

*Разработка и применение сервис-ориентированных рабочих процессов в гетерогенной вычислительной среде*

*Воскобойников Михаил Леонтьевич, Феокистов Александр Геннадьевич*

*Институт динамики систем и теории управления им В. М. Матросова СО РАН*

# Научный рабочий процесс

- При разработке приложений для решения сложных научных задач в гетерогенной вычислительной среде (ГВС) применяется модульный подход.
- В настоящее время является актуальным представление программных модулей приложений в виде веб-сервисов, которые обеспечивают стандартизацию описания входных и выходных данных, что предоставляет возможность интеграции разнородных приложений и ресурсов в единый вычислительный процесс для решения сложных фундаментальных и прикладных задач.
- Схему решения задачи можно представить в виде рабочего процесса, который представляет собой информационно-вычислительную структуру, отражающую бизнес-логику предметной области в применении предметно-ориентированных данных и программного обеспечения для решения научных задач в этой предметной области.

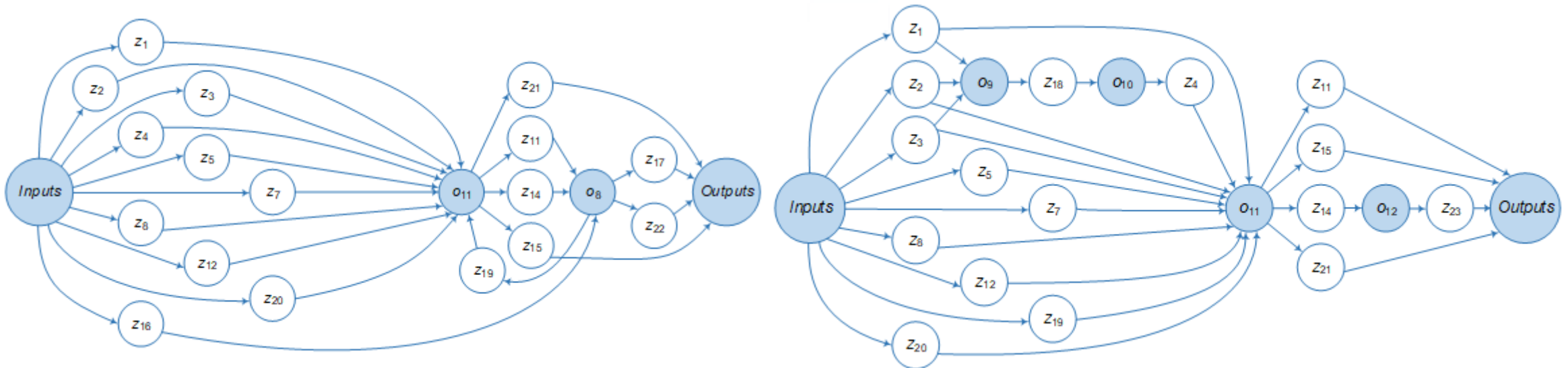


Рис. 1. Рабочие процессы, представленные двудольными ориентированными графами с циклом (а) и без цикла (б).

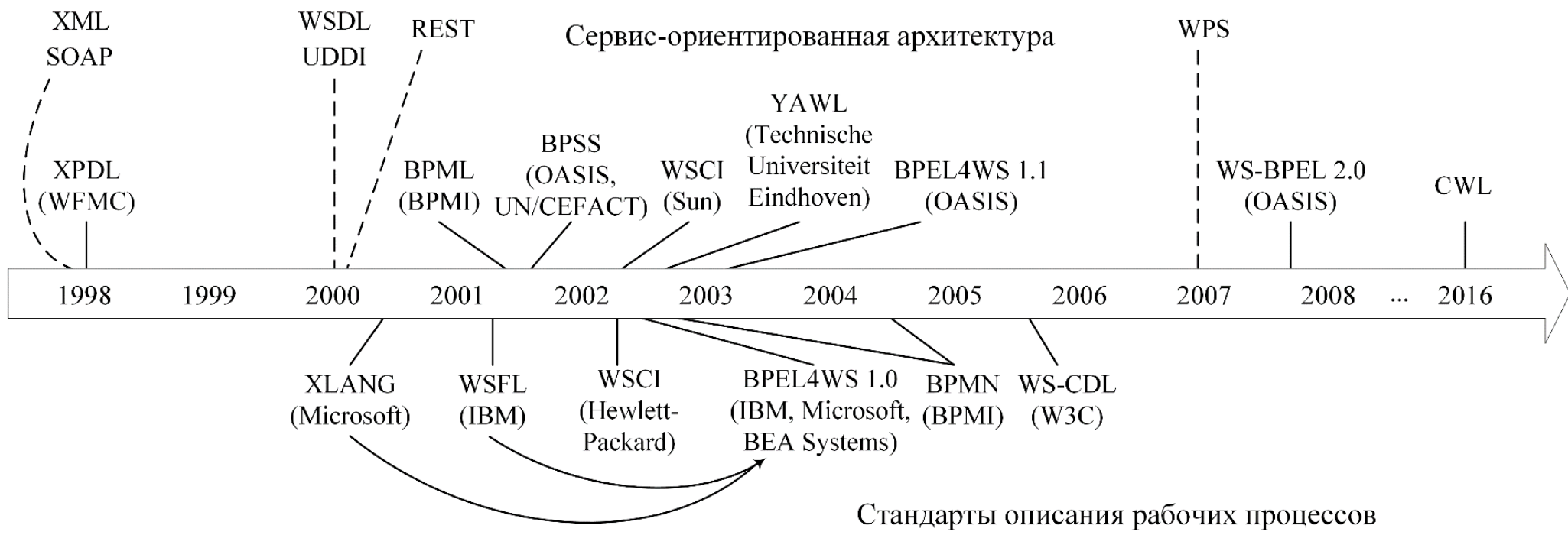


Рис. 2. Эволюция языков и стандартов описания рабочих процессов

# Основные сведения о системах управления рабочими процессами

Система управления	Начало проекта	Поддержка проекта (+ / -)	Область исследования	Лицензия
Weka4WS	2005 г.	-	Сбор данных	GNU General Public License
GWES	2006 г.	-	Общего назначения	Globus Toolkit Public License
Galaxy	2007 г.	+	Геномные исследования	The Galaxy Service is a free, public, Internet accessible resource
KNIME	2007 г.	+	Фармацевтика, анализ данных CRM, бизнес аналитика	GNU General Public License
GridBus	2008 г.	-	Общего назначения	GNU General Public License
CloudBus	2011 г.	-	Общего назначения	GNU General Public License
BPEL Designer Project	2012 г.	-	Геоинформатика	Eclipse Public License 2.0
GeoJModelBuilder	2013 г.	+	Геоинформатика	GNU General Public License
Apache Airflow	2014 г.	+	Общего назначения	Apache License 2.0
HyperFlow	2014 г.	+	Общего назначения	MIT License
WaaS Cloud Platform	2021 г.	+	Общего назначения	GNU General Public License
UNICORE	1996 г.	+	Общего назначения	Berkeley Software Distribution (BSD) License
DAGMan	Конец 1990-х	+	Общего назначения	Apache license 2.0
GrADS	1999 г.	+	Общего назначения	Коммерческое ПО
Pegasus	2001 г.	+	Общего назначения	Apache license 2.0
Triana	2002 г.	-	Общего назначения	Apache license 2.0
GridAnt	2003 г.	-	Общего назначения	Globus Toolkit Public License
GridFlow	2003 г.	+	Анализ данных мультимедиа	GNU General Public License
Taverna	2003 г.	-	Биоинформатика, общего назначения	GNU General Public License
Kepler	2004 г.	+	Общего назначения	Berkeley Software Distribution License
Askalon	2005 г.	+	Общего назначения	Globus Toolkit Public License
Karajan	2005 г.	-	Общего назначения	GNU General Public License
Orlando Tools	2005 г.	-	Общего назначения	GNU General Public License

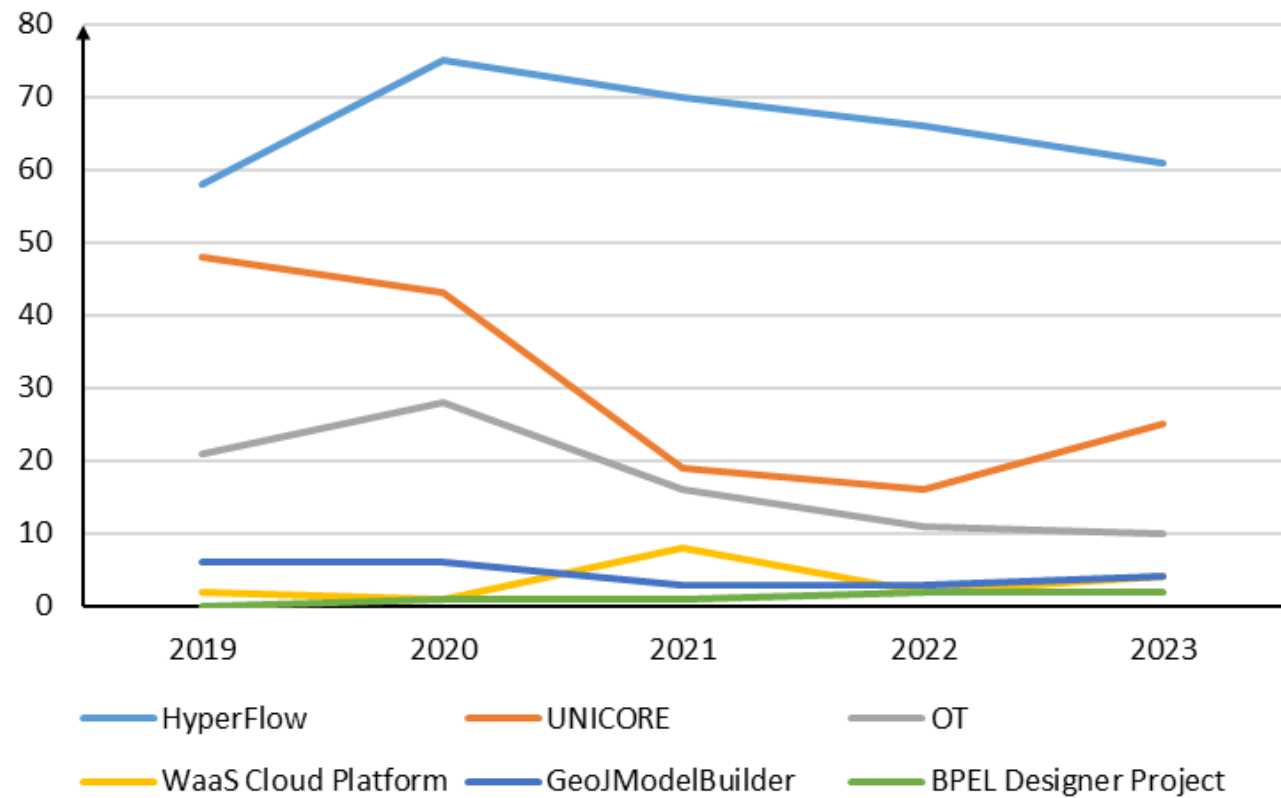
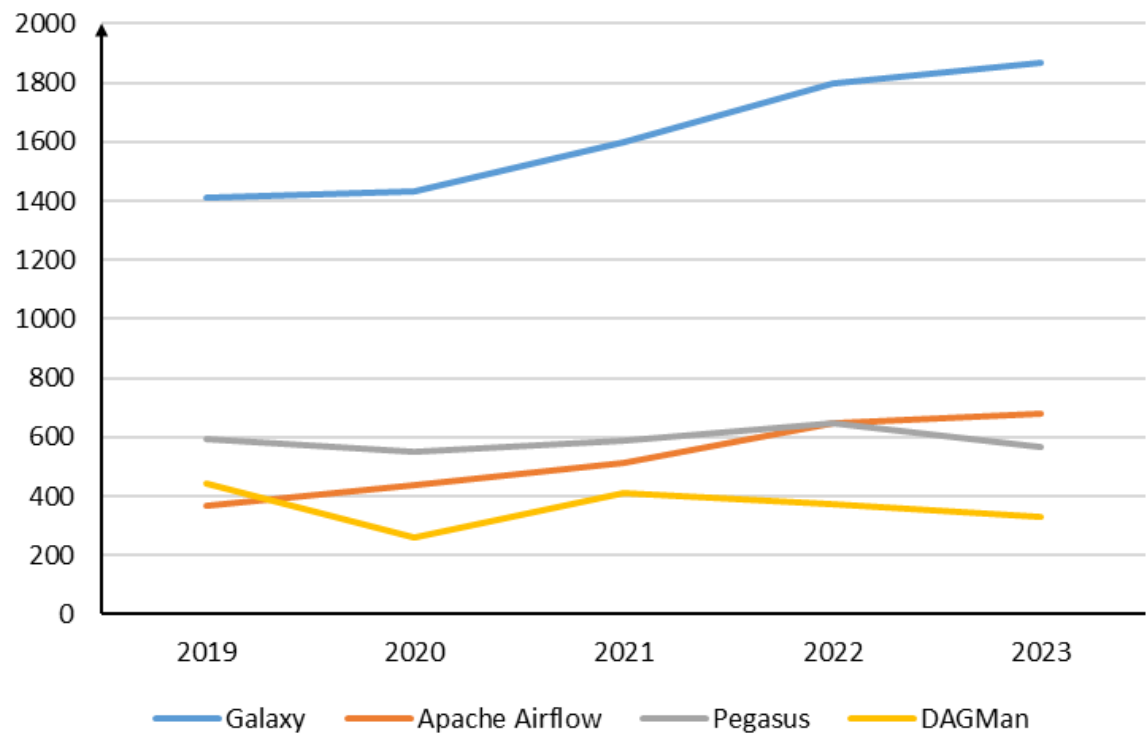


Рис. 3. Статистика упоминаний систем в Google Scholar

# Ключевые возможности систем управления рабочими процессами

WMS	Поддержка языков описания РП	Поддержка управляющих языковых конструкций: ветвления / циклы	Поддержка возможности включения в РП системных операций	Поддержка типов РП: абстрактный / конкретный	Поддержка постановок задач: процедурная / непроцедурная	Поддержка вызова веб-сервисов в РП	Поддержка стандарта WPS-сервисов
UNICORE	XML-like	+ / +	+	- / +	+ / -	+	-
DAGMan	Script-like	- / -	+	+ / -	+ / -	-	-
Pegasus	XML-like	- / -	+	+ / -	+ / -	-	-
Apache Airflow	Python	- / -	-	- / +	+ / -	-	-
HyperFlow	JavaScript, JSON	- / -	+	+ / +	+ / -	+	-
WaaS Cloud Platform	XML-like	- / -	-	+ / -	+ / -	+	-
Galaxy	XML-like, CWL	- / +	+	+ / +	+ / -	+	-
Orlando Tools	XML-like	+ / +	+	+ / +	+ / +	-	-
GeoJModelBuilder	XML-like	- / -	+	+ / +	+ / -	+	+
BPEL Designer Project	BPEL	+ / +	-	+ / +	+ / -	+	+
FDE-SWFs	XML-like, BPEL	+ / +	+	+ / +	+ / +	+	+

# Стандарт OGC WPS

- В задачах экологического мониторинга активно используется стандарт OGC WPS, который представляет собой правила описания входных и выходных данных для вызова веб-сервисов геопространственной обработки.
- Стандарт поддерживает три основные операции, которые реализуются на WPS-сервере: GetCapabilities, DescribeProcess и Execute.
- Стандарт WPS поддерживает синхронное и асинхронное выполнение веб-сервисов.
- Анализ существующих систем управления рабочими процессами выявил что они не в полной мере предоставляют возможности построения сервис-ориентированных рабочих процессов на основе стандарта OGC WPS.



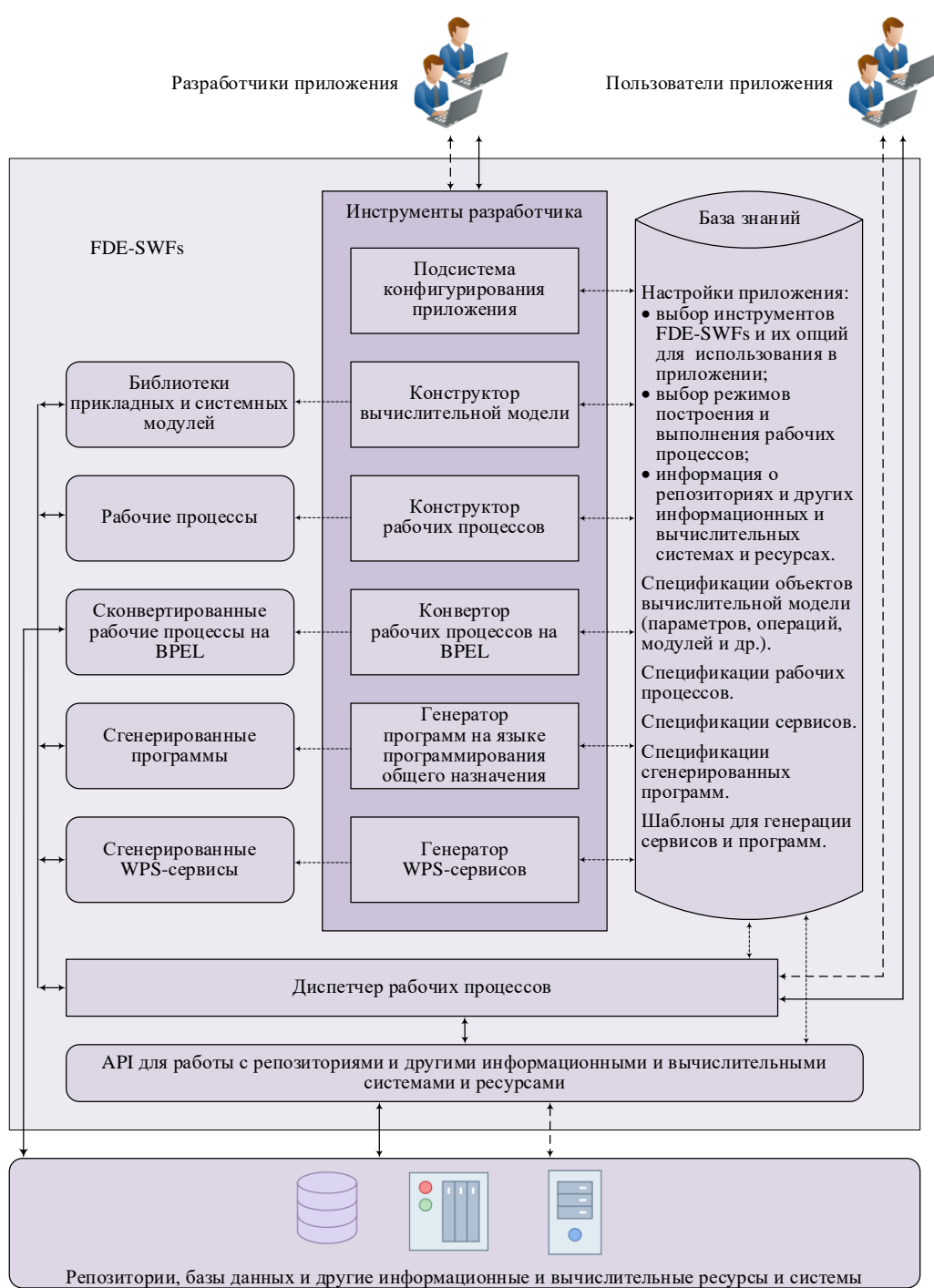


Рис. 4. Архитектура инструментального комплекса FDE-SWFs



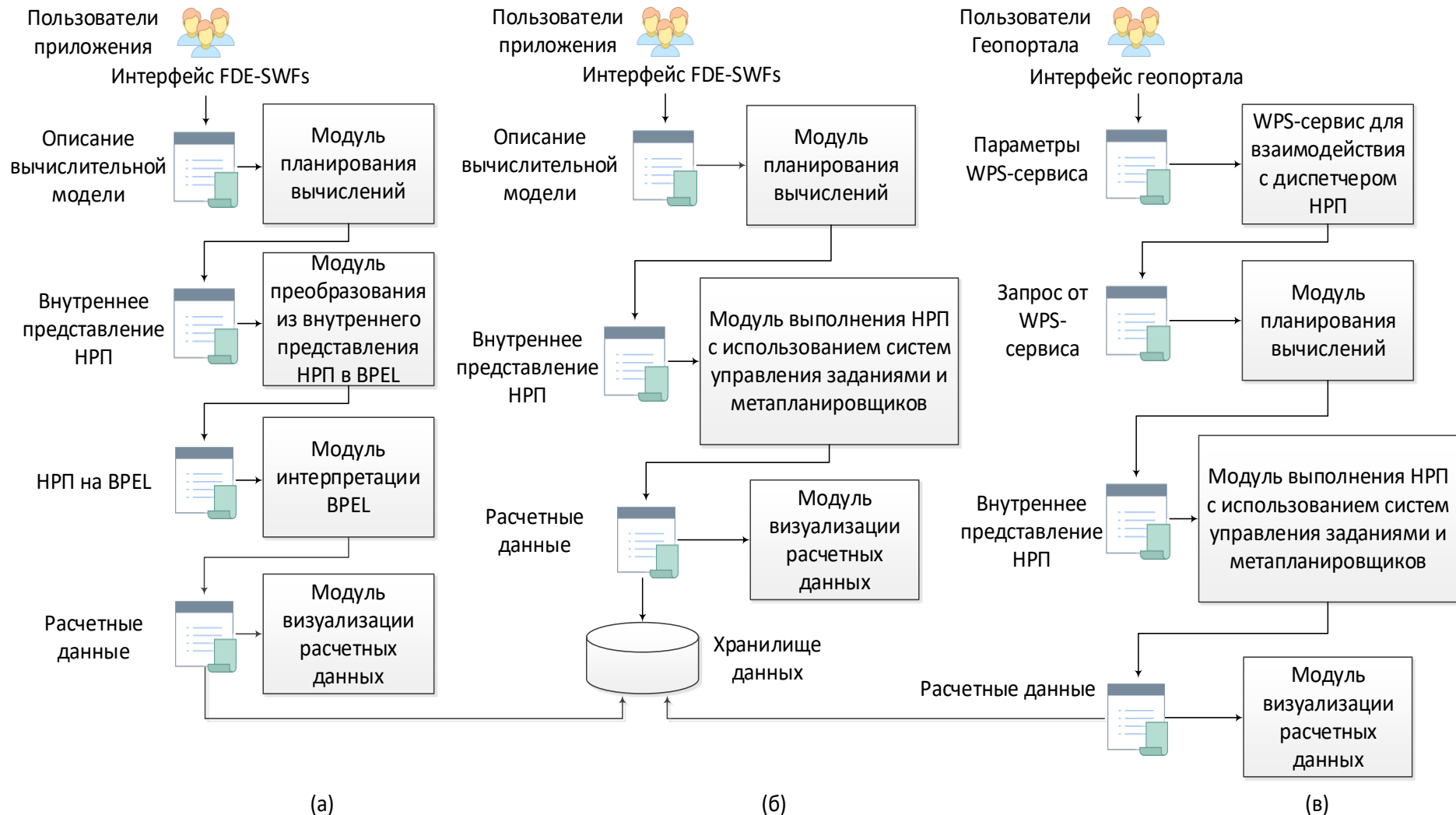


Рис. 5. Схемы выполнения НРП в гетерогенной вычислительной среде, интегрирующей высокопроизводительные вычислительные ресурсы



Рис. 6. Результаты моделирования взаимодействия трех локальных ЭК в условиях ЧС - выход из строя дизельного генератора

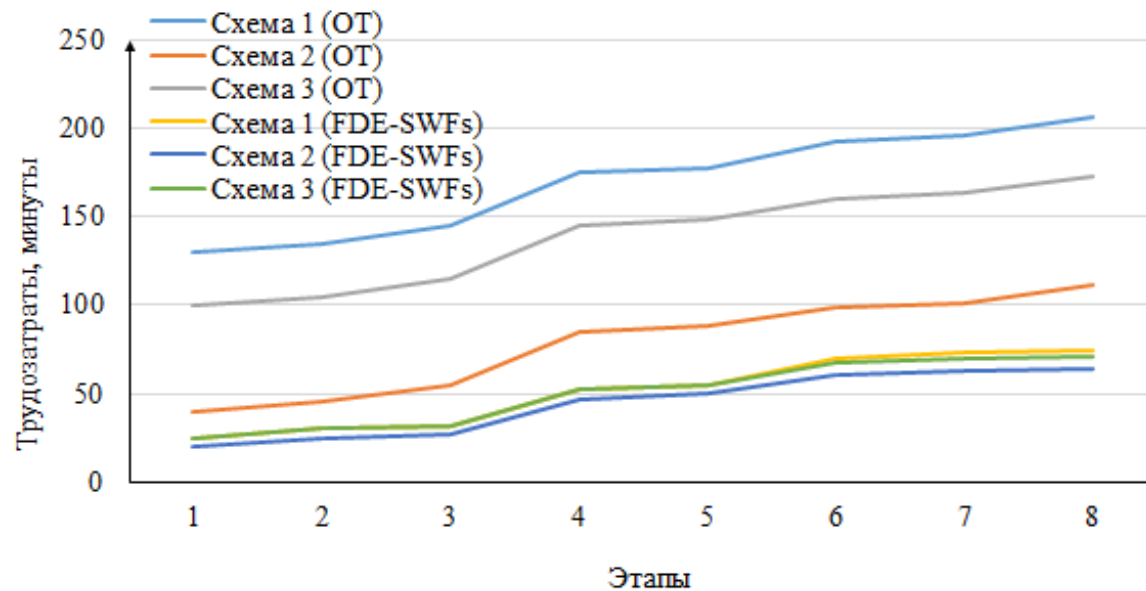


Рис. 7. Сравнение трудозатрат на этапах подготовки и проведения вычислительных экспериментов

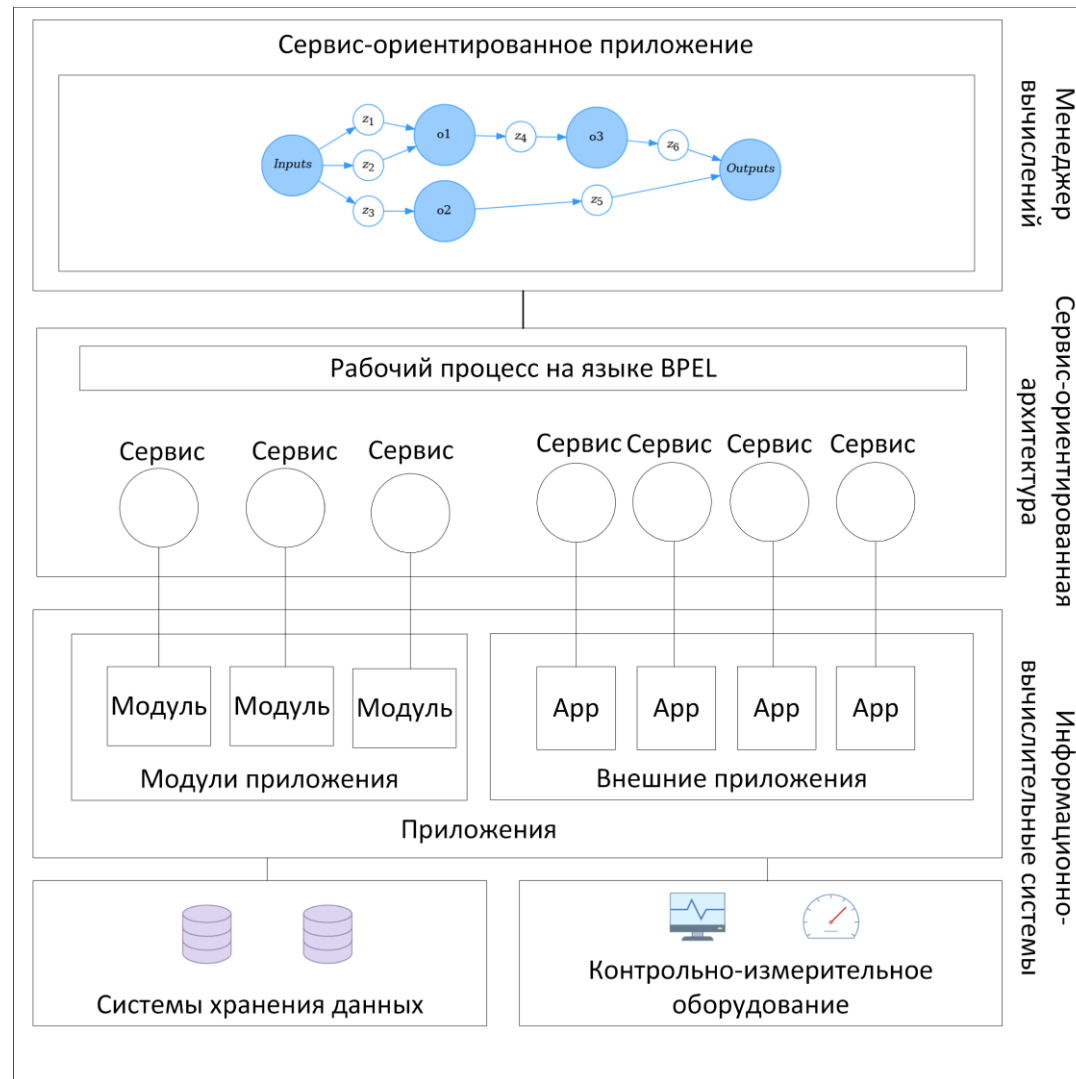


Рис. 8. Испытательный стенд

# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Разработка научных приложений на основе рабочих процессов является перспективным направлением исследований в области решения широкого спектра фундаментальных и прикладных задач в различных областях знаний.
- Наблюдается тенденция в развитии и стандартизации языков описания веб-сервисов и рабочих процессов.
- Возможности существующих систем управления рабочими процессами не охватывают весь спектр задач, возникающих при построении сервис-ориентированных рабочих процессов, что требует создания инструментального комплекса разработки и применения сервис-ориентированных рабочих процессов в гетерогенной вычислительной среде.

# Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации :

- Грант № 075-15-2024-533 на выполнение крупного научного проекта по приоритетным направлениям научно-технологического развития (проект «Фундаментальные исследования Байкальской природной территории на основе системы взаимосвязанных базовых методов, моделей, нейронных сетей и цифровой платформы экологического мониторинга окружающей среды», 2024-2026 гг.



*Российская Академия Наук*

Спасибо за внимание!