

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**СОГЛАСОВАНО**

Генеральный директор

ЗАО «АйТи»



Бакисев О.Р.

2011 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Ректор НИУ ИТМО



Васильев В.Н.

2011 г.

**МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА СОЗДАНИЯ  
И УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СРЕДОЙ  
ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ CLAVIRE**

**КОМПОНЕНТ ДОСТУПА К ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ  
РЕСУРСАМ CLAVIRE/FARMING**

**ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ**

**ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ**

**RU.СНАБ.80066-06 13 38-ЛУ**

Ине. № подл.	Подп. и дата
Взам. ине. №	Ине. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Представители  
Организации-разработчика

Руководитель разработки,  
профессор НИУ ИТМО

Бухановский А.В.

“*ис*” *рекадр* 2011 г.

Ответственный исполнитель,  
с.н.с. НИУ ИТМО

Луценко А.Е.

“*ис*” *рекадр* 2011 г.

Нормоконтролер  
ведущий инженер НИУ ИТМО

Позднякова Л.Г.

“*ис*” *рекадр* 2011 г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

**УТВЕРЖДЕН  
RU.СНАБ.80066-06 13 38-ЛУ**

**МНОГОПРОФИЛЬНАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА СОЗДАНИЯ  
И УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СРЕДОЙ  
ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ CLAVIRE**

**КОМПОНЕНТ ДОСТУПА К ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫМ  
РЕСУРСАМ CLAVIRE/FARMING**

**ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ**

**RU.СНАБ.80066-06 13 38**

**ЛИСТОВ 24**

<b>Ине.№ подл.</b>	
<b>Подп. и дата</b>	
<b>Взам. ине.№</b>	
<b>Ине.№ дубл.</b>	
<b>Подп. и дата</b>	

## **АННОТАЦИЯ**

Документ содержит описание программного компонента доступа к вычислительным ресурсам CLAVIRE/Farming RU.СНАБ.80066-06 01 38, предназначенного для организации унифицированного доступа к комплексам вычислительных ресурсов с динамически изменяемым составом в целях выполнения на них композитных приложений МИТП CLAVIRE.

Данный программный компонент разработан в ходе выполнения проекта «Создание распределенной вычислительной среды на базе облачной архитектуры для построения и эксплуатации высокопроизводительных композитных приложений» (Договор № 21057 от 15 июля 2010 г., шифр 2010-218-01-209) в рамках реализации постановления Правительства РФ № 218 «О мерах государственной поддержки развития кооперации российских высших учебных заведений и организаций, реализующих комплексные проекты по созданию высокотехнологичного производства».

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	4
2.	ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ .....	4
3.	ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ .....	5
3.1.	Состав программного компонента и схема взаимодействия модулей .....	5
3.2.	Логическая структура Хост-процесса .....	12
3.2.1.	Модуль доступа к базе данных .....	13
3.2.2.	Модули доступа к данным .....	13
3.3.	Логическая структура Контроллера ресурсов .....	14
3.3.1.	Модули мониторинга ресурсов .....	16
3.3.2.	Менеджеры ресурсов .....	18
3.3.3.	Менеджер пакетов .....	20
4.	ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА .....	22
5.	ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА .....	22
6.	ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ .....	22
7.	ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ .....	22
	ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ .....	23

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Программный компонент доступа к вычислительным ресурсам CLAVIRE/Farming RU.СНАБ.80066-06 01 38 предназначен для организации унифицированного доступа к комплексам вычислительных ресурсов с динамически изменяемым составом в целях выполнения на них композитных приложений МИТП CLAVIRE.

Модули программного компонента разработаны на языке C# с использованием технологии .NET в качестве платформы исполнения. Модули работают на вычислительных системах под управлением ОС Linux (с ядром 2.6.22 и выше) с установленной средой Mono Framework (с поддержкой библиотек .NET 3.0 и выше – рекомендуемая версия Mono Framework 2.10 или выше) либо на вычислительных системах под управлением ОС Windows XP SP2 (и выше) и Windows Server 2008 с установленной средой Microsoft.NET Framework версии 3.5 и выше.

В состав программного компонента доступа к вычислительным ресурсам входят разработанные в виде WCF-сервиса с использованием языка C# модули:

- 1) управления вычислительной средой Хост-процесс,
- 2) взаимодействия с системами управления кластером Контроллер ресурсов.

Реализация перечисленных модулей не требует использования дополнительных внешних программных средств.

## 2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

Программный компонент реализует следующую основную функциональность:

- 1) изменение состава используемых вычислительных ресурсов;
- 2) изменение конфигурации доступа к используемым вычислительным ресурсам;
- 3) получение информации о составе и характеристиках кластеров, входящих в состав высокопроизводительной системы;
- 4) получение информации о текущей загрузке кластеров;
- 5) резервирование вычислительных ресурсов;
- 6) отмена резервирования вычислительных ресурсов;
- 7) управление вычислительными пакетами на кластерах (установка и удаление пакетов с узлов кластера);
- 8) создание задачи;

9) управление задачами и получение информации о ходе их выполнения.

Программный компонент реализован в виде двух основных модулей, совместно используемых для выполнения перечисленных выше задач:

- 1) Хост-процесс предоставляет интерфейс доступа к Контроллерам ресурсов и управлению ими;
- 2) Контроллер ресурсов предоставляет интерфейс доступа к высокопроизводительному вычислительному ресурсу.

### **3. ОПИСАНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ**

#### **3.1. Состав программного компонента и схема взаимодействия модулей**

Программный компонент обеспечивает функционирование вычислительной среды, включающей следующие программные компоненты (см. Рисунок 3.1).

- Планировщик.
- Файловый сервер.
- Хост-процесс.
- Контроллер ресурсов.
- Серверная часть системы управления кластером.
- Агенты системы управления кластером.

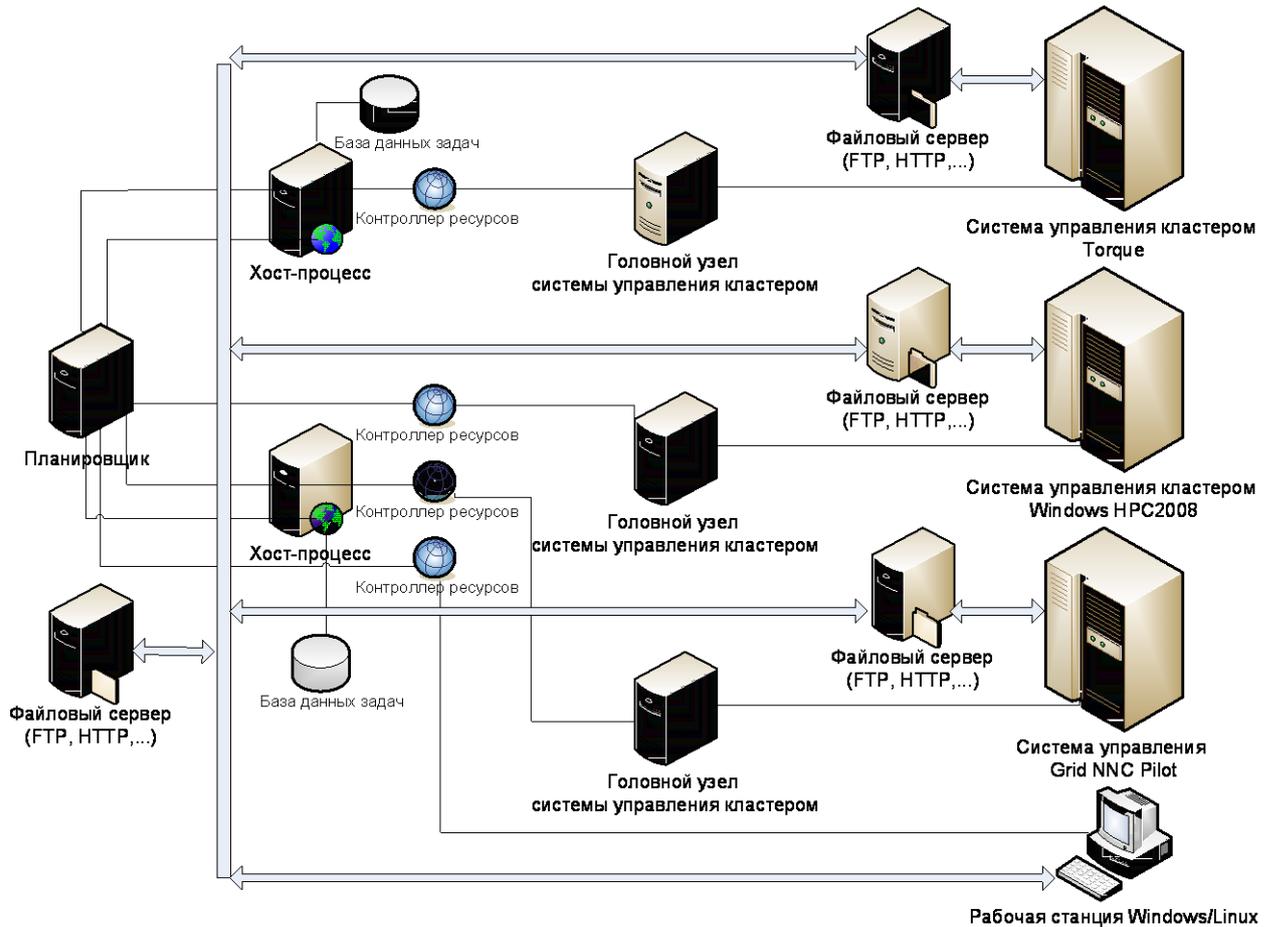


Рисунок 3.1 – Компонентный состав вычислительной среды

На рисунке программный компонент Farming представлен в виде трех элементов: Хост-процесса (рис. 3.2), Контроллеров ресурсов, Базы данных задач.

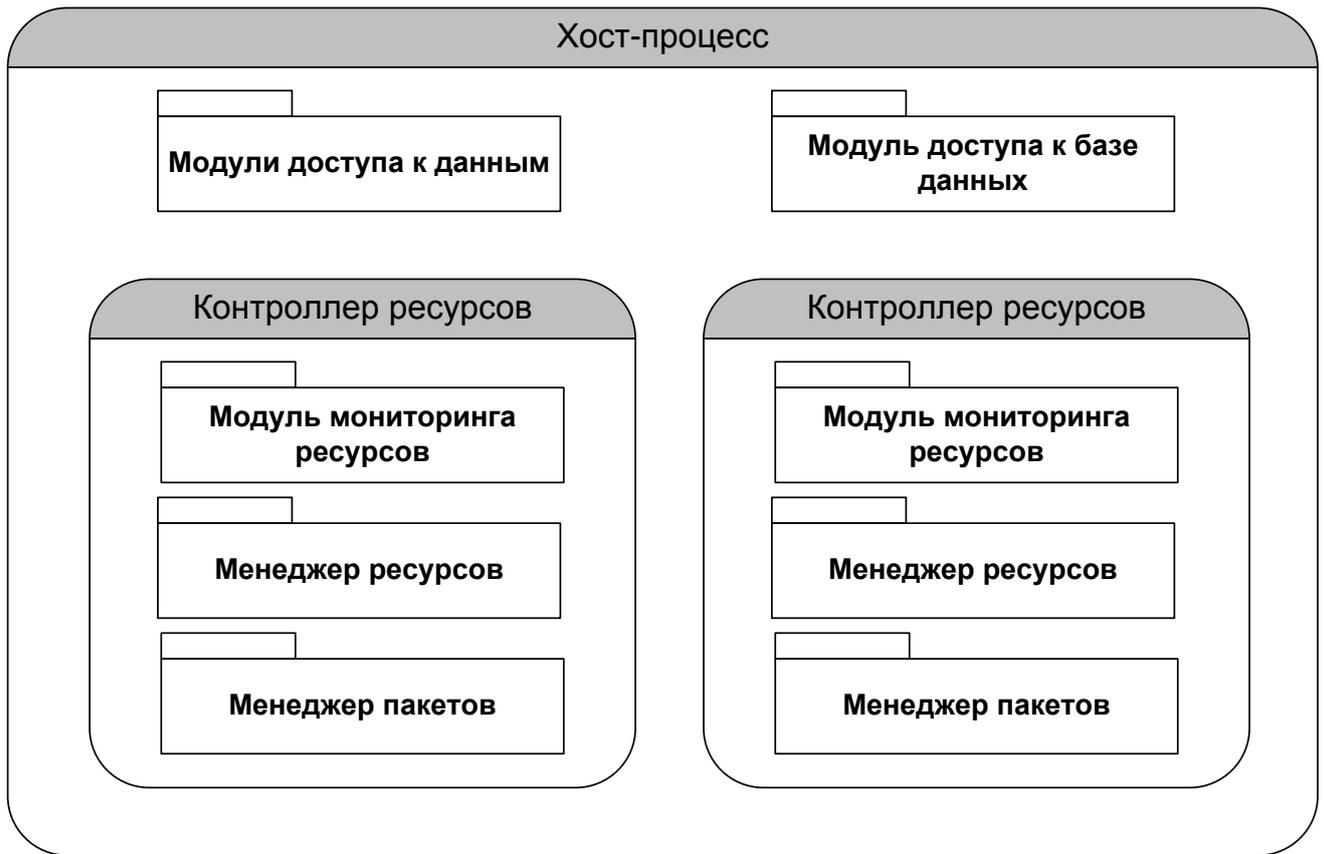


Рисунок 3.2 – Структура Хост-процесса

Таким образом, с учетом модульности структуры Хост-процесса доступ к комплексу вычислительных ресурсов совместно обеспечивают следующие программные компоненты и модули.

- 1) Планировщик – планирует выполнение задач на множестве вычислительных ресурсов.
  - а. Один экземпляр Планировщика обслуживает все вычислительные ресурсы (разрабатывается в НИУ ИТМО).
- 2) Хост-процесс (разрабатывается в ННГУ) – обеспечивает Планировщику возможности создания, удаления, переконфигурирования экземпляров Контроллеров ресурсов, а также замену модулей Контроллера ресурсов.
  - а. Один экземпляр Хост-процесса обслуживает несколько вычислительных ресурсов.
  - б. Планировщик может работать одновременно с несколькими Хост-процессами.
  - в. Каждый Хост-процесс имеет собственную Базу данных задач.
  - д. Реализован в виде WCF-сервиса.

- 3) База данных задач обеспечивает хранение информации о задачах, которые приходят на исполнение на системы управления, обслуживаемые данным Хост-процессом. Доступ к Базе данных задач реализован без использования внешних серверов баз данных (структура БД и модуль доступа разрабатываются в ННГУ).
- 4) Файловый сервер обеспечивает хранение входных и выходных файлов заданий и доступ к рабочим каталогам приложений, запускаемых на высокопроизводительном ресурсе.
  - a. Могут использоваться несколько файловых серверов как на стороне планировщика, так и на стороне вычислительных ресурсов.
  - b. Поддерживается доступ к файловым серверам по следующим протоколам: локальные файлы, FTP, SFTP, FTPS, GridFTP, HTTP, HTTPS, SCP. Локальные файлы могут находиться, в частности, в каталогах, смонтированных по протоколам SMB, NFS.
  - c. Модуль доступа к файловым серверам разрабатывается в ННГУ (на диаграмме структуры Хост-процесса явно не обозначен, требования к данному модулю описаны ниже).
- 5) Контроллер ресурсов – обеспечивает Планировщика информацией о состоянии кластера и выполняемых заданиях; выполняет по запросу Планировщика запуск и останов заданий (задания выполняются на вычислительном ресурсе, который обслуживается данным Контроллером ресурсов); предоставляет по запросу Планировщика журнал исполнения задачи; обеспечивает возможность автоматического развертывания предметных вычислительных пакетов.
  - a. В состав Контроллера ресурсов (разрабатывается в ННГУ) входят следующие реконфигурируемые и заменяемые модули: модуль мониторинга ресурсов, менеджер ресурсов, менеджер пакетов. Указанные модули реализуют необходимый функционал для выдачи результатов Планировщику.
  - b. Реализован в виде WCF-сервиса, который публикуется Хост-процессом.
- 6) Модуль мониторинга ресурсов – предоставляет по запросу Контроллера ресурсов информацию о состоянии конкретного кластера.
  - a. Поддерживает взаимодействие со следующими системами мониторинга (независимыми или входящими в состав системы управления кластером): Ganglia (прямое соединение через сокет), HPC 2008 (посредством HPC Powershell).

- b. Предоставляет информацию о текущем состоянии рабочей станции Windows/Linux без необходимости установки специального ПО для мониторинга. Под Windows для реализации используется Windows Management Interface (WMI), под Linux – удаленный ssh-доступ.
  - c. Разрабатывается в ННГУ.
- 7) Менеджер ресурсов – выполняет по запросу Планировщика запуск/останов заданий на конкретном вычислительном ресурсе, получение информации о текущем состоянии задания, резервирование и отмену резервирования свободных ресурсов.
- a. Обеспечивает взаимодействие со следующими системами управления кластером/грид: Torque, Windows HPC 2008, ГридННС (Grid NNN Pilot).
  - b. Обеспечивает запуск и остановку заданий на рабочей станции Windows/Linux без необходимости установки специального ПО для управления ресурсами. Предполагается, что на рабочей станции выполняется локальный (нераспределенный) запуск пакетов.
  - c. Разрабатывается в ННГУ.
- 8) Модуль управления данными обеспечивает доступ к файловому серверу по разным протоколам.
- a. Модули управления данными (или модули доступа к данным) – используются для организации доступа к файловому серверу с входными/выходными файлами задачи, а также к файловому серверу вычислительного ресурса.
  - b. Полный путь, включающий протокол доступа, до файлового сервера с входными и выходными файлами задачи указывает Планировщик.
  - c. Полный путь, включающий протокол доступа, до файлового сервера вычислительного ресурса указывает Планировщик.
  - d. Разрабатывается в ННГУ.
- 9) Менеджер пакетов (менеджер предметных пакетов на вычислительных ресурсах) – обеспечивает загрузку, распаковку установочного архива, установку пакета, выполнение тестов, поставляемых в архиве, регистрацию пакета в конфигурации контроллера ресурсов.
- a. Предполагается, что пакет поставляется в виде msi-инсталлятора для Windows, в виде архивов или набора файлов для Linux.

- b. Для каждого пакета необходимо указать строку запуска процедуры установки (например, строка запуска установочного скрипта под Linux или msi-инсталлятора под Windows).
    - c. Разрабатывается в ННГУ.
- 10) Модуль работы с базой задач – обеспечивает доступ к базе данных задач.
  - a. Для хранения задач используется база SQL Lite.
  - b. Разрабатывается в ННГУ.
- 11) Серверная часть системы управления кластером (выполняется на головном узле системы управления кластером) – обеспечивает Контроллер ресурсов информацией о составе и состоянии узлов конкретного кластера и выполняемых на кластере заданий, выполняет по запросу Контроллера запуск и останов заданий на управляемом кластере.
  - a. Каждый кластер обслуживается независимо работающей системой управления и, возможно, системой мониторинга.
    - Возможно использование следующих систем управления: Torque, HPC2008, ГридННС (Grid NNN Pilot).
    - Возможно использование системы мониторинга Ganglia для сбора информации о текущей загрузке кластера
- 12) Агенты системы управления кластером (выполняются на узлах кластера) – обеспечивают выполнение заданий серверной части системы управления кластером на конкретных узлах.
  - a. Входят в состав системы управления кластером.

Принципиальная схема взаимодействия программных компонентов представлена на рис. 3.3.

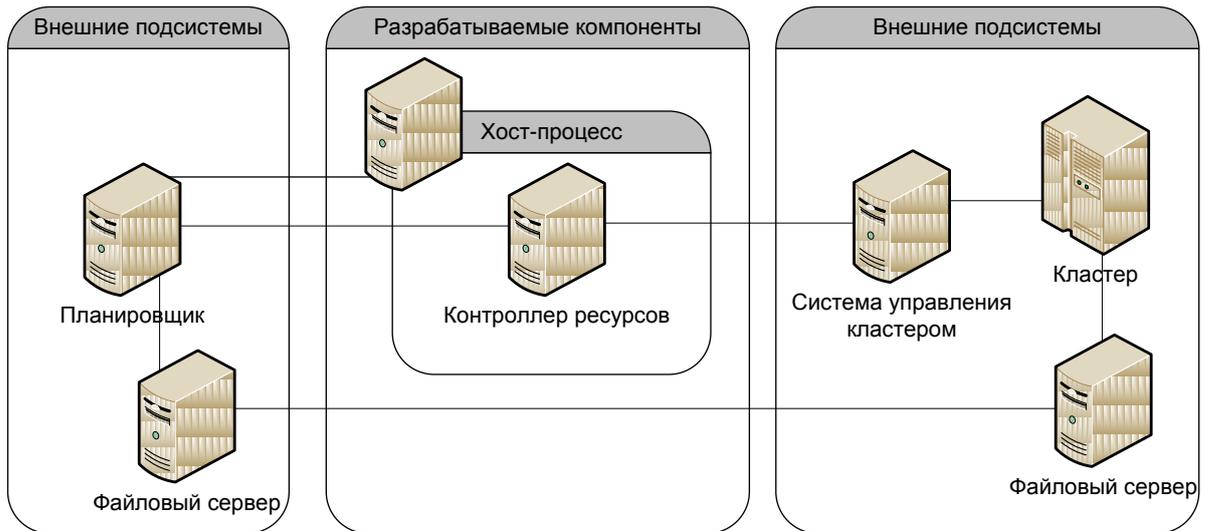


Рисунок 3.3 – Схема взаимодействия программных компонентов

Представим типичную последовательность взаимодействия модулей.

- 1) Планировщик выполняет запрос к Хост-процессу на создание Контроллера ресурсов с заданным URI (требуется, если контроллер ресурсов еще не создан, например, при подключении новых вычислительных ресурсов).
- 2) Хост-процесс создает Контроллер ресурсов согласно принятой конфигурации и указанному Планировщиком URI для доступа к новому Контроллеру ресурсов.
- 3) Планировщик выполняет запрос к Контроллеру ресурсов на создание задачи.
- 4) Контроллер ресурсов добавляет в свою базу данных запись о том, что создана задача и формирует уникальный идентификатор задачи. Идентификатор возвращается Планировщику в качестве результата выполнения запроса.
- 5) Планировщик создает на внешнем файловом сервере папку и помещает в нее все необходимые входные данные. После этого считается, что задача готова к запуску.
- 6) Перед запуском задачи Планировщик выполняет запрос к Контроллеру ресурсов на копирование данных с внешнего файлового сервера на файловый сервер вычислительного ресурса.
- 7) Трансивер создает на файловом сервере вычислительного ресурса каталог и копирует в него входные данные задачи с внешнего файлового сервера. Имя каталога на файловом сервере вычислительного ресурса указывается Планировщиком.
- 8) Для запуска существующей задачи Планировщик выполняет запрос к Контроллеру ресурсов на запуск задачи, указывая уникальный идентификатор запускаемой задачи.

- 9) Контроллер ресурсов, получив запрос, выполняет запуск задачи через систему управления вычислительным ресурсом (кластер/Грид/операционная система). Система управления кластером создает локальный уникальный идентификатор задачи и возвращает его Контроллеру ресурсов.
- 10) Контроллер ресурсов периодически опрашивает систему управления вычислительным ресурсом, проверяя состояние задачи. По окончании выполнения задачи Контроллер ресурсов возвращает Планировщику статус завершения задачи.
- 11) По окончании задачи Планировщик выполняет запрос к Контроллеру ресурсов на копирование данных с файлового сервера вычислительного ресурса на внешний файловый сервер.
- 12) Планировщик выполняет запрос к Хост-процессу на удаление Контроллера ресурсов (требуется, если вычислительные ресурсы далее нельзя использовать).

### **3.2. Логическая структура Хост-процесса**

Хост-процесс предназначен для создания, удаления, переконфигурирования экземпляров Контроллеров ресурсов, а также замены модулей Контроллера ресурсов. Хост-процесс является web-сервисом, предоставляющим Планировщику набор функциональности по протоколу SOAP 1.2. Ниже описаны основные операции, выполняемые Хост-процессом.

- 1) При старте Хост-процесс считывает из своей конфигурации список доступных вычислительных ресурсов, после чего создает для каждого вычислительного ресурса Контроллер ресурсов в соответствии с его (Контроллера ресурсов) конфигурацией. Взаимодействие Хост-процесса и Контроллера ресурсов происходит посредством прямого вызова функций.
- 2) Создание нового Контроллера ресурсов. Входными параметрами данного вызова являются имена контрактов модулей Контроллера ресурсов, на основе которых создается новый объект Контроллера ресурсов, обеспечивающий в дальнейшем взаимодействие с некоторым вычислительным ресурсом. Перед началом работы Контроллера ресурсов необходимо установить его конфигурацию.
- 3) Выдача и установка конфигурации указанного Контроллера ресурсов. Допускается как установка конфигурации вновь созданного Контроллера ресурсов, так и работающего.
- 4) Замена модуля Контроллера ресурсов в процессе его работы.
- 5) Удаление Контроллера ресурсов.

Хост-процесс обеспечивает совместную работу всех модулей, входящих в его состав и в состав Контроллеров ресурсов (см. рис. 3.2).

### **3.2.1. Модуль доступа к базе данных**

Основная функциональность, предоставляемая Модулем доступа к базе данных задач:

- запись информации о задаче в базу данных,
- чтение информации о задаче из базы данных,
- чтение информации обо всех задачах конкретного контроллера ресурсов,
- запись информации о статистике использования ресурсов, на которых запущена определенная задача,
- чтение трассы использования ресурсов конкретной задачей.

Реализация данной функциональности использует программный интерфейс доступа к БД реляционного типа SQL Lite.

### **3.2.2. Модули доступа к данным**

Модули управления данными (или модули доступа к данным) предназначены для организации доступа к файловым серверам, внешним по отношению к вычислительному ресурсу, а также к файловым серверам вычислительных ресурсов. Для передачи данных необходимо указывать полные пути исходного и результирующего каталогов, включающие протокол доступа.

Основная функциональность, предоставляемая Модулями доступа к данным:

- копирование содержимого каталога.

Модули доступа к данным также поддерживают дополнительную функциональность, обеспечивающую выполнение базовых файловых операций (см. полный список в описании реализации).

Реализовано несколько модулей доступа к данным, обеспечивающих операции над файловыми объектами, доступными по следующим протоколам:

- доступ к локальным файлам (которые могут находиться в каталогах, смонтированных по протоколам SMB, NFS),
- FTP,
- SFTP,
- FTPS,
- GridFTP (Gsiftp),

- HTTP,
- HTTPS,
- SCP.

### **3.3. Логическая структура Контроллера ресурсов**

Контроллер ресурсов предназначен для сбора и предоставления информации о состоянии конкретного вычислительного ресурса и выполняемых на нем заданиях, запуска и управления выполнением заданий (задания выполняются на вычислительном ресурсе, который обслуживается данным Контроллером ресурсов), формирования и предоставления журнала исполнения задачи, автоматического развертывания предметных вычислительных пакетов.

Контроллер ресурсов является web-сервисом, предоставляющим Планировщику набор функциональности по протоколу SOAP 1.2. Контроллер ресурсов – составной объект, большинство решаемых им задач фактически обслуживаются модулями, входящими в его состав.

Для получения информации о структуре кластера и управления задачами Контроллер ресурсов использует систему управления кластером/Грид (в случае работы с кластером или Грид) или операционную систему и стандартные утилиты (в случае работы с отдельным узлом). Для получения статических и динамических характеристик Контроллер ресурсов использует систему мониторинга (входящую в состав системы управления кластером/Грид) или средства ОС и стандартные утилиты (в случае работы с отдельным узлом). Контроллер ресурсов обеспечивает взаимодействие с кластерами/Грид, а также отдельными вычислительными узлами.

Для запуска задачи на вычислительном ресурсе необходимо выполнить следующую последовательность вызовов Контроллера ресурсов:

- 1) создание задачи (включает создание управляющей структуры, представляющей создаваемую задачу, и добавление в базу данных задач соответствующей записи),
- 2) копирование входных данных задачи с внешнего файлового сервера на файловый сервер вычислительного ресурса,
- 3) выполнение задачи,
- 4) копирование выходных данных задачи с файлового сервера вычислительного ресурса на внешний файловый сервер,
- 5) периодическая проверка состояния задачи или ожидание вызова callback-функции.

Контроллер ресурсов также поддерживает следующую функциональность.

- 1) Получение статических и динамических характеристик вычислительного ресурса посредством запроса к вычислительному ресурсу или из кэша Контроллера ресурсов.
- 2) Получение статистики выполнения задачи.
- 3) Снятие задачи с выполнения.
- 4) Резервирование свободных узлов и выдача информации о состоянии кластера (снятие резервирования происходит при получении запроса на выполнение задачи или по исчерпанию лимита времени ожидания).
- 5) Отмена резервирования ресурсов.
- 6) Оповещение планировщика о завершении и изменении состояния задач.
- 7) Получение списка установленных пакетов и их параметров.
- 8) Получение списка пакетов, доступных для установки.
- 9) Загрузка установочного архива на файловый сервер вычислительного ресурса.
- 10) Установка пакета на вычислительный ресурс (включает регистрацию пакета в конфигурации).
- 11) Удаление пакета с вычислительного ресурса (включает удаление информации о пакете из конфигурации).
- 12) Запуск служебных потоков при создании менеджера ресурсов:
  - a. поток обновления состояний задач – отвечает за обновление информации о состоянии задачи в БД; при изменении состояния и завершении задачи вызывает callback-функцию, оповещающую Планировщика о произошедшем событии;
  - b. поток записи в БД информации об использовании ресурсов, на которых выполняется каждая задача из списка активных задач менеджера ресурсов.
- 13) Получение статических и динамических характеристик вычислительного ресурса посредством запроса к нему.

Контролер ресурсов включает модуль мониторинга ресурсов, менеджер ресурсов, менеджер пакетов. Для каждого из модулей существует несколько реализаций для обеспечения сопряжения с различными типами программного обеспечения (например, для различных систем управления кластерами/Грид). Совокупность используемых Контроллером ресурсов модулей определяется в момент его создания Хост-процессом на основании параметров, переданных Планировщиком. Функциональность, реализованная конкретным модулем, определяется требованиями класса модуля и возможностями программного обеспечения, с которым производится сопряжение.

### **3.3.1. Модули мониторинга ресурсов**

Модули мониторинга ресурсов предназначены для сбора и предоставления информации о состоянии вычислительного ресурса. Предполагается, что модуль мониторинга ресурсов реализует следующую функциональность.

1. Получение статических характеристик вычислительного ресурса (результатом выполнения является список всех узлов ресурса с указанием их статических характеристик).
2. Получение динамических характеристик вычислительного ресурса (результатом выполнения является список всех узлов ресурса с указанием текущих характеристик их загрузки).

Фактически реализованный набор возможностей зависит от типа вычислительного ресурса, с которым обеспечивается взаимодействие.

#### **3.3.1.1. Модуль мониторинга ресурсов НРС2008**

Модуль мониторинга ресурсов НРС2008 предназначен для сбора и предоставления информации о состоянии кластера, работающего под управлением системы управления кластерами НРС2008.

Основная функциональность, предоставляемая модулем мониторинга ресурсов НРС2008:

- Получение статических характеристик кластера.
- Получение динамических характеристик кластера.

Реализация данной функциональности использует программный интерфейс НРС .NET API.

#### **3.3.1.2. Модуль мониторинга ресурсов ГридННС**

Модуль мониторинга ресурсов ГридННС предназначен для сбора и предоставления информации о состоянии Грид, работающего под управлением системы управления ГридННС.

Основная функциональность, предоставляемая модулем мониторинга ресурсов ГридННС:

- Получение статических характеристик кластера.
- Получение динамических характеристик кластера.

Реализация данной функциональности использует командный интерфейс системы управления ГридННС.

### 3.3.1.3. Модуль мониторинга ресурсов Ganglia

Модуль мониторинга ресурсов Ganglia предназначен для сбора и предоставления информации о составе и состоянии кластера, на котором установлена система мониторинга Ganglia.

Основная функциональность, предоставляемая Модулем мониторинга ресурсов Ganglia.

- Получение статических характеристик кластера.
- Получение динамических характеристик кластера.

Трансивер Ganglia осуществляет взаимодействие с демоном gmond системы мониторинга Ganglia через открытый XML-протокол.

### 3.3.1.4. Модуль мониторинга ресурсов – отдельный Windows-узел

Модуль мониторинга ресурсов Windows предназначен для сбора и предоставления информации о состоянии отдельного вычислительного узла, на котором установлена операционная система Windows.

Основная функциональность, предоставляемая модулем мониторинга ресурсов Windows.

- Получение статических характеристик узла.
- Получение динамических характеристик узла.

Реализация данной функциональности использует программный интерфейс Windows Management Interface (WMI).

### 3.3.1.5. Модуль мониторинга ресурсов – отдельный Linux-узел

Модуль мониторинга ресурсов Linux предназначен для сбора и предоставления информации о состоянии отдельного вычислительного узла, на котором установлена операционная система Linux.

Основная функциональность, предоставляемая модулем мониторинга ресурсов Linux.

- Получение статических характеристик узла,
- Получение динамических характеристик узла.

Реализация данной функциональности использует командный интерфейс и доступ к узлу по протоколу ssh.

### **3.3.2. Менеджеры ресурсов**

Менеджеры ресурсов предназначены для управления выполнением задач на вычислительном ресурсе, сбора и предоставления информации о текущем состоянии задач, резервирования и отмены резервирования свободных ресурсов. Предполагается, что менеджер ресурсов реализует следующую функциональность.

- Создание задачи.
- Запуск задачи.
- Проверка состояния задачи (реализовано для всех менеджеров ресурсов на уровне базового класса, но требует поддержки со стороны менеджера ресурсов).
- Снятие задачи с выполнения.
- Резервирование всех свободных ресурсов.
- Отмена резервирования ресурсов.
- Получение истории переходов задачи между состояниями (реализовано для всех менеджеров ресурсов на уровне базового класса).
- Копирование входных файлов задачи с внешнего файлового сервера на файловый сервер вычислительного ресурса (реализовано для всех менеджеров ресурсов на уровне базового класса).
- Копирование выходных файлов задачи с внешнего файлового сервера на файловый сервер вычислительного ресурса (реализовано для всех менеджеров ресурсов на уровне базового класса).

Фактически реализованный набор возможностей зависит от типа вычислительного ресурса, с которым обеспечивается взаимодействие.

#### **3.3.2.1. Менеджер ресурсов – HPC2008**

Менеджер ресурсов HPC2008 предназначен для управления выполнением задач на кластере, работающем под контролем системы управления кластерами HPC2008.

Основная функциональность, предоставляемая менеджером ресурсов HPC2008.

- Запуск задачи (исполнение через систему управления кластером Windows HPC Server 2008).
- Проверка состояния задачи.
- Снятие задачи с выполнения.
- Резервирование всех свободных ресурсов (посредством постановки на исполнение фиктивной задачи, которая занимает все свободные на момент запроса ресурсы).

- Отмена резервирования ресурсов (посредством снятия фиктивной задачи из предыдущего пункта).

Реализация данной функциональности использует программный интерфейс HPC .NET API.

#### 3.3.2.2. Менеджер ресурсов Torque

Менеджер ресурсов Torque предназначен для управления выполнением задач на кластере, работающем под контролем системы управления кластерами Torque.

Основная функциональность, предоставляемая менеджером ресурсов Torque.

- Запуск задачи (исполнение через систему управления кластером Torque).
- Проверка состояния задачи.
- Снятие задачи с выполнения.
- Резервирование всех свободных ресурсов (посредством постановки на исполнение фиктивной задачи, которая занимает все свободные на момент запроса ресурсы).
- Отмена резервирования ресурсов (посредством снятия фиктивной задачи из предыдущего пункта).

Реализация данной функциональности использует командный интерфейс системы управления кластером Torque.

#### 3.3.2.3. Менеджер ресурсов ГридННС

Менеджер ресурсов ГридННС предназначен для управления выполнением задач на Грид, работающем под контролем системы управления ГридННС.

Основная функциональность, предоставляемая Менеджером ресурсов ГридННС.

- Запуск задачи (исполнение через систему управления ГридННС).
- Проверка состояния задачи.
- Снятие задачи с выполнения.

Реализация данной функциональности использует командный интерфейс системы управления кластером ГридННС.

#### 3.3.2.4. Менеджер ресурсов – отдельный Windows-узел

Менеджер ресурсов Windows предназначен для управления выполнением задач на отдельном вычислительном узле, работающем под управлением операционной системы Windows.

Основная функциональность, предоставляемая Менеджером ресурсов Windows:

- Запуск задачи.
- Проверка состояния задачи.
- Снятие задачи с выполнения.
- Резервирование всех свободных ресурсов.
- Отмена резервирования ресурсов.

Реализация данной функциональности использует программный интерфейс WMI. При разработке используется класс работы с процессами Win32\_Process, который обеспечивает удаленный запуск процесса, удаленное завершение процесса, а также получение списка процессов удаленного хоста.

#### 3.3.2.5. Менеджер ресурсов – отдельный Linux-узел

Менеджер ресурсов Linux предназначен для управления выполнением задач на отдельном вычислительном узле, работающем под управлением операционной системы Linux.

Основная функциональность, предоставляемая менеджером ресурсов Linux.

- Запуск задачи.
- Проверка состояния задачи.
- Снятие задачи с выполнения.
- Резервирование всех свободных ресурсов.
- Отмена резервирования ресурсов.

Реализация данной функциональности использует командный интерфейс и доступ к узлу по протоколу ssh.

#### **3.3.3. Менеджер пакетов**

Менеджер пакетов предназначен для загрузки и установки прикладных пакетов на отдельных вычислительных узлах и вычислительных узлах кластеров.

Менеджер пакетов реализует следующую функциональность.

- Получение списка установленных пакетов и их параметров.
- Получение списка пакетов, доступных для установки.
- Загрузка пакета на вычислительный ресурс.
- Запуск команды установки пакета на вычислительном ресурсе.
- Регистрация пакета на Контроллере ресурсов.
- Удаление пакета с вычислительного ресурса.
- Удаление регистрации пакета на вычислительном ресурсе.

Менеджер пакетов требует наличия установочных комплектов специального формата, различных для разных типов операционных систем (Windows/Linux).

#### 3.3.3.1. Менеджер пакетов – Windows

Менеджер пакетов Windows предназначен для загрузки и установки прикладных пакетов на отдельных вычислительных узлах и вычислительных узлах кластеров, работающих под управлением операционной системы Windows.

Основная функциональность, предоставляемая Менеджером пакетов Windows.

- Получение списка установленных пакетов и их параметров.
- Получение списка пакетов, доступных для установки.
- Загрузка пакета на вычислительный ресурс.
- Запуск команды установки пакета на вычислительном ресурсе.
- Регистрация пакета на контроллере ресурсов.
- Удаление пакета с вычислительного ресурса.
- Удаление регистрации пакета на вычислительном ресурсе.

Реализация данной функциональности использует механизм MSI и программный интерфейс WMI.

#### 3.3.3.2. Менеджер пакетов Linux

Менеджер пакетов Linux предназначен для загрузки и установки прикладных пакетов на отдельных вычислительных узлах и вычислительных узлах кластеров, работающих под управлением операционной системы Linux.

Основная функциональность, предоставляемая Менеджером пакетов Linux.

- Получение списка установленных пакетов и их параметров.
- Получение списка пакетов, доступных для установки.
- Загрузка пакета на вычислительный ресурс.
- Запуск команды установки пакета на вычислительном ресурсе.
- Регистрация пакета на контроллере ресурсов.
- Удаление пакета с вычислительного ресурса.
- Удаление регистрации пакета на вычислительном ресурсе.

Реализация данной функциональности использует командный интерфейс и доступ к узлам по протоколу ssh.

#### **4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА**

Модули программного компонента доступа к вычислительным ресурсам Farming предназначены для работы на ЭВМ с аппаратной конфигурацией, достаточной для работы используемых программных средств (операционной системы и среды выполнения .NET/Mono Framework). Для возможности удаленного взаимодействия Планировщика с Хост-процессом и Контроллером ресурсов, Контроллера ресурсов с файловыми серверами, Контроллера ресурсов с системой управления вычислительным ресурсом необходимо наличие локальной сети и/или доступа в Интернет.

#### **5. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА**

Реализации Хост-процесса и Контроллера ресурсов содержатся в одном исполняемом файле Application.exe и множестве dll, содержащих реализации MEF-модулей и других необходимых классов. Для запуска Хост-процесса необходимо выполнить следующую команду:

```
Application.exe.
```

Для запуска тестовой консоли необходимо выполнить следующую команду:

```
TestConsole.exe.
```

#### **6. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Взаимодействие модулей программного компонента происходит посредством прямого вызова .NET-функций. Взаимодействие модулей программного компонента и Планировщика осуществляется посредством определенного интерфейса через .NET-реализацию протокола SOAP 1.2.

#### **7. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ**

Результаты работы модулей – возвращаемые значения функций, вызванных через механизмы прямого вызова функций .NET или SOAP 1.2.

## **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ**

URI	Uniform Resource Identifier (унифицированный идентификатор ресурса)
WCF	Windows Communication Foundation (программный фреймворк)
XML	eXtensible Markup Language (расширяемый язык разметки)
БД	База данных
ИС	Информационная система
МИТП	Многопрофильная инструментально-технологическая платформа
ОС	Операционная система
ПО	Программное обеспечение
СУБД	Система управления базами данных
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина

