

Концепция и технологии проактивного управления жизненным циклом сложных технических объектов на судостроительном предприятии

■ **М.Ю. Охтилев¹, П.А. Охтилев¹ . Б.В. Соколов Б.В², Р.М. Юсупов²**

■ ¹ АО «Научно-исследовательский и опытно-экспериментальный центр интеллектуальных технологий «ПЕТРОКОМЕТА» (Государственная корпорация «РОСТЕХ»)

² Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук (СПб ФИЦ РАН)

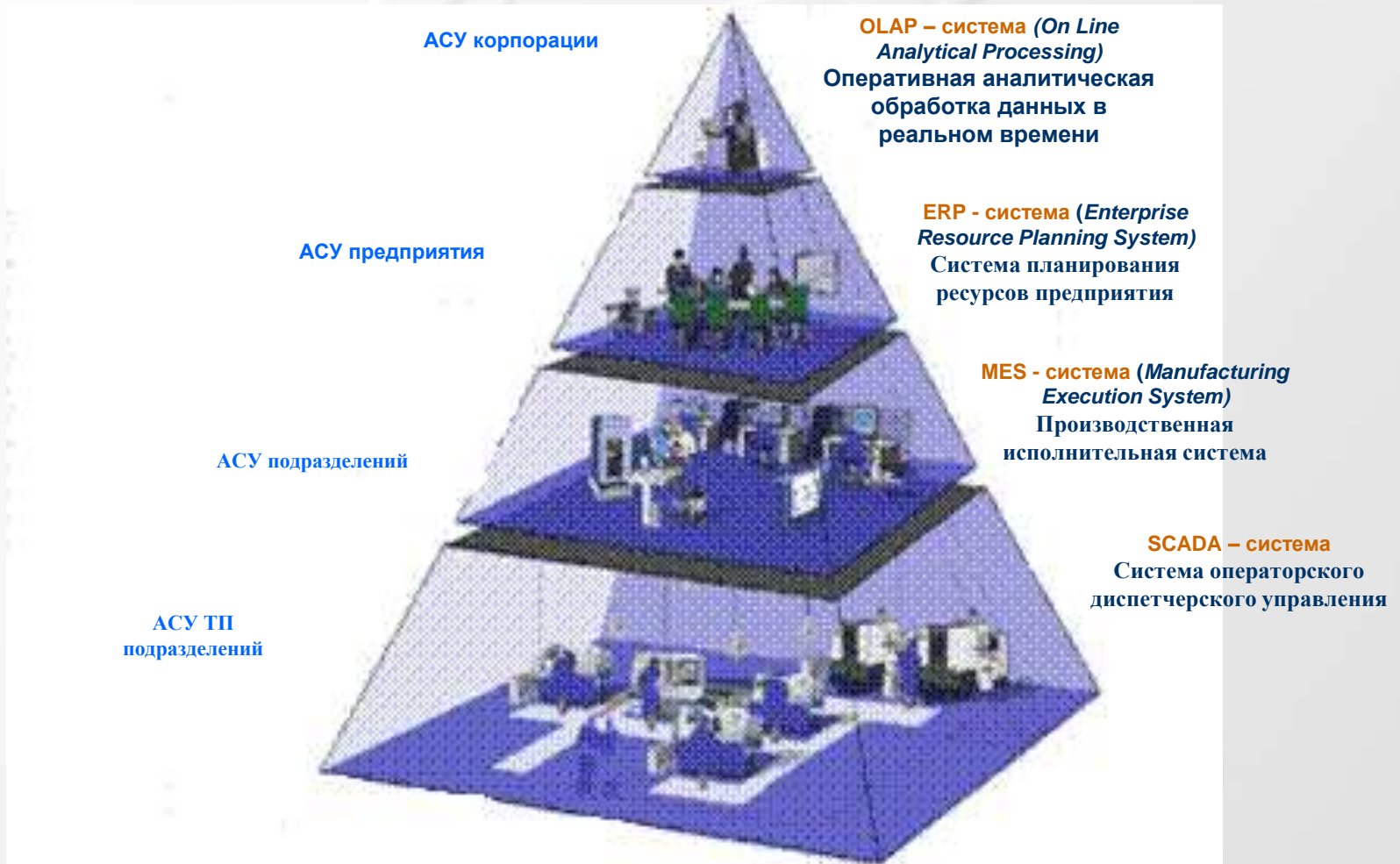
(<https://spcras.ru>

<http://www.simulation.su>,

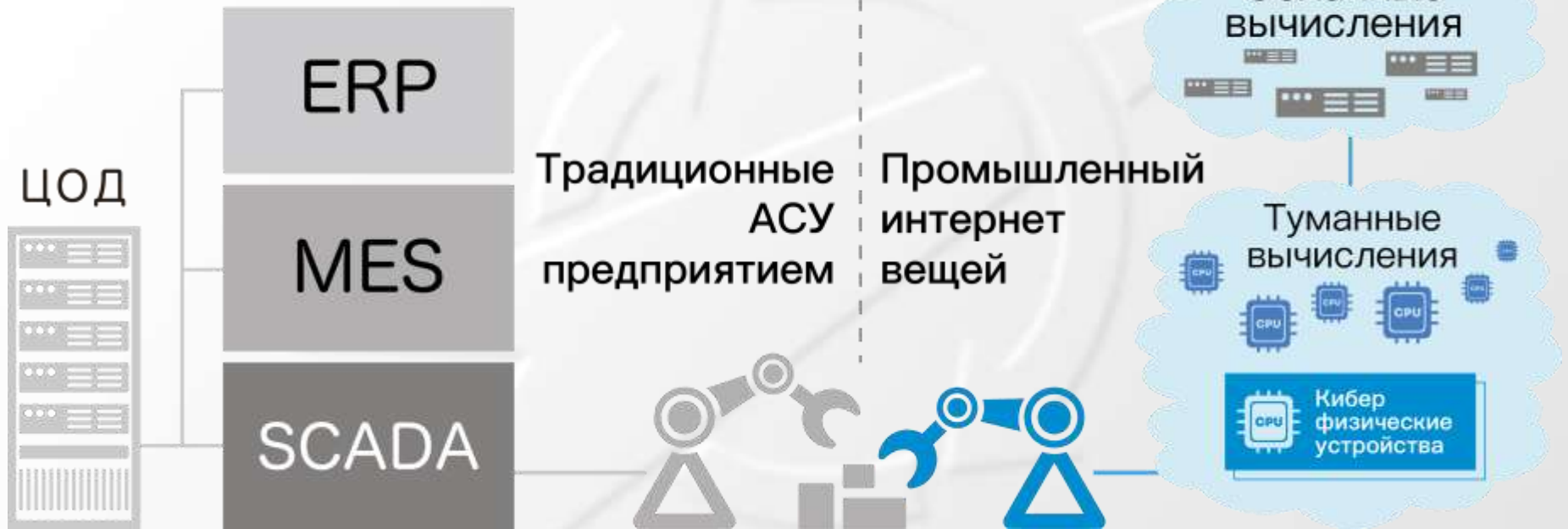
<http://litsam.ru>)

E-mail: sokolov_boris@iinbox.ru

Обобщенная структура современной интегрированной АСУ СТО



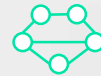
Промышленный интернет вещей



Новый уровень сложности – туманные вычисления



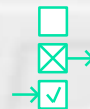
Унифицированные узлы



Множество вариантов реализации процессов



Потенциальная связь «каждого с каждым»



Высокая динамика инфраструктуры

Туманные вычисления – разновидность архитектуры вычислений, используемая для выполнения операций, передачи, приема, хранения и обработки данных внутри сети облачных сервисов и конечных устройств локально и/или через Интернет.

Графическая интерпретация проблемы синтеза структуры и планов управления информационными процессами



Синтезированная технология



Синтезированный план





1

Автоматизация процессов информационно-аналитического обеспечения ЖЦ СТО на основе системного анализа, формирования оптимального облика и создания унифицированного комплекса инструментальных средств и информационных технологий (единой цифровой платформы)

2

Интеграция и каталогизация данных и знаний о ЖЦ объектов СТО и о технологических процессах их создания и применения на основе онтолого-ориентированных моделей с целью формирования их цифровых двойников.

3

Организация защищенного единого информационного пространства участников интегрированной системы информации – СТО, частей и организаций ВКС (КВ) и предприятий РКП с целью обеспечения их автоматизированного информационного взаимодействия по целевым вопросам, связанным с повышением уровня технического состояния и надежности СТО.

4

Оперативное обеспечение потребителей – участников интегрированной системы информации – наиболее полной актуальной и достоверной информацией о техническом состоянии СТО и связанных с ними технологических процессах на всех этапах ЖЦ.

5

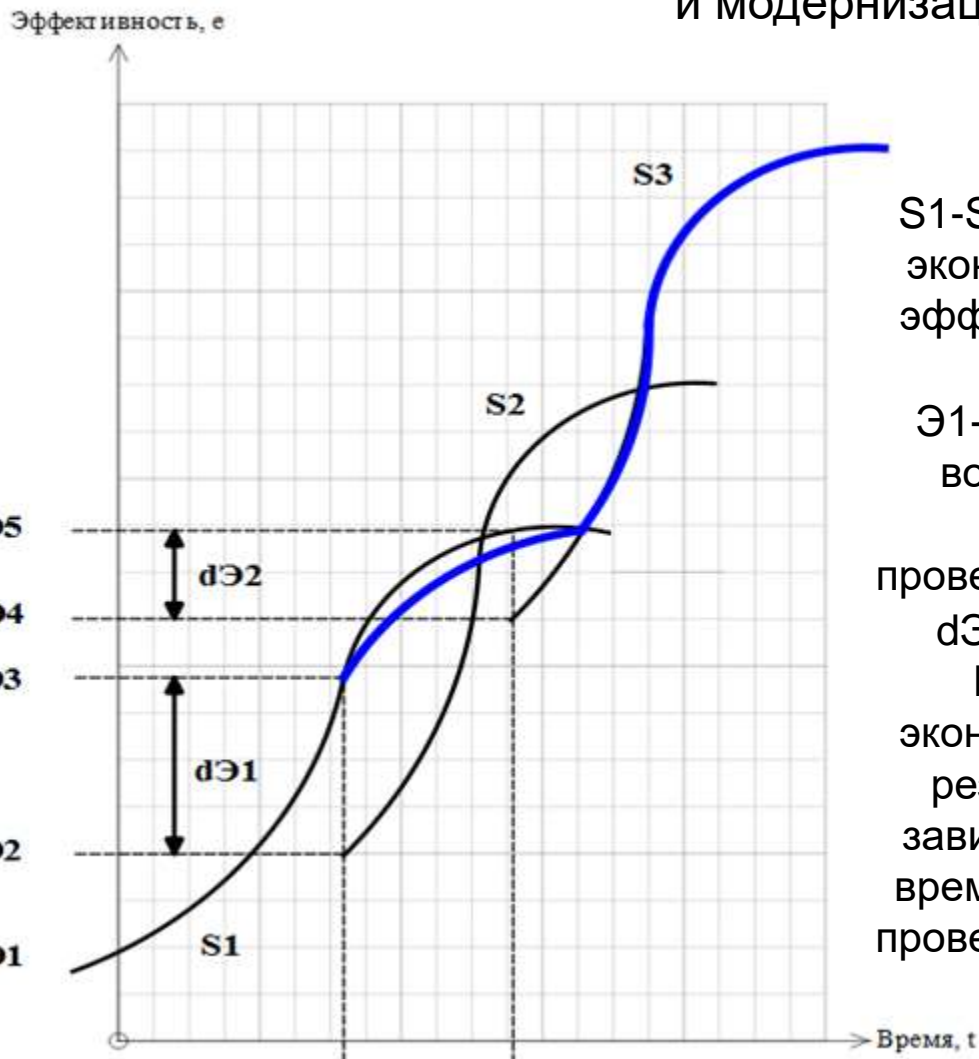
Обеспечение сквозной и замкнутой технологии информационно-аналитического обеспечения представителей организаций различных ведомств, связанных с ЖЦ СТО.

6

Поддержка, совершенствование и интеграция системы информации о техническом состоянии и надежности СТО на основе автоматизации информационно-аналитической поддержки ЖЦ СТО и формирования нормативной-правовой базы межведомственного информационного взаимодействия

Особенности и проблемы проактивного управления ЖЦ СТО

Содержание и особенности задач управления созданием, функционированием и модернизацией СТО



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.

НТП: необходимо разработать специальное модельно-алгоритмическое, программно-информационное обеспечение решения задач проактивного управления созданием, функционированием и модернизацией СТО

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПРОАКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖЦ СТО (ССВ)

Необходимо разработать принципы, подходы, модели, методы, алгоритмы имитационного и комплексного моделирования, позволяющие оценить выполнимость производственных программ ССВ, при которых выполняются следующие условия:

$$J_{\theta} \left(X_{\chi}^t, \Gamma_{\chi}^t, Z_{\chi}^t, F_{\langle \chi, \chi' \rangle}^t, \Pi_{\langle \tilde{\delta}, \tilde{\delta} \rangle}^t, t \in (t_0, t_f] \right) \rightarrow \underset{\langle U^t, S_{\delta}^{t_f} \rangle \in \Delta_g}{extr},$$

$$\Delta_g = \left\{ \langle U^t, S_{\delta}^{t_f} \rangle \mid R_{\beta} \left(X_{\chi}^t, \Gamma_{\chi}^t, Z_{\chi}^t, F_{\langle \chi, \chi' \rangle}^t, \Pi_{\langle \tilde{\delta}, \tilde{\delta} \rangle}^t \right) \leq \tilde{R}_g; U^t = \Pi_{\langle \delta_1, \delta_2 \rangle}^{t_1} \circ \Pi_{\langle \delta_2, \delta_3 \rangle}^{t_2} \circ \Pi_{\langle \tilde{\delta}, \delta \rangle}^{t_3}; \beta \in \mathbf{B} \right\},$$

где J_{θ} –показатели, характеризующие качество и эффективность функционирования основных элементов и подсистем ССВ;

U^t — управляющие воздействия, позволяющие синтезировать как структуру ССВ, так и процессы ее функционирования на различных этапах жизненного цикла;

$q \in Q = \{1, \dots, l\}$ – множество номеров показателей;

Δ_g – множество динамических альтернатив (множество структур и параметров ССВ, множество программ их функционирования);

\tilde{R}_g – заданные величины;

\mathbf{B} – множество номеров пространственно-временных, технических и технологических ограничений, определяющих процессы реализации производственных программ ССВ;

$T = (t_0, t_f]$ – интервал времени, на котором проводится моделирование, расчет, многокритериальное оценивание, анализ показателей качества функционирования и развития ССВ.

Обобщенное описание решаемой проблемы

- проблемы большой размерности и нелинейности моделей, описывающих структуру и варианты функционирования элементов и подсистем СУ СТО;
- проблемы конструктивного учета в моделях факторов неопределенности, связанных с воздействием на СУ СТО внешней среды
- проблемы многокритериальной оптимизации программ управления структурной динамикой СУ СТО на полимодельных комплексах.

Научная основы решения рассматриваемой проблемы

Моделирование СТО

Бусленко Н.П., Моисеев Н.Н., Поспелов Г.С., Юсупов Р.М., Цвиркун А.Д., Калинин В.Н., Эшби У.Р., Кликер 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. Иванюков, 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. Понтрягин., Болтянский В., Н.Н. Моисеев и др.

Создания и развитие СТО без учета процессов управления его текущим состоянием

Добановский С.А., Ринглант 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 Иванюков Ю.П., Скурихин В.И., Юсупов Р.М., Соколов Б.В., Охтилев М.Ю., Цивирко Е.Г., Кликер Дж. и др.

Концепция комплексного моделирования

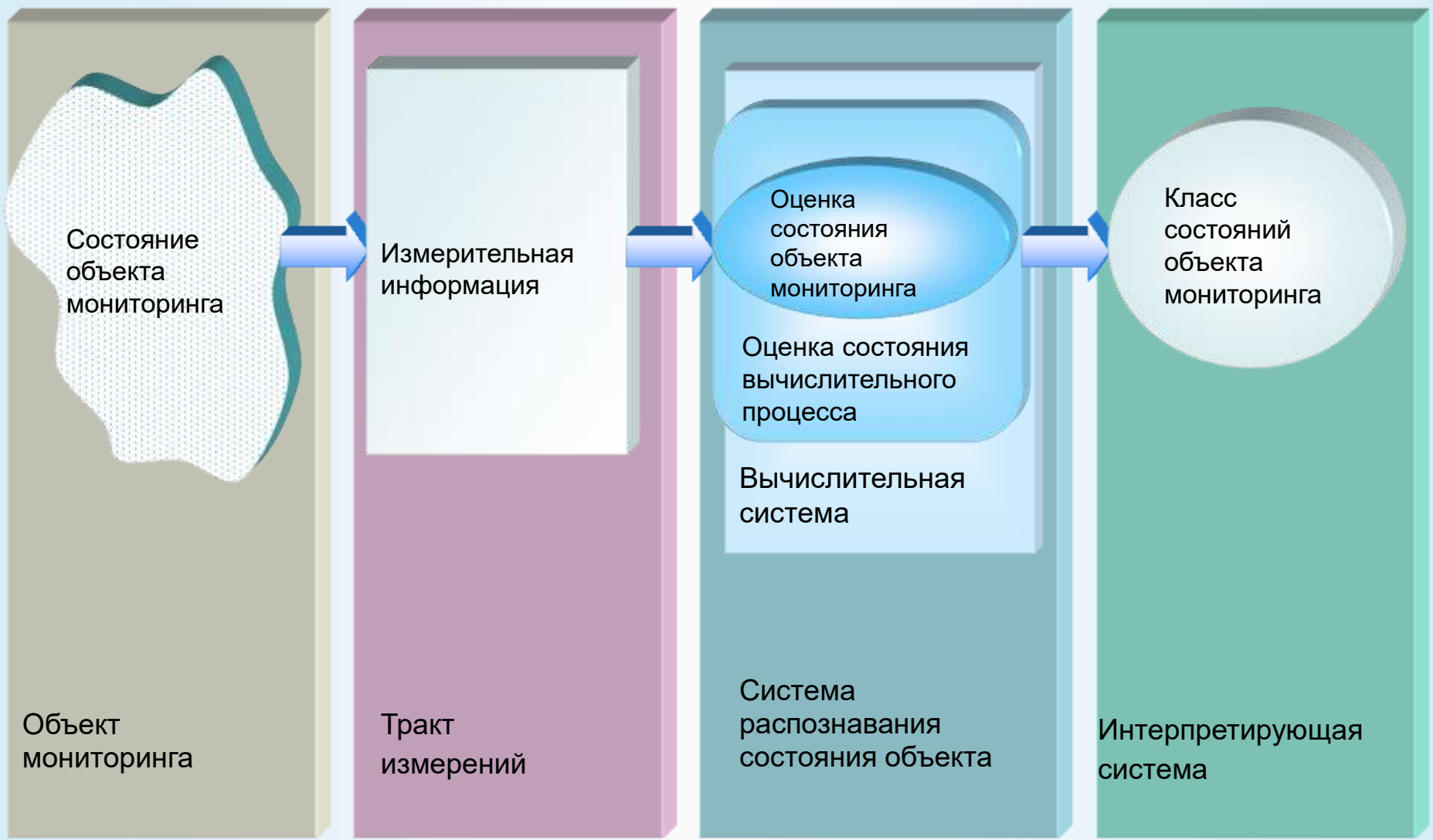
Под **комплексным (системным) моделированием (КМ) сложных объектов** (СлО) любой природы (естественных, искусственных, реально существующих и виртуальных и т.п.) будем понимать методологию и технологии полимодельного описания указанных объектов, а также комбинированного использования методов, алгоритмов 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



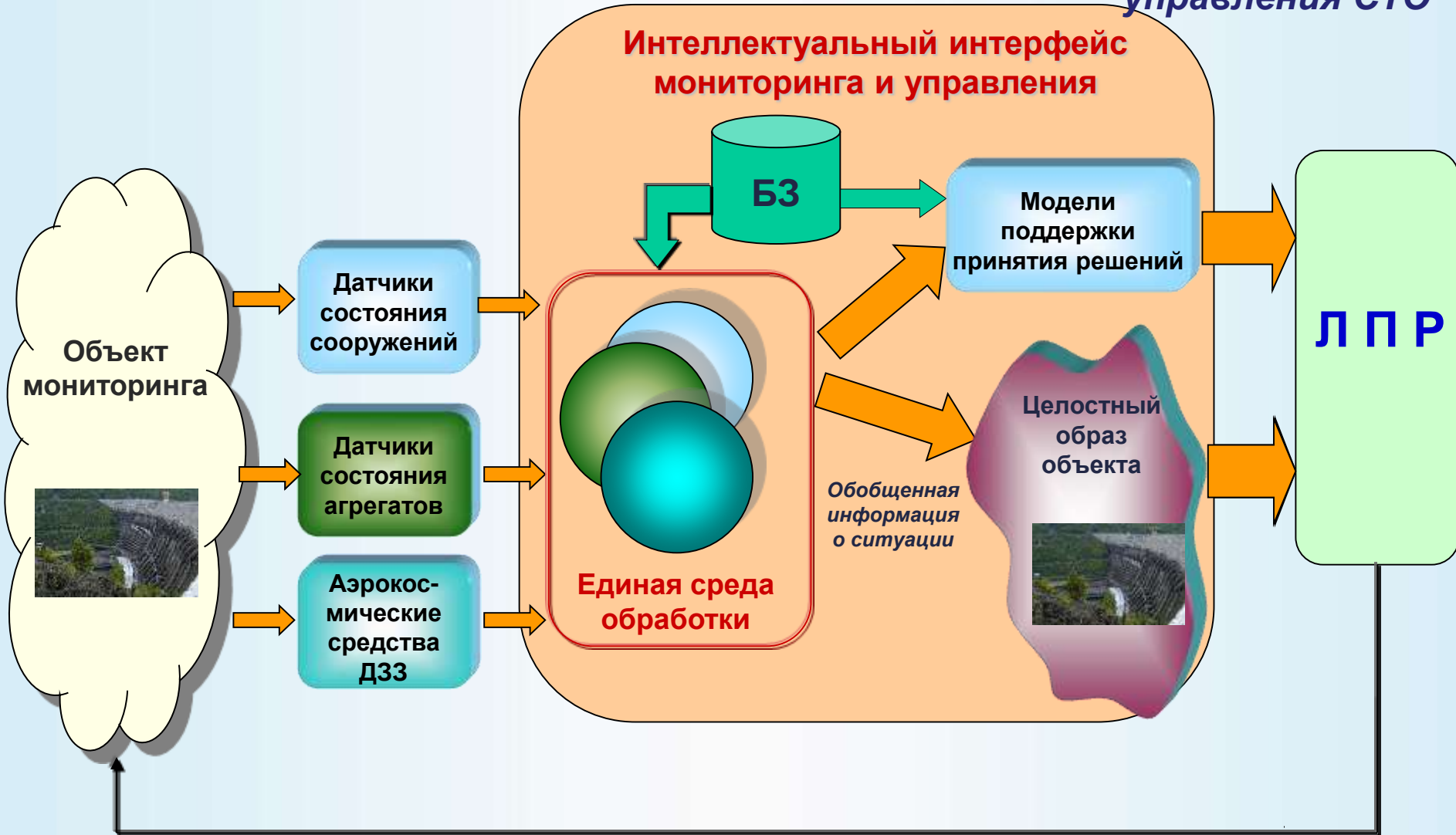
В отличие от традиционно используемого **реактивного управления сложными объектами, ориентированного на оперативное реагирование и последующее недопущение инцидентов,**

Проактивное управление предполагает предотвращение возникновения инцидентов за счет создания в соответствующей системе мониторинга и управления принципиально новых прогнозирующих и упреждающих возможностей при формировании и реализации управляющих воздействий, базирующихся на концепции системного (комплексного) моделирования.

КОНЦЕПЦИЯ ИНВАРИАНТНОСТИ СОСТОЯНИЙ ОБЪЕКТА МОНИТОРИНГА И ПРОЦЕССА ВЫЧИСЛЕНИЙ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЕАКТИВНОГО МОНИТОРИНГА



Концепция интеграции интеллектуальных систем мониторинга и управления СТО

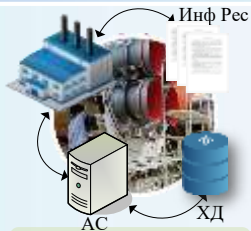


КОНЦЕПЦИЯ ИНВАРИАНТНОСТИ СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ СТО И ИХ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

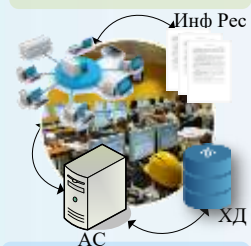
Состояние объектов СТО



ЖЦ СТО



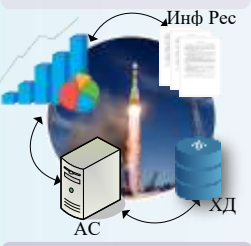
Проектирование



Производство



Испытания



Эксплуатация

Единая цифровая платформа



Цифровые двойники ОА

Единая интегрированная система хранилищ данных и знаний о ЖЦ СТО со сквозной идентификацией

Единая унифицированная модель представления данных и знаний о ЖЦ СТО

Едино интерпретируемые наборы конфигураций программного имитационно-аналитического обеспечения (по задачам участников ЖЦ СТО)

Единые классификаторы, регламенты, форматы и протоколы обмена данными

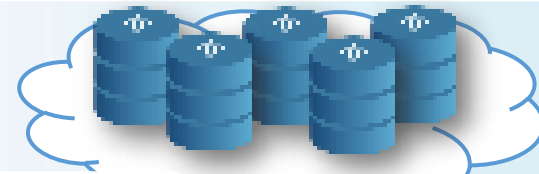
Единое защищённое пространство информационного взаимодействия и интерпретации данных и знаний

Единая конфигурируемая модель доступа и представления данных с учетом специфики задач участников ЖЦ СТО

Единая унифицированная среда хранения и представления данных и знаний для поставщиков и потребителей информации

Единая система взаимосвязанных показателей технического состояния и надёжности СТО

Единая интерпретация (доказуемость/объяснимость) данных и знаний, возможность **принятия оперативных и обоснованных решений**



Принятие решений по обеспечению требуемого уровня ТС, качества и надёжности СТО

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММНАЯ ПЛАТФОРМА КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПОСТРОЕНИЯ ИАСИАО ЖЦ СТО



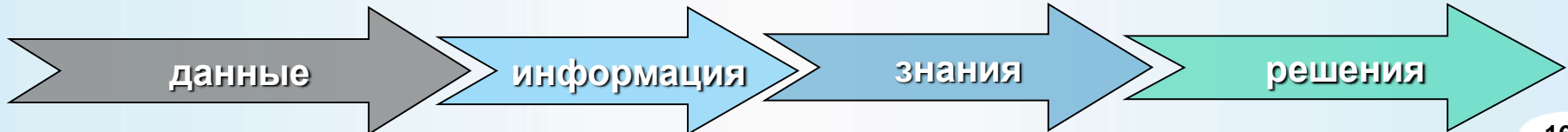
КЛЮЧЕВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

- ✓ Позволяет разрабатывать и внедрять информационно-аналитические системы и системы поддержки и принятия решений любого уровня сложности, в кратчайшие сроки.
- ✓ Предоставляет широкую линейку типовых решений, отработанных методик, уникальных алгоритмов и моделей, средств интеллектуальной обработки, анализа и представления данных и знаний в реальном масштабе времени.
- ✓ Сочетает математические методы, информационные технологии и многолетний опыт отечественной разработки комплексных прикладных решений.
- ✓ Базируется на кроссплатформенном программном обеспечении, принципах открытой архитектуры и методологии разработки «программирование без программирования».



СКВОЗНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЖЦ СТО

Интеграция	Оперативное и долговременное хранение	Интеллектуальный анализ данных	Информационная поддержка принятия решений	Доступ и взаимодействие
Формирование спецификаций и унифицированных предметных посредников информационного взаимодействия	Управление оперативным и долговременным хранением	Извлечение, формализация и использование экспертных знаний	Поддержка проактивного управления планированием работ на всех этапах ЖЦ	Интерактивная визуализация (инфографика), таблицы, тренды, 2D-, 3D-мнемосхемы
Загрузка и консолидация данных из разнородных информационных ресурсов	Поддержка единой информационной модели, управление метаданными	Оперативная аналитическая обработка (OLAP)	Статистический ретроспективный анализ и логико-динамический вывод оценок и рекомендаций	
	Кластеризация и каталогизация данных	Мониторинг состояния в РВ	Формирование и вывод оптимальных /квазиоптимальных альтернатив решений	Обобщенные аналитические панели
Формирование согласованных хронологических наборов данных	Поддержка гибридных и разнотипных моделей данных	Ретроспективный анализ данных и предиктивная аналитика	Обоснование /объяснение сформированных выводов и решений	Документно- и объектно-ориентированные интерфейсы доступа
Унификация интерфейсов и форматов данных	Классификация и оптимизация структур данных	Комплексное имитационно-аналитическое моделирование		
Реализация защищенного взаимодействия со смежными ИС	Управление базами данных и знаний	Автоматический синтез аналитических сервисов	Генерация аналитических отчетов	Интеллектуальный поиск и фильтрация по совокупности данных



Внедрения программ созданных на базе ИАП

ГК РОСАТОМ



- Ленинградская АЭС
- Смоленская АЭС
- Курская АЭС



ГК РОСКОСМОС



- Космодром, Плесецк
- Центр управления полётами, Краснознаменск
- Гвианский космический центр, Куру
- Космодром, Байконур



Промышленность



- Уральский электро-химический комбинат
- Красноярский электро-химический комбинат
- Ангарский электро-химический комбинат

СТРУКТУРА ИАП



23 патента РФ на изобретения
10 свидетельств о регистрации программ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И АВТОРСКИЕ ПРАВА



Патент РФ на изобретение № 2676405, от 19.07.2016,
«Способ автоматизированного проектирования производства программного обеспечения и система для его осуществления»

Патент РФ на изобретение № 2656841, от 19.07.2016,
«Способ построения единого информационного пространства и система для его осуществления»

Характеристики	Разработчик. Наименование образцов ИАП						
	Аскон (Лоцман- PLM)	Solid Works- Russia. (SWR- PDM)	Лоция- Софт. Лоция- Софт	IBM. PLM Solu- tion	Team Center- Engine- ring	ZWCA D 2018 Professi- onal	ФИЦ РАН ИАП
Страна	Россия	Россия	Россия	США	ФРГ	Китай	Россия
Защищенное единое информационное пространство	-	-	-	+	+	-	+
Поддержка принятия решений	-	+	+	+	+	-	+
Охват всех этапов жизненного цикла	+	-	-	+	-	-	+
Решение информационно- аналитических задач	-	-	-	-	-	+	+
Решение задач поддержки жизненного цикла	+	-	-	+	+	-	+
Функционирование в реальном времени	-	-	-	-	-	-	+

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ

1

интеграция с отечественными техническими средствами и СЗИ (в т.ч., Astra Linux SE), обеспечивая защиту до «1Б» включительно

2

возможность адаптации и модернизации прикладных решений (прикладного ПО) без модернизации и повторной сертификации самой программной платформы

3

оптимальный для задач ИАСИАО состав инструментальных средств визуального проектирования, позволяющих создавать прикладное ПО без знания языков программирования

4

возможность конфигурировать архитектуру прикладного ПО с различной бизнес-логикой, десктопными и Web-интерфейсами и интеграцией с различными СУБД

5

наличие средств организации сбора, хранения, обработки, поиска и доступа к данным и метаданным и решения аналитических и статистических задач, генерации отчетности

6

наличие средств интеграции данных и организации автоматизированного информационного взаимодействия со смежными системами (с учетом защиты информации)

7

выполнение служебных функций по организации защищенной резервированной программно-технической инфраструктуры, администрированию и диагностике ИАСИАО

8

управление электронными данными на основе объектного хранилища со свободными структурами метаданных с учетом хронологии, версионирования и разграничения доступа

9

мониторинг технологических процессов, связанных с регламентами функционирования ИАСИАО, в т.ч. в режиме реального времени

10

возможности по миграции данных существующих информационных ресурсов на новую аппаратно-программную инфраструктуру

ПРИМЕРЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРОГРАММНОЙ ПЛАТФОРМЫ

The image displays a collection of screenshots from a software development environment, illustrating various instrumental tools and their usage:

- IDE (Integrated Development Environment):** Shows a code editor with a project tree on the left and a central workspace. The interface includes menus like "Файл", "Правка", "Вид", "Формат", "Инструменты", and "Помощь".
- Project Explorer:** A tree view showing the project structure, including folders like "Формы", "Сценарии", and "Подпрограммы".
- Code Editor:** Displays a code snippet with syntax highlighting and a "Сообщения" (Messages) window showing error notifications.
- Test Framework:** A table listing test cases with columns for ID, Name, Parameters, Status, and Date of execution.

ID	Имя	Параметры	Статус	Дата запуска
1	Тест 1		Успешно	15.07.2015
2	Тест 2		Успешно	15.07.2015
3	Тест 3		Успешно	15.07.2015
4	Тест 4		Успешно	15.07.2015
5	Тест 5		Успешно	15.07.2015
6	Тест 6		Успешно	15.07.2015
7	Тест 7		Успешно	15.07.2015
8	Тест 8		Успешно	15.07.2015
9	Тест 9		Успешно	15.07.2015
10	Тест 10		Успешно	15.07.2015
11	Тест 11		Успешно	15.07.2015
12	Тест 12		Успешно	15.07.2015
13	Тест 13		Успешно	15.07.2015
14	Тест 14		Успешно	15.07.2015
15	Тест 15		Успешно	15.07.2015
16	Тест 16		Успешно	15.07.2015
17	Тест 17		Успешно	15.07.2015
18	Тест 18		Успешно	15.07.2015
- Diagramming Tools:** A central diagram showing a flow of data or processes, with green boxes representing components and blue lines representing connections. Labels include "Вход данных из базы данных", "Обработка данных", and "Выгрузка данных".
- Configuration and Settings:** Screenshots of various configuration windows, including "Свойства проекта" (Project Properties) and "Настройка" (Settings).
- Reporting and Monitoring:** A screenshot of a "Свойства" (Properties) window showing a list of items with columns for "Имя" (Name), "Тип" (Type), "Имя файла" (File Name), "Текст" (Text), and "Примечание" (Note).
- Database Tools:** A screenshot of a "Вывод таблицы" (Table Output) window showing a table with columns "Имя", "Длина", "Имя столбца", and "Имя таблицы".
- Deployment and Execution:** A screenshot of a "Свойства" (Properties) window showing a list of items with columns for "Имя", "Тип", "Имя файла", "Текст", and "Примечание".

ИНТЕГРАЦИЯ И КАТАЛОГИЗАЦИЯ: СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ОБЪЕКТОВ СТО В ИАСИАО

Конструкторские данные об изделиях :

- Сведения о составе изделия;
- геометрические модели, чертежи и компоненты;
- тактико-технические характеристики;
- структура изделия
- результаты расчетов и моделирования;
- допуски на изготовление деталей;
- и т.д.;

Технологические данные об изделиях :

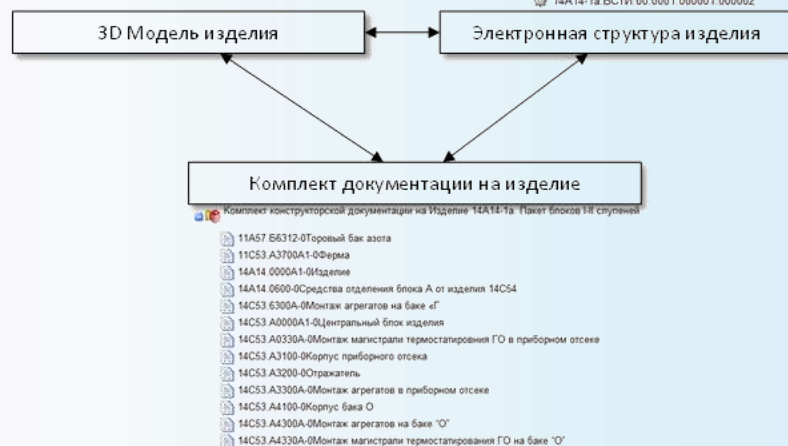
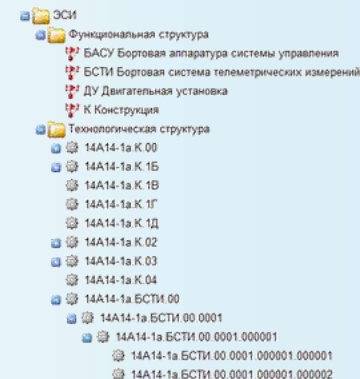
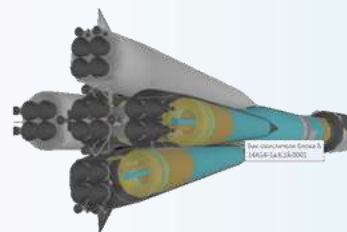
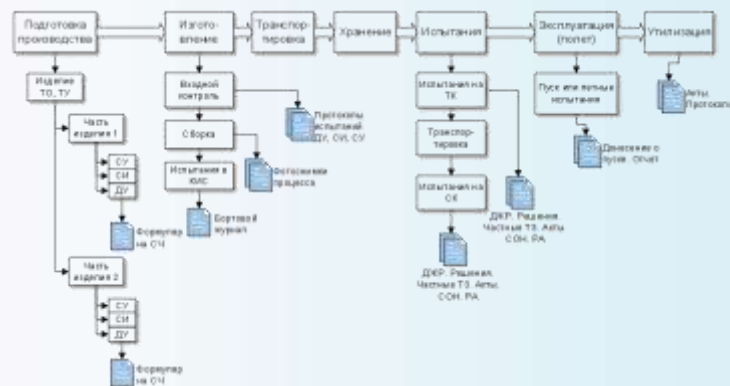
- Сведения о способах изготовления и контроля изделия и его компонентов в процессе производства;
- описание маршрутных и операционных технологий;
- нормы времени и расхода материалов;
- управляющие программы для станков с ЧПУ;
- данные для проектирования приспособлений, специального и измерительного инструмента;
- и т.д.

Данные о производстве и испытаниях изделий :

- Сведения о статусе конкретных экземпляров изделия и его компонентов в производственном цикле;
- данные о качестве изделия;
- сведения о степени соответствия конкретных экземпляров изделия и его компонентов заданным техническим требованиям, техническим условиям, требованиям стандартов и других нормативно-технических документов;
- документы производственного цикла и испытаний;
- и т.д.

Данные на этапе эксплуатации изделий :

- Сведения, необходимые для интегрированной логистической поддержки изделия на постпроизводственных стадиях ЖЦ изделия;
- Эксплуатационные данные об изделии: сведения, необходимые для организации обслуживания, ремонта и других действий, обеспечивающих работоспособность систем и агрегатов и изделия в целом, готовность к целевому применению;
- данные по пусковым кампаниям;
- и т.д.





Единый — данные, порождаемые информационной средой предприятий/организаций кооперации, консолидируются в распределенном хранилище, формируя единое информационное пространство (ЕИП).

Виртуальный — информация, формируемая в процессе проектирования, производства, испытаний и эксплуатации РН «Союз-2», представляет собой интегрированную модель — электронное описание изделия, содержащую всю информацию об изделии, требуемую на любой стадии его жизненного цикла.

Электронный — использование электронных данных, информации, знаний об изделии.

Паспорт — инструментарий (средство) консолидации достоверной, актуальной информации на изделие.

ЕВЭП предназначен для **своевременного обеспечения** предприятий и организаций, участвующих в **проектировании, производстве, испытаниях и эксплуатации** РН «Союз-2», актуальной информацией, необходимой для выполнения работ по обеспечению и повышению уровня технического состояния и надежности КРН и входящих в его состав изделий **на всех этапах их жизненного цикла** в соответствии с ГОСТ РО 1410-002-2010 и «Положением по системе информации о техническом состоянии и надежности РН «Союз-2»

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ХОДЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ ЕВЭП

1	Определены и обоснованы основные принципы построения ЕВЭП	
2	Разработана концептуальная модель ЕВЭП	
3	Разработана функциональная структура ЕВЭП	
4	Разработана архитектура ЕВЭП (информационная, программная, аппаратная)	
5	Совместно с АО «РКЦ «Прогресс» проведены предпроектные исследования и работы по подготовке исходных данных по этапам ЖЦ РН «Союз-2»	
6	Разработаны программные спецификации информационного взаимодействия ЕВЭП с автоматизированными системами АО «РКЦ «Прогресс» и 1 ГИК МО РФ. Сформулирована задача разработки предложений по регламентам автоматизированного информационного взаимодействия	
7	Выбраны отечественные программные платформы, обеспечивающие разработку набора прикладных сервисов ЕВЭП. Разработана опытная версия единой программной платформы ЕВЭП	
8	Разработан программно-аппаратный макет ЕВЭП, проведены его испытания. Выполнены проверки реализуемости основных технических решений	
9	Разработана структура, определён состав опытного образца типового сегмента ЕВЭП	
10	Разработан опытный образец ТС ЕВЭП 1 ГИК. Проведены приёмо-сдаточные, предварительные и автономные испытания на объекте эксплуатации 1 ГИК МО РФ	

ЗАДАЧИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТИПОВОГО СЕГМЕНТА ЕВЭП 1 ГИК МО РФ

ПРОБЛЕМА:

низкая оперативность доступа и неполнота информации об изделии приводит к снижению эффективности и возможностей по оптимизации технологических процессов, связанных с эксплуатацией РН «Союз-2», и повышению рисков возникновения нештатных ситуаций при подготовке к пуску и пуске РН

РЕШЕНИЕ:

автоматизация информационно-аналитического обеспечения этапа эксплуатации РН «Союз-2» на основе интеграции и анализа данных всего его жизненного цикла

РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

обеспечение оперативного и централизованного доступа к ЭД (инструкциям, руководствам, чертежам, ведомостям) при проведении работ на ТК и СК 1 ГИК во взаимосвязи с составными частями изделия (электронной структурой)

автоматизация информационного взаимодействия с предприятиями промышленности и заинтересованными организациями - повышение оперативности обмена, эффективности (уровня автоматизации) процедуры обмена данными

генерация электронных документов на основе шаблонов (технических и рекламационных актов, сообщений о неисправности и т.д.) - повышение эффективности и оперативности выпуска документов

консолидация и доступ 24/7 к агрегированным данным по изделию со всех этапов его жизненного цикла (обеспечение наиболее актуальной и полной информацией, повышение степени осведомленности о состоянии изделия)

обеспечение возможности проведения сравнительного анализа пусковых кампаний по различным экземплярам изделий (построение сводных графиков и таблиц параметров, сравнение содержимого документов и их метаданных)

воспроизведение хронологии пусковых кампаний и формирование протоколов на фиксированные моменты времени

организация удаленного доступа в ЕВЭП к данным по РН «Союз-2» в соответствии с ролями и полномочиями из смежных автоматизированных систем 1 ГИК

предоставление удаленного доступа к данным пусковых кампаний и эксплуатации изделия заинтересованным организациям и предприятиям промышленности в заданном необходимом объеме

обеспечение защиты передаваемой и хранимой информации по классу защищенности «1Г» (ДСП)

гибкая система разграничения доступа к данным по РН в соответствии с различными критериями доступа

долговременное хранение больших массивов данных об изделиях

обеспечение отказоустойчивости и резервирования хранилища данных

обеспечение единого пространства пользователей ЕВЭП и возможности доступа к функционалу с любого АРМ

обеспечение возможности выявления новых аспектов и качественно новой информации о качестве и надежности изделия в аналитических задачах за счет обнаружения ранее невидимых фактов и связей на основе перестраиваемой структуры хранилища



Результаты внедрения систем проактивного управления на базе ИАП в Госкорпорации Росатом

При эксплуатации единых систем управления защитой ядерных реакторов на атомных электростанциях России достигнуто:

- ✓ сокращение на **50%** времени на принятие решений при проактивном управлении безопасностью за счет многовариантного прогнозирования и диагностирования неисправностей системы управления ядерным реактором и контекстной выдачи советов оператору в аварийных ситуациях
- ✓ сокращение в **10-15 раз** длительности цикла разработки и внедрения новых версий информационных систем управления за счет интеграции и согласованности информационных потоков и ресурсов, а также использования уникальных человеко-машинных интеллектуальных интерфейсов и средств визуального проектирования

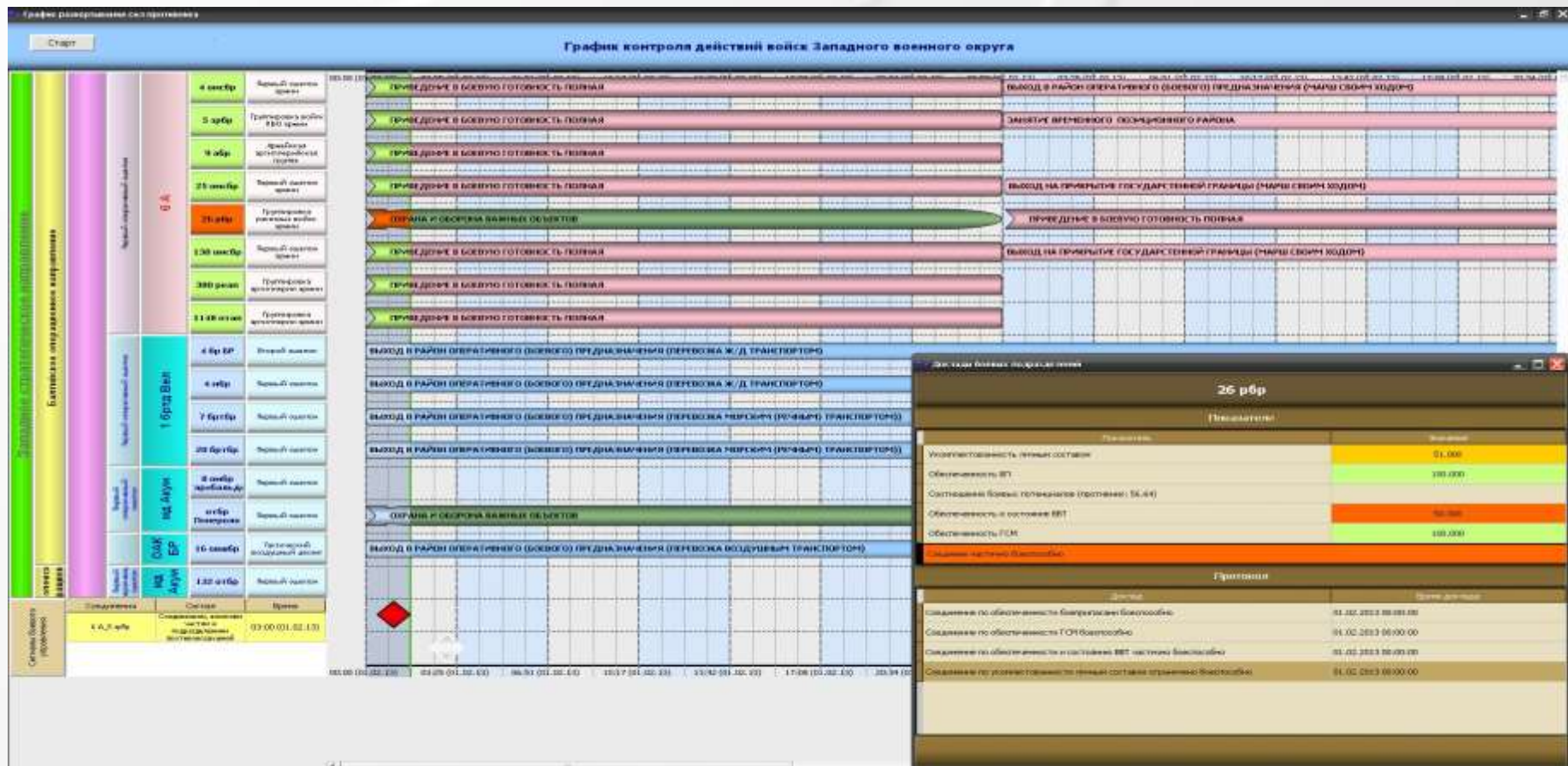


«Интеллектуальная информационная технология разработки и внедрения систем поддержки принятия решений (СППР) в АСУ объектами военно-государственного управления (ОВГУ)»

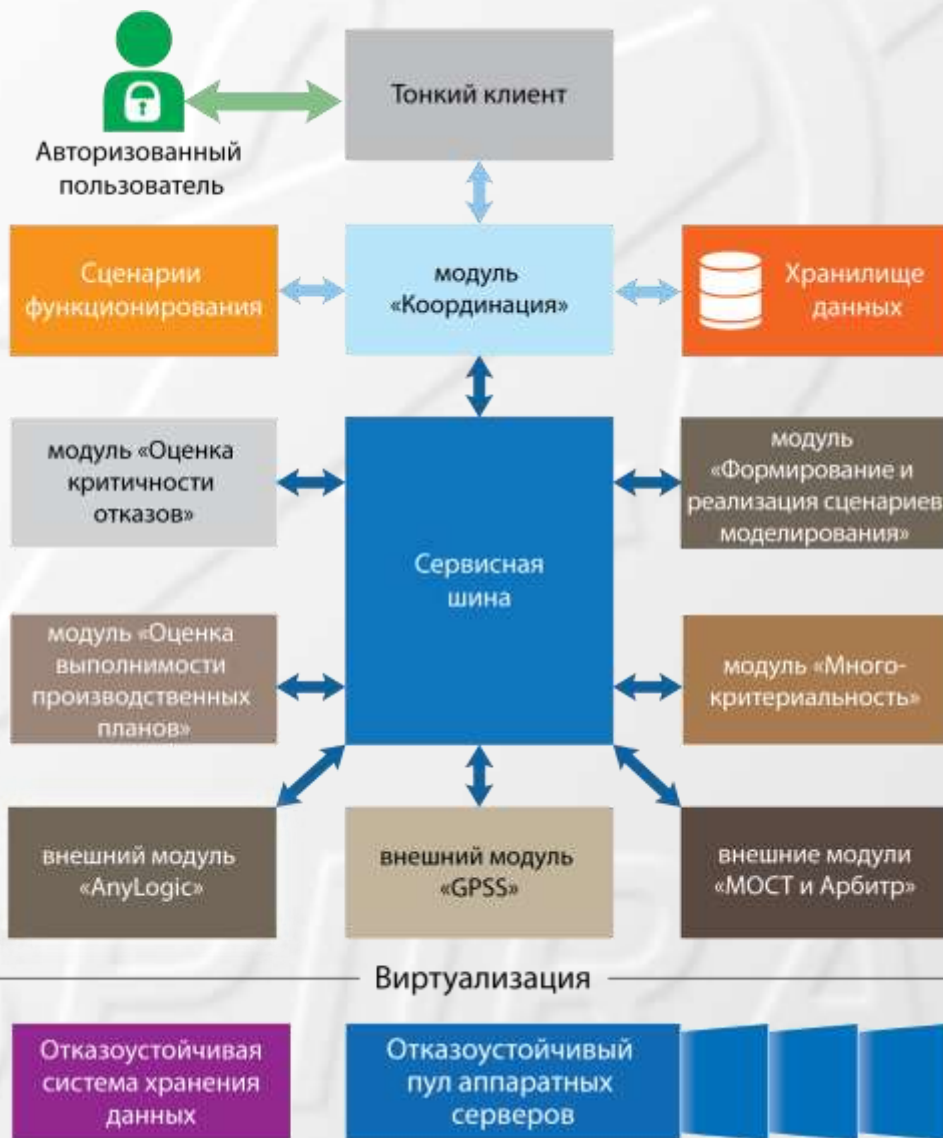
Разработанная распределенная СППР предназначена для повышения оперативности, обоснованности разрабатываемого решения командующим на операцию и ее планирования, комплексного моделирования и прогнозирования развития ситуаций, для уточнения принятого решения в ходе подготовки и ведения военных (боевых) действий за счет автоматизации ряда процедур реализации алгоритма работы органа управления.

На текущем этапе программа позволяет осуществлять рациональное распределение общевойсковой составляющей имеющейся группировки войск и формирование ее оперативного построения в зависимости от состава и ВХД противника.

(получила положительную оценку по результатам учений "Кавказ-2012")



Предлагаемый вариант реализации обобщенной архитектуры

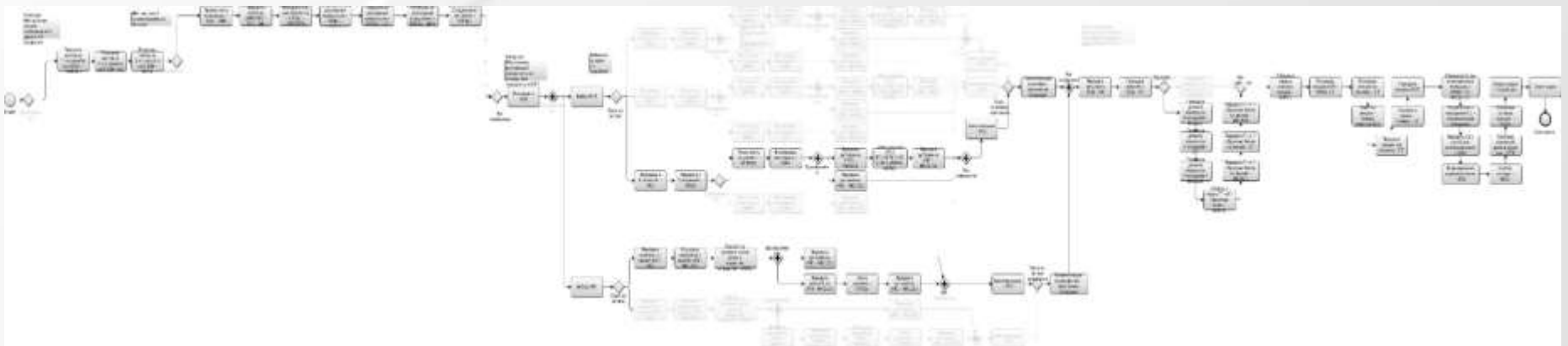


Практическая реализация на судостроительной верфи

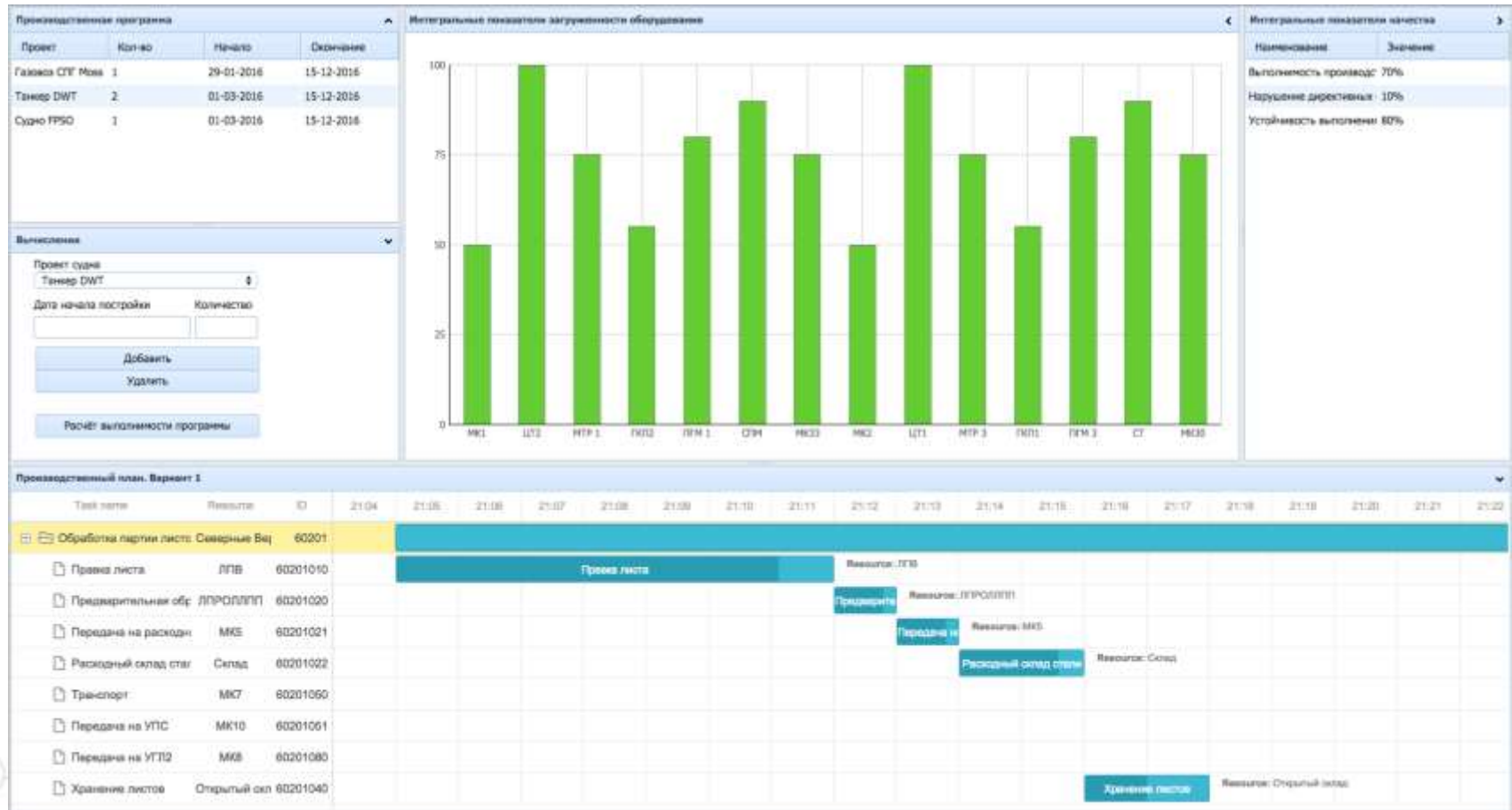
Пример описания технологии крупного промышленного производства с помощью расширенной нотации BPMN



Пример результата синтеза технологии



Графическое представление результатов (объёмно-календарный план и расписание работы цехов)

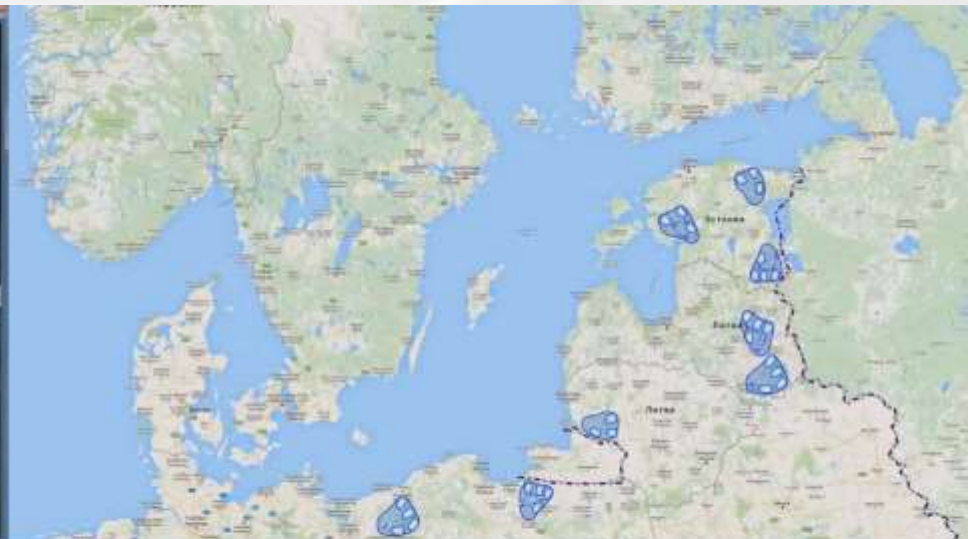


Результаты решения задачи

1. Разработанные методы и программный комплекс позволил оперативно в автоматизированном режиме рассчитать значения показателей качества производственного плана ССП, а также значения показателей робастности и динамической устойчивости производственных программ судостроительной верфи.
2. Расчет и последующий многокритериальный анализ значений данных показателей позволил на практике повысить степень обоснованности окончательного выбора производственных программ по сравнению с традиционными эвристическими подходами.
3. Архитектура разработанного программного комплекса позволила провести «бесшовную» интеграцию со сторонними информационно-аналитическими системами.
4. Созданное описание процессов в нотации BPMN стало технической основой для интеграции гетерогенных приложений и сервисов в транзакционные информационные процессы при проведении распределенного моделирования в рамках судостроительной корпорации.

СТРУКТУРА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ЦЕНТРА АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА





ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Предлагается новая системно-кибернетическая методология, а также комплекс логико-динамических моделей, методов, алгоритмов и методик комбинированного совместного решения задач проактивного управления функционированием и модернизацией СТО, базирующихся на фундаментальных и прикладных результатах, полученных к настоящему моменту времени в междисциплинарной отрасли системных знаний и позволяющих в отличие от ранее предложенных частных подходов обеспечить доказательное обоснование полноты, замкнутости и непротиворечивости получаемых результатов.

2. Основное достоинство КМ при решении задач проактивного управления функционированием и модернизацией СТО 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 СТО 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 СТО 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.*

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.

Контактная информация

Соколов Борис Владимирович:

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

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ