

СЕРВИСНО ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СИСТЕМ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ

05.13.11 - математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Г.И. Радченко

Научный руководитель:
СОКОЛИНСКИЙ Леонид Борисович
доктор физ.-мат. наук, профессор

Цель диссертационной работы

На основе концепции облачных вычислений разработать методы и алгоритмы, обеспечивающие автоматизированную генерацию проблемно-ориентированных грид-сервисов, позволяющих использовать инженерные пакеты в распределенных вычислительных средах

Основные задачи

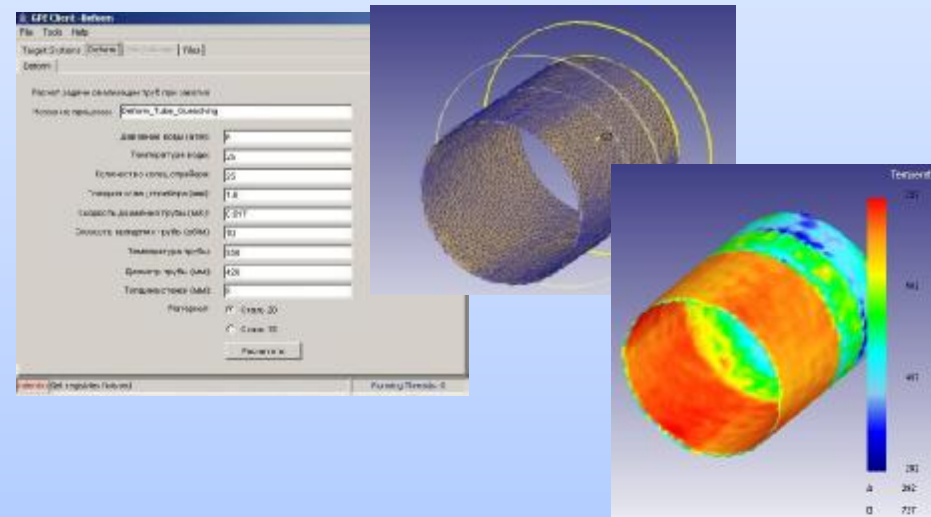
1. Разработать модель проблемно-ориентированного сервиса для решения задач инженерного проектирования и анализа в грид в виде *PaBИС (Распределенного Виртуального Испытательного Стенда)*
2. Разработать архитектуру и принципы структурной организации PaBИС
3. Разработать методы и алгоритмы автоматизированного построения PaBИС и реализовать их в виде *программной системы CAEBeans*, обеспечивающей создание и использование PaBИС
4. Провести испытания системы CAEBeans путем создания и внедрения PaBИС на промышленном предприятии

Испытательный стенд

Реальный



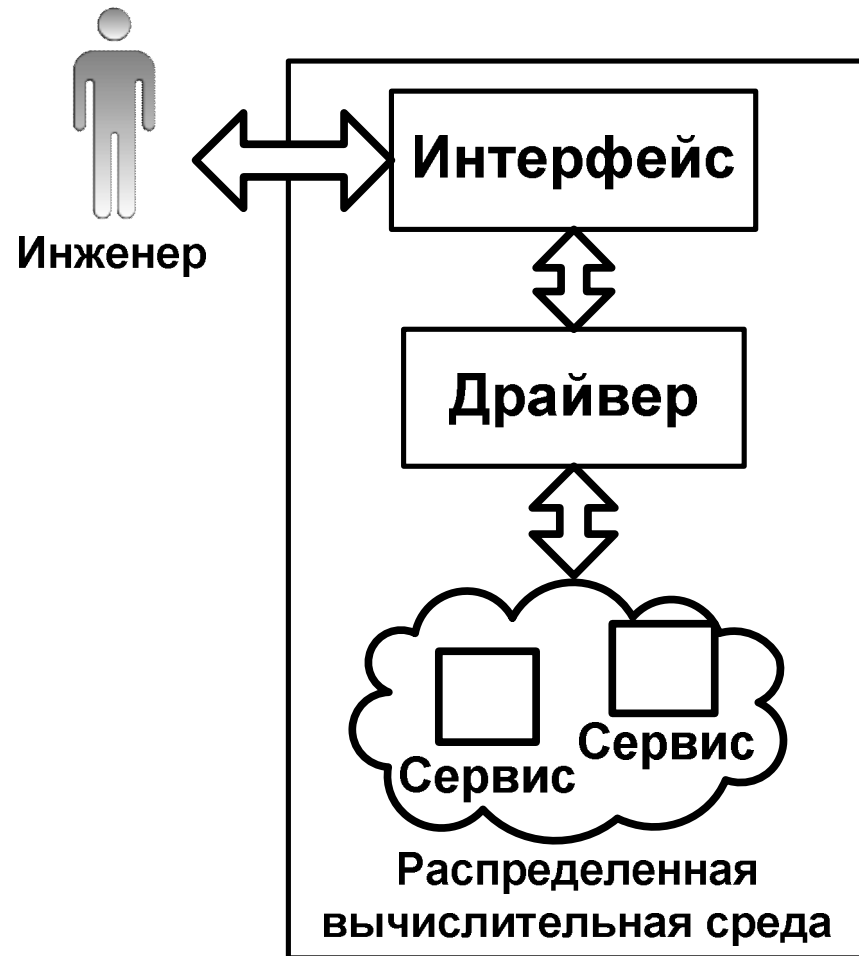
Виртуальный



Концепция облачных вычислений



Структура РаВИС



РаВИС

Технология CAEBeans

Технология CAEBeans – это совокупность теории и практической техники, на которые опирается процесс создания и использования распределенных виртуальных испытательных стендов. Технология CAEBeans включает в себя:

- **концептуальные средства**, которые определяют методы разработки и структуру РаВИС
- **организационные средства**, которые определяют форму труда и распределение обязанностей в команде разработчиков и пользователей РаВИС
- **программные средства** разработки и среду исполнения РаВИС

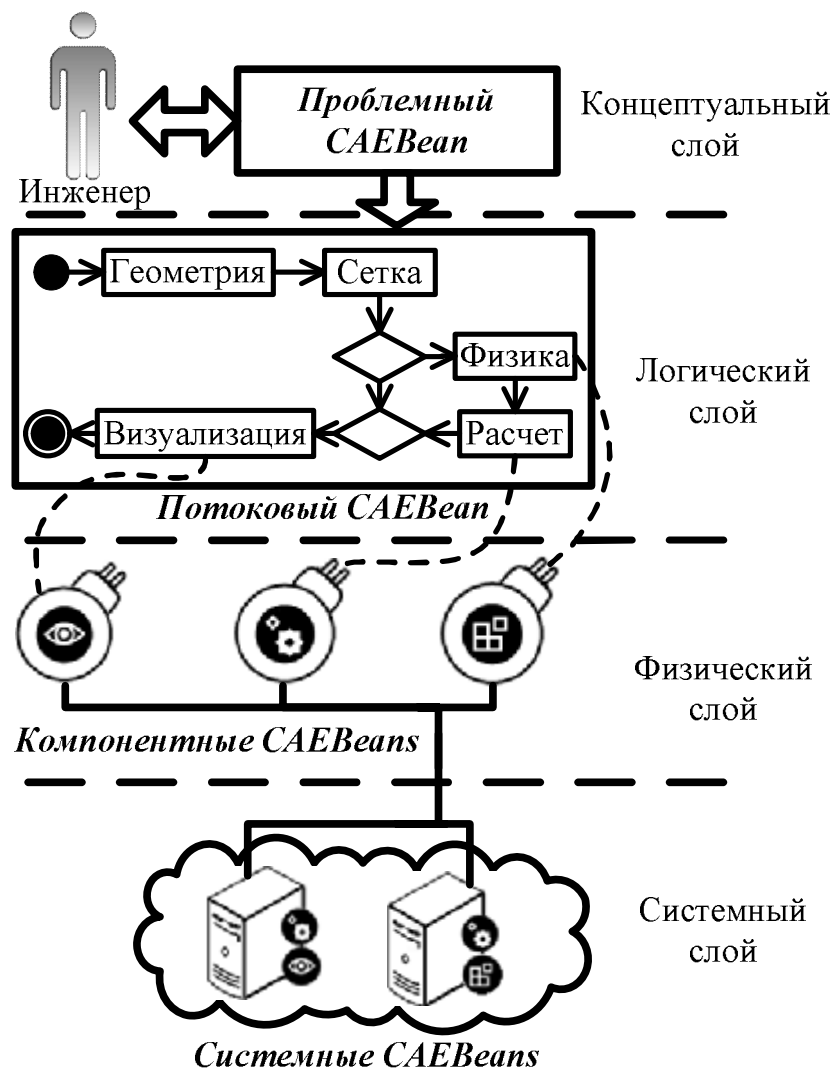
CAEBean

Оболочка CAEBean – это основная структурная единица, формирующая РаВИС

Название CAEBean:

- **CAE** (*Computer Aided Engeneering*) – инженерное проектирование при помощи компьютера
- **Bean** – оболочка

Слои РаВИС



Проблемный CAEBean

T-Tube CAEBean

Радиус R2 малой трубы:

Длина L2 малой трубы:

Радиус R1 большой трубы:

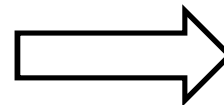
Длина L1 большой трубы:

Параметры потока в большой трубе:

T1 V1

Параметры потока в малой трубе:

T2 V2



Полный дескриптор задачи

R2	6
L2	50
L1	95
R1	5
...	
V1	9
T1	70

Иерархия проблемных CAEBean

T-Tube CAEBean

Радиус R2 малой трубы:

Длина L2 малой трубы:

Радиус R1 большой трубы:

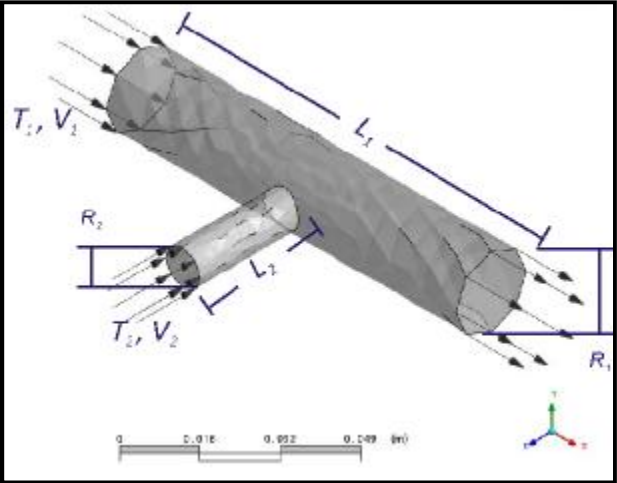
Длина L1 большой трубы:

Параметры потока в большой трубе:

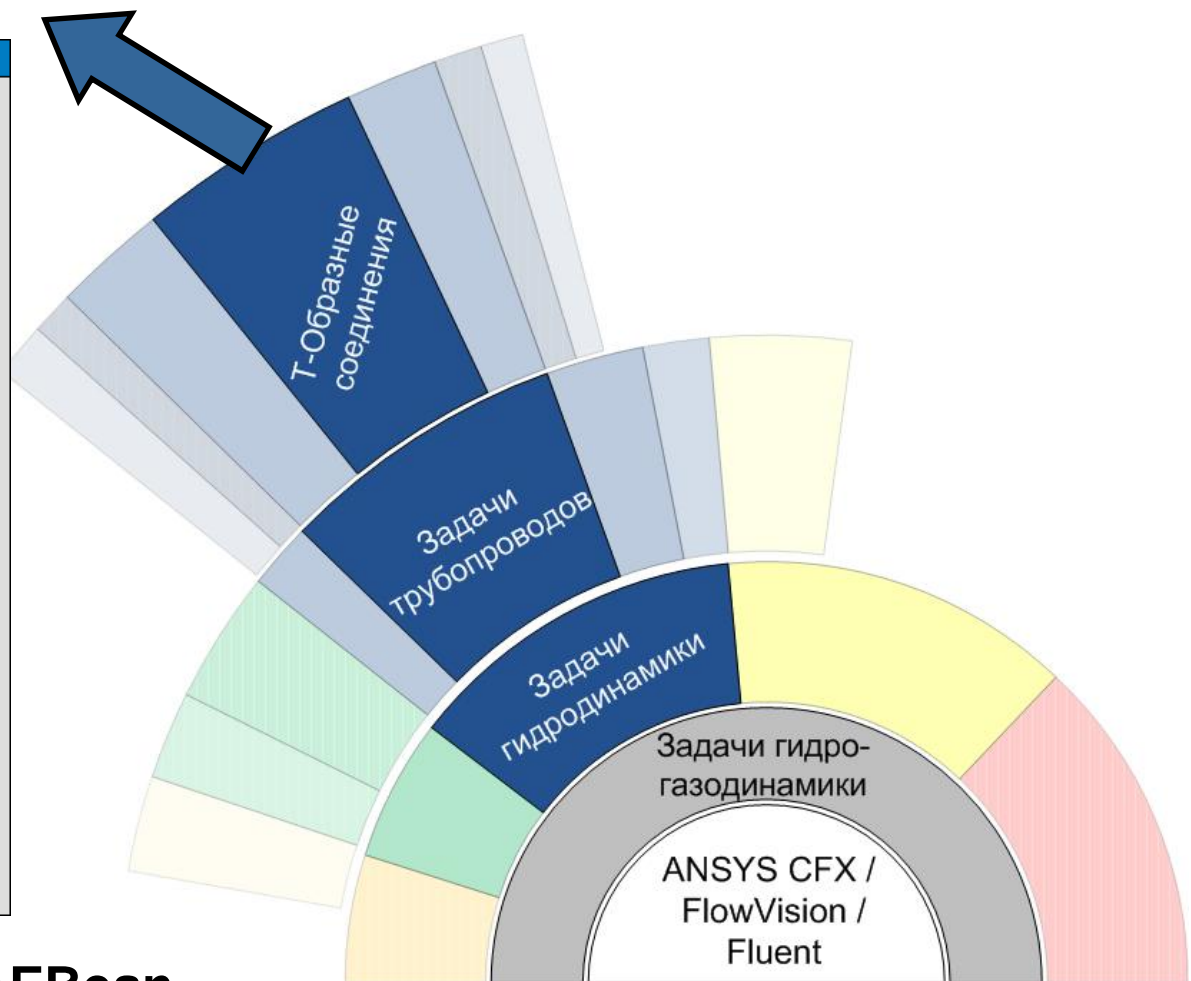
T1 V1

Параметры потока в малой трубе:

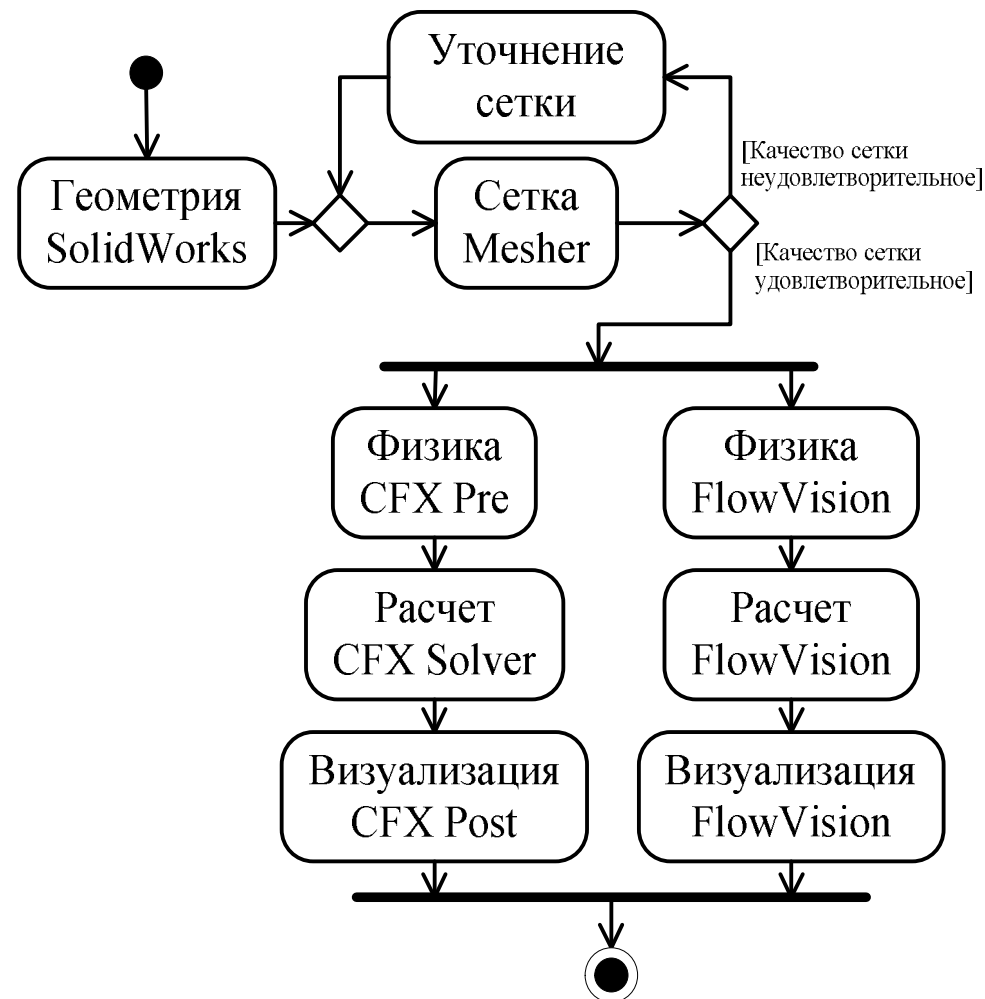
T2 V2






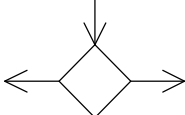
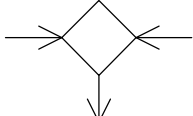
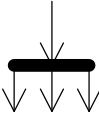
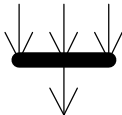
Проблемный CAEBean



Логический план решения задачи

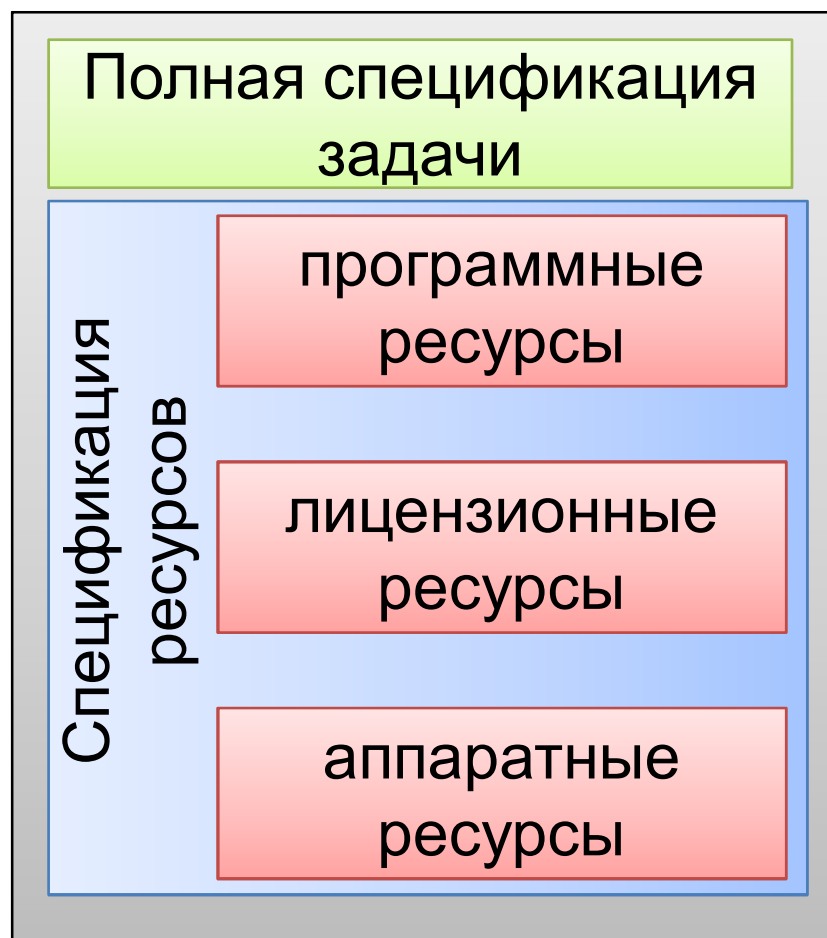


Узлы логического плана

Название	Обозначение
Начальный узел	
Конечный узел	
Действие	
Разветвление	
Объединение	
Разделение	
Слияние	

Компонентный CAEBean

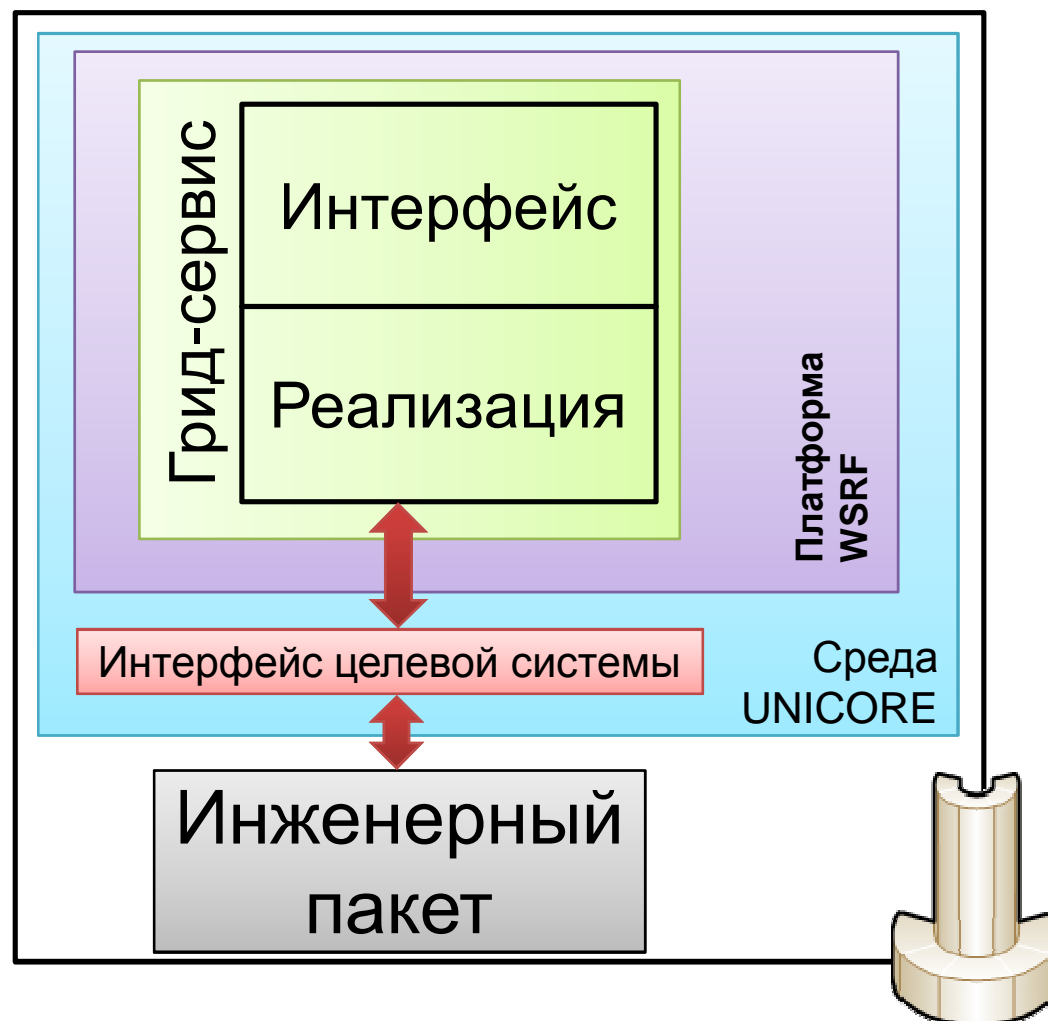
Структура



Пример



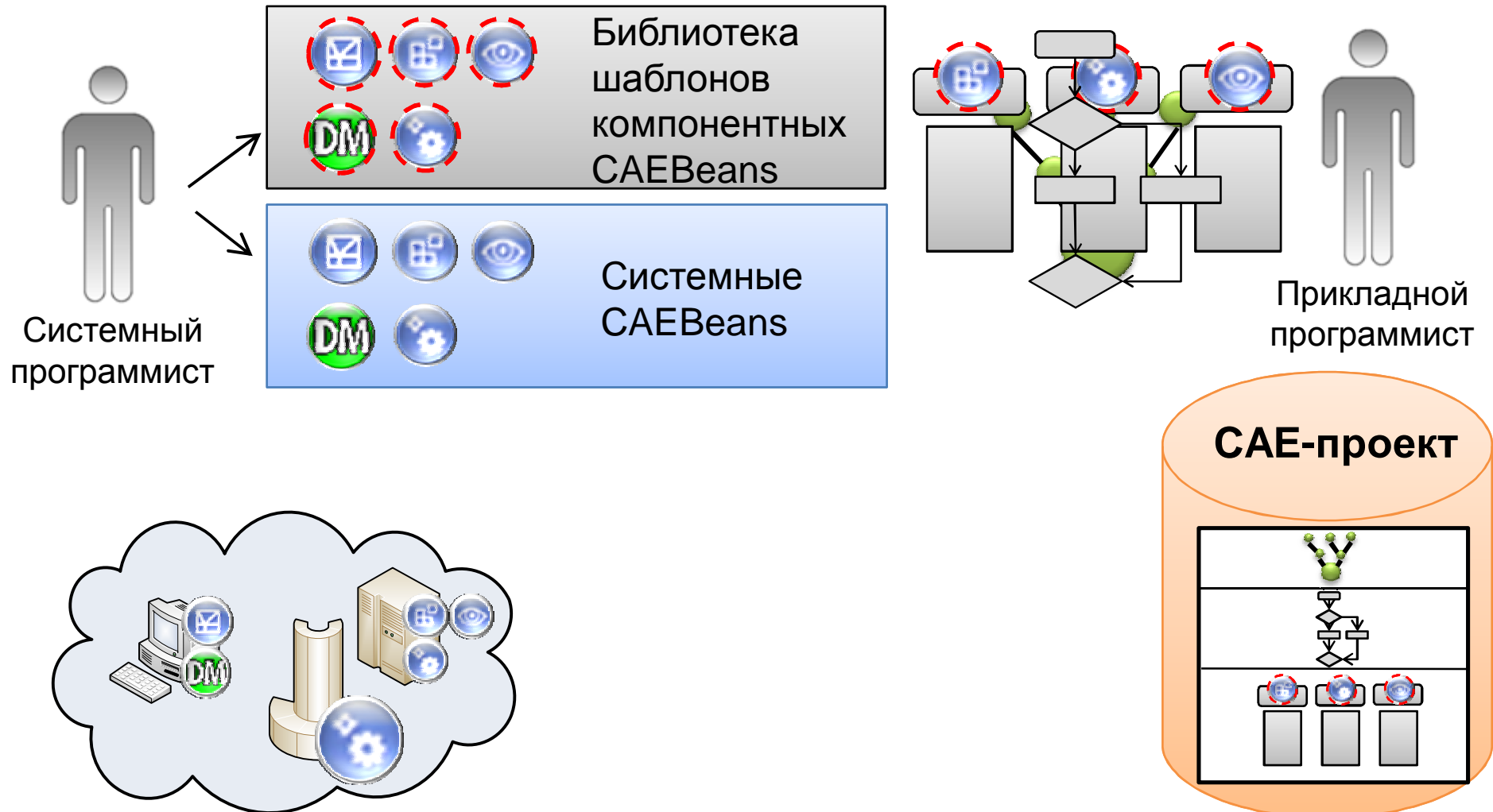
Системный CAEBean

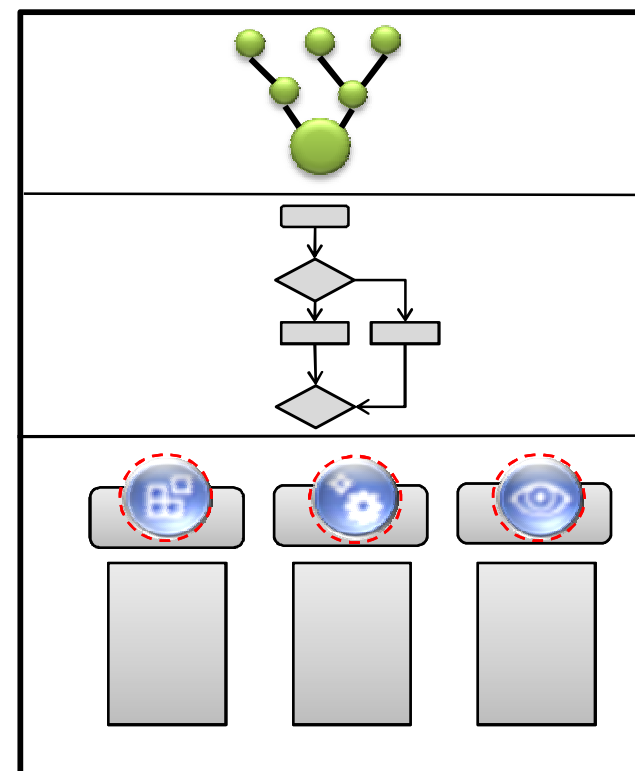
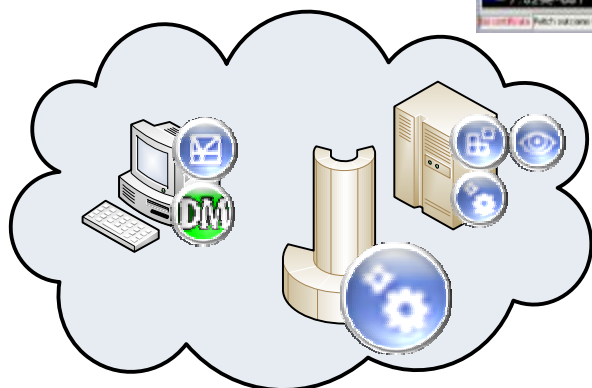
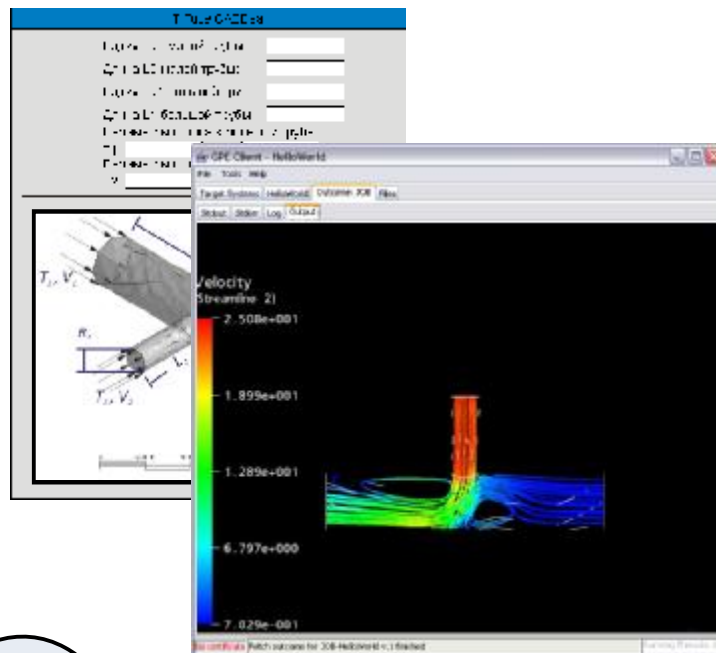


Роли в разработке РаВИС

- ***Инженер*** – пользователь РаВИС;
- ***Прикладной программист*** – разработчик проблемных, потоковых и компонентных CAEBeans;
- ***Системный программист*** – разработчик шаблонов компонентных CAEBean и системных CAEBean.

Разработка и исполнение РаВИС





САЕ-проект

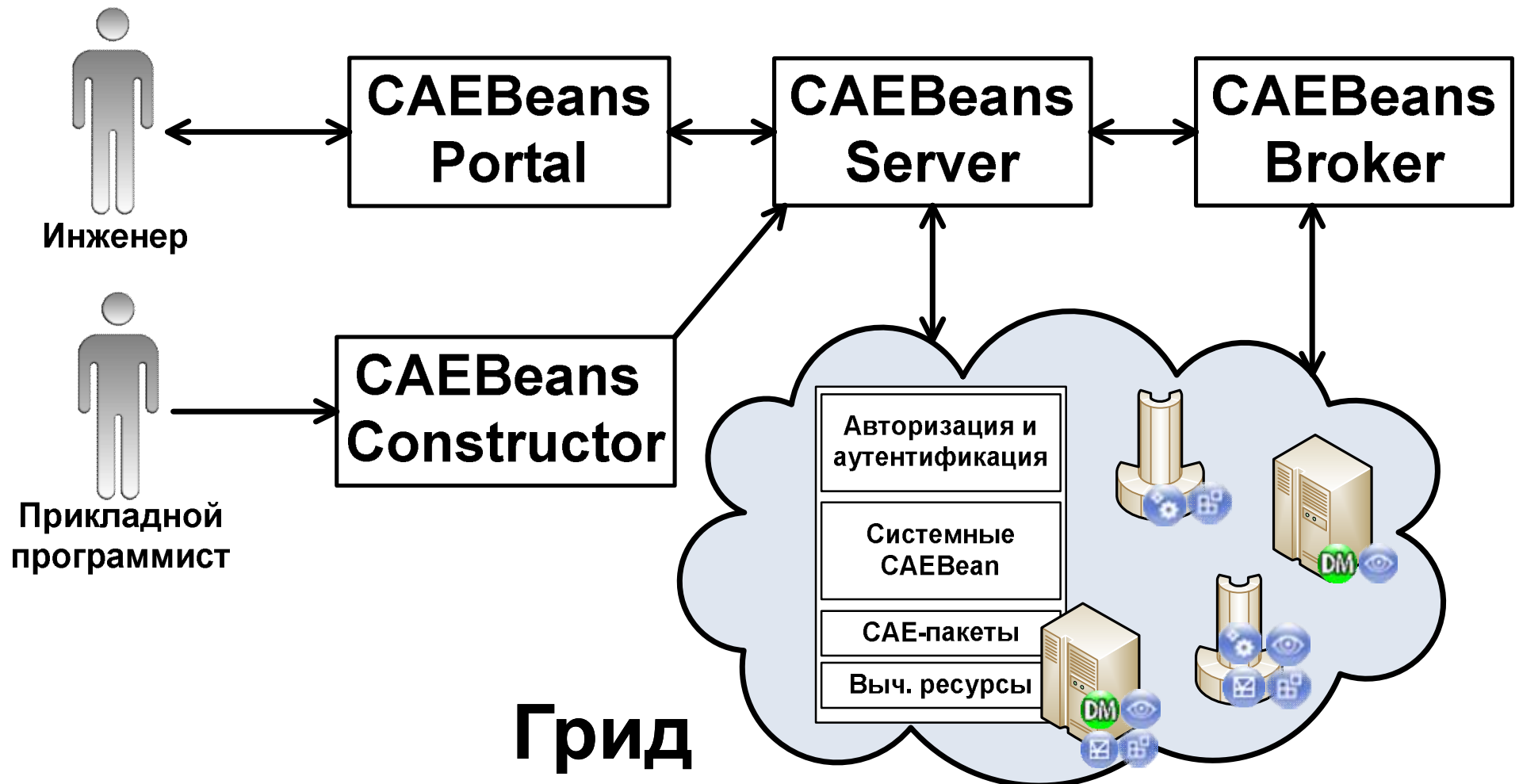
Метрики производительности приложений в Грид

- Среднее время ответа (ART): $ART = \frac{1}{|\tau|} \sum_{j \in \tau} (C_j(S))$
- Оценка производительности системы CAEBeans:

$$ART = \frac{1}{|\tau|} \sum_{j \in \tau} (EndTime_j - SubmitTime_j) = \frac{1}{|\tau|} \sum_{j \in \tau} \left(\sum_{k \in j} SolveTime_k \right)$$

Решение типовой САЕ-задачи средствами CAEBeans	Решение типовой САЕ-задачи в распределенной вычислительной среде «вручную»
$\overline{ART} = 4 \cdot (\bar{t}_{\text{зап}} + 2 \cdot \bar{t}_{\text{передачи}} + \bar{t}_{\text{обработки}}) +$ $+ 1 \cdot (\bar{t}_{\text{зап}} + 2 \cdot \bar{t}_{\text{передачи}} + \bar{t}_{\text{реш}}) =$ $= 4 \cdot (2 + 2 \cdot 2 + 10) +$ $+ 1 \cdot (2 + 2 \cdot 2 + 70) = 140 \text{ (мин)}$	$\overline{MAN} = 4 \cdot (\bar{t}_{\text{подготовки}} + 2 \cdot \bar{t}'_{\text{передачи}} + \bar{t}_{\text{обработки}}) +$ $+ 1 \cdot (\bar{t}_{\text{подготовки}} + 2 \cdot \bar{t}'_{\text{передачи}} + \bar{t}_{\text{реш}}) =$ $= 4 \cdot (10 + 2 \cdot 27 + 10) +$ $+ 1 \cdot (10 + 2 \cdot 27 + 70) = 430 \text{ (мин)}$

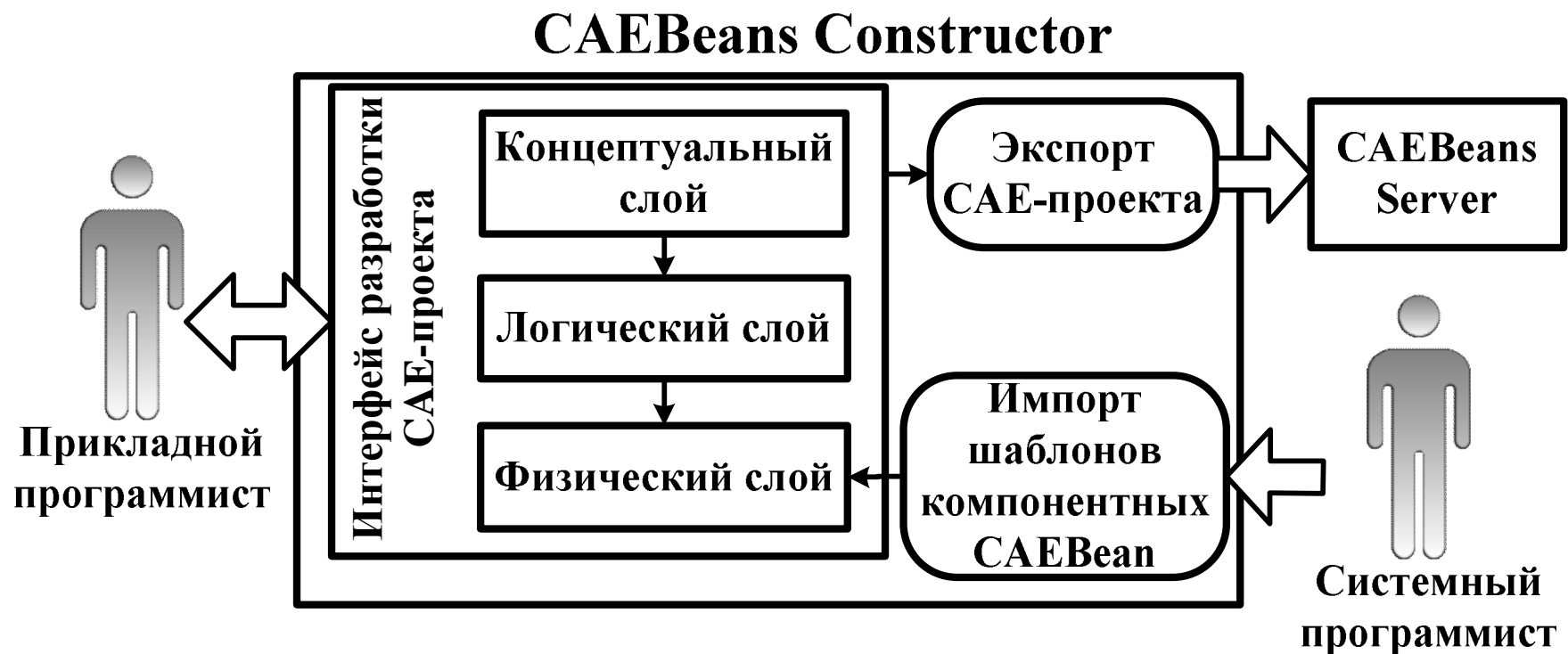
Структура системы CAEBeans



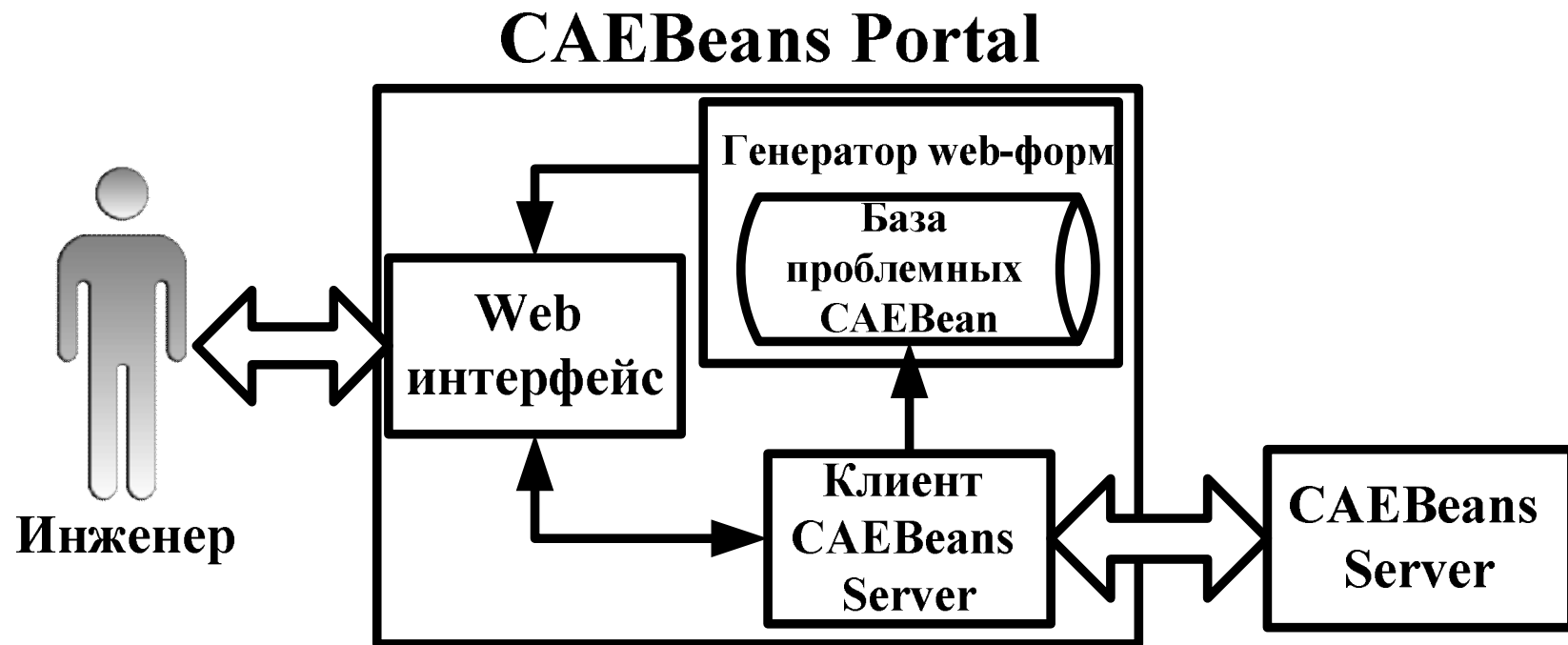
Платформа реализации

- Грид-сервисы системы основаны на базе группы стандартов WSRF.
- Реализация стандарта WSRF-Lite, представленная консорциумом UNICORE.

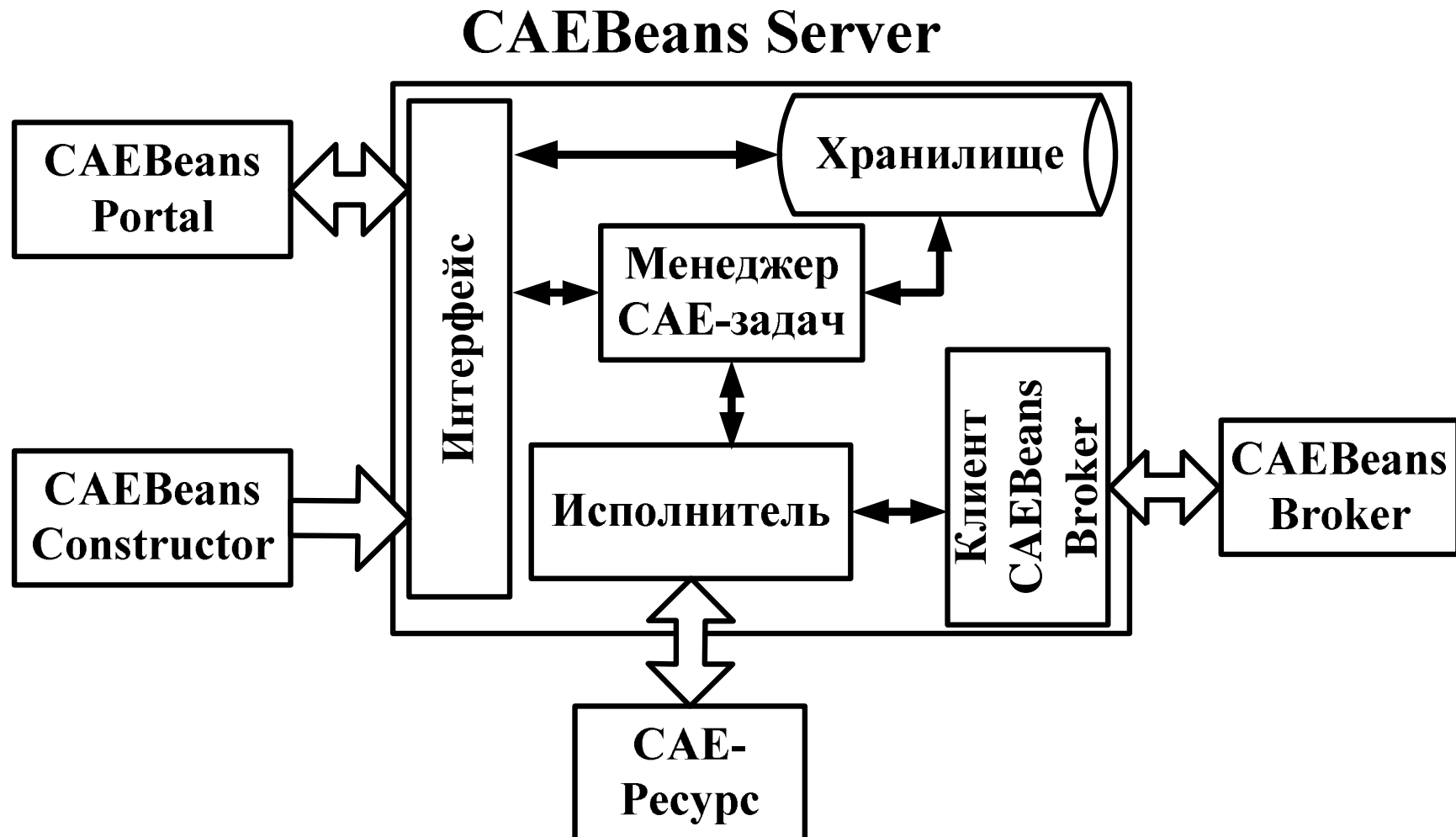
CAEBeans Constructor



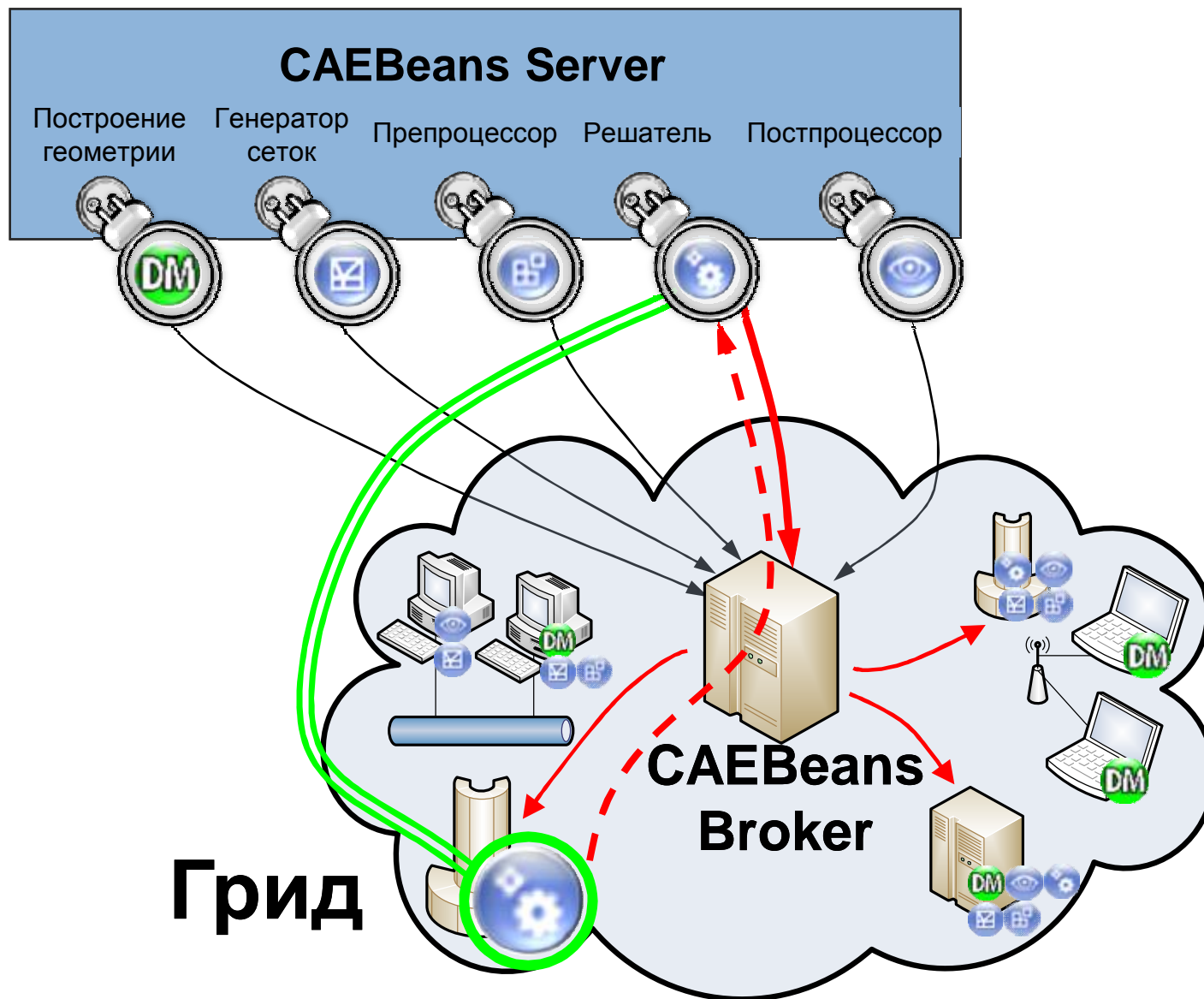
CAEBeans Portal



CAEBeans Server



Взаимодействие CAEBeans Server и CAEBeans Broker



CAEBeans Broker

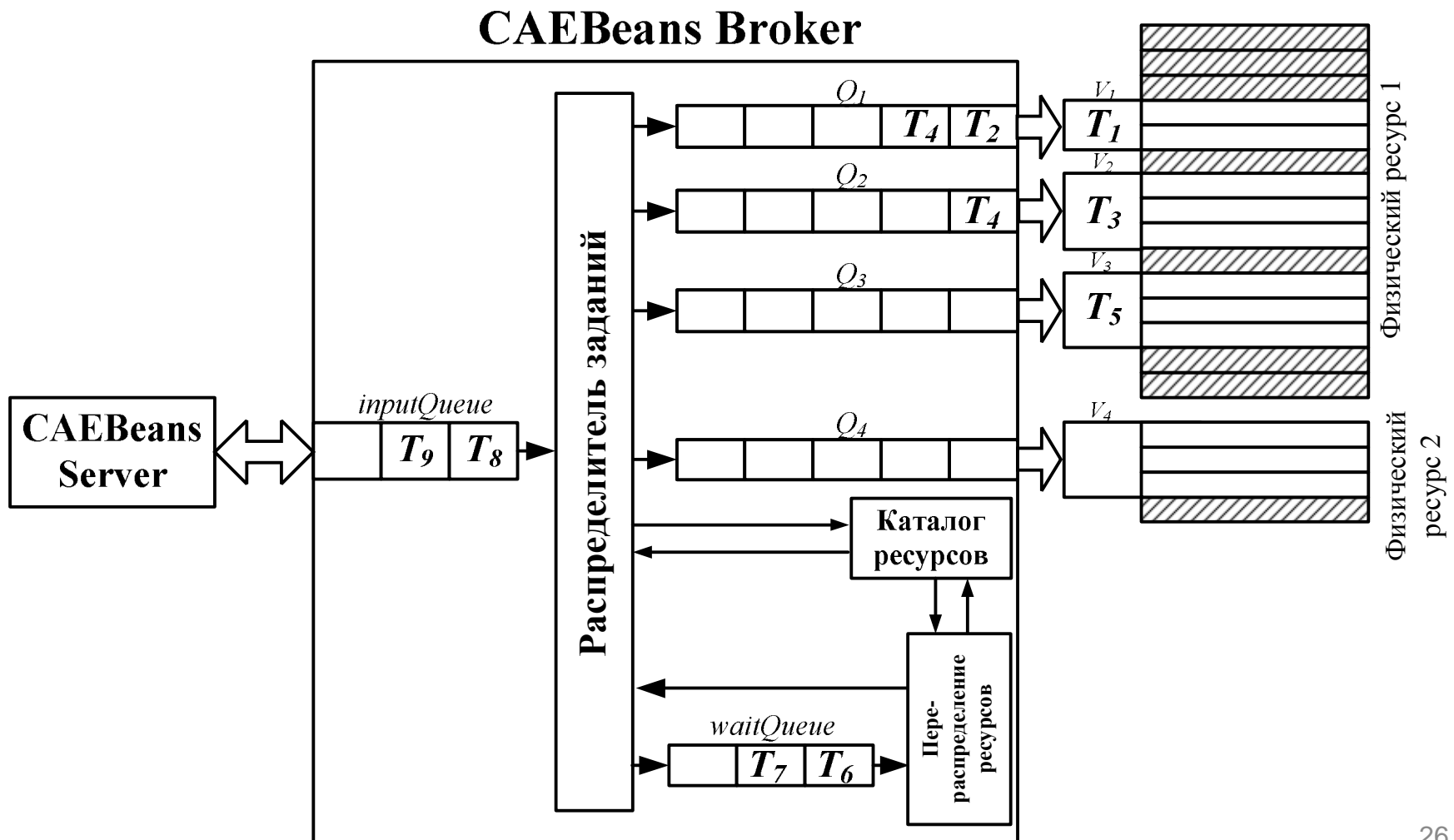
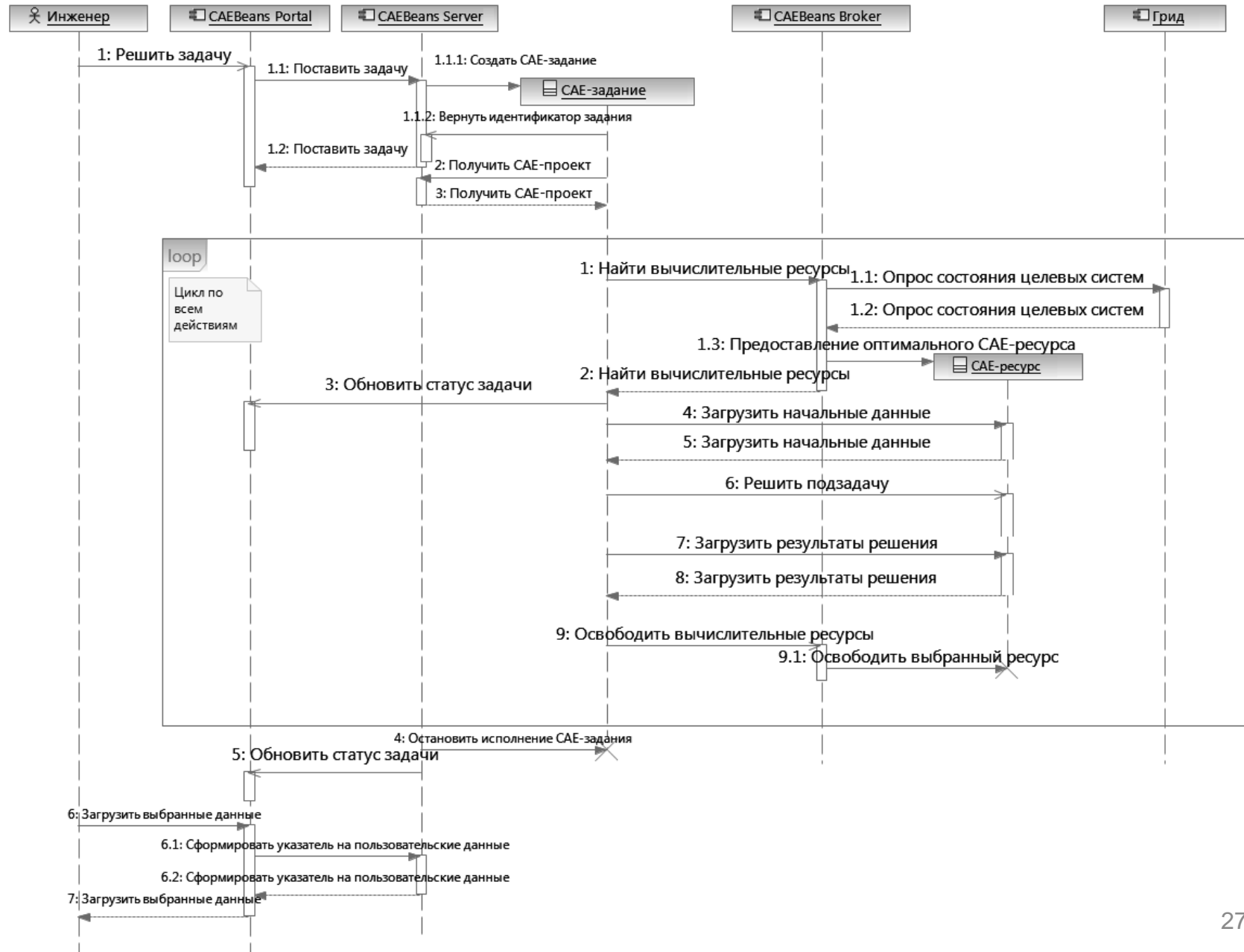
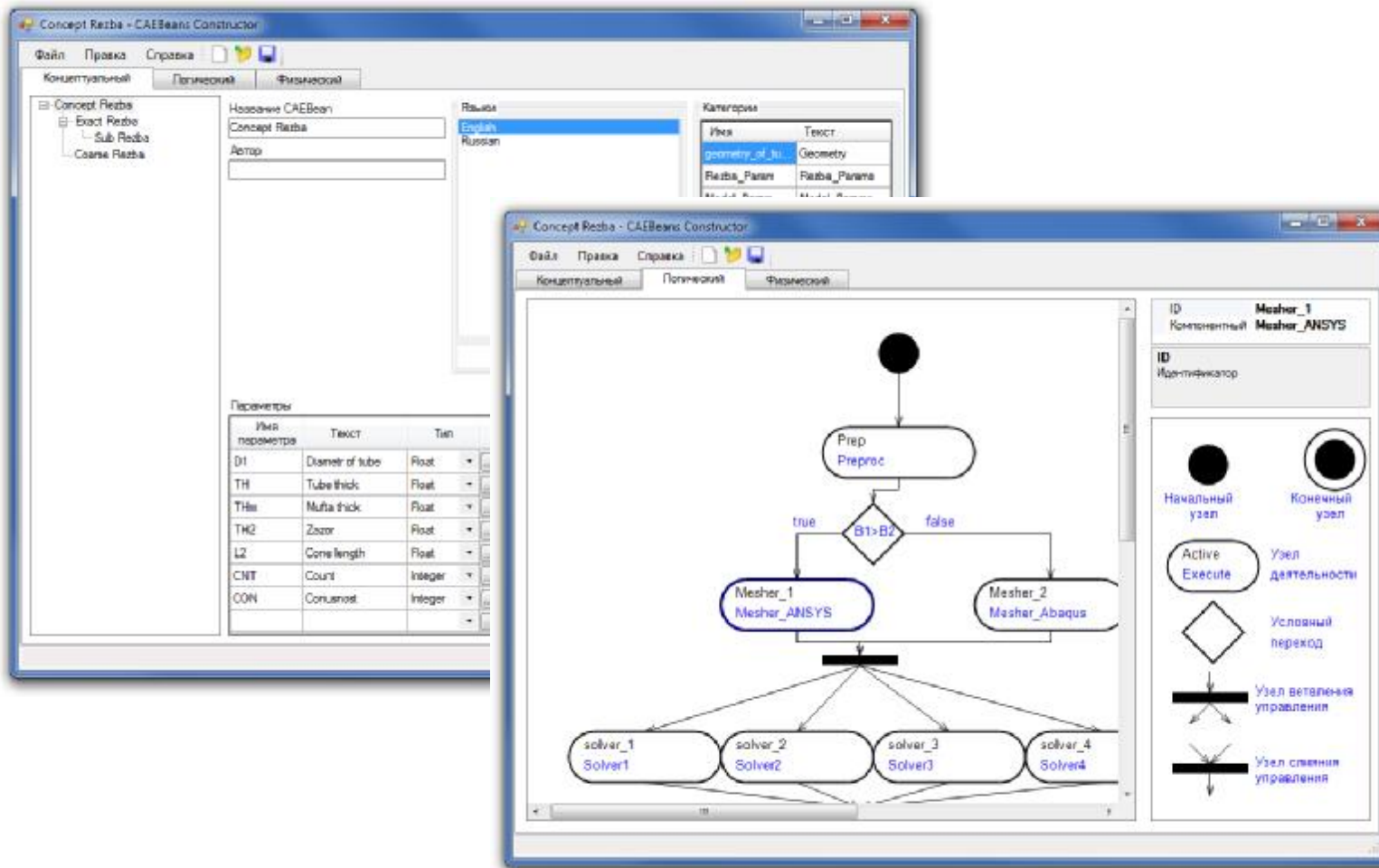


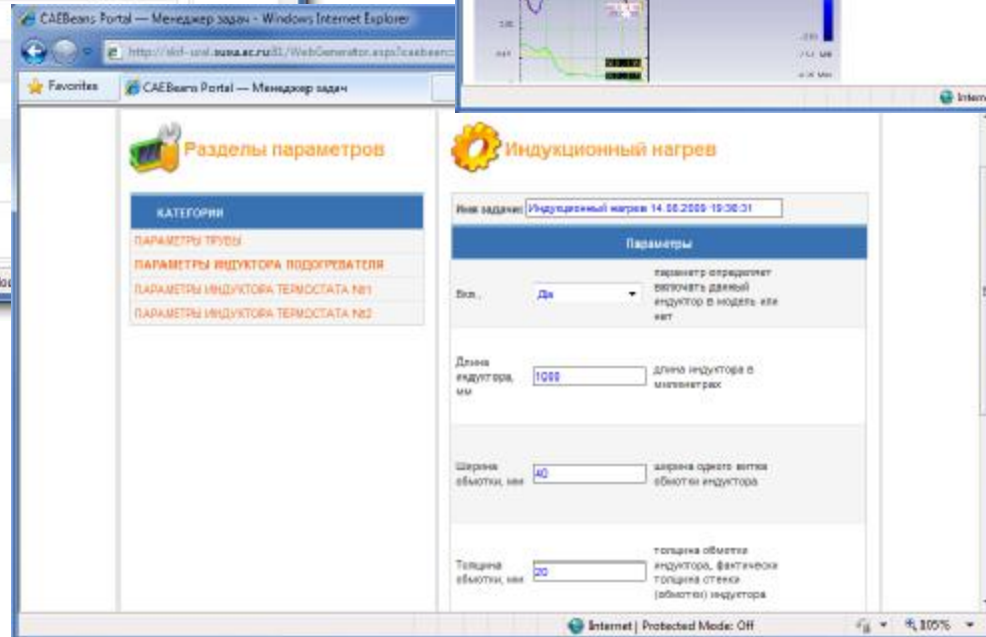
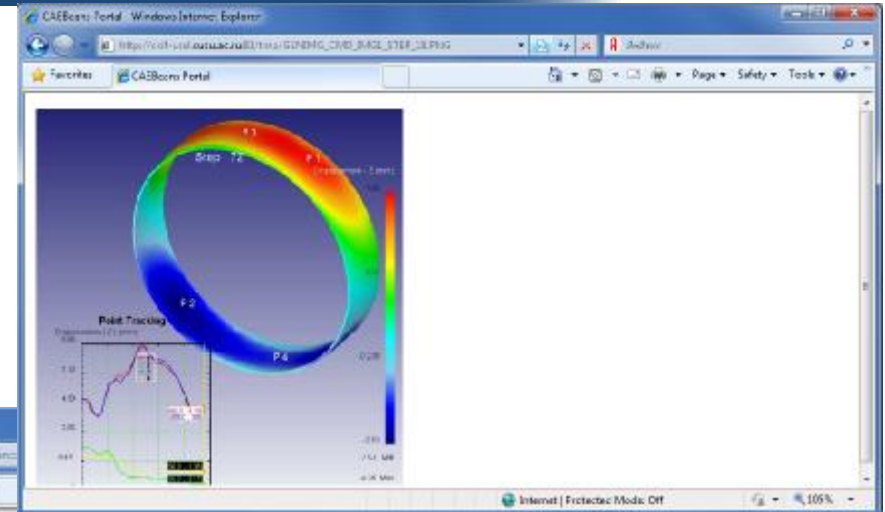
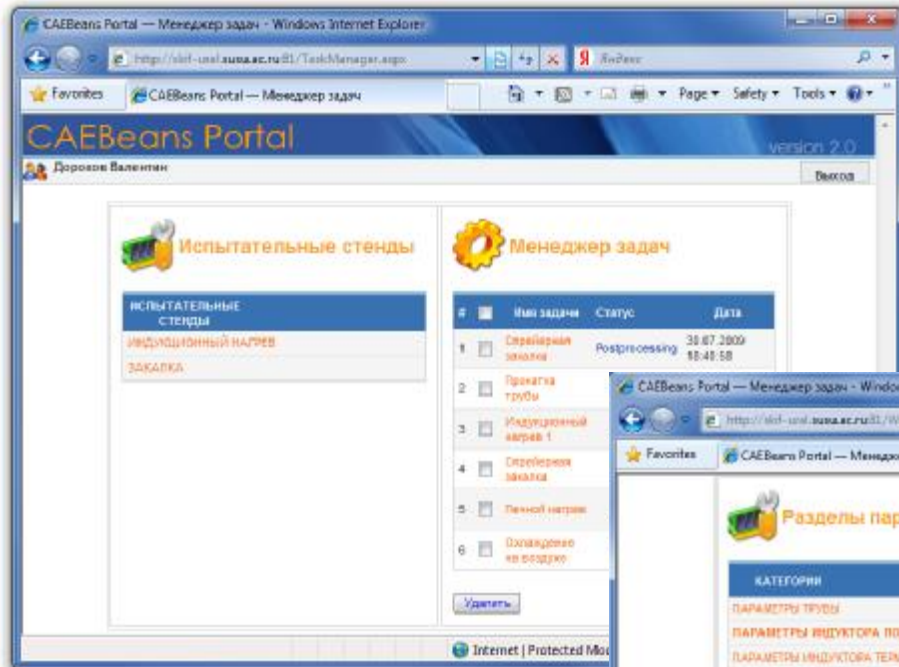
Диаграмма последовательностей решения CAE-задачи в системе CAEBeans



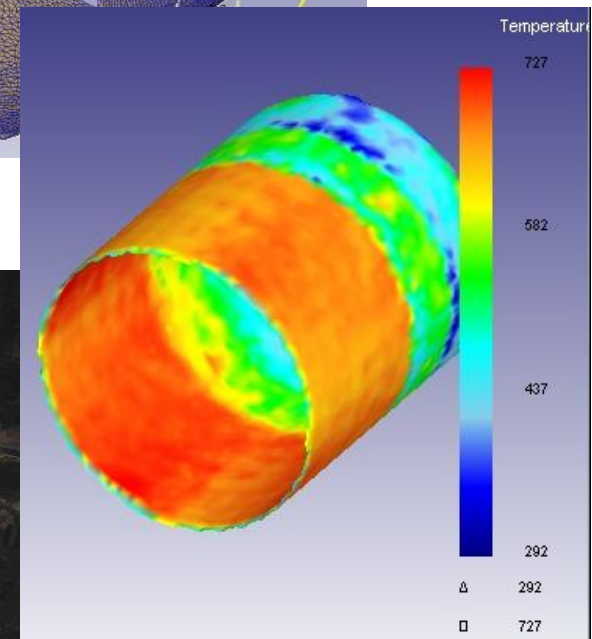
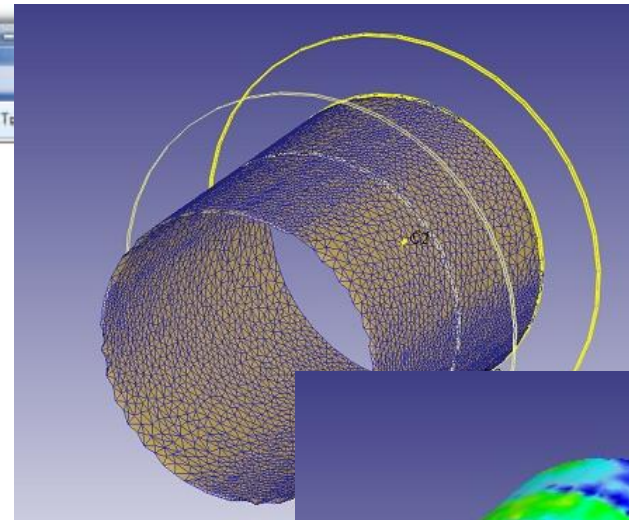
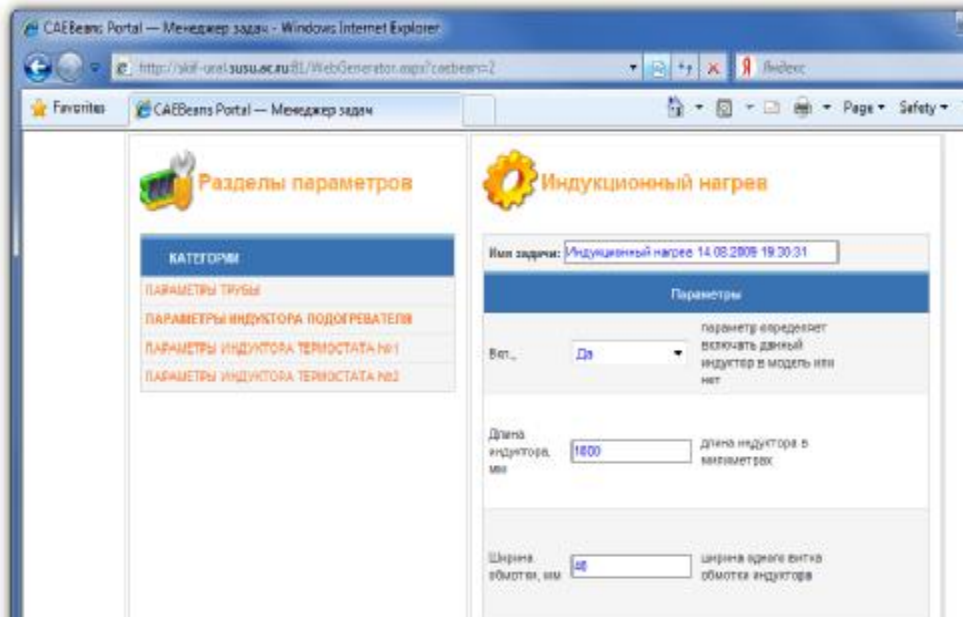
CAEBeans Constructor



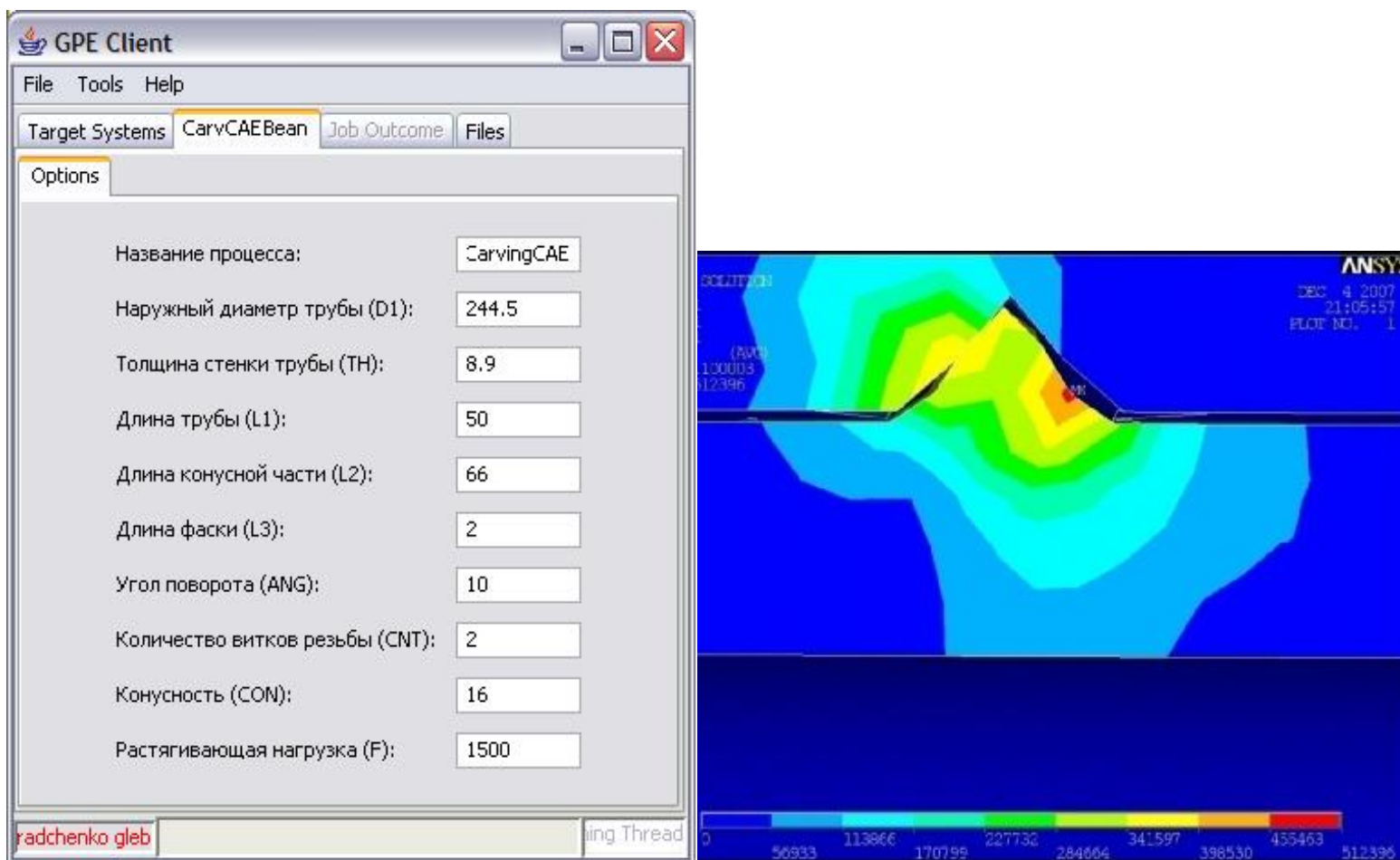
CAEBeans Portal



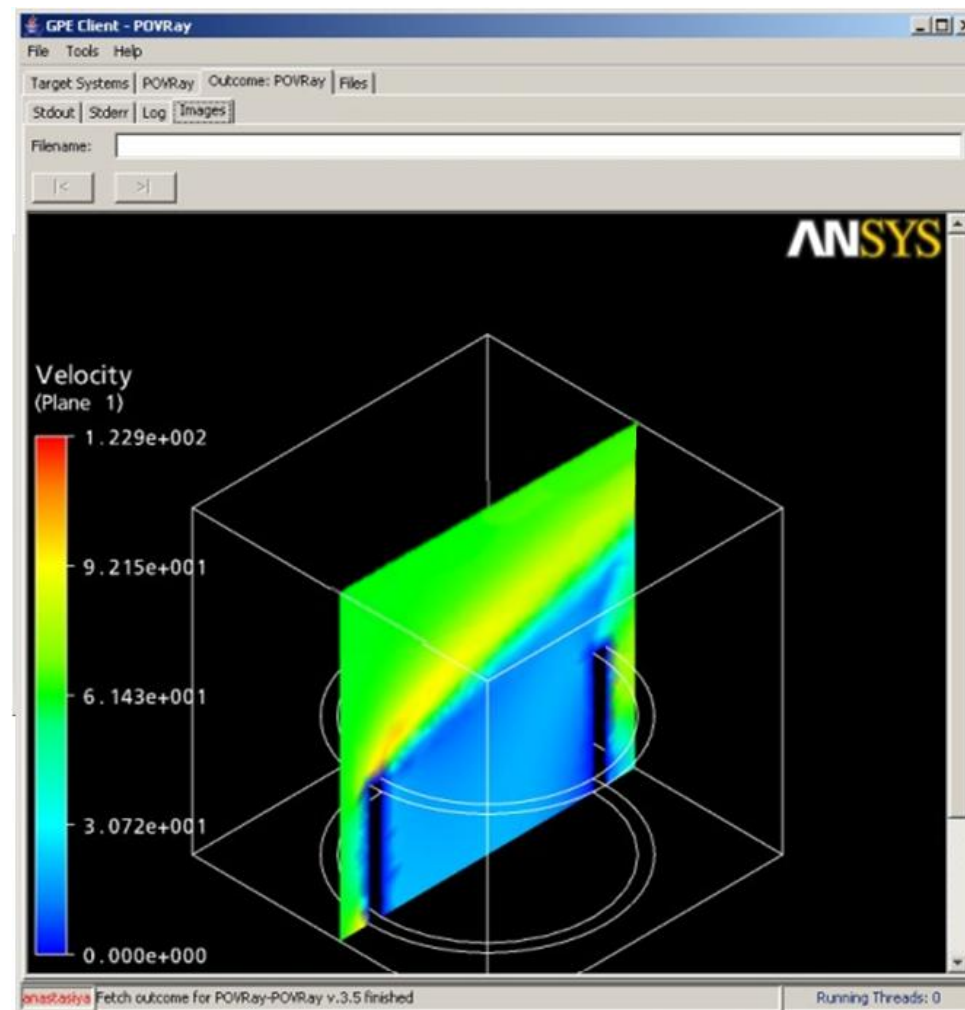
РаВИС “Термообработка”



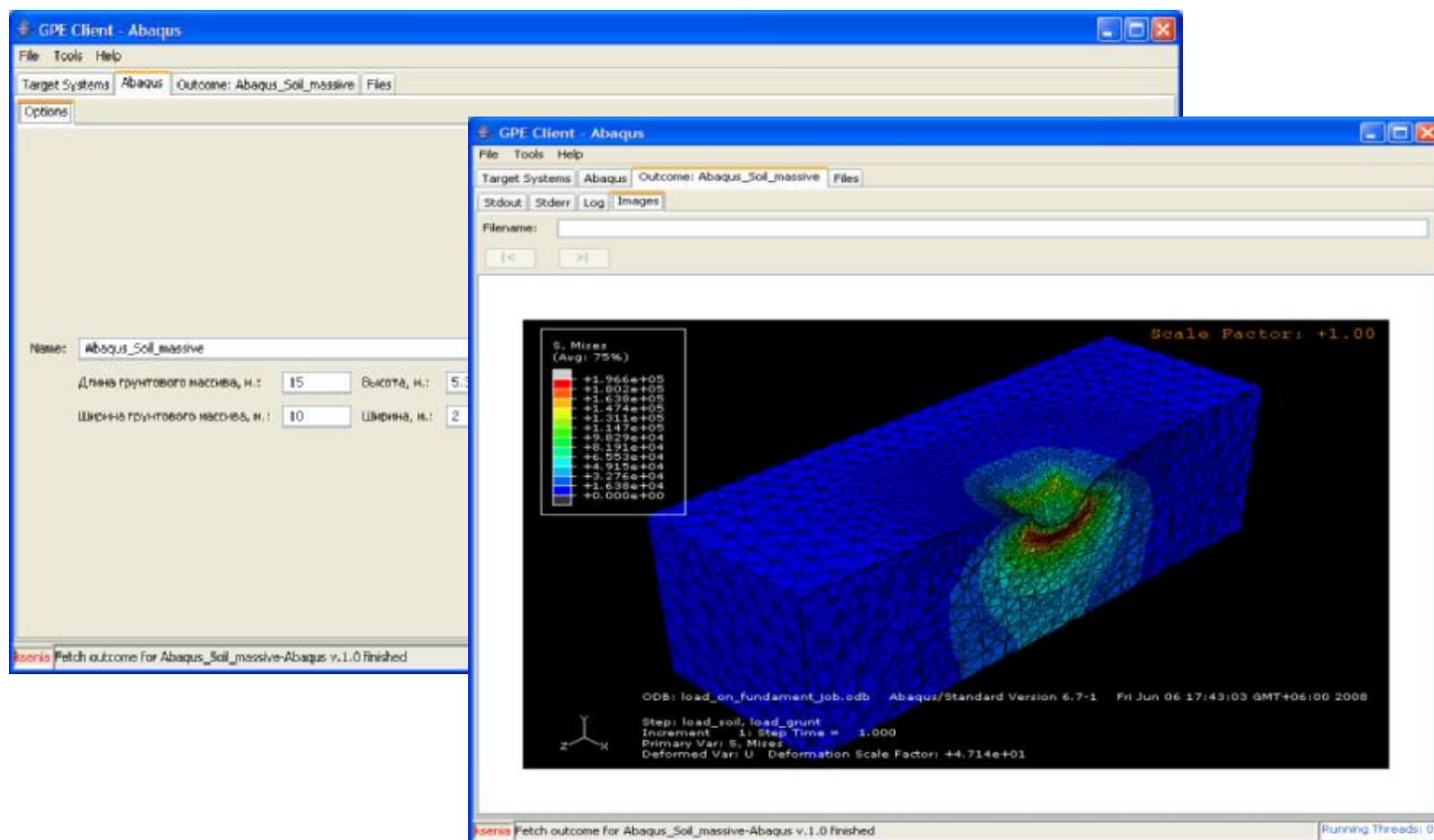
РаВИС на базе ANSYS Mechanical: “Моделирование резьбовых соединений труб для нефтяных скважин”



РаВИС на базе CFX: “Моделирование обдувания дымовой трубы”



РаВИС на базе ABAQUS «моделирование напряженно-деформированного состояния грунтового массива»



Публикации

В списке ВАК

1. Радченко Г.И. Технология построения проблемно-ориентированных иерархических оболочек над инженерными пакетами в грид-средах // Системы управления и информационные технологии. № 4(34). 2008. С. 57-61.
2. Радченко Г.И., Соколинский Л.Б. Технология построения виртуальных испытательных стендов в распределенных вычислительных средах // Науч.-техн. вест. СПбГУ ИТМО. № 54. 2008. С. 134-139.

Другие

3. Радченко Г.И. Грид-система CAEBeans: интеграция ресурсов инженерных пакетов в распределенные вычислительные среды // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2009): Тр. междунар. науч. конф. (Н.Н., 30 марта – 3 апреля 2009 г.). Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. С. 281-292.
4. Радченко Г.И. Методы организации грид-оболочек системного слоя в технологии CAEBeans // Вестник ЮУрГУ. Серия "Математическое моделирование и программирование" № 15 (115). Вып. 1. 2008. С. 69-78.
5. Радченко Г.И., Соколинский Л.Б. CAEBeans: иерархические системы структурированных проблемно-ориентированных оболочек над инженерными пакетами // Научный сервис в сети Интернет: многоядерный компьютерный мир. 15 лет РФФИ: Тр. Всеросс. науч. конф. (24-29 сентября 2007 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ. 2007. С. 54-57.
6. Радченко Г.И., Дорохов В.А., Насибулина Р.С., Соколинский Л.Б., Шамакина А.В. Технология создания виртуальных испытательных стендов в грид-средах // Вторая Международная научная конференция "Суперкомпьютерные системы и их применение" (SSA'2008): доклады конференции (27-29 октября 2008 года, Минск) Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. С. 194-198.
7. Радченко Г.И., Соколинский Л.Б., Шамакина А.В. Разработка компонентно-ориентированных CAEBean-оболочек для пакета ANSYS CFX // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2008): Труды международной научной конференции (28 января - 1 февраля 2008 г., г. Санкт-Петербург). Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. С. 438-443.

Основные результаты, выносимые на защиту

1. Разработана модель проблемно-ориентированного сервиса для решения задач инженерного проектирования и анализа в GRID в виде PaBИС (Распределенного Виртуального Испытательного Стенда)
2. Разработана архитектура CAEBeans, определяющая принципы структурной организации PaBИС
3. Разработан комплекс методов и алгоритмов, позволяющих автоматизировать процесс построения специализированных PaBИС для решения прикладных задач с использованием различных CAE-пакетов
4. На базе предложенных подходов разработана система CAEBeans для создания и поддержки PaBИС; произведены испытания системы CAEBeans для различных CAE-пакетов; PaBИС «Термообработка», внедрен в опытную эксплуатацию на ОАО «Челябинский трубопрокатный завод»