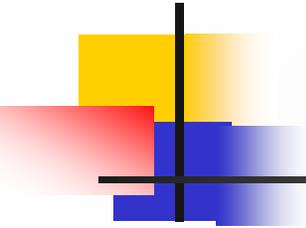


***Актуальность и основные тенденции в
области комплексного
моделирования сложных объектов***

SPIIRAS

Особенности современных объектов комплексного моделирования:

- *повышенная сложность и размерность, избыточность, многофункциональность, распределенность, унификация, однородность основных элементов, подсистем и связей;*
- *структурная динамика, нелинейность и непредсказуемость поведения; иерархически-сетевая структура;*
- *неравновесность, неопределенность от вмешательства и выбора наблюдателя;*
- *постоянное изменение правил и технологий функционирования, изменение правил изменения технологий и самих правил функционирования;— наличие как контуров отрицательной, так и положительной обратной связи, приводящих к режимам самовозбуждения (режимам с обострением);*
- *наряду с детерминированным и стохастичным поведением, возможно хаотическое поведение;*
- *ни один элемент не обладает полной информацией о системе в целом;— избирательная чувствительность на входные воздействия (динамическая робастность и адаптация)*
- *время реагирования на изменения, вызванные возмущающими воздействиями, оказывается больше, чем время проявления последствий этих изменений, чем интервал между этими изменениями;— абсолютную полноту и достоверность информации описания реального объекта получить принципиально невозможно в соответствии с пределом Бремерманна и теоремой Геделя..*

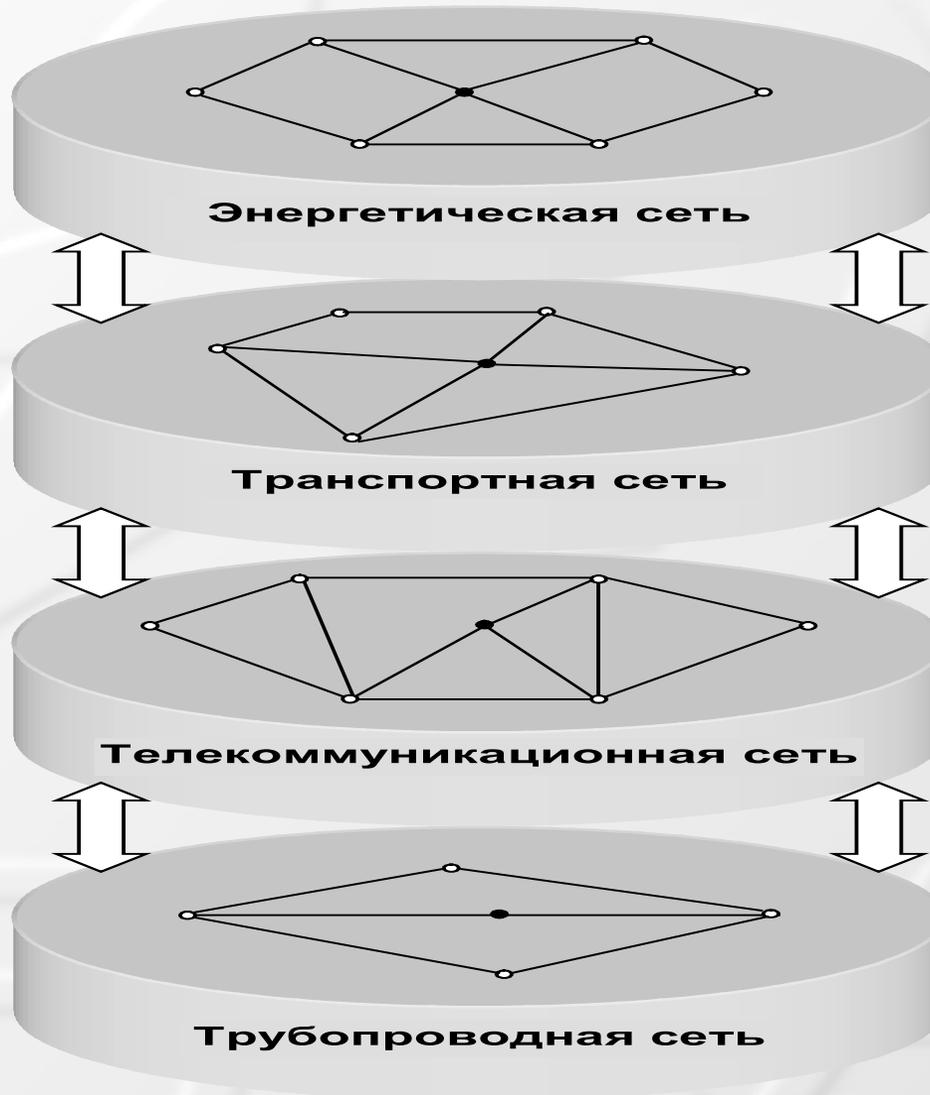


Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

- *Структурная сложность объектов*
- *Сложность функционирования объектов*
- *Сложность принятия решений и выбора сценариев поведения объектов*
- *Сложность модернизации и развития*
- *Сложность моделирования*

SPIIRAS

Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

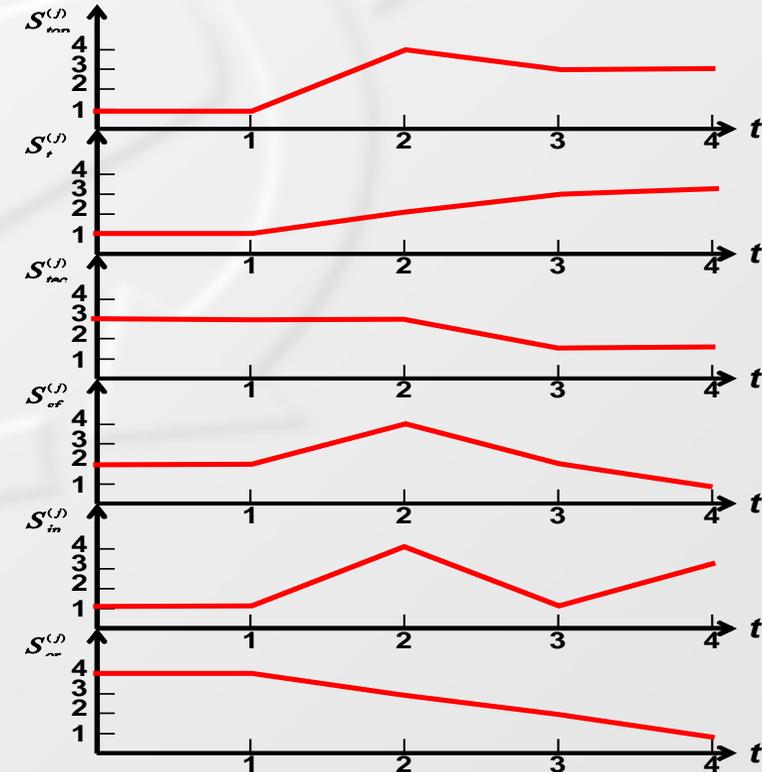


Обобщенная структура современной интегрированной АСУ СОТО



Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

Макросостояния	<i>j</i> h level of CTS			
	$S_0^{(j)}$	$S_1^{(j)}$...	$S_K^{(j)}$
Варианты структур				
Топологическая структура $S_{top}^{(j)}$...	
Техническая структура $S_t^{(j)}$...	
Технологическая структура $S_{tec}^{(j)}$...	
Структура ПМО $S_{sf}^{(j)}$...	
Структура ИО $S_{in}^{(j)}$...	
Организационная структура $S_{or}^{(j)}$...	



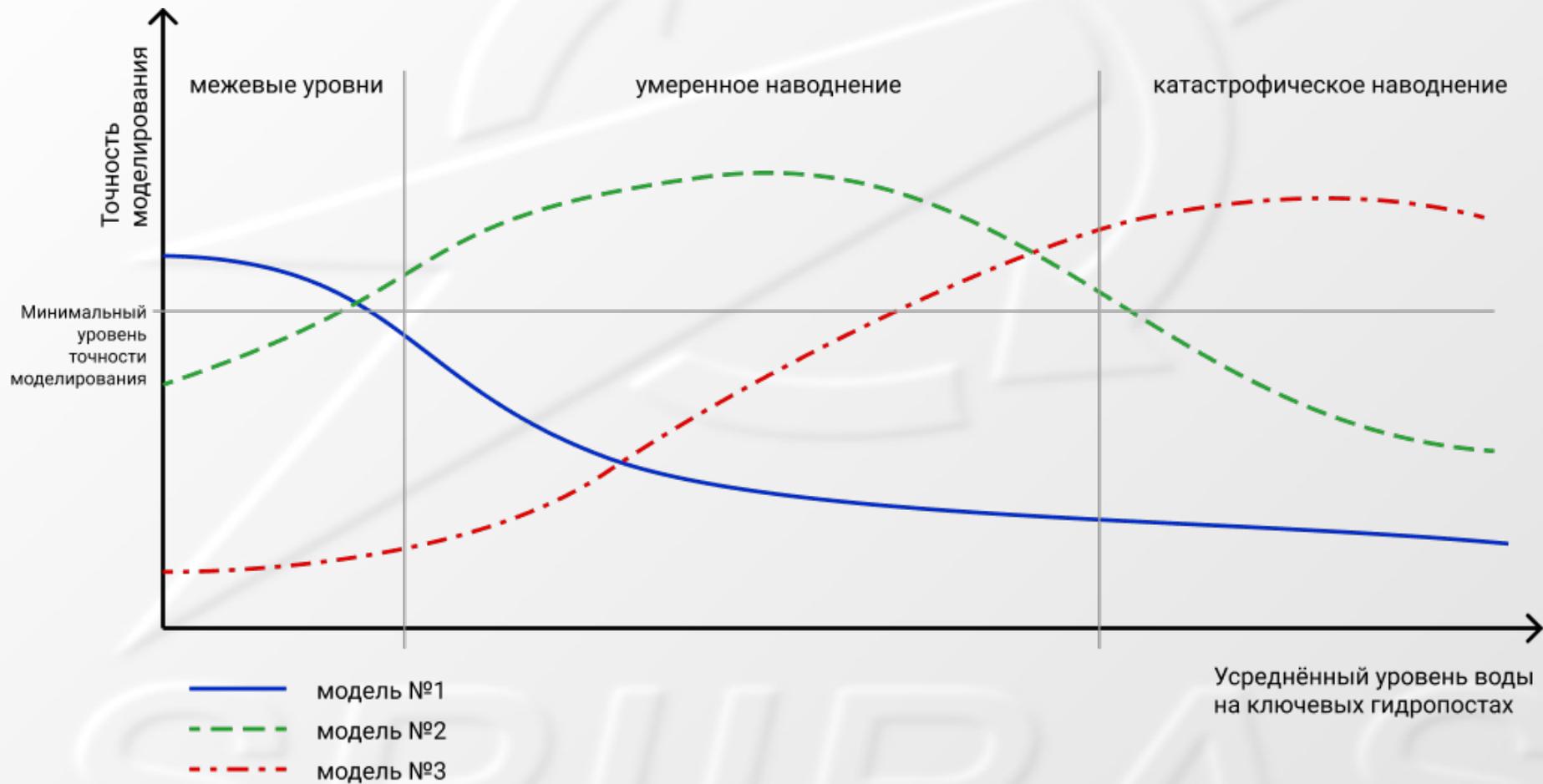
Диаграммы структурной динамики СТС. Графики изменения структурных состояний СТС

Под **комплексным (системным) моделированием (КМ) сложных объектов (СЛО)** любой природы (естественных, искусственных, реально существующих и виртуальных и т.п.) будем понимать методологию и технологии полимодельного описания указанных объектов, а также комбинированного использования методов, алгоритмов и методик многокритериального анализа, синтеза и выбора наиболее предпочтительных управленческих решений, связанных с созданием, использованием и развитием рассматриваемых объектов в различных условиях динамически изменяющейся внешней и внутренней обстановок

Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

Аспекты Модели	Основные аспекты синтеза структуры АСУ КСр				
	Конструктивное задание множества вариантов структур	Возможность оптимизации структуры	Учет динамики функционирования АСУ	Учет динамики процесса развития АСУ	Учет возмущающих воздействий
Математическая модель дискретного программирования	+	+	-	-	-
Аналитическая модель массового обслуживания	-	частично	частично	-	частично
Имитационная модель	-	частично	+	-	+
Дифференциальная (конечно-разностная) модель оптимального управления	-	частично	+	-	-

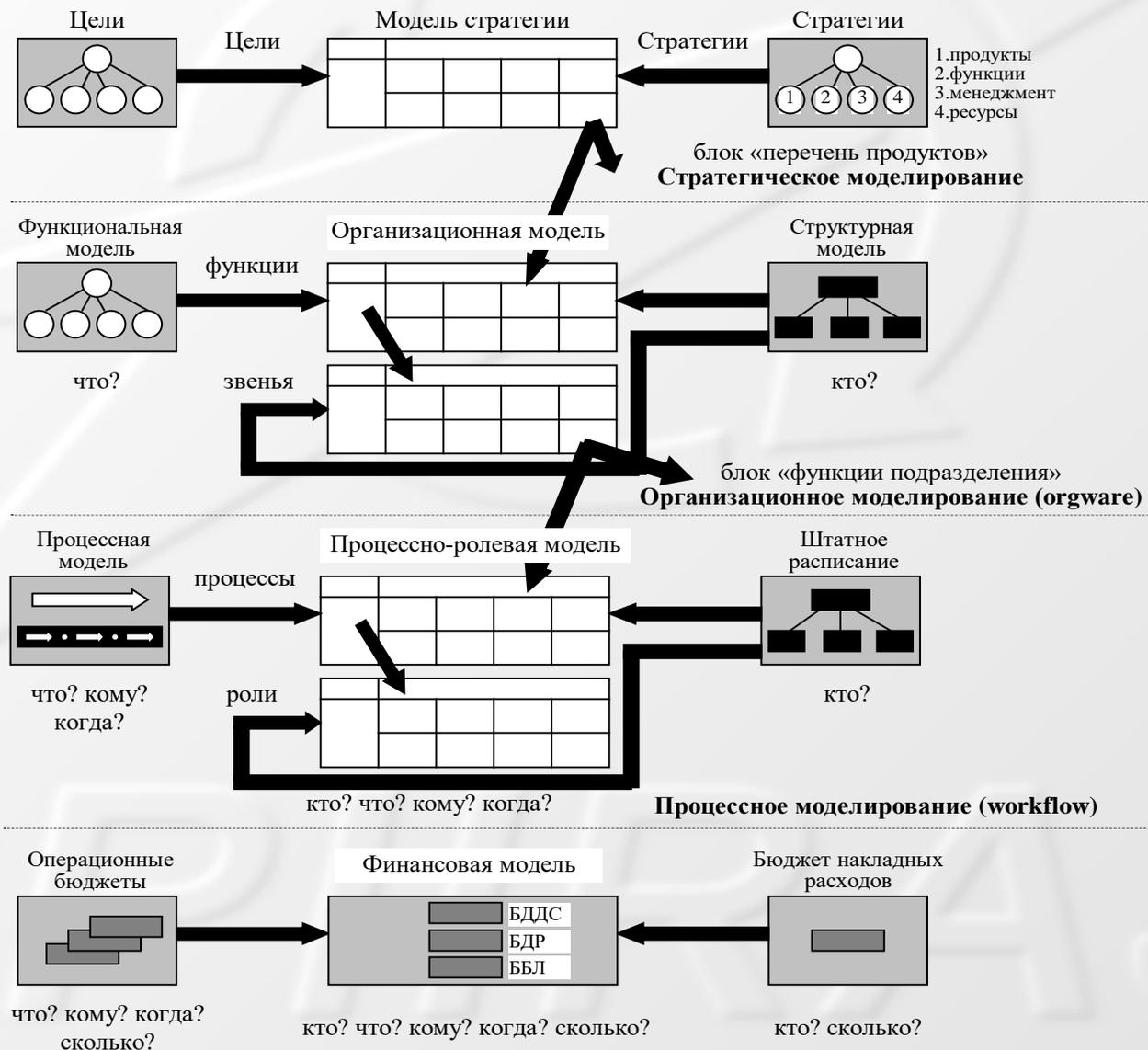
Наглядное представление предлагаемого подхода



Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

Модели УСД СТС						
Сценарии-взаимодействия моделей	$f_0^{(a)} \rightarrow \text{extr}_{\Delta^{(a)}}$	$f_0^{(a)} \rightarrow \text{extr}_{\Delta^{(u)}}$	$f_0^{(a)} \rightarrow \text{extr}_{\Delta^{(a)} \cap \Delta^{(u)}}$	$f_0^{(u)} \rightarrow \text{extr}_{\Delta^{(a)}}$	$f_0^{(u)} \rightarrow \text{extr}_{\Delta^{(u)}}$	$f_0^{(u)} \rightarrow \text{extr}_{\Delta^{(a)} \cap \Delta^{(u)}}$
$\text{АОМ} \rightarrow \text{АН} \rightarrow \text{К}$	+					
$\text{ИОМ} \rightarrow \text{АН} \rightarrow \text{К}$				+	+	+
$\text{АОМ} \rightarrow \text{ИОМ} \rightarrow \text{АН} \rightarrow \text{К}$		+	+			
$(\text{АОМ} \subset \text{ИОМ}) \rightarrow \text{АН} \rightarrow \text{К}$			+			
$(\text{ИОМ} \subset \text{АОМ}) \rightarrow \text{АН} \rightarrow \text{К}$			+		+	+
$\left(\begin{array}{c} \text{АОМ}_1 \\ \cup \\ \text{ИОМ} \\ \cap \\ \text{АОМ}_2 \end{array} \right) \rightarrow \text{АН} \rightarrow \text{К}$				+	+	+

Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

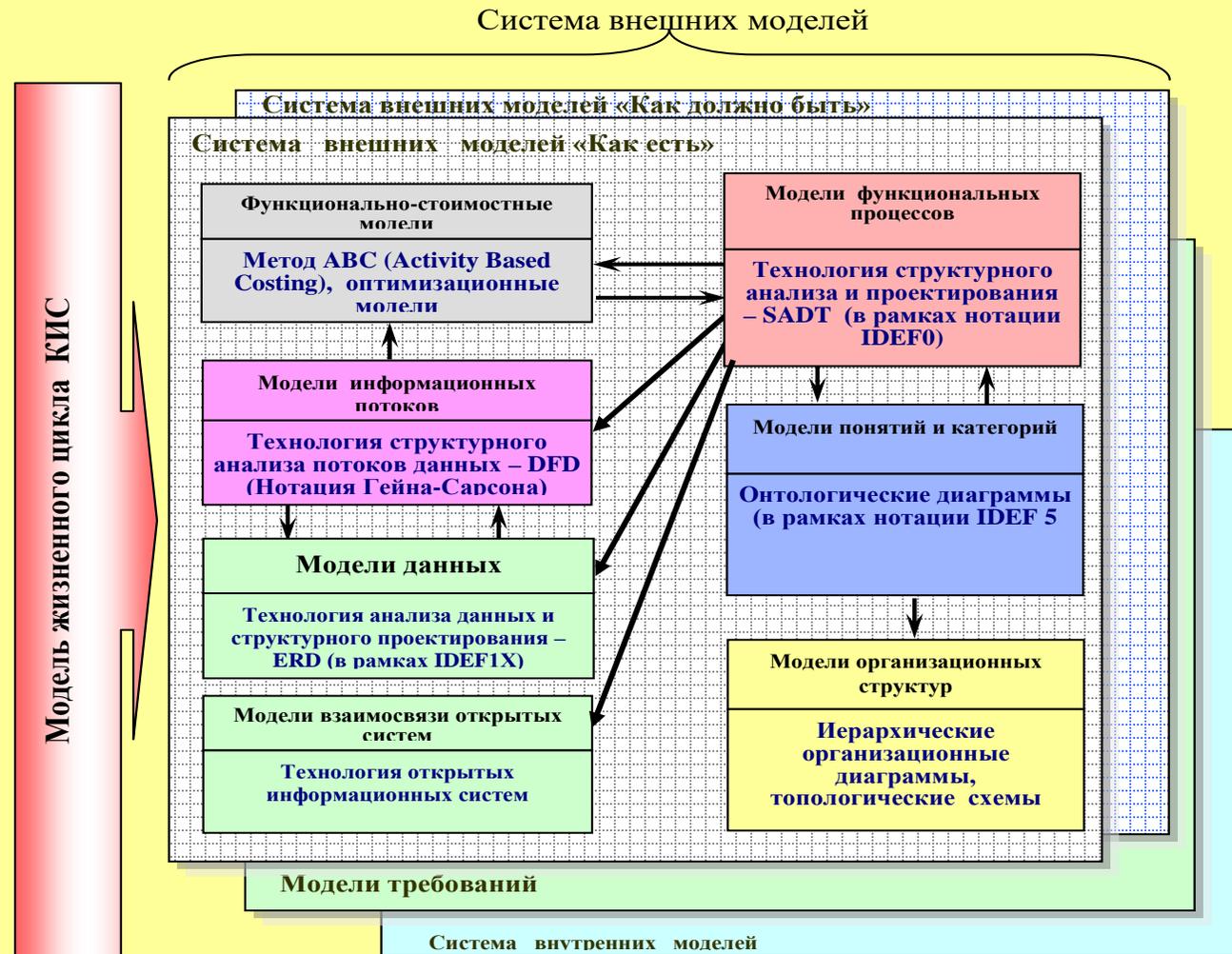


Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

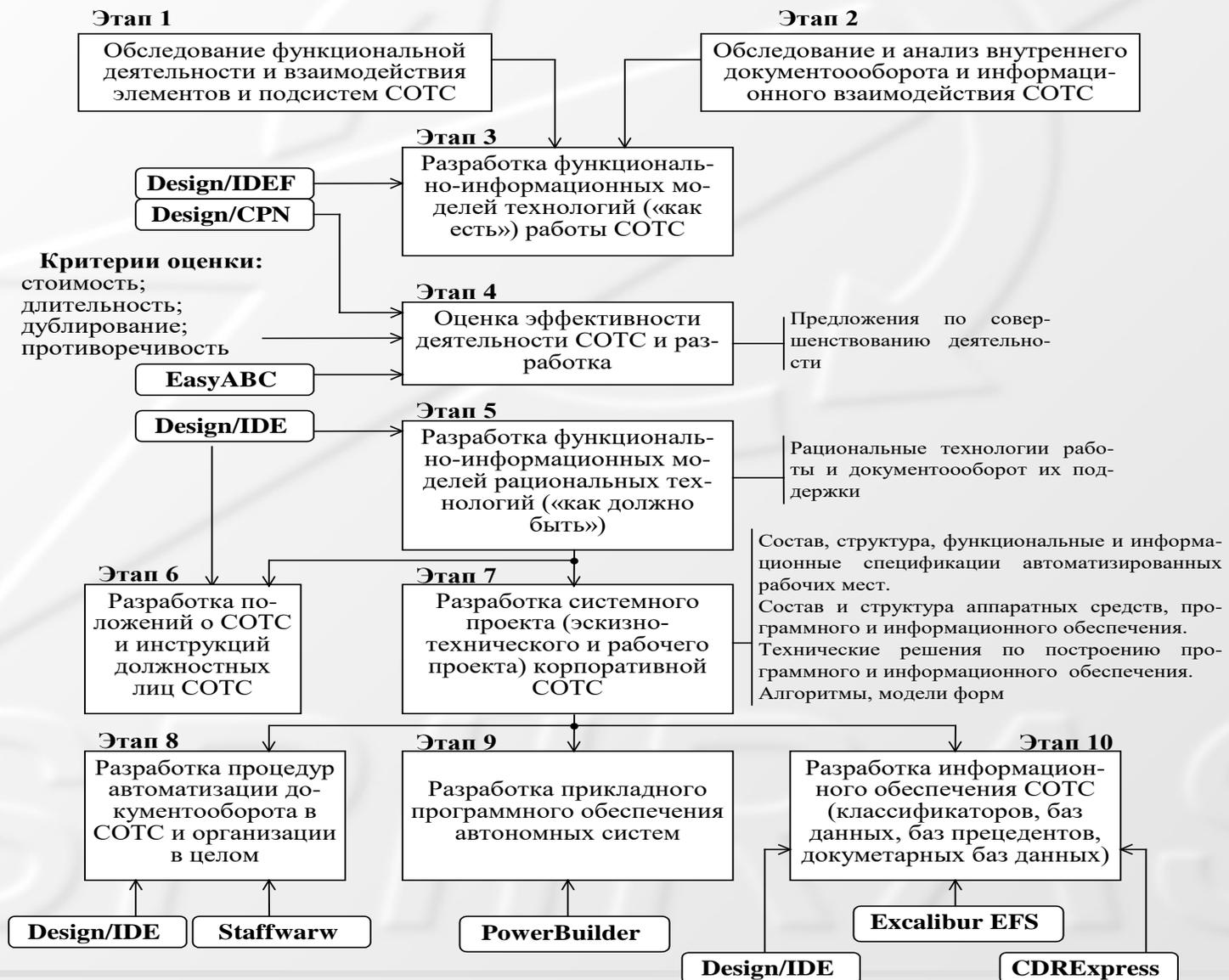
Метод вычислительного интеллекта и интеллектуальные системы на его основе	Комбинация		
	из двух методов	из трёх методов	из четырёх методов
Системы нечёткого вывода Fzelips 6.04 Matlab	Нечёткие нейронные сети	Нечёткие нейронные вероятностные сети	Нечёткая вероятностная нейронная сеть с использованием генетического алгоритма (*)
Нейронные сети Neurosolution 3.0	Системы нечёткого и вероятностного вывода Gugu	Вероятностные нейронные сети с использованием генетического алгоритма (*)	–
Вероятностные рассуждения. Экспертная система Prospector	Системы нечёткого вывода с использованием генетического алгоритма	Нечёткие нейронные сети с использованием генетического алгоритма Fungen 1.2	–
Генетические алгоритмы Professional Version 1.2	Вероятностные нейронные сети Trajan 2.1 Matlab	Системы нечёткого вероятностного вывода с использованием генетического алгоритма (*)	–
NeuroGenetic Optimezer	Нейронные сети с использованием генетических алгоритмов		
	–	–	
	Системы вероятностного вывода с использованием генетических алгоритмов	–	–

Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

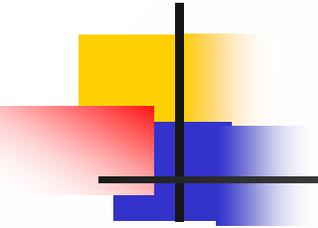
Система модельного проектирования КИС



Актуальность комплексного моделирования сложных объектов и процессов

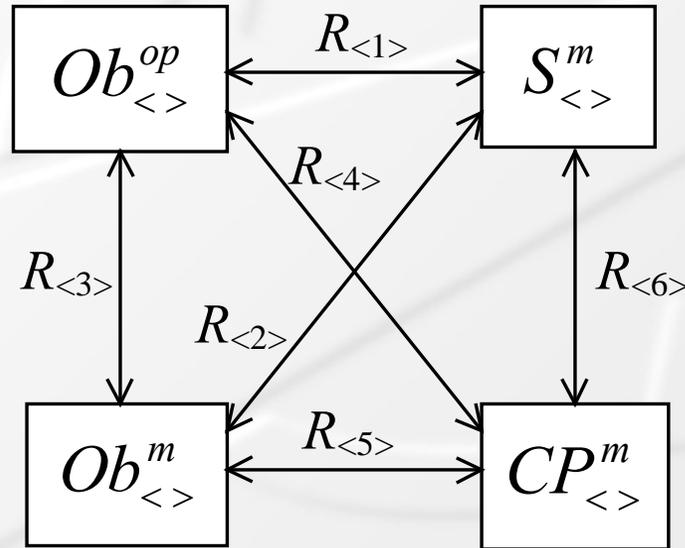


- проблема структурно-функционального синтеза облика полимодельного комплекса
- проблема глубинного (интегративного) согласования используемых при комплексном моделировании СЛО методов, моделей и алгоритмов;
- проблема параметрической и структурной адаптации полимодельного комплекса
- проблема верификации и валидации полимодельного комплекса
- проблема автоматизации процесса комплексного моделирования СЛО



***Методологические и
методические основы
комплексного моделирования
сложных объектов***

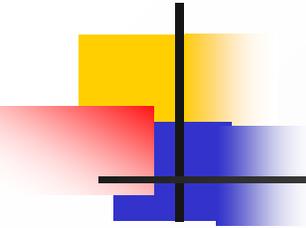
SPIIRAS



Основополагающие подходы к решению проблемы:

Объектами исследования являются не только модели объектов-оригиналов, но и развивающаяся ситуация, участниками которой являются объекты и субъекты моделирования, а также метамодели (модели моделей);

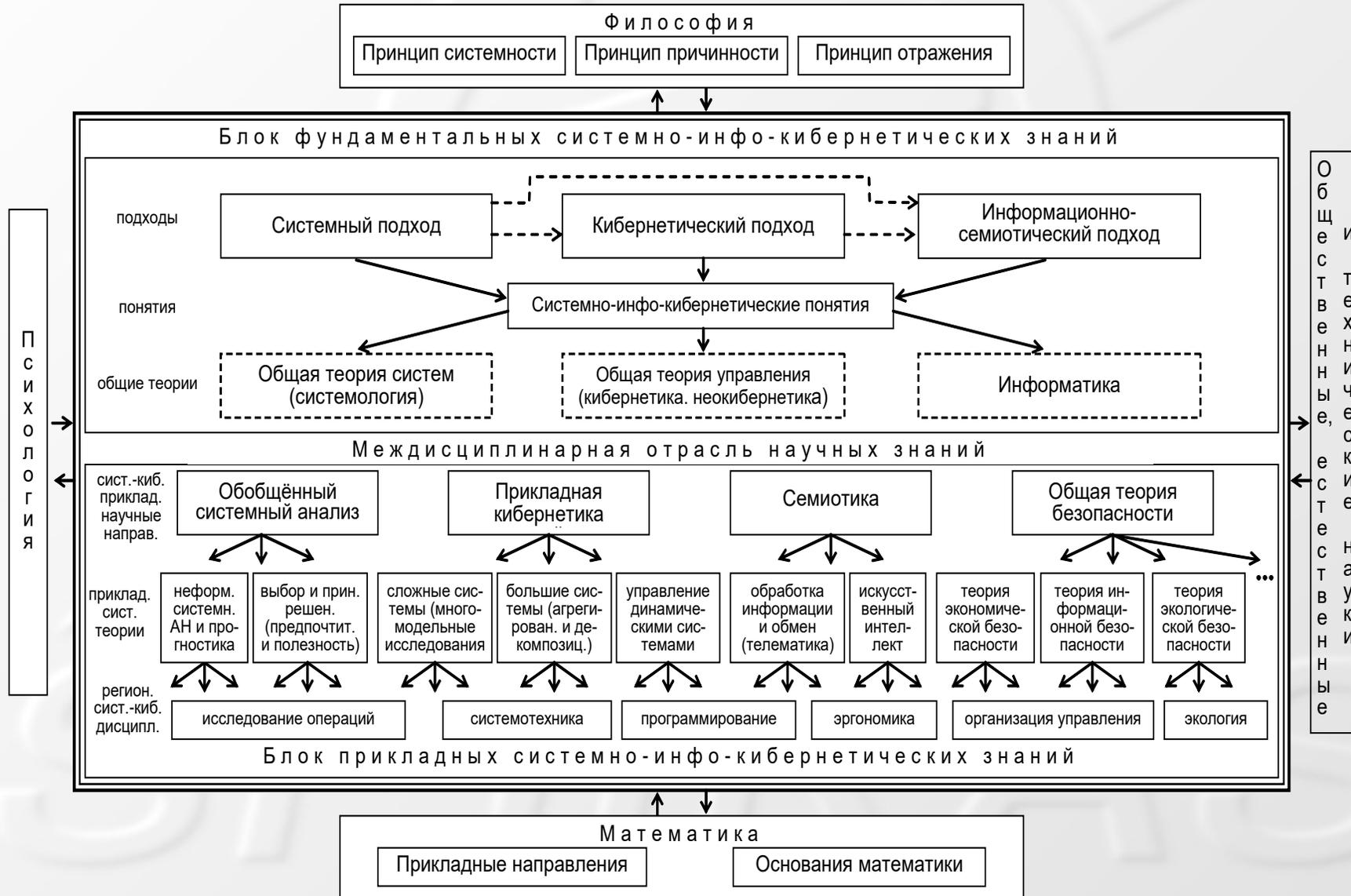
Процесс моделирования объектов исследования интерпретируется как процесс управления развивающейся ситуацией в условиях неопределённости



Методологические основы комплексного моделирования СЛО

- **Концепции**: системного анализа и моделирования, теории систем и проактивного управления сложными динамическими системами с перестраиваемой структурой
- **Принципы**: программно-целевого управления, полимодельности и многокритериальности, внешнего дополнения и погружения, необходимого разнообразия и неокончательных решений
- **Подходы**: интегративный, структурно-математический, категорийно-функторный
- **Требования (к облику АРМ оценивания и управления качеством моделей и полимодельных комплексов)**: требования системного подхода к организации процессов управления, универсальности и проблемной ориентации, адекватности, гибкости, адаптивности и самоорганизации

Методологические основы комплексного моделирования



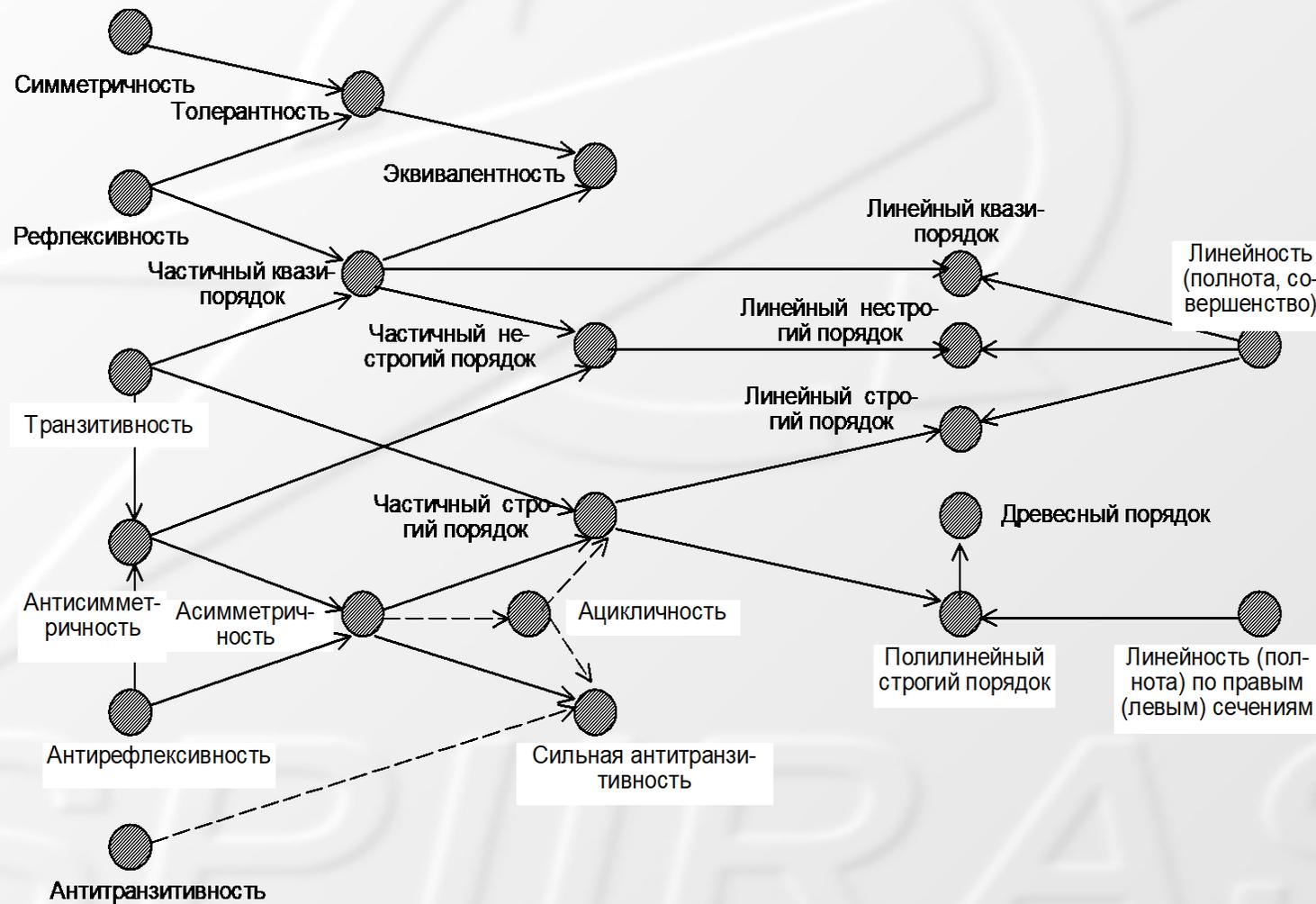
Обобщенное описание моделей и полимодельных комплексов

Конструкция основной ступени шкалы множеств

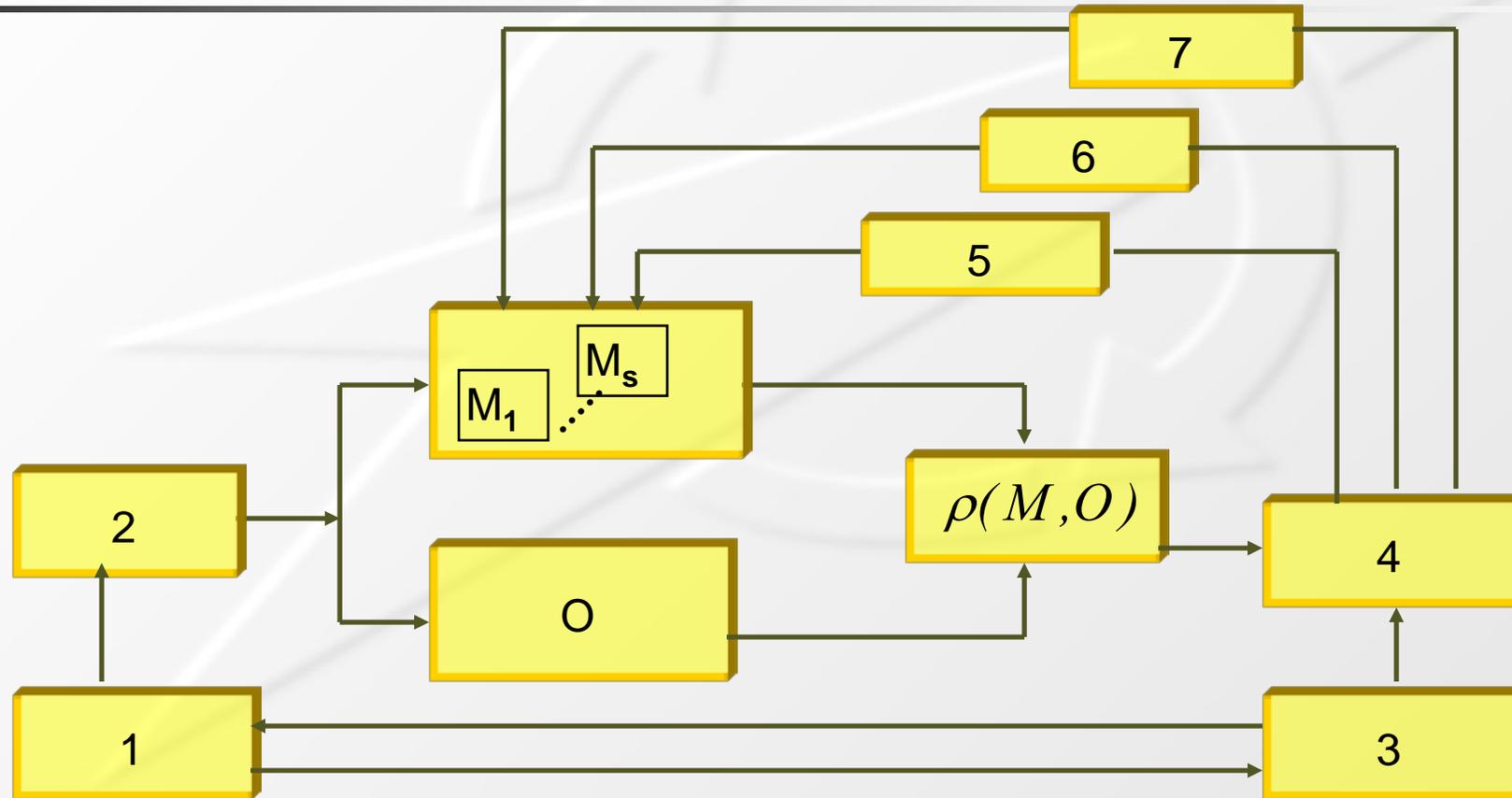
card X	dim X	Конструкция основной ступени шкалы множеств								..
		$\chi \times \chi$	$\frac{\chi \times \chi}{X \rightarrow X}$	$\chi \times J$	$\frac{\chi \times J}{X \rightarrow Y}$	$\frac{\chi \times \chi \times \chi}{\chi}$	$\frac{\chi \times \chi \times \chi}{X \times X \rightarrow X}$	$\chi \times \chi \times J$	$\frac{\chi \times \chi \times J}{X \times X \rightarrow Y}$	
1	1	M_{11}	M_{12}	M_{13}	M_{14}	M_{15}	M_{16}	M_{17}	M_{18}	..
n	m	M_{21}	M_{22}	M_{23}	M_{24}	M_{25}	M_{26}	M_{27}	M_{28}	..
Φ_0	1	M_{31}	M_{32}	M_{33}	M_{34}	M_{35}	M_{36}	M_{37}	M_{38}	..
Φ_0	m	M_{41}	M_{42}	M_{43}	M_{44}	M_{45}	M_{46}	M_{47}	M_{48}	..
Φ_1	1	M_{51}	M_{52}	M_{53}	M_{54}	M_{55}	M_{56}	M_{57}	M_{58}	..
Φ_1	m	M_{61}	M_{62}	M_{63}	M_{64}	M_{65}	M_{66}	M_{67}	M_{68}	..
Φ_2	∞	M_{71}	M_{72}	M_{73}	M_{74}	M_{75}	M_{76}	M_{77}	M_{78}	..
...

Классы моделей систем

Обобщенное описание моделей и полимодельных комплексов

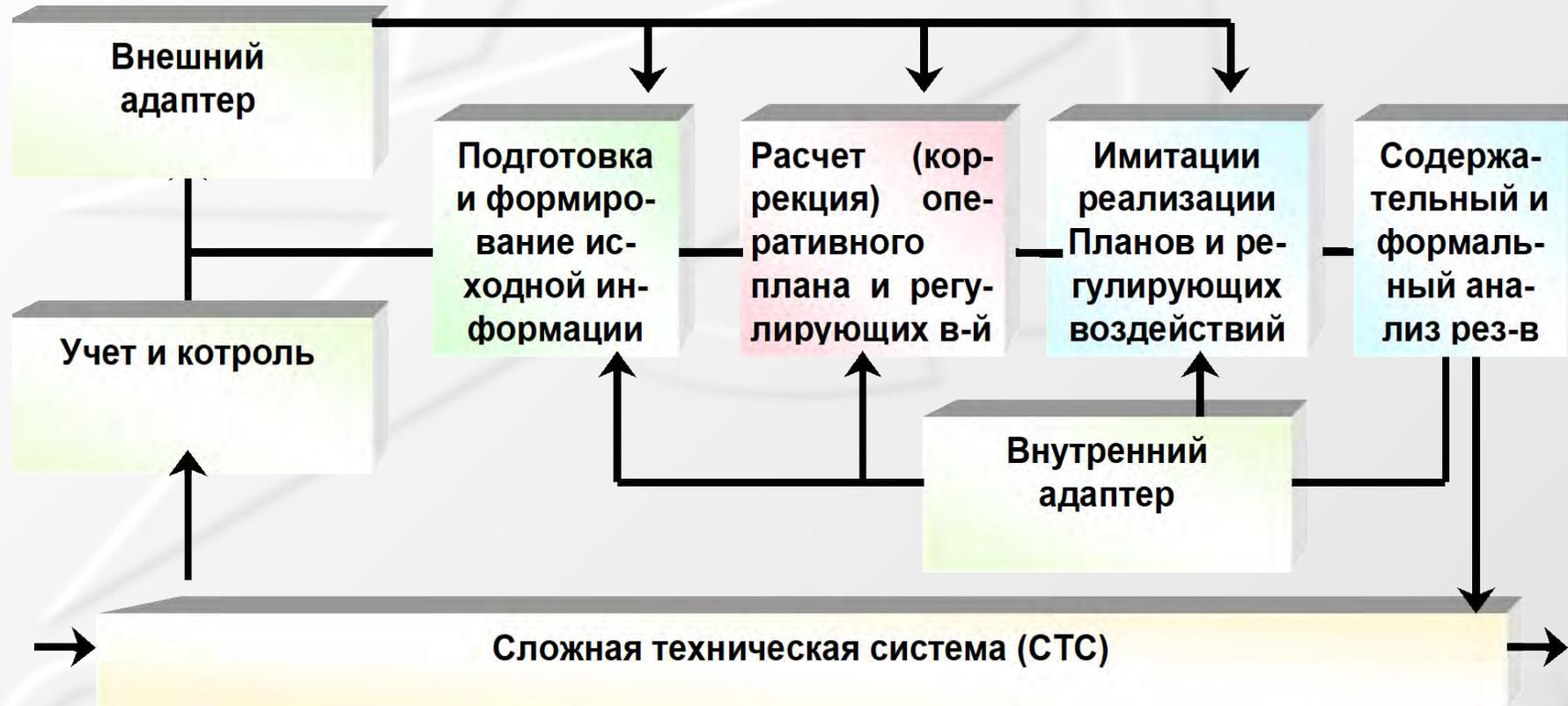


Обобщенная технология оценивания и управления качеством (в т.ч. адекватностью) моделей первого класса



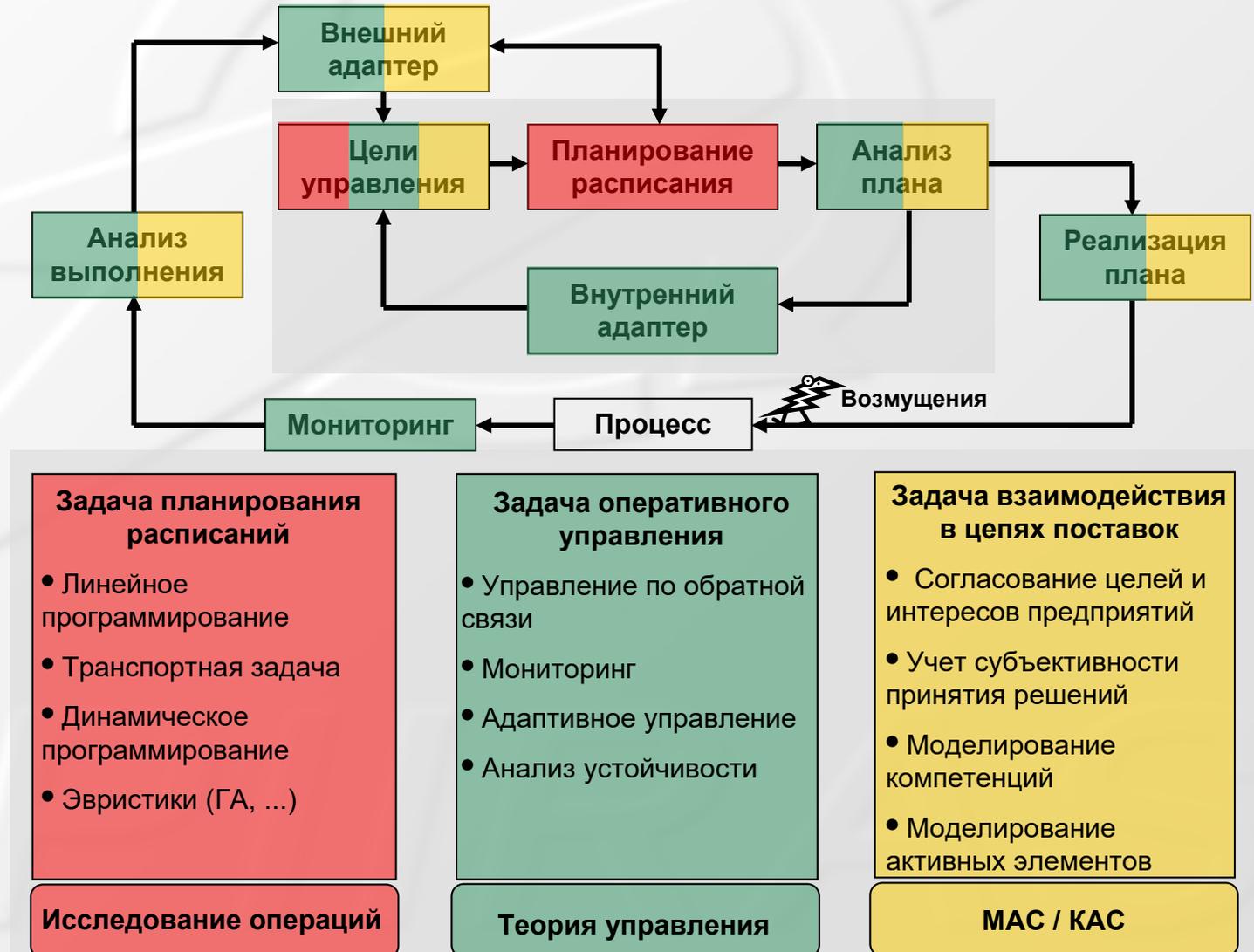
- 1 - Формирование целей функционирования объекта;
- 2 - Формирование входных сигналов;
- 3 - Формирования целей моделирования;
- 4 - Управление качеством модели;
- 5,6,7 - управление параметрами, структурой, концептуальным описанием

Обобщенная технология параметрической и структурной адаптации аналитико-имитационных моделей УСД Сло



Обобщенная технология параметрической и структурной адаптации аналитико-имитационных моделей УСД СТС

Методические основы комплексного моделирования ЦП и КИС при оценивании и анализе их эффективности



$$AD(M_{\theta}^{(l)}, \bar{P}_{cs}) \rightarrow \min$$

$$t_{st}(\mathbf{w}, M_{\theta}^{(l)}) \leq \bar{t}_{st}$$

$$M_{\theta}^{(l)} \in \bar{\bar{M}}, \mathbf{w} \in W, M_{\theta}^{(l)} = \bar{\Phi}(M_{\theta}^{(l-1)}, \mathbf{w}, \bar{P}_{cs})$$

$$t_{st}(\mathbf{w}, M_{\theta}^{(l)}) \rightarrow \min$$

$$AD(M_{\theta}^{(l)}, \bar{P}_{cs}) \leq \varepsilon_2$$

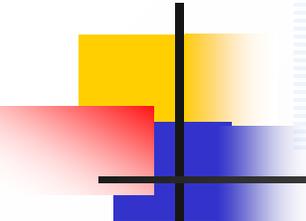
$$M_{\theta}^{(l)} \in \bar{\bar{M}}, \mathbf{w} \in W, M_{\theta}^{(l)} = \bar{\Phi}(M_{\theta}^{(l-1)}, \mathbf{w}, \bar{P}_{cs})$$

SPIIRAS

КВАЛИМЕТРИЯ МОДЕЛЕЙ И ПОЛИМОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

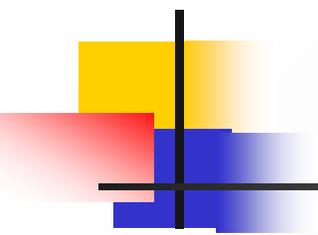
Научные основы оценивания и управления качеством моделей и полимодельных комплексов





Основные результаты решения задач комплексного моделирования процессов проактивного управления структурной динамикой СЛО

Основные результаты	Пути практической реализации полученных результатов
Анализ существования решений в задачах УСД СТС	Проверка адекватности описания процессов управления СТС в моделях управления
Условия управляемости и достижимости в задачах УСД СТС	Проверка реализуемости технологий управления СТС на интервале управления, выявления основных факторов, влияющих на Ц и ИТВ СТС
Условия единственности оптимальных программ управления в задачах планирования применения СТС	Оценка возможности получения оптимальных планов применения СТС
Необходимые и достаточные условия оптимальности в задачах УСД СТС	Предварительный анализ структуры оптимальных программ управления СТС
Условия устойчивости и чувствительности в задачах УСД СТС	Оценивание устойчивости (чувствительности) УСД СТС к возмущающим воздействиям, к изменению состава и структуры исходных данных



Примеры решения прикладных задач

SPIIRAS

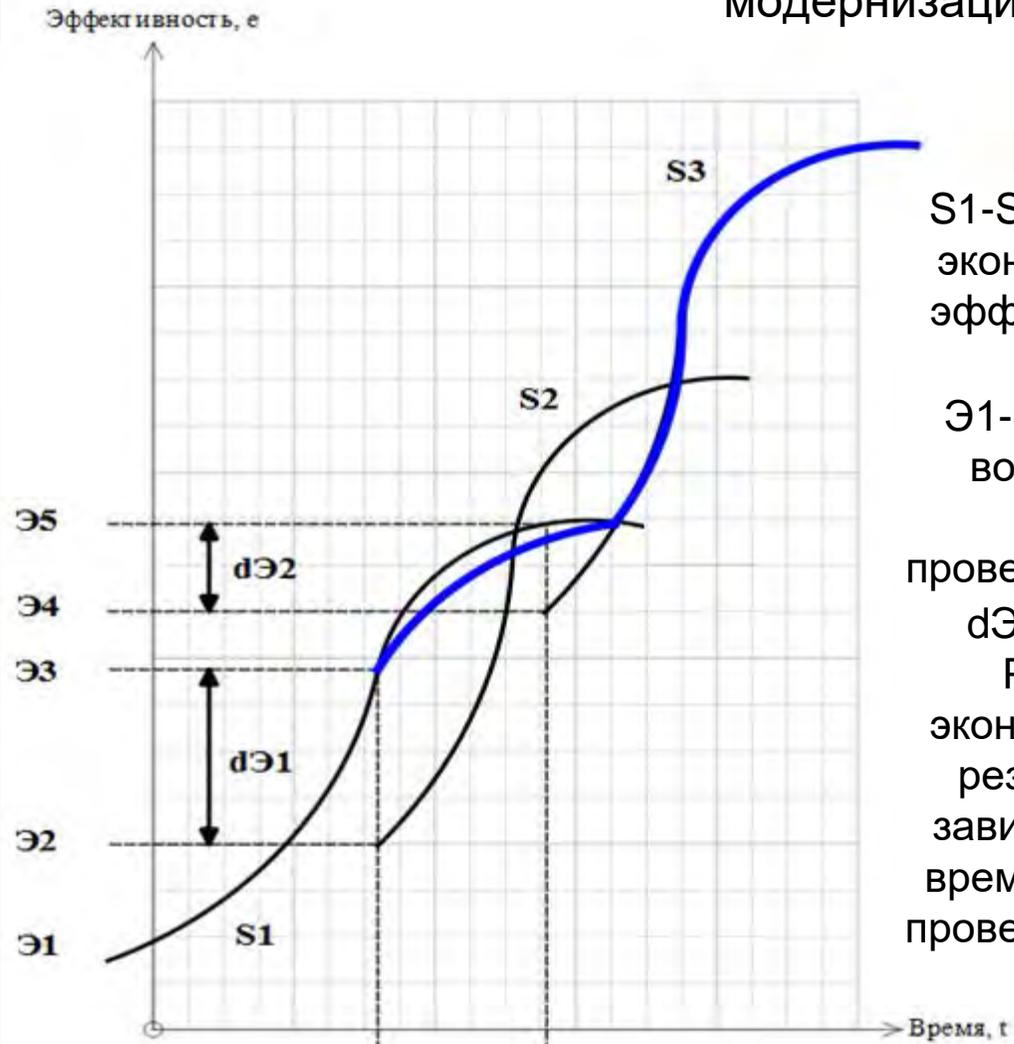
Современные сложные технические объекты (СТО)



Информационные технологии

СТО сегодня	Проблемы управления
Сложность	Размерность
Изменчивость	Динамика
Развитие	Модернизация и функционирование
Иерархичность и гетерогенность	Разный масштаб времени

Актуальные проблемы комплексного управления функционированием и модернизацией КИС



S1-S3 – Кривые экономической эффективности

Э1-Э5 – Точки возможного начала проведения работ
 dЭ1 и dЭ2 – Разница экономического результата в зависимости от времени начала проведения работ

1. Структурно-функциональный синтез облика модернизируемого объекта.
2. Определение срока, к которому необходимо завершить модернизацию.
3. Синтез технологий проведения модернизации.
4. Синтез комплексного плана функционирования и проведения модернизации.
5. Синтез управляющих воздействий, обеспечивающих реализацию плана проведения модернизации.

ИТЗ: необходимо разработать специальное модельно-алгоритмическое обеспечение решения задач синтеза комплексных планов функционирования и модернизации КИС

Моделирование СТО

Бусленко Н.П., Моисеев Н.Н., Поспелов Г.С., Юсупов Р.М., Цвиркун А.Д., Калинин В.Н., Соколов Б.В., Эшби У.Р., Клир Дж., Месарович М., Мако Д., Такахара Я., Табак Д., Куо Б. и др.

Планирование функционирования СТО

В.С. Танаев, В.С. Шкурба, И.Н. Зимин, Ю.П. Иванилов, А.Я. Лернер, Н.Н. Моисеев, В.Н. Калинин, Б.А. Резников, Р. Беллман, М. Атанс, П. Фалб и др.

Автоматизированное управление СТО

Мальцев В. Б, Белозеров Г.Н., Ивлев В.А., Городецкий В.И., Дмитриев А.К.,

Синтез технической структуры СТО при фиксированной функциональной структуре

Цвиркун А.Д., Моисеев Н.Н., Месарович М., Мако Д. и Такахара Я. и др.

Синтез функциональной структуры при известной технической структуре СТО

Атанс М. и Фалб П., Л.Заде Р.Л. Акофф., Брайсон А. и Беллман Р., Л.С.

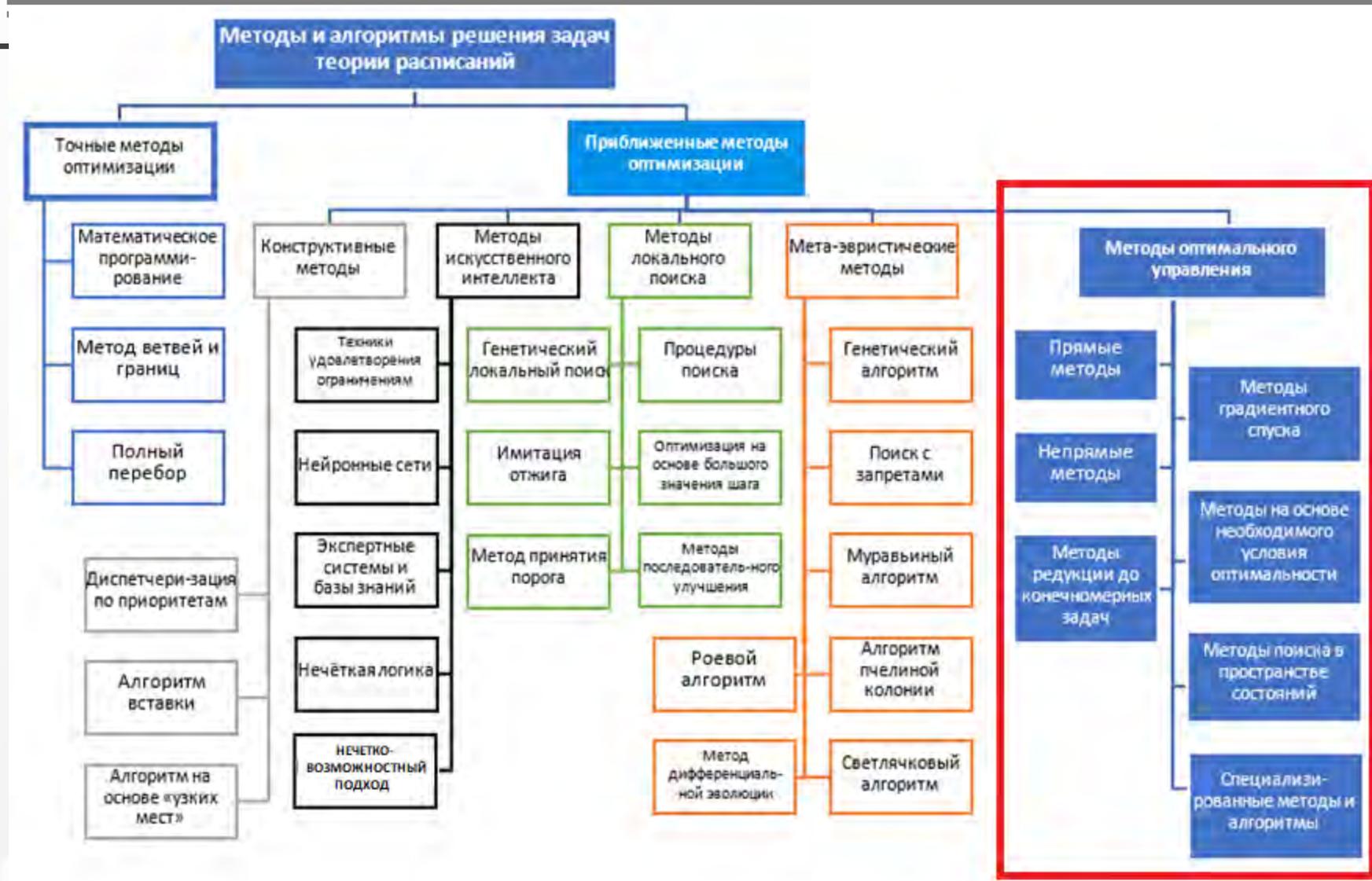
Создания и развитие СТО без учета процессов управления его текущим состоянием

Добановский С.А., Рингланд Дж., Кларк Е.М. и Нихолаона К.Н., Рандель Б. и др.

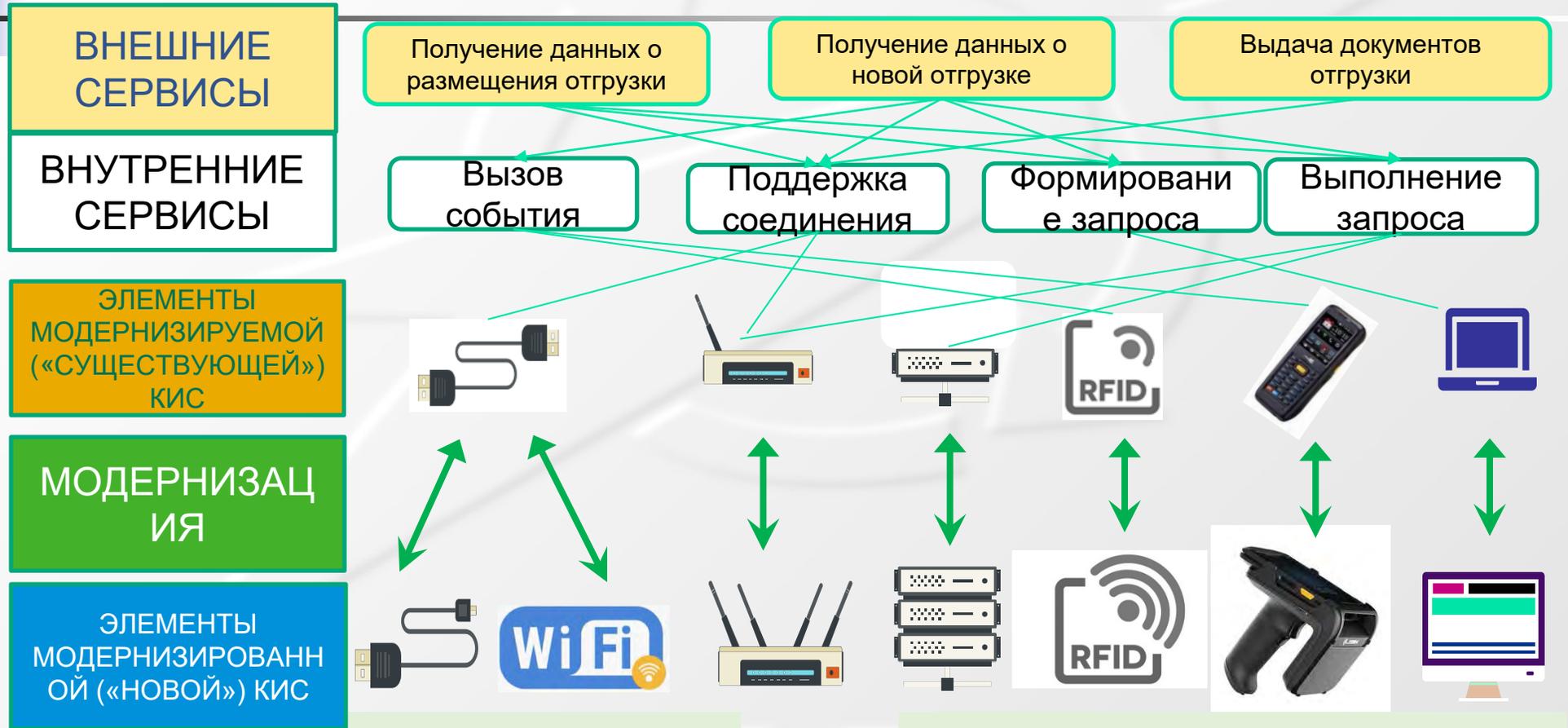
Параллельный структурно-функциональный синтез СТО

Калинин В.Н., Резников Б.А., Варакин Е.И., Зимин И.Н. и Иванилов Ю.П., Скурихин В.И., Юсупов Р.М., Соколов Б.В., Охтилев М.Ю., Цивирко Е.Г., Клир Дж. и др.

Место применяемых методов и алгоритмов в общей структуре современного модельно-алгоритмического обеспечения решения задач теории расписаний



Сервис-ориентированный подход (пример)

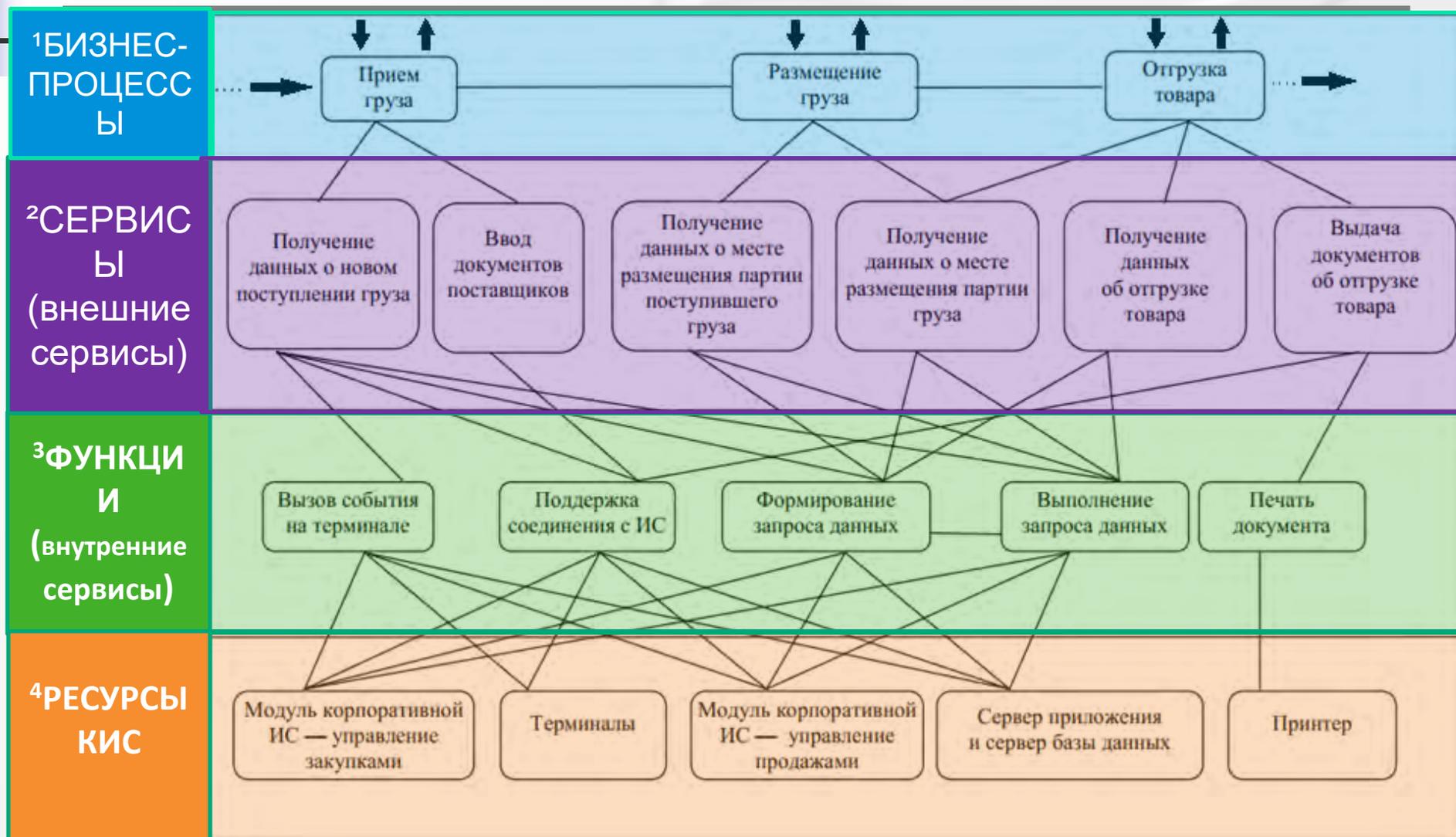


$$J_4 = \sum_{j=1}^m \sum_{s=1}^v \sum_{r=1}^g \int_{t_0}^{t_f} \delta_{js}^{(2)}(\tau) \cdot w_{sr}^{(2)}(\tau) d\tau;$$

$$J_5 = \sum_{s=1}^v \sum_{r=1}^z \int_{t_0}^{t_f} c_{sr}^{(2)}(\tau) \cdot w_{sr}^{(2)}(\tau) d\tau;$$

$$J_6 = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m \left[a_j^{(2)} - x_j^{(2)}(t_f) \right]^2.$$

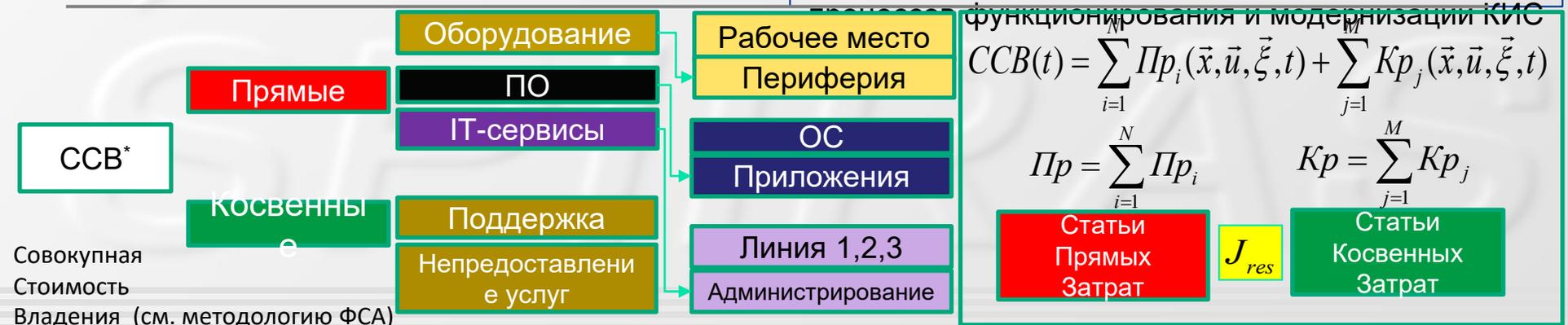
Сервис-ориентированный подход (пример)



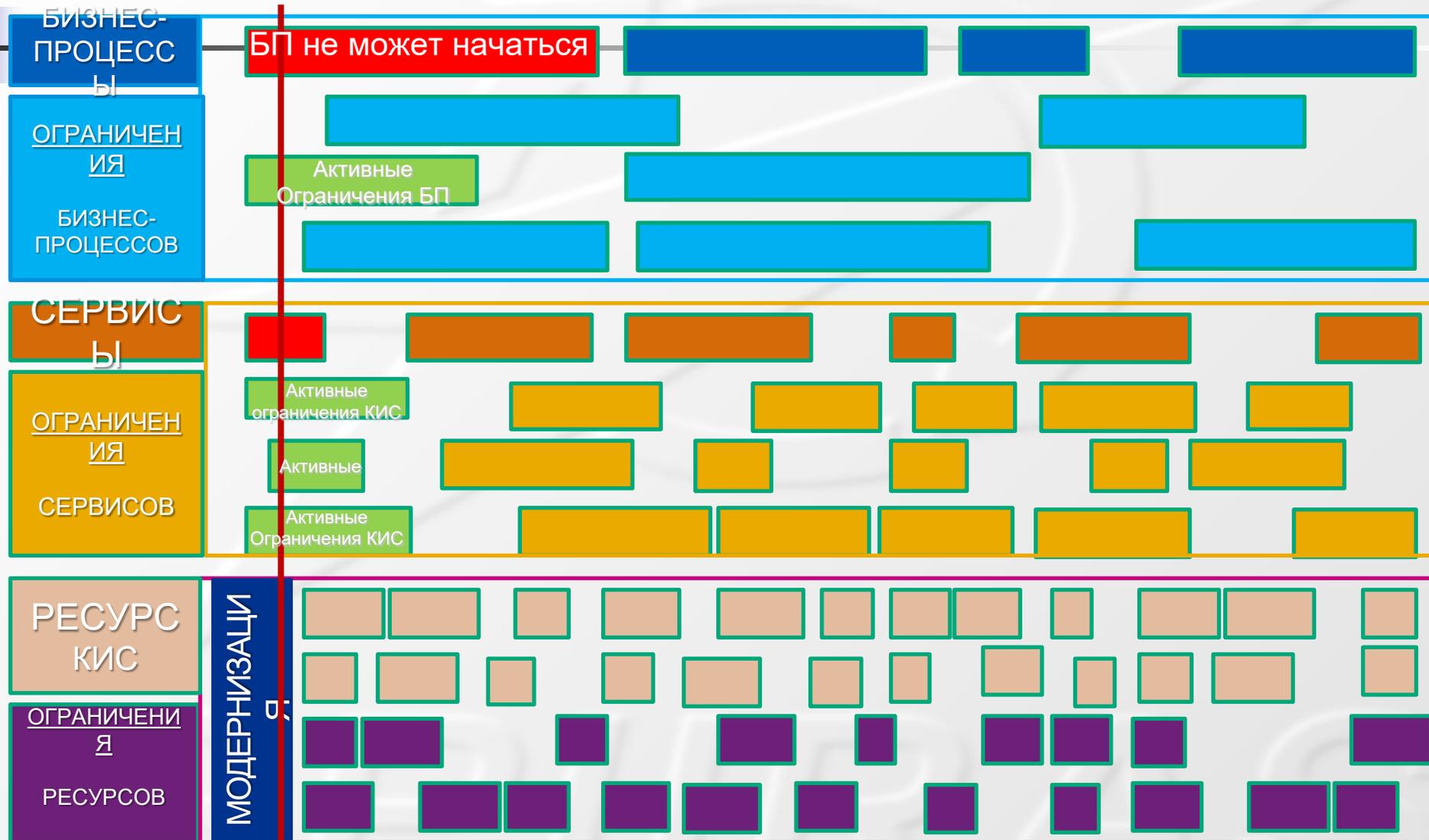
1 - ГОСТ Р ИСО/МЭК 18384-1—2017, ГОСТ Р 57700.3—2017, ГОСТ Р 53633.17-2016.

2 - ГОСТ Р ИСО/МЭК 16680-2015 Информационные технологии (ИТ). Модель завершенности интеграции сервисов.

Иерархическое логико-динамическое описание предметной области на основе сервис-ориентированного подхода

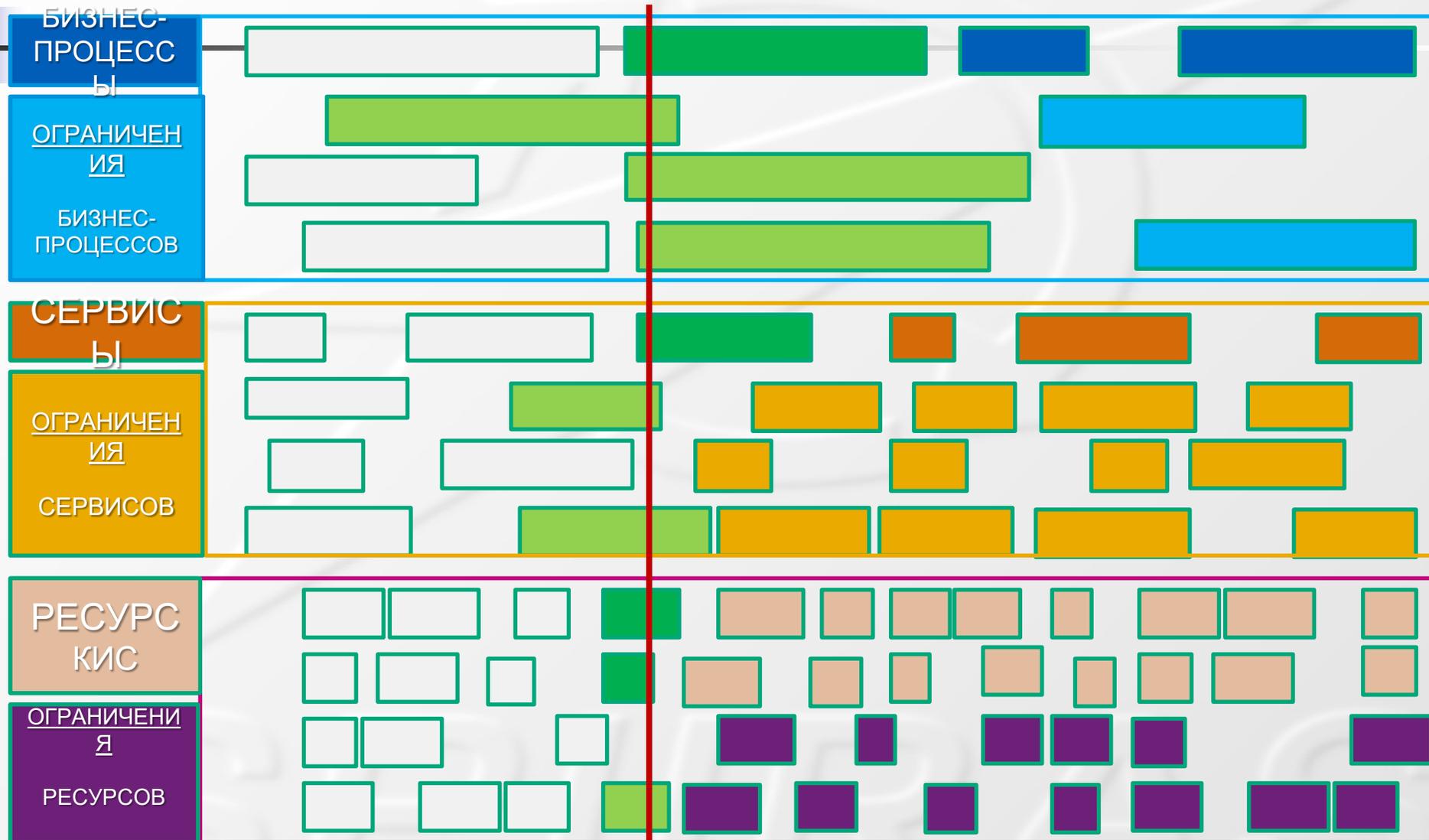


Комплексное планирование функционирования и модернизации КИС

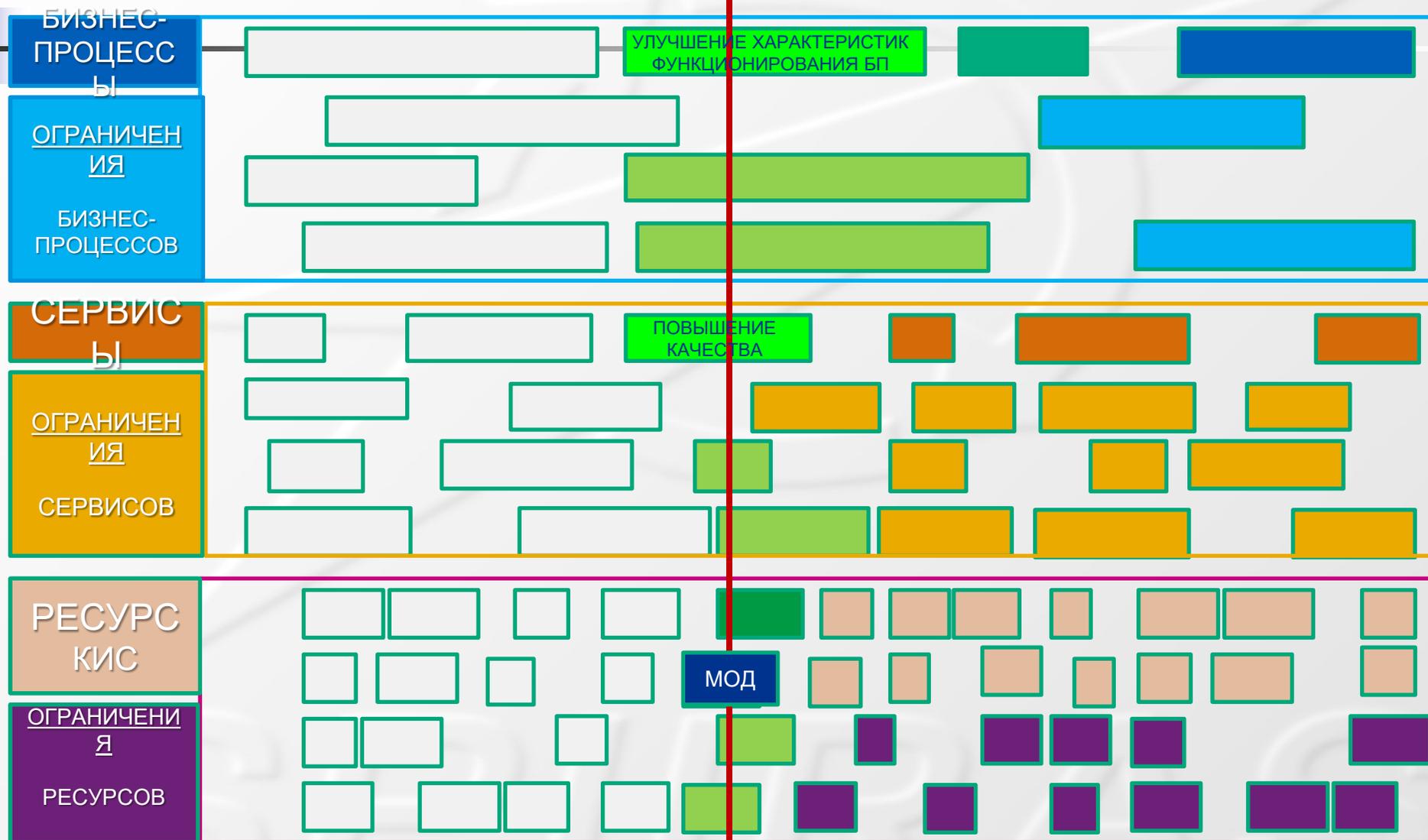


Дискретно-событийная задача теории расписаний была сведена к двухточечной краевой задаче с использованием модифицированного метода локальных сечений

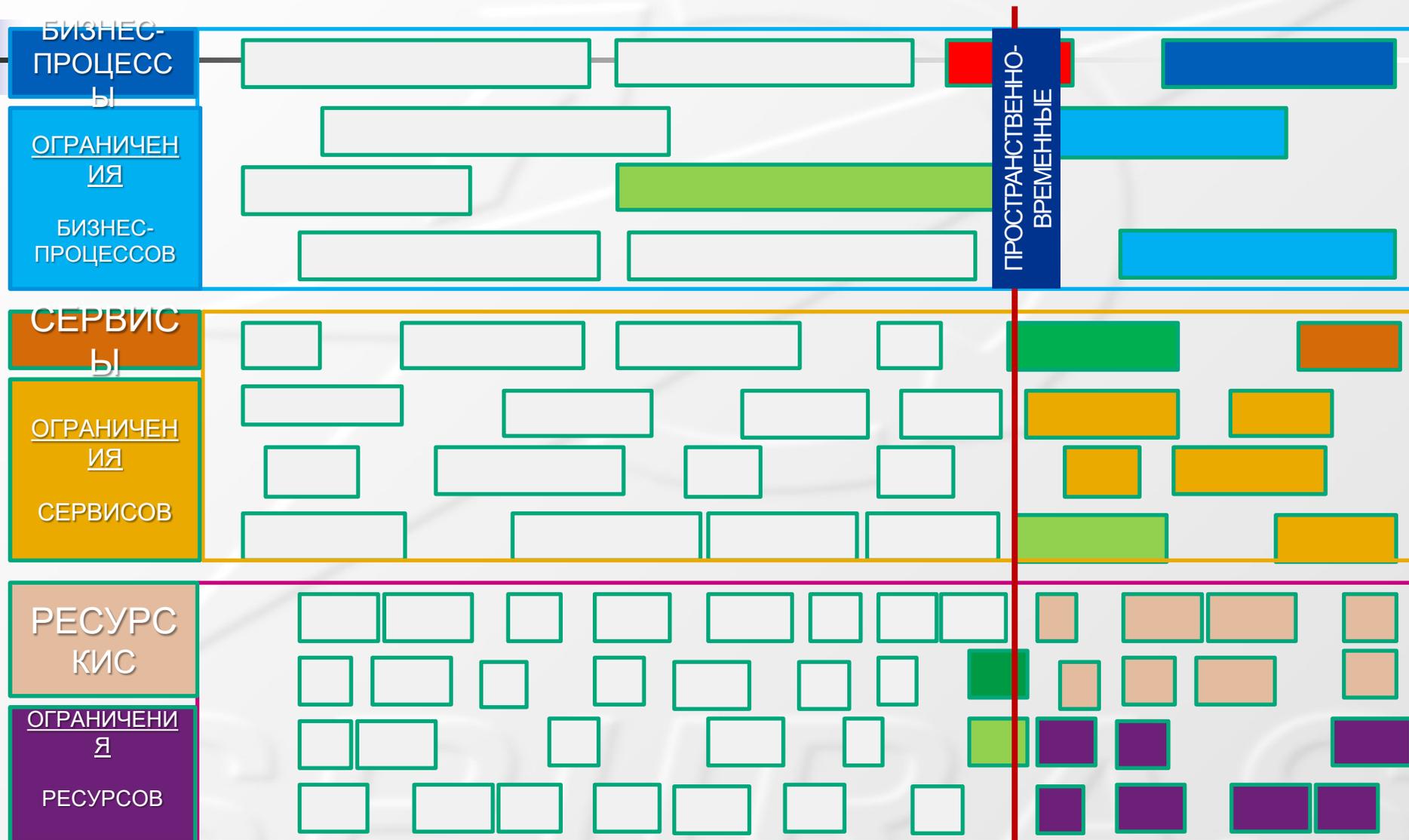
Комплексное планирование функционирования и модернизации КИС



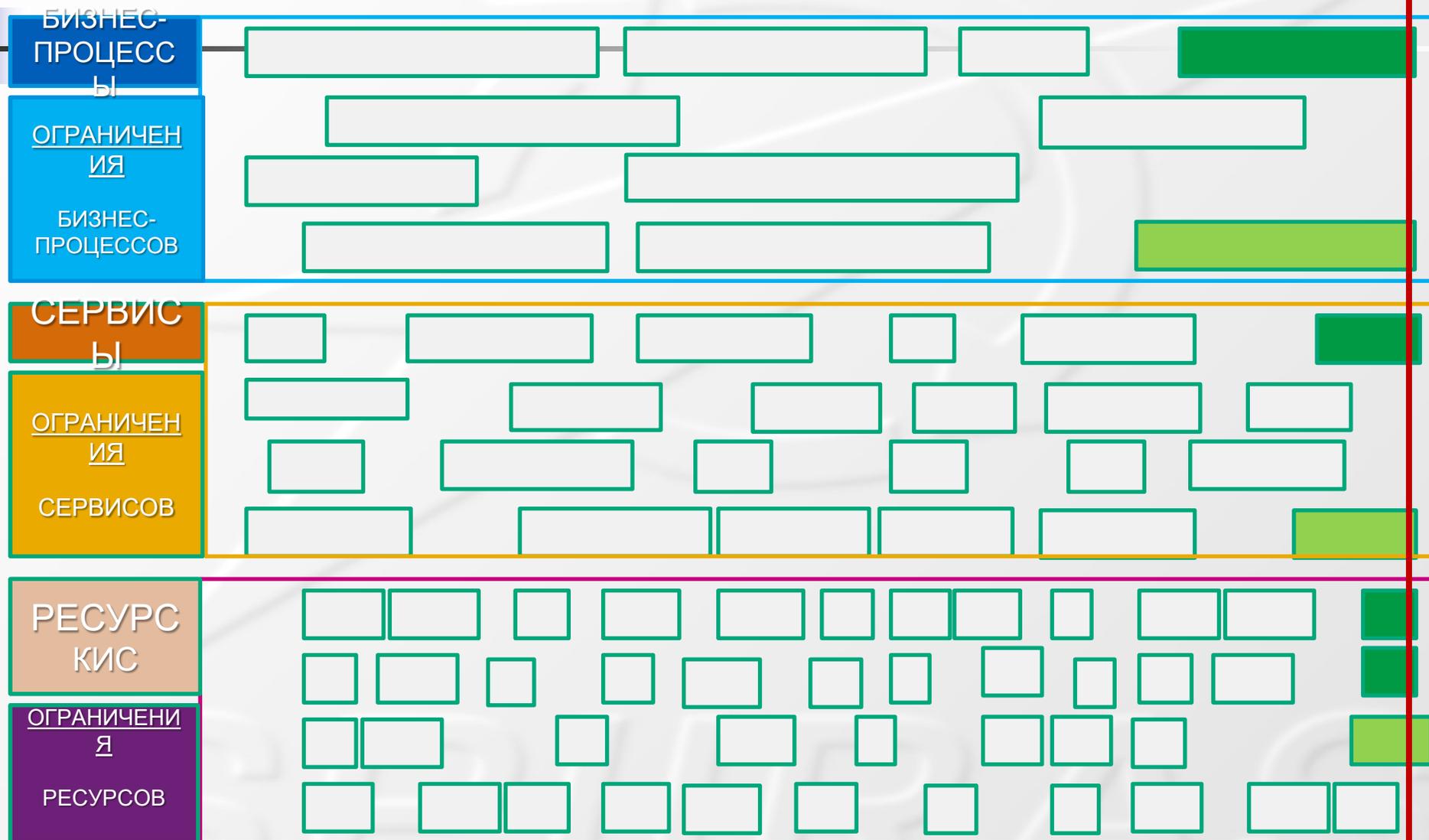
Дискретно-событийная задача теории расписаний была сведена к двухточечной краевой задаче с использованием модифицированного метода локальных сечений



Дискретно-событийная задача теории расписаний была сведена к двухточечной краевой задаче с использованием модифицированного метода локальных сечений



Дискретно-событийная задача теории расписаний была сведена к двухточечной краевой задаче с использованием модифицированного метода локальных сечений



Дискретно-событийная задача теории расписаний была сведена к двухточечной краевой задаче с использованием модифицированного метода локальных сечений

Характеристики ресурсов существующей и «новой» КИС

СУЩЕСТВУЮЩАЯ КИС	ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСУРСА КИС	ЗНАЧЕНИЕ
RFID считыватель	IEEE Протокол WiFi сети	WLAN (802.11 a/b/g)
	Емкость аккумулятора считывателя	2300 мАч.
СЕРВЕР БД	Частота вращения шпинделя жесткого диска	7 200 об/мин.
	Количество ядер процессора	16 шт.
	Объем оперативной памяти	16 GB.
КОММУТАТОР	Количество портов	24 порта.
МАРШРУТИЗАТОР	Ширина канала связи WiFi	ширина канала 20\40 Mhz.
КАНАЛЫ СВЯЗИ	Категория кабеля	Cat. 5.
«НОВАЯ» КИС	ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕСУРСА КИС	ЗНАЧЕНИЕ
RFID считыватель	IEEE Протокол WiFi сети	WLAN (802.11 b/g/n/)
	Емкость аккумулятора считывателя	5 000 мАч.
СЕРВЕР БД	Частота вращения шпинделя жесткого диска	10 000 + об/мин.
	Количество ядер процессора	24 шт.
	Объем оперативной памяти	32 GB.
КОММУТАТОР	Количество портов	48 портов
МАРШРУТИЗАТОР	Ширина канала связи WiFi	ширина канала 20\40\80 Mhz.

Результаты комплексного планирования функционирования и модернизации КИС

№	КИС	ХАРАКТЕРИСТИКИ	Модернизируемая/ «НОВАЯ» КИС	КОЛИЧЕСТВО-КАЧЕСТВО	
1	RFID считыватель	Интенсивность реализации сервиса на ресурсе КИС e_{nr}	↑ <u>30%</u>	11	12
2	СЕРВЕР БД	Объем оперативной памяти V_r	↑ <u>50%</u>	3	2
		Производительность ресурса P_r	↑ <u>50%</u>		
3	КОММУТАТОР	Производительность ресурса e_{nr}	↑ <u>50%</u>	4	3
4	МАРШРУТИЗАТОР	Интенсивность реализации сервиса на ресурсе КИС e_{nr}	↑ <u>20%</u>	2	2
5	КАНАЛЫ СВЯЗИ	Интенсивность реализации сервиса на ресурсе КИС e_{nr}	↑ <u>20%</u>	50	40

Эвристический и «эталонный» план модернизации информационных ресурсов и функционирования КИС

	НЕДЕЛЯ 1	НЕДЕЛЯ 2	НЕДЕЛЯ 3	НЕДЕЛЯ 4	НЕДЕЛЯ 5	НЕДЕЛЯ 6	НЕДЕЛЯ 7
ИР 1.1							
ИР 1.2							
ИР 1.3							
ИР 1.4							
ИР 2.1							
ИР 2.2							
ИР 3.1							
ИР 3.2							
ИР 3.3							
ИР 4.1							
ИР 5.1							
ИР 6.1							
ИР 6.2							
ИР 6.3							
ИР 6.4							
ИР 7.1							
ИР 7.2							
ИР 7.3							
ИР 7.4							
ИР 8.1							
ИР 8.2							
ИР 9.1							
ИР 10.1							
ИР 10.2							
ИР 10.3							
ИР 10.4							

	НЕДЕЛЯ 1	НЕДЕЛЯ 2	НЕДЕЛЯ 3	НЕДЕЛЯ 4	НЕДЕЛЯ 5	НЕДЕЛЯ 6	НЕДЕЛЯ 7
ИР 1.1							
ИР 1.2							
ИР 1.3							
ИР 1.4							
ИР 2.1							
ИР 2.2							
ИР 3.1							
ИР 3.2							
ИР 3.3							
ИР 4.1							
ИР 5.1							
ИР 6.1							
ИР 6.2							
ИР 6.3							
ИР 6.4							
ИР 7.1							
ИР 7.2							
ИР 7.3							
ИР 7.4							
ИР 8.1							
ИР 8.2							
ИР 9.1							
ИР 10.1							
ИР 10.2							
ИР 10.3							
ИР 10.4							



Информационный ресурс тип 2.3.



Операция по модернизации информационных ресурсов успешно завершилась



Срыв сроков



Операция модернизации информационных ресурсов нарушила директивный срок

Влияние эвристической программы функционирования и модернизации КИС на бизнес-процессы

	НЕДЕЛЯ 1	НЕДЕЛЯ 2	НЕДЕЛЯ 3	НЕДЕЛЯ 4	НЕДЕЛЯ 5	НЕДЕЛЯ 6	НЕДЕЛЯ 7	НЕДЕЛЯ 8	НЕДЕЛЯ 9
БП 1-СЕРВИС 1.1									
СЕРВИС 1.1									
БП 2-СЕРВИС_2.1									
СЕРВИС_2.2									
БП 3-СЕРВИС_2.2									
СЕРВИС_3.1									
СЕРВИС_3.2									

БП-1 – СЕРВИС 1.1

Бизнес-Процесс задействует Информационный Сервис 1.1.



Информационный сервис предоставлен в штатном режиме



Информационный сервис предоставлен с задержкой



Информационный сервис не предоставлен

	НЕДЕЛЯ 1	НЕДЕЛЯ 2	НЕДЕЛЯ 3	НЕДЕЛЯ 4	НЕДЕЛЯ 5	НЕДЕЛЯ 6	НЕДЕЛЯ 7	НЕДЕЛЯ 8	НЕДЕЛЯ 9
БП 1-СЕРВИС 1.1									
СЕРВИС 1.1									
БП 2-СЕРВИС_2.1									
СЕРВИС_2.2									
БП 3-СЕРВИС_2.2									
СЕРВИС_3.1									
СЕРВИС_3.2									

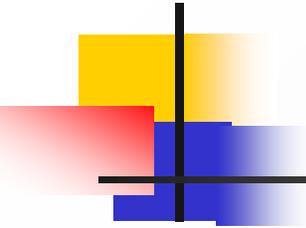
Влияние «эталонной» программы функционирования и модернизации КИС на бизнес-процессы рассматриваемого объекта

Результаты экспериментов

Варианты инфраструктурного проекта	I	II	III
Исходные данные			
Количество ресурсов, которые требуют модернизации в КИС	40	50	70
Запланированное количество ресурсов КИС, на которых должна быть проведена модернизация	10	30	65
Период времени при проведении эвристической модернизации (количество рабочих дней)	22	33	44
Период времени на проведение модернизации с использованием предлагаемого подхода	20	28	41
Значение результирующего показателя качества Jres для <u>эвристических планов</u>	1117	901	408
Значение результирующего показателя качества Jres для <u>оптимальных планов</u>	1284	1013	454

СТРУКТУРА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ЦЕНТРА АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

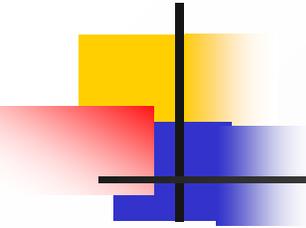




ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенные исследования показали, что для обеспечения требуемого уровня показателей адекватности, достоверности и точности моделирования СЛО необходимо базироваться на современной методологии и технологиях комплексного моделирования (КМ) указанных объектов.

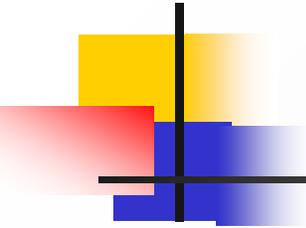
2. Основное достоинство КМ состоит в том, что за счет полимодельного (многомодельного) описания каждой конкретной исследуемой предметной области и соответствующего согласования разнотипных моделей, методов и алгоритмов анализа и синтеза СЛО на формализованном (глубинном) уровне описания удается, во-первых, взаимно компенсировать недостатки и ограничения, присущие каждому частному классу моделей, методов и алгоритмов, и, во-вторых, получить синергетический эффект от их интегративного использования, выражающийся в формировании новых знаний о СЛО и его поведении.



Публикации

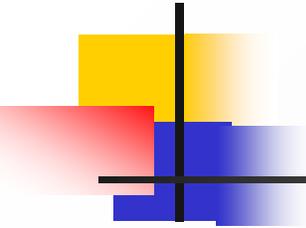
- Юсупов Р.М., Заболотский В.П. *Концептуальные и научно-методологические основы информатизации.* – СПб.: Наука, 2009. — 542 с., 80 ил.
- Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. *Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов.* – М.: Наука, 2006, 410 с.
- Sokolov B. V., Yusupov R .M. *Influence of Computer Science and Information Technologies on Progress in Theory and Control Systems for Complex Plants // Keynote Papers of the 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, Moscow, Russia, June 3–5, 2009. P. 54–69.*
- Sokolov BV, Yusupov RM (2004) *Conceptual foundations of quality estimation and analysis for models and multiple-model systems. J Comput Syst Sci Int 6:5–16*
- Ivanov D, Sokolov B, Kaeschel J (2009a) *A multi-structural framework for adaptive supply chain planning and operations control with structure dynamics considerations. Eur J Oper Res. doi:10.1016/j.ejor.2009.01.002*
- Ivanov D, Sokolov B (2010) *Adaptive Supply Chain Management, Springer, 295 p.*

SPIIRAS



Публикации

- Плотников А.М., Рыжиков Ю.И. Первая всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2003. Итоги и перспективы // Вестник технологии судостроения. – 2004. – № 12. – С. 69–73.
- Рыжиков Ю.И., Плотников А.М. Вторая всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2005. // Вестник технологии судостроения. – 2006. – № 14. – С. 67–73.
- Рыжиков Ю.И., Плотников А.М. Третья всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2007. // Вестник технологии судостроения. – 2008. – № 16. – С. 108-114.
- Материалы 1-й, 2-й, 3-ей, 4-ой Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика», т.т. 1-2 – СПб.: ФГУП «ЦНИИ», 2003, 2005, 2007, 2009.
- Труды 5-й Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика», т.т. 1-2 – СПб.: ОАО «ЦТСС», 2011 г.
- Аврамчук Е.Ф., Вавилов А.А., Емельянов С.В. и др. Технология системного моделирования / Под общ. ред. С.В.Емельянова. И.: Машиностроение, 1988.
- Власов С.А., Девятков В.В. Имитационное моделирование в России: прошлое, настоящее, будущее // Автоматизация в промышленности, 2005, №5. стр. 63-65.
- Захаров И.Г. Обоснование выбора. Теория практики.- СПб.: Судостроение, 2006.-328 с., ил.
- Краснощёков П.С., Петров А.А. Принципы построения моделей. – М.: Фазис, 2000. – 400 с.

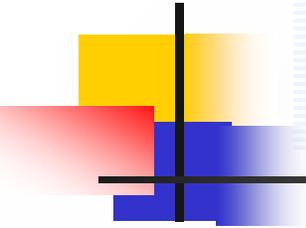


Публикации

- Месарович М., Такахара Я. *Общая теория систем: математические основы*. М.: Мир, 1978.
- Бусленко Н.П. *«Моделирование сложных систем»*, М., «Наука», 1968.
- Т. Нейлор *«Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем»*. М.: Мир, 1975. – 500 стр.
- Р. Шеннон *«Имитационное моделирование систем – искусство и наука»*. М.: Мир, 1978. – 418 стр.
- Карпов Ю. *Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic*. СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
- Ростовцев Ю.Г., Юсупов Р.М. *Проблема обеспечения адекватности субъектно-объектного моделирования// Известия ВУЗов. Приборостроение*. - № 7, 1991. – С.7-14.
- Рыжиков Ю.И., Плотников А.М., *Четвертая всероссийская научно-практическая конференция ИММОД-2009*. Репринт. СПб.
- Савин Г.И. *Системное моделирование сложных процессов*. М.: Фазис, 2000.

Публикации

- Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
- Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодельных комплексов // Теория систем и управления, 2004, № 6. С. 5–16.
- Шеннон Р. Имитационное моделирование – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
- Юсупов Р.М. Элементы теории испытаний и контроля технических систем: / Под ред. Р.М. Юсупова. – М.: Энергия, 1977. – 189 с.
- Юсупов Р.М., Иванищев В.В., Костельцев В.И., Суворов А.И. Принципы квалиметрии моделей // IV СПб Международная конференция «Региональная информатика-95», тезисы докладов. – СПб, 1995. – С.90-91.
- 21st European Conference on Modelling and Simulation, June 4–6, Prague, Czech Republic, Proceedings, 2007, Prague 826 pp.
- <http://www.wintersim.org>
- <http://www.scs.org>
- <http://www.liophant.org/scsc>



Контактная информация

Соколов Борис Владимирович:

- ❖ **Phone: +7 812 328-01-03;**
- ❖ **Fax: +7 812 328-44-50;**
- ❖ **E-mail: sokol@iias.spb.su;**
- ❖ **Web: <http://www.spiiras.nw.ru>**
Web: <http://litsam.ru>

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ