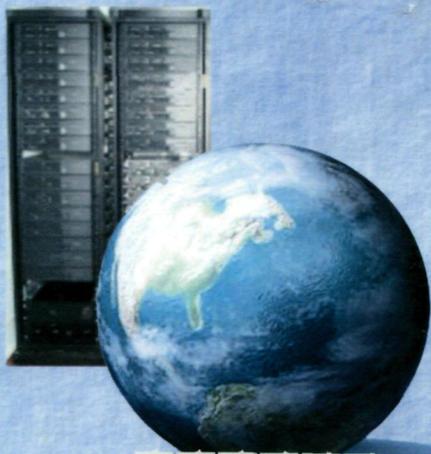


Н.Н. Куссуль, А.Ю. Шелестов



# Grid-системы для задач исследования Земли.

Архитектура, модели и технологии

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
И НАУКИ УКРАИНЫ  
НТУУ «КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»



**Н.Н. Куссуль, А.Ю. Шелестов**

# **Grid-системы для задач исследования Земли.**

**Архитектура, модели и технологии**

Киев

«Наукова думка»

2008

Н.Н. Куссуль, А.Ю. Шелестов  
 «Grid-системы для задач исследования Земли. Архитектура, модели и технологии». — Киев: Наук. думка, 2008. — 452 с.  
 ISBN 978-966-00-0794-9

Монография посвящена вопросам моделирования и создания Grid-систем с учетом особенностей прикладных задач исследования Земли. Детально проанализированы архитектура современных систем, методы их моделирования и технологии построения. Авторы предлагают комплексный системный подход к анализу и моделированию подобных систем на разных стадиях жизненного цикла. Все предложенные подходы и решения успешно апробированы в процессе создания реальных систем международного уровня.

Монография представляет интерес как для опытных специалистов в области информационных технологий и математического моделирования, так и для молодых ученых, которые только начинают научную карьеру. Специалист увидит в книге ряд новых результатов, а также анализ известных подходов к построению и моделированию распределенных систем. Начинающему книга поможет быстро ознакомиться с современным состоянием исследований в данной области.

Монографто присвячено питанням моделювання та створення Grid-систем з урахуванням особливостей прикладних задач дослідження Землі. Детально проаналізовано архітектуру сучасних систем, методи їх моделювання і технології побудови. Автори пропонують комплексний системний підхід до аналізу та моделювання подібних систем на різних стадіях життєвого циклу. Всі запропоновані підходи та розв'язки успішно апробовано в процесі створення реальних систем міжнародного рівня.

Монографія становить інтерес як для експертів у галузі інформаційних технологій та математичного моделювання, так і для молодих вчених, що лише починають наукову кар'єру. Фахівцеві знайде у книзі низку нових результатів, а також аналіз відомих підходів до побудови та моделювання розподілених систем. Початківцю книга допоможе швидко ознайомитись із сучасним станом досліджень у зазначеній галузі.

*Рекомендовано к печати ученым советом Института космических исследований  
 НАНУ-НКАУ (протокол № 1 от 4 января 2008 года)*

Рецензенты:

И.В. Сергиенко, академик НАН Украины, директор Института кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины

В.М. Кунцевич, академик НАН Украины, почетный директор ИКИ НАНУ-НКАУ

Е.А. Лупян, д. т. н., зам. директора ИКИ РАН

Е.С. Мартынов, д. ф.-м. н., зав. лабораторией ИТФ НАНУ

Ю.Г. Тищенко, к.т.н., вед. науч. сотр. ФИРЭ РАН

# Предисловие

Современный этап развития информационного общества характеризуется процессами глобализации и активным применением достижений информатики и вычислительной техники для решения актуальных экономических и экологических проблем с целью обеспечения устойчивого развития и безопасности.

В настоящее время как во всем мире, так и в Украине, получают все большее распространение распределенные информационные системы, которые предоставляют доступ к большим хранилищам информации и другим ресурсам (данным физических экспериментов, моделям, курсам дистанционного обучения и т.д.). Информационные технологии и новейшие достижения в области высокопроизводительных вычислений сегодня доступны всем заинтересованным лицам практически во всех сферах человеческой деятельности.

Украина в числе более 70 стран заявила о своем участии в создании системы GEOSS (Global Earth Observation System of Systems). Кроме этого, с Европейским космическим агентством и Французской академией наук достигнуты договоренности о включении информационных и вычислительных ресурсов Национальной академии наук Украины (НАНУ) и Национального космического агентства Украины (НКАУ) в международную систему Wide Area Grid (WAG), которая разрабатывается по инициативе комитета CEOS (Committee on Earth Observation Satellites). Работы, выполняемые по проекту WAG, являются вкладом Украины и комитета CEOS в развитие системы GEOSS.

На сегодняшний день активно реализуется рабочий план секретариата GEO на 2007-2009 годы. Одна из основных задач этого плана — создание архитектуры “системы систем”. Поскольку цель GEOSS — объединение разных систем, важнейшую задачу представляют собой определение и разработка принципов и технологий интеграции компонентов и систем GEOSS, которые наилучшим образом удовлетворяли бы требо

## Предисловие

ваниям, выдвигаемым конечными пользователями. В настоящее время единственно возможная технология для решения этой задачи — Grid.

Grid-система — это программно-аппаратная среда, построенная на основе вычислительных устройств, принадлежащих разным административным доменам коммуникационной сети, которая позволяет дистанционно использовать любое количество ресурсов этих устройств (процессорных, оперативной и постоянной памяти, программ и данных).

Такие системы уже созданы и успешно функционируют во многих прикладных областях. Однако исследования Земли на основе данных разной природы, в том числе спутниковой информации, выдвигают особые требования к построению и функционированию Grid-систем. Поэтому внимание авторов этой монографии, как и многих других современных исследователей, направлено на развитие методов и средств построения Grid-систем с учетом особенностей прикладных задач исследования Земли.

Монография состоит из трех частей. Первая часть содержит краткий обзор наиболее известных распределенных систем на основе Grid, анализ современного состояния развития Grid-технологий и методов математического моделирования таких систем.

Особое внимание уделяется развитию Grid-систем в области обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), поскольку подобные системы, во-первых, активно развиваются во всем мире, а во-вторых, они достаточно специфичны с точки зрения как закладываемых в них проектных решений, так и решаемых с их помощью задач.

Во второй части развиваются концептуальные основы создания Grid-систем, связанных с обработкой данных наблюдения Земли. Поскольку такие системы иерархические и функционируют в условиях неопределенности, а задача анализа и синтеза таких систем составляет комплексную проблему, требующую всестороннего рассмотрения, авторы подходят к ее решению с позиций системного анализа.

Предлагаются также новые подходы к решению других актуальных задач в этой области. Решения строятся с применением математического аппарата структурно-функционального анализа, сетей Петри, с привлечением методов теории управ-

## Предисловие

ления, объектно-ориентированного анализа, имитационного моделирования и интеллектуального анализа данных.

Третья часть монографии посвящена описанию архитектурных решений и практических результатов, полученных в области построения Grid-системы исследования Земли в рамках украинской академической Grid-сети при активном взаимодействии с международными организациями. Описан подход к построению подобной системы в Украине и нынешний уровень развития системы, представляющий собой украинский сегмент глобальной системы наблюдения Земли GEOSS.

В этой части поднимаются вопросы стандартизации доступа к данным и их предоставления через программный и Web-интерфейс, а также предлагаются способы интеграции Grid-систем, функционирующих на основе разных программно-аппаратных платформ.

Важное место занимает анализ возможных подходов к интеграции распределенных систем спутникового мониторинга и Grid-систем, направленных на решение задач исследования Земли на основе интеграции данных из разных источников.

Все предложенные подходы и решения успешно апробированы в процессе выполнения нескольких конкурсных проектов НАН Украины и международных грантов. Описанные в монографии Grid-система и сервисы обработки спутниковых данных построены силами коллектива научных сотрудников и инженеров отдела космических информационных технологий и систем Института космических исследований (ИКИ) НАНУ-НКАУ в сотрудничестве с коллегами из Европейского космического агентства (ЕКА), космического агентства Франции CNES, Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), а также других организаций - партнеров.

Практическая реализация предложенных решений подтвердила эффективность предлагаемого научного подхода, разработанных моделей и технологий. Результаты, опубликованные ранее в периодических изданиях, приводятся со ссылкой на первоисточник.

Авторы выражают благодарность своим коллегам — сотрудникам и аспирантам отдела космических информационных технологий и систем ИКИ НАНУ-НКАУ — за активное участие в научных проектах, результаты которых отражены в мо-

## Предисловие

нографии, а также за предоставление экспериментальных данных и помощь в технической обработке материала.

Особая благодарность рецензентам за внимательное отношение к работе и высказанные замечания и пожелания.

# Часть I. Анализ современного состояния и тенденций развития Grid-систем

- Глава 1.** Обзор Grid-систем и систем исследования Земли
- Глава 2.** Технологии построения Grid-систем
- Глава 3.** Математические модели Grid-систем
- Глава 4.** Grid-система как объект исследования и системного анализа

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

В этой части приведен анализ наиболее перспективных и важных международных инициатив и информационных систем, связанных с использованием данных наблюдения Земли в интересах обеспечения устойчивого развития. В первую очередь к таким инициативам следует отнести GEOSS, GMES и INSPIRE. В главе 1 особый акцент делается на анализе принципов, положенных в основу таких систем, а также подходов к реализации их информационных подсистем. Такие системы зачастую строятся на основе Grid-технологии, которая позволяет естественным образом объединять разнородные источники данных, а также другие информационные и вычислительные ресурсы. Отдельно рассмотрен имеющийся опыт построения подобных систем в Украине и, в частности, в Институте космических исследований НАНУ-НКАУ.

В главе 2 достаточно подробно рассматриваются информационные технологии и программные средства, с использованием которых строятся современные Grid-системы. Как правило, такие средства предоставляют возможность прозрачного использования высокопроизводительных вычислительных ресурсов и больших хранилищ, а также позволяют развертывать целый ряд дополнительных служебных функций, например, обеспечения безопасности, балансировки нагрузки, планирования выполнения задач и т.д.

Глава 3 посвящена обоснованию необходимости моделирования рассматриваемых сложных распределенных систем. Поскольку такие системы, особенно связанные с обработкой больших массивов информации, являются чрезвычайно сложными и имеют многоуровневую архитектуру, в большинстве случаев без предварительного моделирования просто невозможно достичь желаемого результата.

Данная часть завершается главой 4, в которой Grid-система рассматривается как объект исследования и системного анализа. В этой главе сформулированы наиболее важные и приоритетные задачи исследования Grid-систем на разных этапах их жизненного цикла, пути решения которых более подробно рассматриваются в последующих главах.

# Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

Важнейшей международной инициативой по созданию глобальных систем в интересах устойчивого развития является “система систем” GEOSS [1], которая должна интегрировать существующие в мире системы, связанные с использованием наблюдений Земли. В рамках GEOSS создана концептуальная и организационная структура, призванная обеспечить объединение работ в области наблюдения Земли и получение результатов на новом качественном уровне.

Украина в числе более чем 70 стран заявила о своем участии в создании системы GEOSS. Кроме этого, с Европейским космическим агентством (ЕКА) и Французской академией наук достигнуты договоренности о включении информационных и вычислительных ресурсов НАНУ и НКАУ в международную систему WAG, которая разрабатывается по инициативе комитета CEOS [2]. Проект WAG, инициированный группой по информационным технологиям WGISS комитета CEOS, нацелен на создание “горизонтальной” инфраструктуры (системы), которая обеспечит эффективное взаимодействие между различными странами и организациями. Работы, выполняемые в рамках инициативы WAG, должны стать вкладом в развитие системы GEOSS.

В настоящее время активно реализуется рабочий план секретариата GEO на 2007-2009 годы, одна из основных задач которого — создание архитектуры “системы систем”. Поскольку GEOSS предназначена для объединения разных систем, ее важнейшая задача состоит в определении и разработке принципов и технологий интеграции входящих в нее компонентов и систем, которые должны наилучшим образом удовлетворять требованиям, выдвигаемым конечными пользователями [1]. Единственно возможной технологией для решения этой задачи является Grid [3, 4].

Англоязычный термин Grid имеет двойной смысл. С одной стороны, это аббревиатура от Global Resource Information Database (глобальная база данных информационных ресурсов),

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

а с другой — в переводе означает «сеть», так как может служить аналогией электрической сети, которая предоставляет пользователю электроэнергию и при этом не важно, какая из электростанций ее вырабатывает. По существу, Grid-система позволяет объединить разнородные информационные и вычислительные ресурсы для решения сложных задач, обеспечивает авторизацию и разграничение доступа пользователей к системе, а также прозрачность решения их задач.

С точки зрения построения программных распределенных систем, Grid представляет собой программное обеспечение среднего уровня (middleware), интегрирующее распределенные информационные и вычислительные ресурсы, принадлежащие различным административным доменам, в единую виртуальную организацию (VO) — временное объединение географически распределенных организаций для совместного решения сложных задач. Grid-система — это программно-аппаратная среда, построенная на основе вычислительных устройств, принадлежащих разным административным доменам коммуникационной сети, которая позволяет в удаленном режиме использовать любое количество ресурсов этих устройств (процессорных, оперативной и постоянной памяти, программ и данных) [5]. Как упоминается в [3], Grid — это система, которая координирует использование ресурсов при отсутствии централизованного управления этими ресурсами, использует стандартные, открытые, универсальные протоколы и интерфейсы, а также обеспечивает обслуживание на должном уровне QoS.

Первые Grid-системы появились в начале 1990-х годов и были связаны с решением сложных наукоемких задач в области физики и исследования космоса (DataGRID, TerraGRID). В последние годы Grid-технологии получили широкое распространение для решения большого спектра задач в разных областях человеческой деятельности. Список наиболее масштабных проектов, связанных с разработкой Grid-технологий, содержится в работах [3, 4, 6]. Одним из наиболее показательных примеров Grid-систем является система, разработанная организацией CERN [7], которая предназначена для обработки данных большого адронного ускорителя LHC (Large Hadron Collider). Достаточно большое количество Grid-систем разрабатывались и для прикладной области обработки спутниковых данных.

## **Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли**

Однако, несмотря на живой интерес к созданию Grid-систем для обработки информации, получаемой со спутников количество успешно реализованных проектов все еще невелико. В настоящей главе мы проанализируем международный опыт создания подобных систем, определим общие принципы и концептуальные основы их построения, выделим основные научные задачи, возникающие при создании Grid-систем, а также построим модель типичной системы и проверим правильность такого подхода.

Приведем краткий обзор самых крупных международных инициатив по использованию данных наблюдения Земли (или ДЗЗ) в интересах устойчивого развития, а также существующих на сегодняшний день Grid-проектов. При этом особое внимание обратим на тех из них, которые предназначены для обработки спутниковых данных. Во второй части главы рассмотрим типичную архитектуру подобных систем.

### **Анализ международных инициатив в области использования данных ДЗЗ в интересах устойчивого развития**

#### **Инициатива GMES**

GMES — это совместная инициатива Европейской Комиссии (ЕК) и ЕКА, направленная на создание европейской инфраструктуры для оперативной доставки и использования информации, необходимой для наблюдения окружающей среды и обеспечения ее безопасности [8, 9]. Целью этой программы является создание инновационных, эффективных, постоянных и дружественных для пользователей информационных сервисов, которые должны обеспечить поддержку принятия решений в области предупреждения и предотвращения последствий экологической деградации и других стихийных бедствий.

#### **Этапы реализации**

Основные работы в контексте программы GMES выполняются в два этапа.

**Начальный этап** (2002-2003 гг.) включает два главных направления разработок и исследований: доставка информации и сервисов (тематические проекты в рамках программ ЕК и кон-

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

солидация сервисных элементов ЕКА), а также оценка и подготовка рекомендаций относительно дальнейших действий.

**Этап реализации** (2004-2008 гг.) предполагает реализацию базовых функций GMES, т.е. начального набора сервисов и компонентов, с предоставлением пользователям услуг на операционной основе. На этом этапе исследования проводятся по следующим основным направлениям (рис. 1.1): сервисы; исследования из космоса; наземные наблюдения (in situ); интеграция наблюдений; управление данными и информацией.

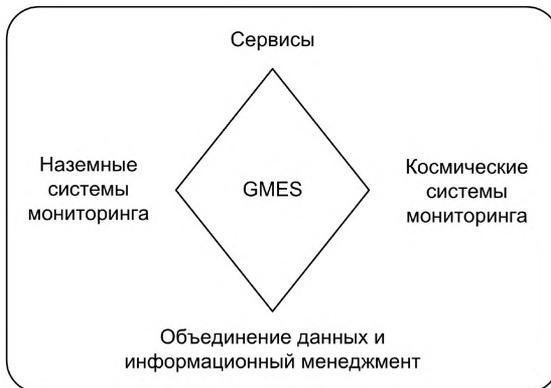


Рис. 1.1. Компоненты GMES

Этап реализации, в свою очередь, тоже делится на две фазы.

В ходе *фазы реализации* (2004-2006 гг.) решаются задачи разработки эффективных сервисов, “архитектуры” космического компонента, усовершенствования компонента наземных наблюдений, разработки методов интеграции данных и создания долгосрочных стратегий финансирования и бизнес-планов.

*Операционная фаза* (2007-...) должна обеспечить регулярное предоставление операционных сервисов; реализацию космического компонента; непрерывную интеграцию данных и управление информацией.

В качестве примеров интегрированных проектов, связанных с деятельностью в контексте GMES, можно назвать MERSEA ([www.mersea.eu.org](http://www.mersea.eu.org)) и GEOLAND ([www.gmes-geoland.info](http://www.gmes-geoland.info)), цель которых — разработка информационных сервисов в области океанографии и построения карт покрова Земли, а также соз-

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

дание сети для обмена и распространения передового опыта GMOSS (gmoss.jrc.it).

### Подходы и методология

Эффективное использование информации невозможно без **интеграции данных и информационных сервисов** [8]. Для достижения этой цели необходима общая концепция, обеспечивающая эффективное взаимодействие разных подсистем (рис. 1.2). На данном этапе развития GMES основная задача состоит в гармонизации деятельности стран и организаций-участников, деятельность которых должна быть направлена не просто на развитие технологий обработки данных, а на **решение конкретных задач**. Участники этой инициативы должны не дублировать друг друга, а лишь эффективно дополнять уже полученные результаты.



Рис. 1.2. Общеευропейская информационная концепция European Shared Information Capacity

## **Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем**

Хотя Украина не является членом Европейского союза, уровень решения задач наблюдения Земли в нашей стране, как и общий уровень космических исследований, достаточно высокий. Поэтому участие Украины в решении этих задач имеет большое значение.

Главная задача современного этапа развития GMES — структурирование деятельности и гармонизация усилий, направленных на интеграцию существующих систем и создание **сети** сервисных элементов, работающих в автоматизированном режиме и обеспечивающих пользователей данными наблюдения Земли из космоса, а также результатами их обработки. Украина должна активно участвовать в этом процессе.

### **«Система систем» GEOSS**

В отличие от региональной системы GMES, система GEOSS предназначена для интеграции деятельности в области наблюдения Земли как на национальном уровне, так и на уровне отдельно функционирующих региональных систем.

С одной стороны, глобальность системы GEOSS состоит в привлечении наибольшего количества стран и организаций, а с другой — в рассмотрении только тех процессов, которые происходят в большом масштабе, существенно превосходящем масштаб отдельной страны [1].

#### **Подходы и идеология**

GEOSS представляет собой “систему систем”, составными частями которой должны стать существующие и будущие системы наблюдения Земли с сохранением их полномочий и национальной принадлежности. В рамках GEOSS будет создана всеобъемлющая концептуальная и организационная структура, которая позволит объединить деятельность в области наблюдения Земли для обеспечения потребностей конечных пользователей.

При этом GEOSS не является попыткой свести существующие системы в единую, монолитную систему с централизованным управлением. Основной принцип управления “системой систем” — принцип принятия решений на наиболее низком уровне иерархии, который является для этого наиболее компетентным.

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

### Функциональная структура GEOSS

Модель функционирования системы GEOSS приведена на рис. 1.3.



*Рис. 1.3.* Модель функционирования GEOSS

В соответствии с десятилетним планом реализации GEOSS в структуре системы выделяются функциональные компоненты анализа потребностей пользователей; мониторинга эффективности системы; сбора данных из существующих систем; обработки данных и получения геоинформационных продуктов, для их дальнейшего использования в моделировании, интеграции и накоплении данных (assimilation (including re-analysis)); компоненты обмена и распространения данных наблюдений, включая функции оценки и контроля качества доступа к данным и архивацию данных.

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

### Ракурсы системы GEOSS

Архитектура GEOSS [10] разрабатывается в соответствии с международным стандартом ISO/IEC10746 «Information technology — Open Distributed Processing — Reference model» [11]. Согласно этому стандарту система может быть представлена в пяти ракурсах, которые характеризуют архитектуру системы с разных точек зрения. Перечень ракурсов системы GEOSS приведен в табл. ЕЕ

Таблица 1.1. Ракурсы архитектуры GEOSS

Ракурс	Описание
Enterprise — Организационный	Определяет четко сформулированную бизнес-модель, которая должна быть понятной лицам, принимающим решения. Этот ракурс сфокусирован на целях, области применения и стратегиях
Information — Информационный	Сфокусирован на семантике информации, которая существует в системе, и обработке этой информации
Computational — Обработки	Система рассматривается как сервис-ориентированная и разделяется на объекты по функциональному назначению, которые взаимодействуют посредством интерфейсов
Engineering — Компонентов	Определяет типы компонентов для поддержки распределенного взаимодействия между ними
Technology — Технологический	Определяет физическую реализацию экземпляров компонентов в виде развернутых технологических решений, которые включают также топологию сетей

В соответствии с принятыми архитектурными решениями GEOSS можно выделить следующие шесть основных типов компонентов (рис. Е4):

- каталоги и реестры, предназначенные для поиска данных;
- программное обеспечение с пользовательским Web-интерфейсом, в частности, порталом;
- средства идентификации и учета пользователей (при необходимости, средства аутентификации и авторизации действующих пользователей в процессе использования сервисов);
- средства доступа и получения данных;

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

- компоненты, предназначенные для представления данных, например для создания тематических карт;
- компоненты обработки данных.

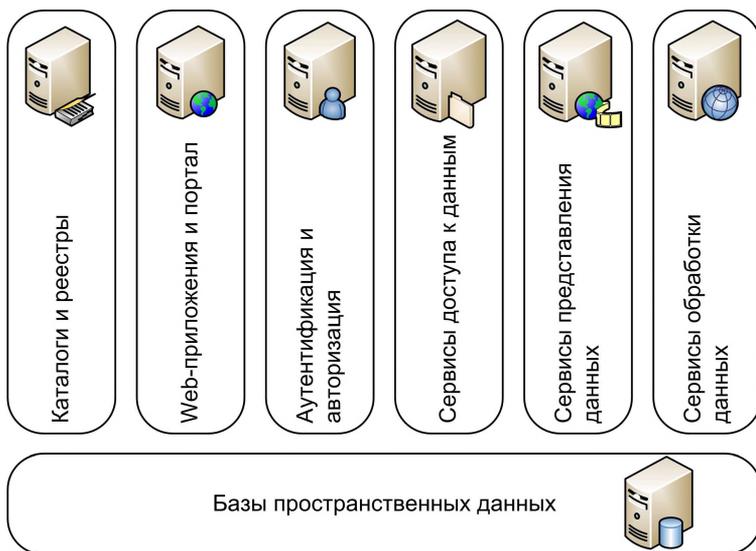


Рис. 1.4. Типы компонентов «системы систем» GEOS

Ракурс обработки определяет сервис-ориентированный подход к построению системы GEOS и ее компонентов. В качестве сервиса понимается функциональность, которая обеспечивается компонентами системы посредством использования определенных системных интерфейсов [10, 12]. В данном контексте под системными интерфейсами следует понимать в первую очередь прикладные программные интерфейсы (Application Programming Interface — API), формально четко определенные (например, с использованием языков спецификации интерфейсов UML, WSDL или IDL). Такой подход позволяет произвольным компонентам системы автоматически обмениваться информацией друг с другом, обладая лишь данными о спецификации интерфейса. В этом случае принято считать, что компоненты удовлетворяют требованию *интероперабельности* (interoperability). Кроме того, взаимодействие через формально определенные интерфейсы позволяет улучшить инкапсуляцию компонентов системы, что позволяет изменять и

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

модифицировать отдельные компоненты без нарушения функционирования всей системы в целом.

При реализации сервисов информационной инфраструктуры в соответствии с рекомендациями комитета GEO выделяются три уровня (рис. 1.5).



*Рис. 1.5.* Трёхуровневая архитектура сервисов, удовлетворяющая требованиям стандартов ISO и рекомендациям комитета GEO

— Верхний уровень, или уровень взаимодействия с пользователями системы, а также другими системами. Этот уровень предоставляет интерфейсы для доступа к системе и использованию сервисов.

— Промежуточный (средний) уровень реализует бизнес-логику, которая необходима для выполнения запросов пользователей. На этом уровне могут находиться как простые сервисы аутентификации пользователей системы, так и более слож-

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

ные сервисы, связанные с обработкой данных из разных источников и визуализацией результатов с использованием картографических серверов.

— Нижний уровень предоставляет интерфейсы, обеспечивающие доступ к данным.

### Инициатива INSPIRE

Важнейшая роль в техническом обеспечении процесса интеграции в контексте разных международных инициатив (в частности, GMES) отводится стандартам обмена данными и результатами их обработки. В области наблюдений Земли из космоса много соответствующих международных стандартов уже достаточно хорошо проработаны. В частности, к ним относятся стандарты для определения данных и служб ISO 19115, ISO 19139 и т.д. Одним из основных стержней, определяющих направление развития стандартов предоставления данных и служб, является инициатива INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe — инфраструктура для пространственной информации в Европе) [13].

#### Направления деятельности

Инициатива INSPIRE нацелена на выработку общих правил для организации инфраструктуры обмена/предоставления пространственной информации в Европе. К основным направлениям деятельности в рамках инициативы INSPIRE относятся следующие.

1. Формулирование требований к метаданным и создание метаданных для наборов пространственных данных и сервисов.
2. Разработка спецификаций и правил обмена пространственными данными.
3. Создание и поддержка коммуникационной сети, которая будет предоставлять сервисы для обмена пространственными данными и метаданными.
4. Разработка правил доступа и общего использования пространственных данных и сервисов.
5. Выработка правил и механизмов координации, кооперации и мониторинга в рамках инфраструктуры INSPIRE.

#### Этапы развития

Развитие инфраструктуры INSPIRE осуществляется в соответствии с такими этапами.

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

1. Подготовительный этап (2005-2006 гг.) — выработка “правил реализации”.

2. Законодательное утверждение стандартов INSPIRE в странах-участниках (2007-2008 гг.).

3. Реализация стандартов INSPIRE (2009-2013 гг.).

К разработке и апробации стандартов INSPIRE привлечены эксперты и заинтересованные организации разных стран, в том числе и Украины.

## Обзор Grid-систем для решения научных задач и обработки данных ДЗЗ

### Проект WLCG

В настоящее время многие европейские научно-исследовательские лаборатории и университеты участвуют в крупномасштабном проекте WLCG (World Wide Large Hadron Collider Computing Grid) по созданию вычислительной Grid-системы [14]. Основная цель проекта состоит в создании Grid-инфраструктуры, которая позволит ученым управлять данными, получаемыми с адронного ускорителя (Hadron Collider). Эта установка разрабатывается европейской организацией по ядерным исследованиям CERN в г. Женеве (Швейцария), и по оценкам ученых будет формировать около 15 Пбайт данных в год. Уже сейчас инфраструктура проекта WLCG насчитывает десятки тысяч процессоров и предоставляет возможность хранения до 10 млн. Ебайт информации. Работы, которые ведутся в рамках данного проекта, тесно связаны с проектом EGEE (Enabling Grids for E-sciencE) (<http://www.eu-egee.org>).

Разрабатываемая в проекте WLCG Grid-инфраструктура имеет древовидную структуру и допускает создание центров разного уровня (уровень 0 (CERN) — уровень 2 — уровень 3 — пользователи).

В проекте принимают участие и украинские организации. Так, в 2006 году в Институте теоретической физики (ИТФ) НАНУ совместно с Киевским Национальным университетом им. Т.Е. Шевченко был создан Grid-узел 2-го уровня, который входит в состав Grid-сети ALiEn-Grid, предоставляющей доступ к данным экспериментов ALICE на ускорителе элементарных частиц ЛНС. В том же году по инициативе ИТФ НАНУ создан Grid-сегмент Национальной академии наук Украины,

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

включающий ресурсы различных институтов, в том числе Института космических исследований НАНУ-НКАУ.

Разрабатываемая в рамках проекта WLCG Grid-инфраструктура в основном используется для решения конкретных прикладных задач. Однако существуют попытки создания и универсальной Grid-инфраструктуры, предоставляющей ресурсы и функциональность, тесно не связанные с предметной областью. Рассмотрим примеры таких систем.

### Проекты EGEE/EGEE-II

Европейская Комиссия инициировала проект EGEE, который основывается на последних достижениях в области Grid-технологий и направлен на создание глобальной вычислительной инфраструктуры, которая будет доступна каждому пользователю в любое время [15]. По словам бывшего руководителя проекта Фабрицио Гальярди (Fabrizio Gagliardi), проект EGEE должен обеспечить доступность Grid-инфраструктуры пользователям на регулярной основе, аналогично «паутине» World Wide Web (WWW). В рамках проекта EGEE сформулированы следующие основные задачи:

- создание устойчивой, надежной и безопасной сети с возможностью подключения к ней новых ресурсов;
- поддержка и улучшение программного обеспечения среднего уровня с целью предоставления пользователям надежных и безопасных сервисов;
- привлечение новых пользователей как из научных организаций, так и из промышленности.

В качестве пилотных приложений выбраны две предметные области: физика высоких частиц и биомедицина. Финансируемый Европейской комиссией проект EGEE и является одним из крупнейших проектов, связанных с развитием Grid-технологии. Grid-инфраструктура, созданная в рамках проекта EGEE, включает более 20 000 процессоров, 5 Пбайт виртуального дискового пространства и в среднем поддерживает 20 000 параллельных рабочих мест.

Осенью 2005 года началась реализация следующего проекта, EGEE-II, а в 2008 году в рамках седьмой Рамочной программы планируется реализация третьего этапа проекта — EGEE-III. В рамках EGEE-II инициирован проект DEGREE, направленный на изучение особенностей систем наблюдения Земли из

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

космоса и разработку общих подходов к реализации таких систем на основе Grid-технологии.

### Виртуальная обсерватория IVOA

В 2002 году учрежден международный альянс по созданию виртуальной обсерватории (International Virtual Observatory Alliance — IVOA), основные цели которого заключаются в действии международной кооперации и сотрудничеству в области разработки и развертывания программных средств, систем и организационной структуры для использования архивов астрономических данных в качестве объединенной виртуальной обсерватории. В 2005 году альянс IVOA поддерживался уже шестнадцатью национальными и международными проектами, а также практически всеми национальными агентствами, в том числе NASA и ЕКА. С учетом огромных объемов данных физических экспериментов (только в 2008 году ускоритель LHC в CERNе должен предоставить порядка 10-20 Пбайт информации) и сложности используемых математических моделей решить большую часть физических задач без привлечения специализированных вычислительных средств не представляется возможным. Именно потому альянс IVOA стремится:

- создать центры данных, предоставляющие службы поиска данных и средства их обработки;
- обеспечить эффективное управление данными;
- обеспечить непротиворечивость структур данных, используемых в различных архивах. Для достижения этой цели специалисты Г/ОА и других партнерских проектов занимаются разработкой соответствующих стандартов и программной архитектуры.

В Европе ключевую роль в создании виртуальной обсерватории играет ЕКА. В частности, развертываемая в Европе сеть информационных центров в конечном счете должна предоставить средства обработки данных, их получения и поиска. Для решения этих сложных задач ведутся активные работы по разработке Grid-инфраструктуры. Уже сейчас успешно функционируют системы ESA-VO Grid и AstroGrid.

### Академическая Grid-инфраструктура РФ

В течение последних нескольких лет благодаря совместной работе трех отделений Российской академии наук (РАН) и подразделений Президиума РАН (ВИНИТИ и Межведомст-

## **Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли**

венного суперкомпьютерного центра) в рамках одной из прикладных программ был выполнен большой объем научных исследований и прикладных разработок [16]. Создана функционирующая сеть из пяти информационных порталов научных институтов РАН и Межведомственного суперкомпьютерного центра РАН. Эта сеть основана на использовании методов функционирования виртуального информационного пространства, взаимодействии с разнородными базами и хранилищами данных, развитии программно-технологических основ распределенных вычислений, а также на основе Web, ГИС- и Grid-технологий. Разработанная информационная среда предоставляет пользователям возможность непосредственного участия в моделировании разных вариантов постановки и решения прикладных задач. Таким образом, сделан важный шаг на пути развития единого информационного пространства РАН и России в целом. Эффективность созданной информационной среды подтверждена успешным решением комплекса реальных задач в отделении наук о Земле, совете по геоинформатике при президенте РАН, а также Министерстве природных ресурсов РФ.

### **Использование Grid-технологии в области образования**

В последние годы в Украине активизировались работы по созданию Grid-инфраструктуры для использования в области образования и научных исследований [17]. В результате должно быть создано информационное пространство, в котором на базе НТУУ «КПИ» будут объединены информационные и вычислительные ресурсы, используемые в образовательной сфере и научной деятельности. В состав строящейся Grid-инфраструктуры войдут сеть URAN, системы дистанционного обучения, электронные библиотеки, образовательная система Osvita и другие компоненты.

### **Проект EDG**

В 2001 году Европейская Комиссия инициировала разработку системы European DataGrid (EDG). В рамках этого проекта ЕКА возглавило направление, связанное с обработкой данных наблюдения Земли из космоса. В частности, для проверки возможностей Grid-инфраструктуры решалась задача построения профилей озона на основе данных, полученных инструментом GOME (Global Ozone Measurement Experiment — экс-

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

перимент по глобальным измерениям озона) спутника Envisat [18]. Инструмент GOME ежедневно выполняет около 30 000 измерений уровня озона в атмосфере. В результате только за один год накапливается до 400 Тбайт информации.

Использование высокопроизводительных вычислений и Grid-инфраструктуры позволяет (наряду с наземными измерениями) анализировать данные, полученные с помощью инструмента GOME. Благодаря этому можно получить более точные значения скорости изменения уровня озона в атмосфере Земли, что, в свою очередь, должно обеспечить улучшение качества прогнозных моделей, используемых для краткосрочного и долгосрочного прогнозирования концентрации озона [19].

Для обеспечения доступа к Grid-ресурсам системы EDG реализован прототип портала — GOME Web Portal [20]. Этот портал позволяет пользователям выбирать географический регион и период времени, для которых необходимо произвести вычисления, а также уровни обработки данных, полученных инструментом GOME. Выбранные данные обрабатываются в режиме реального времени с использованием доступных в момент вычислений ресурсов Grid-системы.

Инфраструктура EDG включает два кластера (содержащих 64 и 16 процессоров соответственно), а также 20 персональных компьютеров. В качестве программного обеспечения среднего уровня используются программный комплекс Globus Toolkit 2.4 [21] и компоненты, разработанные в рамках проекта LCG/EGEE [14].

### Проект JAXA Grid

Японское космическое агентство JAXA (Japan Aerospace exploration Agency) [22] совместно с университетом KEIO участвуют в разработке системы «Цифровая Азия» (Digital Asia), в которой для обработки космических изображений используется Grid-инфраструктура. Для тестирования выбрана задача агрегации спутниковых изображений с последующей радиометрической коррективкой. Использование Grid-инфраструктуры (состоящей из пяти компьютеров) позволило уменьшить время обработки данных на 66 %. В качестве программного обеспечения среднего (или промежуточного) уровня применялся продукт CyberGRIP, разработанный компанией Fujitsu.

### Инфраструктура IPG

Национальное космическое агентство США (NASA) создало национальную Grid-систему IPG (Information Power Grid) для объединения информационных и вычислительных ресурсов ведомственных организаций [23]. На сегодняшний день инфраструктура IPG насчитывает около 600 процессорных узлов и позволяет хранить до 100 Тбайт архивных данных. При этом унифицированный доступ к архивам осуществляется посредством брокера SRB (Storage Resource Broker), разработанного в суперкомпьютерном центре Сан Диего, и каталога метаданных MCAT (Meta data Catalog). В качестве программного обеспечения среднего уровня используется Globus Toolkit [21].

Эта Grid-система используется для решения разнообразных прикладных задач по обработке данных наблюдения Земли из космоса. В частности, в рамках IPG применяются разнообразные методы извлечения информации (data mining technique) для построения мезомасштабных конвективных моделей на основе данных системы EOSDIS (Earth Observing System Data and Information System).

### Инфраструктура OSG и TeraGrid

Open Science Grid (OSG) и TeraGrid являются национальными инфраструктурами (США) для осуществления высокопроизводительных вычислений. Так, в рамках проекта OSG [24] объединены кластеры 30 организаций, размещенных на территории США. На данный момент инфраструктура OSG насчитывает тысячи компьютеров с возможностью хранения десятков терабайт информации. Стоит также отметить, что ресурсы инфраструктуры OSG используются американскими учеными для выполнения работ в проекте LCG. Кроме того, с помощью OSG решаются многие задачи в области физики, астрофизики, биологии, в исследованиях гравитационных волн.

В 2001 году Национальным фондом по науке (NSF — National Science Foundation) США был инициирован проект TeraGrid [25]. В настоящее время инфраструктура TeraGrid объединяет девять узлов; на всех узлах установлено одинаковое программное обеспечение, позволяющее обеспечить безопасный удаленный доступ к ресурсам системы, мониторинг системных компонентов и т.д. Вычислительные возможности системы TeraGrid достигают 40 Тфлопс (teraflop) с возможностью

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

хранения до 2 Пбайт данных. Обмен информацией между узлами системы TeraGrid осуществляется посредством национальной сети, пропускная способность которой составляет 10-30 Гбайт/с. Проект TeraGrid нацелен на предоставление вычислительных и информационных ресурсов широкому кругу пользователей, решающих задачи в разных прикладных областях, в частности в области сейсмического моделирования, анализа нарушений работы человеческого мозга, исследований синтеза белка, нанотехнологиях и т.д.

### Европейская система Earth Science Grid-on-Demand

Проект выполняется ЕКА и Европейским институтом космических исследований (ESRIN). При этом Grid рассматривается в качестве открытой платформы, которая должна обеспечить не только высокопродуктивные вычисления, но и эффективное управление ресурсами и данными. В рамках этого проекта обеспечивается доступ к различным данным, в том числе полученным с помощью следующих инструментов:

- спутник Envisat [18];
- MERIS (MEdium Resolution Imaging Spectrometer);
- AATSR (Advanced Along Track Scanning Radiometer);
- GOMOS (Global Ozone Monitoring by Occultation of Stars);
- MIPAS (Michelson Interferometer for Passive Atmospheric);
- ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar);
- прибор SEVIRI (Spinning Enhanced Visible and Infra-Red Imager) спутника MSG (Meteosat Second Generation).

В рамках проекта также обеспечивается доступ к профилям озона, построенным на основе данных прибора GOME. Одной из важных прикладных задач является анализ больших рядов данных. Так, обработка значений температуры, полученных с помощью прибора GOME за 8 лет (525 Гбайт данных), в рамках инфраструктуры Grid-On-Demand заняла двое суток на 40 рабочих узлах. При этом было обработано 38 460 файлов.

Доступ к ресурсам системы Grid-On-Demand осуществляется посредством Web-портала [20], который обеспечивает выполнение следующих важных функций:

- выдача пользователям сертификатов;
- выбор географического региона и периода времени для данных, находящихся в каталогах ЕКА, и передача этих данных;
- выбор типа задачи, а также ее запуск и мониторинг;

## **Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли**

— визуализация результатов с привлечением средств OpenGIS Web Map и Google Earth.

На данный момент инфраструктура Grid-On-Demand насчитывает более 150 вычислительных узлов с возможностью хранения до 70 Тбайт данных. В качестве программного обеспечения среднего уровня используется программный комплекс Globus Toolkit 2.4 [21] и компоненты, разработанные в рамках проекта LCG/EGEE [15].

### **Китайский проект SIG**

Проект SIG (Spatial Information Grid) объединяет более 800 более мелких проектов в области Grid-технологий и исследования Земли, направленных на создание национальной геоинформационной Grid-инфраструктуры Китая. В настоящее время SIG насчитывает 12 центров данных. Доступ к SIG-инфраструктуре осуществляется через портал ([http://159.226.224.52:6140/Grid/application/index\\_en.jsp](http://159.226.224.52:6140/Grid/application/index_en.jsp)), который предоставляет возможности поиска и обработки геоданных, а также мониторинга выполнения задач и управления Grid-ресурсами.

### **Проект DEGREE**

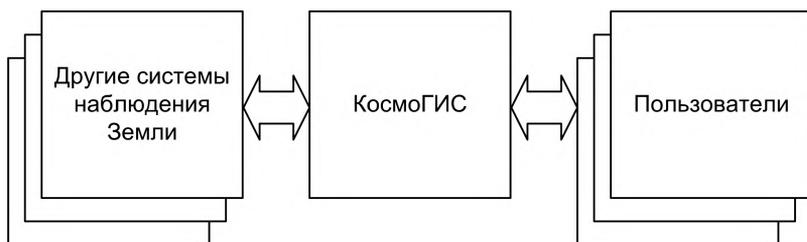
Проект DEGREE (Dissemination and Exploitation of Grids in Earth science) инициирован в рамках проекта EGEE/EGEE-II с целью продвижения Grid-технологий для решения прикладных задач в области наук о Земле. В данном случае Grid рассматривается в качестве платформы, которая позволит объединить разнородные источники данных, модели, алгоритмы и другие ресурсы. В то же время Grid должна стать инфраструктурой для международной кооперации в рамках программ GMES и GEOSS. Среди наиболее важных прикладных задач, решаемых в рамках международных проектов EGEE, прежде всего отметим анализ землетрясений, исследование влияния климата на сельское хозяйство, моделирование и прогнозирование наводнений.

### **Информационная система КосмоГИС**

В 2003-2006 годах под эгидой Национального космического агентства Украины разрабатывалась отраслевая информационная система КосмоГИС обеспечения пользователей данными ДЗЗ. Головной организацией и главным идеологом создания

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

системы выступало Государственное предприятие «Днепрокосмос». Коллектив ИКИ НАНУ-НКАУ при участии авторов монографии отвечал за разработку информационной инфраструктуры. В процессе построения этой системы разработчиками получен ряд важных прикладных результатов и проектных решений, которые в полной мере удовлетворяют требованиям открытых систем и международных стандартов и остаются актуальными и в настоящее время. Эта система была призвана предоставить инфраструктуру для взаимодействия организаций, связанных с обработкой данных наблюдения Земли, доступ пользователей к этой информации и взаимодействие с другими подобными системами. С точки зрения информационных технологий эта инфраструктура должна представлять собой виртуальную организацию [26], которая объединяла бы ресурсы (информационные, человеческие, компьютерные и т.д.), связанные с обработкой данных наблюдения Земли, взаимодействовала с другими подобными международными (GEOSS, GMES) и украинскими виртуальными организациями (например, функционирующими в интересах отдельных министерств и ведомств) и предоставляла результаты своей работы всем заинтересованным пользователям (рис. 1.6).



*Рис. 1.6.* Взаимодействие системы КосмоГИС с внешними системами и пользователями

### Требования к информационной системе КосмоГИС и ее видение

Информационная система (ИС) КосмоГИС создавалась с учетом таких требований.

— Для обеспечения взаимодействия с аналогичными ведомственными и международными системами ИС КосмоГИС должна удовлетворять международным стандартам обмена информацией и геопространственными данными. В частности,

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

для совместимости с проектами и сервисными элементами GMES КосмоГИС должна поддерживать стандарты международной инфраструктуры пространственных данных INSPIRE [13], в первую очередь Dublin Core.

— С целью обеспечения лицензионной чистоты и согласованности с другими подобными ведомственными и международными системами в основу ИС должно быть положено программное обеспечение с «открытым кодом».

— Для обеспечения доступа широкого круга потенциальных пользователей к продукции КосмоГИС в качестве транспортного канала ИС должна использоваться сеть Internet.

— Учитывая необходимость тесного и постоянного взаимодействия различных организаций, связанных с получением, хранением и обработкой данных наблюдения Земли, доступ к ИС должен быть реализован в виде портала. Портальное решение обеспечит авторизацию доступа участников виртуальной организации к системе, а также разграничение доступа к элементам системы и выполнение единой политики обеспечения информационной безопасности.

— Поскольку для решения комплексных задач мониторинга, анализа рисков и рационального природопользования необходимо применять ресурсоемкие методы обработки данных, синтез и анализ информации (методы data fusion и data mining), а также сложные математические модели, ИС должна поддерживать высокопроизводительные вычисления и быть связана с мощными вычислительными центрами. В роли таких центров могут выступать распределенные вычислительные системы (группы компьютеров, объединенных в сеть) или суперкомпьютеры.

По мнению авторов, разрабатываемая ИС КосмоГИС со временем должна перерасти в региональную Grid-систему спутникового мониторинга [5], тесно связанную с другими подобными Grid-системами.

### Высокоуровневая архитектура системы КосмоГИС

Под архитектурой ИС следует понимать структуру и взаимосвязь ее функционально важных компонентов. Высокоуровневое архитектурное решение для построения ИС КосмоГИС в терминах языка UME представлено на рис. 1.7.

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

<p>Другие системы, в том числе международные (GEOSS, CEOS, GMES)</p>	<p>Web-ресурс «Космическая погода»</p>	<p>Международные проекты, связанные с космической погодой</p>
<p><i>Л</i></p> <p>DOS-центры</p> <p>Центр обработки данных METEO-SAT, MSG</p>	<p>База данных</p> <p>Ядро (Web-портал)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Организации</li> <li>■ Проекты</li> <li>■ Методики, задачи</li> <li>■ Примеры решения задач, обработки снимков</li> <li>■ Конференции</li> <li>■ Национальные и международные программы, связанные с ДЗЗ</li> <li>■ Аппаратура ДЗЗ</li> <li>■ Статьи и публикации</li> </ul>
<p>Архивы данных</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Аутентификация и предоставление авторизованного доступа в рамках портала</li> <li>■ Политика пользователей и групп</li> <li>- Менеджер управления содержимым</li> <li>- Механизм визуализации информационных ресурсов из базы данных</li> <li>- Единый механизм подключения и регистрации Web-служб</li> <li>■ Контекстный поиск в рамках Web-портала</li> <li>- Структурный поиск</li> </ul>	

**Рис. / 7.** Высокоуровневая архитектура ИС КосмоГИС

Как видно из приведенного рисунка, ядром информационной подсистемы КосмоГИС является портал, к обязанностям которого относятся важные общесистемные функции, а именно: аутентификация и авторизация всех пользователей; поддержка единой политики обеспечения безопасности; ведение единых реестров участвующих организаций, архивов данных и центров обработки данных, или DOS-центров (Delivery Of Service); управление документами и содержимым; поиск информации.

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

Средой передачи/обмена данными служит сеть Internet. Доступ пользователей к ресурсам информационной системы, а также к другим аналогичным ведомственным и международным системам, обеспечивается лишь путем централизованной регистрации на портале.

На основе функциональной декомпозиции системы можно выделить ее основные компоненты:

— подсистема взаимодействия с пользователями (Web-портал), обеспечивающая централизованный доступ пользователей к ресурсам информационной системы КосмоГИС с использованием технологии и архитектурных шаблонов «тонкого» или «толстого» клиента;

— подсистема защиты информации, обеспечивающая обработку информации в соответствии с правилами, определенными в единой политике обеспечения безопасности, а также позволяющая предотвращать вторжения в систему и выявлять аномалии;

— подсистема управления содержимым, предназначенная для управления (в том числе удаленно) структурой и наполнением информацией. Отдельно можно также выделить подсистему управления документами, с помощью которой можно управлять регистрацией и доступом к документам (например, к статьям и публикациям), а также выполнять их поиск и просмотр;

— подсистема индексации информации и контекстного поиска, обеспечивающая периодическую (или по запросу) индексацию информационного наполнения портала;

— подсистема поддержки баз данных, обеспечивающая единый реестр заинтересованных организаций, проектов, методик, описания задач и т.д.;

— подсистема управления архивами, отвечающая за ведение реестра архивов данных, управление метаданными, поиск и предоставление информации, в том числе и геопространственной;

— подсистема взаимодействия с сервисными центрами позволяет обеспечить доступ к информационным и вычислительным ресурсам зарегистрированных сервисных центров, а именно специализированным архивам данных, кластерам, удаленным Web-службам и др.

### **Система КосмоГИС: полученные результаты и перспективы развития**

Действующий Web-портал ИС КосмоГИС можно найти в Internet по адресу [cosmogis.org.ua](http://cosmogis.org.ua). Реализованные программные компоненты позволяют организациям, участвующим в кооперации по созданию системы КосмоГИС, в удаленном режиме добавлять, редактировать и просматривать информацию, а также формировать архивы данных, поддерживающие возможность обработки в Grid-инфраструктуре [27]. Как уже упоминалось, возможность выполнения этих действий строго определяется в единой ролевой политике обеспечения безопасности.

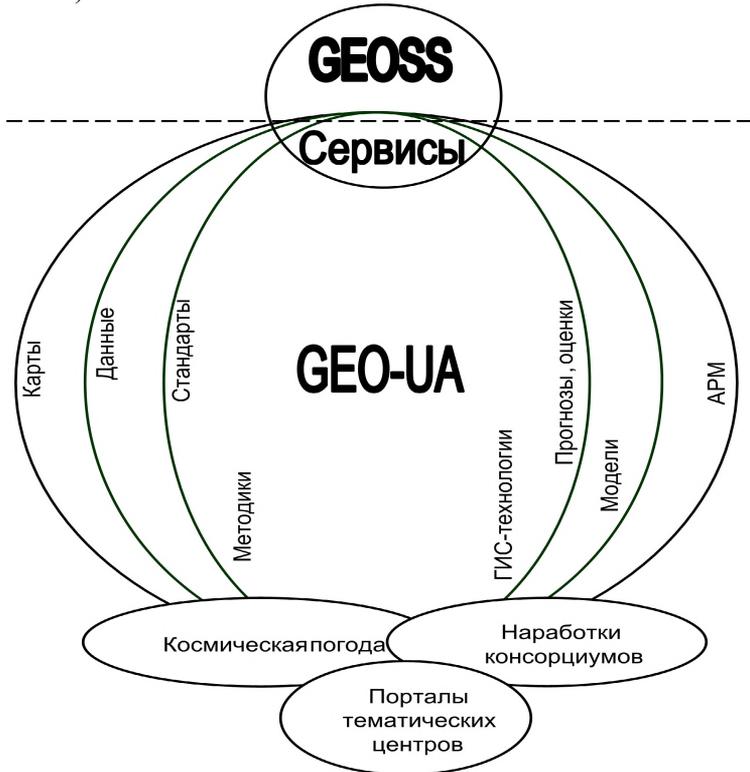
В завершение раздела отметим, что система КосмоГИС была в Украине первым «пробным камнем» по созданию распределенной информационной системы обработки и предоставления данных наблюдения Земли из космоса. Ее создание позволило получить важные результаты и приобрести практический опыт, который очень востребован и в настоящее время при выполнении ряда важных международных проектов и при разработке системы GEO-UA. О некоторых из этих работ более подробно речь пойдет в последующих главах.

Согласно проекту концепции Государственной целевой научно-технической программы «Аэрокосмические и наземные наблюдения в интересах устойчивого развития и безопасности» [28], основная задача системы GEO-UA состоит в обеспечении пользователей информационным продуктом, необходимым для принятия решений и обеспечения устойчивого развития и безопасности.

Следует отметить, что информационная система GEO-UA не является альтернативой или модификацией существующих отраслевых информационно-аналитических систем. Напротив, ее создание должно обеспечить существенное расширение информационных возможностей каждой из существующих систем и центров принятия решений благодаря привлечению аэрокосмической информации, новых методов ее обработки и архивации, а также расширение межведомственного и международного сотрудничества в этой сфере [10]. При таком подходе отсутствует подчиненность учреждений, которые принадлежат разным органам государственного управления. Создаваемая система не изменяет принципов функционирования каждой из организаций-участников; отсутствует также необходимость

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

создания межотраслевых структур управления. Именно такие принципы и заложены в создаваемую систему GEO-UA [28]. Кроме того, становится возможным обеспечить эффективное международное сотрудничество на уровне организаций и создать условия интеграции украинской системы мониторинга окружающей среды в международную систему GEOSS (рис. 1.8).



*Рис. 1.8.* Взаимосвязь систем GEO-UA и GEOSS

### **Особенности и тенденции развития Grid-систем наблюдения Земли**

В процессе анализа рассмотренных и других крупных Grid-систем обработки спутниковых данных можно выделить следующие общие особенности и тенденции их развития.

## **Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем**

1. Большинство существующих систем являются закрытыми и ориентированными на решение заданного перечня задач в наперед заданном режиме.

2. Добавление новых задач в систему или определение пользователем новых потоков выполнения сопряжено со значительными трудностями.

3. Подавляющее большинство действующих систем реализованы на основе устаревших технологий, в частности Globus Toolkit 2.x, и их перенос на современные платформы представляет собой достаточно трудоемкую и нетривиальную задачу.

4. Современный уровень интеграции подобных систем очень низок. Каждая система является закрытой для внешнего доступа из других подобных систем.

Поэтому так актуальна разработка систем, изначально ориентированных на использование открытых стандартов и на интеграцию с аналогичными системами. На решение задач интеграции направлена инициатива международного комитета по спутниковым наблюдениям CEOS (рабочей группы по информационным системам и сервисам WGISS), связанная с созданием Grid-системы WAG (Wide Area Grid), объединяющей ресурсы различных космических агентств. В ее создании принимает участие и Украина. WAG является реальной платформой для объединения Grid-систем различных стран и организаций, а также отработки соответствующих решений по интеграции отдельных Grid-систем.

## **Принципы построения и архитектура систем обработки данных ДЗЗ**

### **Проблемы создания систем мониторинга на основе спутниковых данных**

Область наблюдения Земли из космоса характеризуется получением больших объемов данных, которые необходимо обрабатывать, каталогизировать и размещать в соответствующих архивах. Например, один снимок, сделанный инструментом ETM+ со спутника Landsat, в восьми спектральных диапазонах занимает более 700 Мбайт. А информация, полученная в результате обработки исходных данных, может достигать нескольких гигабайт. Инструмент GOME, размещенный на спутнике Envisat, предоставляет информацию о содержании озона

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

на разных высотах атмосферы Земли, генерируя в общей сложности около 400 Тбайт данных за год. Проект американского космического агентства NASA по исследованию окружающей среды NPOESS (National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System) [29] за пять лет должен предоставить около 1 Пбайт данных о состоянии атмосферы, океанов, земельных ресурсов и околоземном пространстве.

Специфика использования данных наблюдения Земли из космоса состоит в следующем [30]:

- большие объемы передаваемых данных, полученных приборами с разнообразных спутников в разных спектральных диапазонах, и необходимость их интеграции с наземными наблюдениями и разнообразными картами;

- для комплексного решения прикладных задач необходимо использовать данные из разных источников (в том числе наземные), что приводит к необходимости применения сложных алгоритмов и методов интеграции (data fusion) и интеллектуального анализа (data mining) данных;

- необходимость создания долгосрочных архивов данных и обеспечения унифицированного доступа к ним в рамках единой инфраструктуры в близком к реальному режиму времени;

- необходимость применения сложных моделей и методов усвоения данных для улучшения точности оценивания и результатов прогнозирования;

- необходимость использования высокопроизводительной вычислительной техники.

Для обработки и эффективного управления такими объемами и потоками данных необходимо наличие соответствующей инфраструктуры, которая обеспечит следующую функциональность:

- распределенный доступ к географически удаленным ресурсам (данным и метаданным, сервисам, вычислительным ресурсам и т.д.);

- взаимодействие и интеграция посредством использования Web-сервисов;

- поддержка обработки больших объемов архивных данных за большие периоды времени;

- e-collaboration: совместное использование источников данных, средств, алгоритмов, моделей, а также улучшение качества обработки информации за счет применения таких технологий как data fusion, data mining, и т.д.

## **Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем**

Необходимость передачи больших объемов данных обуславливает потребность в скоростных каналах связи. Появление приборов гиперспектральной съемки требует использования принципиально новых интеллектуальных методов автоматической обработки. Обработка данных наблюдения Земли из космоса высокого пространственного и спектрального разрешения требует создания архивов большой емкости. Использование в системах мониторинга сложных мезомасштабных моделей приводит к необходимости реализации высокоэффективных вычислений.

Еще одна проблема — эффективная визуализация результатов экологического мониторинга. Результаты решения сложных задач мониторинга могут (и должны) представляться в виде многослойных карт, содержащих пространственные и спектральные данные большой размерности, а также включать числовые ряды, описывающие эволюцию процессов во времени.

### **Высокоуровневая архитектура систем обработки спутниковых данных**

Информационные системы, предназначенные для обеспечения распределенного доступа к данным ДЗЗ, их обработки и предоставления соответствующих результатов, имеют свою специфику. Поэтому стоит остановиться на общей архитектуре таких систем и основных технологиях ее реализации (рис. 1.9).

Данные в систему могут поступать как из внешних источников на постоянной основе (данные со спутников, результаты их обработки, наземные наблюдения), так и по запросу пользователей системы, когда ее ресурсы используются для прохождения одного из этапов обработки пользовательской информации.

Хранение спутниковых данных обычно реализуется в виде многоуровневого архива, где на различных уровнях находится информация, для которой характерна различная частота использования. Наиболее традиционным способом разделения данных по уровням является трехуровневая схема, представленная на рис. 1.9.

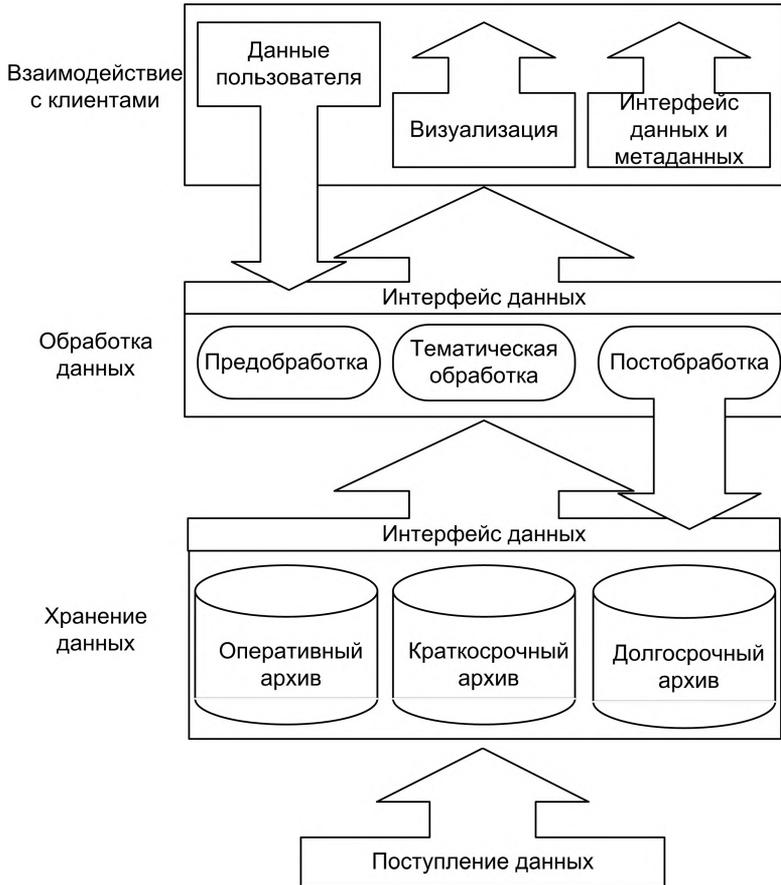
На уровне хранения данных используются следующие архивные компоненты.

1. Оперативный архив, где хранится информация, поступившая в систему относительно недавно, и поэтому вероятность обращения к ней достаточно велика. Для хранения такой

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

информации обычно используются жесткие диски, которые обеспечивают минимальное время доступа к данным.

2. Краткосрочный архив, где хранится информация за некоторый относительно короткий промежуток времени (неделя-месяц). Для ее хранения используют накопители с относительно небольшим временем доступа к информации (ленточные накопители, библиотеки).



**Рис. 1.9.** Высокоуровневая архитектура информационных систем для обработки спутниковых данных

## Часть I. Анализ современного состояния Grid-систем

3. Долгосрочный архив, в котором хранится информация за большой промежуток времени (годы). В некоторых случаях такой архив может быть неавтоматизированным, в других — использовать для хранения данных форматы с высокой степенью сжатия и медленные емкие накопители. Время доступа к данным на этом уровне может составлять несколько часов или даже суток в зависимости от степени автоматизированности архива.

На каждом уровне возможно разделение на подуровни, однако общая схема разделения данных в соответствии с их востребованностью, которая выражается в частоте запросов на эти данные, остается прежней. Согласно трехуровневой схеме организованы архивы организаций NASA (США), DLR (Германия), JAXA (Япония). По упрощенной двухуровневой схеме, без выделения краткосрочного архива, реализован архив спутниковых данных Украины в Государственном научно-производственном предприятии «Природа».

Подсистема хранения данных должна предоставлять некоторый программный интерфейс для доступа к объектам хранения (см. интерфейс данных на рис. 1.9).

Обычно такие интерфейсы включают в себя возможности поиска по дате и времени получения данных, типу данных, их географическому расположению, а также сервисные возможности по выбору подмножества данных и их масштабированию, с помощью которых можно сократить объемы передаваемой информации. Сложные интерфейсы могут включать в себя поиск по множественным критериям на основании метаданных, состояния системы и прочих параметров.

Такой интерфейс в действующих системах может быть реализован самыми различными средствами, поскольку единый стандарт в данной области отсутствует. Распространенным решением является использование средств OpenDAP, DODS [31, 32].

Общая тенденция, которая поддерживается международной программой INSPIRE по гармонизации доступа к геопространственным данным, состоит в модификации существующих интерфейсов для приближения их к выработанным стандартам OGC (Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeo.org/>). Еще одним новым и интересным подходом в организации доступа к данным является использование Grid-ориентированных протоколов, таких как OGSA-DAI [33] и

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

GridFTP [34], которые позволяют в существующем Grid-окружении значительно сократить усилия по организации доступа к распределенным данным.

Обработку информации, поступившей из архива или от пользователя, обычно разделяют на три относительно независимых этапа. На этапе предобработки осуществляется фильтрация шумов, преобразование форматов, приведение данных к одинаковым проекциям и решаются прочие подготовительные задачи. Этап тематической обработки включает в себя обработку данных по определенной научной методике.

Примером тематической обработки может служить получение вегетационного индекса, температуры поверхности моря или оперативной карты ветров. Постобработка предназначена для приведения полученного результата к виду, удобному для дальнейшей обработки, и может включать в себя смену формата данных, перепроектирование, нормирование и пр.

Обработанная информация должна предоставляться пользователю в нескольких форматах. Основной формой для предварительной оценки результата обработки служит визуализированная информация, предоставляемая в обычных форматах для графических файлов (JPEG, PNG, TIFF), поддерживаемых большинством программных систем.

В тех случаях, когда доступ к информации осуществляется с помощью протоколов Internet, визуализация обычно выполняется с использованием специальных программных средств, относящихся к классу картографических серверов (MapServer).

Существуют реализации таких серверов от компаний AutoDesk, ESR, а также реализация с открытым программным кодом UNM MapServer. Картографические серверы разрабатываются с учетом соответствия стандартам OGC, регламентирующим доступ к геопространственной информации через Internet.

Кроме визуализированной информации, имеющей сравнительно небольшой объем, пользователь должен иметь программный интерфейс доступа к результатам обработки. Такой интерфейс обычно предоставляется через подсистему хранения данных, куда поступают результаты обработки.

Таким образом, проблемы, связанные с отсутствием единого стандарта на доступ к геопространственной информации, переносятся и на доступ к результатам вычислений.

### Необходимость применения Grid-технологий

Тенденция глобализации систем мониторинга, объединения региональных и отраслевых систем наблюдается в настоящее время даже на межгосударственном уровне. Ярким примером процесса глобализации является развитие Европейской программы GMES [8] и создание международной «системы систем» GEOSS [1].

Главная цель этого процесса — интегральное объединение разнородных данных из различных источников, построение сложных мезомасштабных моделей экологически значимых процессов для получения качественно нового информационного продукта и создания систем поддержки принятия решений на государственном и межгосударственном уровне.

При этом основными принципами создания указанных международных систем являются *децентрализация*, использование стандартных и *открытых протоколов* и *получение качественно нового информационного продукта* на основе синтеза данных из разных источников и применения сложных моделей.

Именно эти три критерия определены Яном Фостером в качестве определяющих (необходимого условия) при создании Grid-систем [35, 36]. Следовательно, Grid-технология должна стать доминирующей в дальнейшем развитии и интеграции систем спутникового мониторинга [37].

### Обсуждение

В этой главе проанализировано современное состояние и тенденции развития сложных распределенных систем, связанных с использованием спутниковых и наземных данных.

В настоящее время наметилась четкая тенденция глобализации и создания сложных распределенных систем во всемирном или, как минимум, региональном масштабе, которые зачастую предназначены для решения чрезвычайно сложных, в том числе научных задач [38]. Эту тенденцию можно в полной мере отнести и к области использования данных ДЗЗ. Активно развивается программа GMES, инициатива INSPIRE и «система систем» GEOSS.

Здесь же рассмотрены системные и архитектурные решения для информационных систем обработки спутниковых данных. В качестве основы таких систем чаще всего используется Grid-инфраструктура, которая по своей природе позволяет управ-

## Глава 1. Обзор Grid-систем и систем исследования Земли

лять распределенными и географически удаленными друг от друга ресурсами [39, 40].

Описан подход к реализации в Украине информационной инфраструктуры отраслевой распределенной системы обработки спутниковых данных КосмоГИС. Разработка системы базируется на стандартах открытого кода и современной технологии объединения ресурсов из различных административных доменов Grid.

Объединение высокопроизводительных ресурсов и географически удаленных хранилищ данных в рамках единой системы обеспечило возможность решения ресурсоемких задач обработки спутниковых данных и трехмерного моделирования. Благодаря использованию современных стандартов система изначально ориентирована на интеграцию с другими подобными системами, предполагает естественное масштабирование на уровне ресурсов и прикладных сервисов. Эта система может рассматриваться в качестве прототипа при создании украинского сегмента GEOSS. При ее реализации протестированы основные подходы к построению распределенной системы и выработаны наиболее важные системные решения.

В следующей главе будет приведен обзор современных технологий и средств построения Grid-систем. В последующих главах будут проанализированы существующие и разработанные авторами подходы к моделированию и проектированию подобных систем, а также описана конкретная реализация распределенной Grid-инфраструктуры, предназначенной для решения задач мониторинга на основе спутниковых данных.

# Литература

## К главе 1

1. Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), 10-Year Implementation Plan Reference Document // Netherlands: ESA Publication Division, 2005. — 209 p.
2. Committee on Earth Observation Satellites, CEOS. — [www.ceos.org](http://www.ceos.org).
3. Gentsch W. Special issue on metacomputing : From workstation clusters to internet computing // Future Generation Computer Systems. — 1999. — **15**. — P. 1-15.
4. Buyya R. Grid ComputingInfo Center. — <http://www.GridComputing.com>.
5. Foster I., Kesselman C., Kick J.M., Tuecke S. The physiology of the GRID — An open GRID services architecture for distributed systems integration, 2002. — <http://www.globus.org/research/papers/ogsa.pdf>.
6. Baker M. Grid Computing. IEEE DS Online. — <http://www.computer.org/dsonline/gc>.
7. Ерін — нова інформаційно-обчислювальна технологія для науки/ А.Е. Загородит, Е.М. Зшов'єв, С.С. Мартинов, С.Я. Свистунов, В.М. Шадура // Вюник НАН Укра'ши. — 2005. - № 6. - С. 17-25.
8. Building a European information capacity for environment and security. A contribution to the initial period of the GMES Action Plan (2002-2003) // Office for Official Publications of the European Communities (Luxembourg). — 2004. — 238 p.
9. Global Monitoring for Environment and Security (GMES): Establishing a GMES capacity by 2008. Action Plan (2004-2008) // Communication from the Commission to the European Parliament and the Council, Brussels: COM, 2004. — 23 p.
10. GEOSS Architecture Implementation Phot Cah for Participation, <http://www.opengeospatial.org/standards/requests/39>.
11. ISO/IEC 15414:2006 — Information technology - Open distributed processing - Reference model Enterprise language. — <http://www.iso.org>.
12. ISO 19119:2005 Geographic information. — Services. — <http://www.iso.org>.

## Литература

13. Dufourmont H., Annoni A., De Groof H. INSPIRE — work programme Preparatory Phase 2005-2006 // ESTAT-JRC-ENV, 2004. - 78 p.

14. Large Hadron Collider Computing Grid (LCG). — <http://lcg.web.cern.ch/LCG>.

15. Enabling Grids for E-sciencE (EGEE). — <http://www.eu-egee.org>.

16. Цапенко И.П., Шапошник С. Б. Информационно-коммуникационные технологии в науке // Вестник Российской академии наук.— 2006. — том. 76. — № 10. — С. 93-95.

17. Zgurovsky M.Z. Development of educational and research segment of information society in Ukraine // Системні дослідження та інформаційні технології, — 2006. — 1.— С. 7-17.

18. Envisat. — <http://envisat.esa.int>.

19. Putting Earth-Observation on the Grid / L.Fusco, P. Goncalves, J. Linford, M. Fulcoli, A. Terracina, G. D'Acunzo // ESA Bulletin. - 2003. - **114**. - P. 86-91.

20. GOME Web Portal. — <http://eoGrid.esrin.esa.int>.

21. Globus Toolkit. — <http://www.globus.org>.

22. Japan Aerospace exploration Agency (JAXA). — [http://www.jaxa.jp/index\\_e.html](http://www.jaxa.jp/index_e.html).

23. Information Power Grid (IPG). — <http://www.ipg.nasa.gov>.

24. OpenScienceGrid. — <http://www.openscienceGrid.org>.

25. TeraGrid. — <http://www.teraGrid.org>.

26. Розробка віртуального інформаційного середовища для спільного виконання космічних проектів/ Н.М. Куцусь, А.М. Лавренюк, А.Ю. Шелестов, О.Е. Лобунець, С.В. Скакун // Космічна наука і технологія. — 2005. — **11**, № 3/4. — С. 100-102.

27. Shelestov A., Lobunets A., Korbakov M. Grid-Enabling Satellite Image Archive Prototype for UA Space Grid Testbed // Intern. J. «Information Theories and Applications». — 2005. — **12**. — P. 351-358.

28. Проект Концепції Державної системи науково-технічної програми "АероКОСМінНі" та наслідки спостереження в інтересах сталого розвитку і безпеки "GEO-UA" (Українська частина Європейської ініціативи GMES та світової програми GEOSS). — <http://www.geo-ukraine.org.ua>.

## Литература

29. National Polar-orbiting Operational Environmental Satellite System (NPOESS). — <http://www.ipo.noaa.gov>.

30. Шелестов А.Ю. Архитектурные принципы построения Grid-систем обработки геопространственной информации // Кибернетика и вычислительная техника. — 2006. — Вып. 152. - С. 41-61.

31. OPeNDAP: Open-source Project for a Network Data Access Protocol. — <http://www.opendap.org>.

32. GrADS Data Server. — [www.iges.org/grads/gds](http://www.iges.org/grads/gds).

33. OGSA-DAI Status Report and Future Directions / M.P. Atkinson, R. Baxter, A. Borley, M. Antonioletti // Proc. of the UK e-Science All Hands Meeting. September, 2004. — <http://www.allhands.org.uk/2004/proceedings/papers/261.pdf>.

34. The Globus Striped GridFTP Framework and Server / W. Allcock, J. Bresnahan, R. Kettimuthu, M. Fink, C. Dumitrescu, I. Raicu, I. Foster // Proc. of the 2005 ACM/IEEE Conf. on Supercomputing, 2005. — P. 54-64.

35. Foster I. Globus Toolkit Version 4: Software for Service-Oriented Systems // IFIP Intern. Conf. on Network and Parallel Computing. — Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag, FNCS 3779, 2005. - P. 2-13.

36. Foster I., Kesselman C., Tuecke S. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations // Intern. J. of High Performance Computing Applications. — 2001. — 15, N 3. — P. 200-222.

37. Коваленко В., Корягин Д. Эволюция и проблемы Grid // Открытые системы. — 2003. — № 1. — С. 27-33.

38. Серпенко И.В. Про основш напрямки створення штелектуральних шформацших технологш // Системш дослщження та шформацших технологи. — 2002. — №1. — С. 39-64.

39. Шелестов А.Ю., Кукуль Н.Н., Скакун С.В. Grid-технологии в системах мониторинга на основе спутниковых данных // Проблемы управления и информатики. — 2006. — № 1-2. - С. 259-270.

40. Shelestov A., Kravchenko O., Korbakov M. Services for Satellite Data Processing // Intern. J. on Information Theories and Applications. - 2006. - 12, N 3. - P. 272-276.

### К главе 2

41. Коваленко В., Корягин Д. Эволюция и проблемы Grid // Открытые системы. — 2003. — № 1. — С. 27-33.

42. Krauter K., Buyya R., Maheswaran M. A Taxonomy and Survey of GRID Resource Management Systems and Distributed Computing // Software-Practice and Experience. — New York: John Whey & Sons, Ltd., 2001. - P. 1-10.

43. Foster I., Kesselman C., Tuecke S. The Anatomy of the Grid. Enabling Scalable Virtual Organizations // Intern. J. Super-computer Applications. — 2001. — **15**, N 3. — P. 200-222.

44. Baker M., Buyya R., Laforenza D. Grid and Grid technologies for wide-area distributed computing // Software Practice and Experience. — New York: John Wiley & Sons Ltd., 2002. — **32**, N 15. - P. 1437-1466.

45. Gentzsch W. Special issue on metacomputing: From workstation clusters to internet computing // Future Generation Computer Systems. — 1999. — **15**, N 5-6. — P. 537-538.

46. Buyya R. Grid ComputingInfo Center. — <http://www.GridComputing.com>.

47. Baker M. Grid Computing. IEEE DS Online. — <http://www.computer.org/dsonline/gc>.

48. The Globus Alliance. — [www.globus.org](http://www.globus.org).

49. Проект gLite. — <http://www.ghte.org>.

50. Проект EDG. — <http://eu-dataGrid.web.cem.ch/eu-dataGrid/>.

51. Проект LCG. — <http://lcg.web.cem.ch/LCG>.

52. Проект Alien. — <http://alien.cem.ch>.

53. Проект NorduGrid. — <http://www.norduGrid.org>.

54. Проект Gridbus. — <http://www.Gridbus.org>.

55. The Globus Alliance. General Information about Security (GSI). — <http://www.globus.org/toolkit/security/general.html>.

56. IETF - Public-Key Infrastructure (X.509) (pkix), 2005. — [www.tools.ietf.org/wg/pkix](http://www.tools.ietf.org/wg/pkix).

57. IETF - Transport Layer Security (tls), 2005. — [www.tools.ietf.org](http://www.tools.ietf.org).

58. Проект Apache Axis. — <http://ws.apache.org/axis>.

59. W3C-XML Path Language (XPath)Version 1.0, 1999. - [www.w3.org/TR/xpath](http://www.w3.org/TR/xpath).

60. Foster I. Grid middleware in Europe. — <http://ianfoster.typepad.com/blog/2007/05/gridmiddleware.html>.

## Литература

61. Buyya R. Economic-based Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing // PhD Thesis, Monash University, Melbourne, Australia, 2002.

62. Системы Grid-вычислений — перспектива для научных исследований / А.Е. Дорошенко, О.В. Алистратов, Ю.М. Тырчак, А.П. Розенблат, К.А. Рухлис // Проблемы программирования. — 2005. — № 1. — С. 14-38.

63. Thain D., Tannenbaum T., Livny M. Condor and the Grid / Ed. by F. Berman, A.J.G. Hey, G. Fox, // Grid Computing: Making The Global Infrastructure a Reality. — New York: John Wiley, 2003. - P. 299-335.

64. Tannenbaum T., Wright D., Miller K., Livny M. Condor - A Distributed Job Scheduler / Ed. By T. Sterling // Beowulf Cluster Computing with Linux. — Cambridge: The MIT Press, 2002. — P. 15.1-15.44.

65. TORQUE. -

<http://www.clusterresources.com/products/torque>.

66. PBSGridWorks. — <http://www.pbsgridworks.com>.

67. Sun Grid Engine. — <http://gridengine.sunsource.net>.

68. Platform LSF. — <http://www.platform.com/>

69. Анни П. Этот Grid — неспроста... // Открытые системы. — 2003. — № 1. — <http://www.osp.ru/os/2003/01/182405>.

70. GridWay. — <http://www.gridway.org>.

71. P-GRADE Portal. — <http://portal.p-grade.hu>.

72. Commodity Grid (CoG) Kits. — <http://wiki.cogkit.org>.

73. GridSpherePortalFramework. — <http://www.Gridsphere.org>.

74. LifeRay. — <http://www.liferay.com>.

75. uPortal. — <http://www.uportal.org>.

76. OGCE. — <http://www.cohab-ogce.org>.

77. Kussul N., Lobunets A., Skakun S. Grid System for Meteosat Data Processing // Сб. докл. Международной научно-практической конференции «Единое информационное пространство». Днепропетровск, Украина. 2003. — С. 21-22.

78. Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю., Лобунец А.Г. Применение методов операционного анализа для оценки производительности GRID-систем // Кибернетика и вычисл. техника. — 2004. - Вып. 144. - С. 3-19.

79. Foster E, Kesselman C., Nick J.M., Tuecke S. The physiology of the GRID — an open GRID services architecture for dis-

## Литература

tributed systems integration. — 2002. — <http://www.globus.org/research/papers/ogsa.pdf>.

80. Построение карты облачности с использованием параллельного алгоритма марковской сегментации / Н.Н. КуССуль, А.Ю. Шелестов, М.Б. Корбаков, А.Н. Кравченко, Нгуен Тхань Фьонг // Кибернетика и вычислительная техника. — 2005. — Вып. 146. - С. 49-60.

81. Tulloch M. Microsoft Encyclopedia of Security. — Redmond, Washington: Microsoft Press, 2003. — 414 p.

82. Russel S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. — Upper Saddle River New Jersey: Prentice Hall, 1995. — 932 p.

83. Luck M., McBumey P., Preist C. Agent Technology: Enabling Next Generation Computing. — Univ. Southampton: AgentLink, 2003. — 94 p.

84. КуССуль Н.Н., Скакун С.В., Лобунец А.Е. Реализация нейросетевой модели пользователей компьютерных систем на основе агентной технологии // Проблемы управления и информатики. — 2005. — № 2. — С. 93-102.

85. Скакун С.В., КуССуль Н.Н. Нейросетевая модель пользователей компьютерных систем // Кибернетика и вычисл. техника. — 2004. — Вып. 143. — С. 55-68.

86. КуССуль Н.Н., Шелестов А.Ю., Скакун С.В., Лобунец А.Е. Технология GRID и агентный подход к созданию распределенных систем // Зв'язок. — 2005. — № 6. — С. 56-59.

87. Розробка рлртуального шформацшного середовища для спшьного виконання КОСМі4ННХ проектв / КуССуль Н.М., Лавренюк А.М., Шелестов А.Ю., Лобунець О.Г., Скакун С.В. // Космическая наука и технология — 2005. — 11, № 3/4. — С. 100-102.

## К главе 3

88. Foster T, Kesselman C., Tuecke S. The Anatomy of the Grid. Enabling Scalable Virtual Organizations // Intern. J. Supercomputer Applications. — 2001. — 15, N 3. — P. 200-222.

89. GridSim: A Toolkit for the Modeling and Simulation of Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing. — [www.buyya.com/gridsim](http://www.buyya.com/gridsim).

90. Меньков А.В., Острейковский В.А. Теоретические основы автоматизированного управления. — М.: Оникс, 2005. — 640 с.

## Литература

91. Javadi B., Akbari M.K., Abawajy J.H. Analytical communication networks model for enterprise Grid computing // *Future Generation Computer Systems*. — 2007. — **23**, Issue 6. — P. 737-747.

92. Javadi B., Akbari M.K., Abawajy J.H. Analytical modeling of interconnection networks in heterogeneous multi-cluster systems // *J. of Supercomputing*. — 2007. — **40**, Issue 1. — P. 29-47.

93. Clematis A., Corana A. Modeling performance of heterogeneous parallel computing systems // *J. of Parallel Computing*. — 1999. - **25**, N 9. - P. 1131-1145.

94. Yang H., Xu Z., Sun Y., Zheng Q. Modeling and performance analysis of the VEGA Grid system // *Proc. of the IEEE Intern. Conf. on e-Science and Grid Computing*, 5-8 December, Melbourne, Australia, 2005. — P. 296-303.

95. Javadi B., Abawajy J.H., Akbari M.K. Modeling and analysis of heterogeneous loosely-coupled distributed systems // *Technical Report TR C06/1*, School of Information Technology, Deakin University, Australia, January, 2006. — 138 p.

96. Lee C., DeMatteis C., Stepanek J., Wang J. Cluster performance and implications for distributed, heterogeneous Grid performance // *Proc. of the 9th Heterogeneous Computing Workshop*, May 1, Cancun, Mexico, 2000. — P. 253-261.

97. An integration of global and enterprise Grid computing: Gridbus broker and Xgrid perspective / M.D. de Assuncao, K. Nadiminti, S. Venugopal, T. Ma, R. Buyya // Berlin, Germany: Springer-Verlag, *Lecture Notes in Computer Science 3795*, 2005. — P. 406-417.

98. Draper J.T., Ghosh J. A comprehensive analytical model for wormhole routing in multicomputer systems // *J. Parallel Distributed Computing*. — 1994. — **23**, N 2. — P. 202-214.

99. Boura Y.M., Das C.R. Performance analysis of buffering schemes in wormhole routers // *IEEE Trans. Comput.* — 1997. — **46**, N 6. - P. 687-694.

100. Hu P.C., Kleinrock L. A queuing model for wormhole routing with timeout // *Proc. of the 4th Intern. Conf. on Computer Communications and Networks*, Las Vegas, NV, 20-23 Sep. 1995. - P. 584-593.

101. Javadi B., Khorsandi S., Akbari M.K. Queuing network modeling of a cluster-based parallel systems // *Proc. of the 7th In-*

## Литература

tern. Conf. on High Performance Computing and Grids, Tokyo, Japan, 20-22 Jul. 2004. - P. 304-307.

102. Javadi B., Khorsandi S., Akbari M.K. Study of cluster-based parallel systems using analytical modeling and simulation // Lecture notes in computer science. — 2005. — 3483. — P. 1262-1271.

103. Dongarra J., Lastovetsky A. An Survey of heterogeneous high performance and grid computing / Ed. By B. DiMartino, J. Dongarra, A. Hoisie, L. Yang, H. Zima // Eng. the grid: status and perspective. New York: American Scientific, 2006. — P. 11-40.

104. Kim J., Lilja D.J. Characterization of communication patterns in message-passing parallel scientific application programs // Lecture notes in computer science. — 1998. — **1362**. — P. 202-216.

105. Operational Analysis: Fundamental Laws. — <http://www.owl.net.rice.edu>.

106. Li H., Muskulus M. Analysis and Modeling of Job Arrivals in a Production Grid // ACM Sigmetrics Performance Evaluation Review. - 2007. - **34**, N 4. - P. 59-70.

107. Li H., Heusdens R., Muskulus M., Wolters L. Analysis and Synthesis of Pseudo-Periodic Job Arrivals in Grids: A Matching Pursuit Approach // Proc. of 7th IEEE Intern. Sym. on Cluster Computing and the Grid (CCGrid07), Rio de Janeiro, Brazil, May 14-17, 2007. - P. 183-196.

108. Mallat S.G., Zhang Z. Matching pursuits with time-frequency dictionaries // IEEE Tran. Signal Processing. — 1993. — **41**. - P. 3397-3415.

109. Qian S., Chen D., Chen K. Signal approximation via data-adaptive normalized gaussian function and its applications for speech processing // ICASSP-1992, March 23-26, 1992. — P. 141—144.

110. Mallat S., Zhang Z. The matching pursuit software package (mpp). — <ftp://cs.nyu.edu/pub/wave/software/mpp.tar.Z>.

111. Li H., Muskulus M. Analysis and Modeling of Job Arrivals in a Production Grid // ACM Sigmetrics Performance Evaluation Review. - 2007. - **34**, N 4. - P. 59-70.

112. Detecting dynamical changes in time series using the permutation entropy / Y. Cao, W. Tung, J.B. Gao, V.A. Protopopescu, L.M. Hively // Physical Review E. — 2004. — **70**, N 4. — P. 46217-46223.

113. Goodwin M. Adaptive Signal Models: Theory, Algorithms and Audio Applications. — Norwell, USA: Kluwer Academic Publishers, 1998. — 248 p.

## Литература

114. Gribonval R., Bacry E. Harmonic decomposition of audio signals with matching pursuit // IEEE Tran. Signal Processing. — 2003. - **51**. - P. 101—111.
115. Heusdens R., Vafin R., Kleijn W. Sinusoidal modeling using psychoacoustic-adaptive matching pursuits // IEEE Signal Proc. Letters. - 2002. - **9**. - P. 262-265.
116. Li H. Workload Modeling in Grid Computing Environments. — <http://www.liacs.nl/~hli/gwm>.
117. Durka P.J., Ircha D., Blinowska K.J. Stochastic Time-Frequency Dictionaries for Matching Pursuit // IEEE Transactions on Signal Processing. — 2001. — **49**, N 3. — P. 507-510.
118. Durka P.J. Matching pursuit and unification in EEG analysis. — Berlin: Artech House, 2007. — 216 p.
119. Casanova H. Simgrid: A Toolkit for the Simulation of Application Scheduling // Proc. of the First IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2001). — Australia: IEEE Computer Society Press. — 2001. — P. 430-437.
120. CACI Simscript: a simulation language for building large-scale, complex simulation models // CACI Products Company, San Diego (CA, USA). — <http://www.simscript.com/simscript.cfm>.
121. Howeh F., McNab R. SimJava: a discrete event simulation package for Java with applications in computer systems modeling // 1st Intern. Conference on Web-based Modeling and Simulation. San Diego, CA, 1998. - P. 60-67.
122. Performance evaluation model for scheduling in a global computing system. K. Aida, A. Takefusa, H. Nakada, S. Matsuoka, S. Sekiguchi, U. Nagashima // The Intern. J. of High Performance Computing Applications. — 2000. — 14, N 3. — P. 268-279.
123. The MicroGrid: a scientific tool for modeling computational grids. H. Song, X. Liu, D. Jakobsen, R. Bhagwan, X. Zhang, K. Taura, A. Chien // Proc. of IEEE Supercomputing (SC 2000). Dahas, USA, 2000. — <http://www.sc2000.org/proceedings/>.
124. Globus Toolkit. — <http://www.globus.org>.
125. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями / Пер. с англ, под ред. Б.С. Цыбакова. — М.: Мир, 1979. - 600 с.
126. Russel S., Norvig P. Artificial intelligence: A modern approach. — Upper Saddle River. — New York: Prentice Hall, 1995. - 932 p.
127. Менаске Д., Алмейда В. Производительность Web-служб. Анализ, оценка и планирование. — СПб: ДиаСофт, 2003. - 480 с.

## Литература

128. Липаев В.В., Яшков С.Ф. Эффективность методов организации вычислительного процесса в АСУ. — М.: Статистика, 1975. - 255 с.
129. Липаев В.В. Распределение ресурсов в вычислительных системах. — М.: Статистика, 1979. — 247 с.
130. Авен О.И., Коган Я.А., Гурин Н.Н. Оценка качества и оптимизация вычислительных систем. — М.: Наука, 1982. — 464 с.
131. Kimball R. The 38 Subsystems of ETL // Intelligent Enterprise, December 2004. — <http://www.intelligententerprise.com/showArticle.jhtml?articleID=54200319>.
132. Матов А.Я. Два режима непрерывного пополнения очереди в период восстановления прибора в системе обслуживания с относительным приоритетом // Автоматика и телемеханика. - 1974. - № 4. - С. 66-70.
133. Матов О.Я., Храмова И.О. Модель продуктивности операционных узлов в структурно-информационной инфраструктуре корпоративных информационных систем в отрасли электроэнергетики. Моделирование технологий // Информационные технологии в энергетике 36. наук, пр. Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова. — 2006. — С. 95-105.
134. Матов А.Я., Комов А.Д., Жлуктенко В.И. Вычислительные комплексы АСУ реального масштаба времени с управляемым накоплением данных // Исследование операций и АСУ. — Киев: Изд-во Киев, ун-та, 1984. — Вып. 24. — С. 84-89.
135. Матов А.Я., Тищенко Н.Ф. Математические модели вычислительных систем с приоритетным отказом в обслуживании // Изв. АН СССР. Сер. Техническая кибернетика. — 1980. - № 3. - С. 190-194.
136. Головкин Б.А. Расчет характеристик и планирование параллельных вычислительных процессов. — М.: Радио и связь, 1983. — 272 с.
137. Матов А.Я., Шпилев В.Н. Использование комбинированных приоритетов для повышения эффективности вычислительных процессов в АСУ // Механизация и автоматизация управления. — 1983. — № 4. — С. 58-60.

## Литература

138. Hollot C., Misra V., Towsley D., Gong W. A control theoretic analysis of RED // Proc. IEEE INFOCOM 2001, The Conf. on Computer Communications, Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, 22-26 April 2001, Anchorage, Alaska, USA. 2001. - **3**. - P. 1510-1519.

139. Yixin Diao, Hellerstein J. L., Parekh S. S., Shaikh H., Surendra M. Controlling quality of service in multi-tier web applications // Intern. Conf. on Distributed Computing Systems. IEEE Computer Society, Portugal, February 2006. — P. 25-25.

140. Abdelzaher T.F., Lu C. ModeUng and performance control of internet servers // Invited Paper, 39th IEEE Conference on Decision and Control, Sydney, Australia, December 2000. — P. 2234-2239.

141. Tian Z., Liu L., Yang Y., Zhai Z. A stochastic control model for hierarical grid service // NPC 2005, LNCS 3779. Ed. by H. Jin, D. Reed, W. Jiang. — 2005. — P. 72-79.

142. Shelestov A.Ju., Kussul N.N., Skakun S.V. Grid-infrastructure simulation // Проблеми програмування. — 2006. - №2-3. - С. 221-230.

143. The Grid Workloads Archive. — <http://gwa.ewi.tudelft.nl/>.

144. Степашко В.С. Теоретические аспекты МГУА как метода индуктивного моделирования // Управляющие системы и машины. — 2003. — № 2. — С. 17-23.

145. Куссуль Н.М., Шелестов А.Ю., Лавренюк А.М. Интеллектуальш обчислення. — К.: Наукова думка, 2006. — 196 с.

146. Люгер Д. Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем. — М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. — 640 с.

147. Куссуль И.И., Шелестов А.Ю., Скакун С.В., Лобунец А.Г. Технология Grid и агентный подход к созданию распределенных систем // Зв’язок. — 2005. — № 6. — С. 56-59.

148. Kussul N. Multi-agent security system based on neural network model of user's behavior // Int. J. on Information Theories and Applications. — 2003. — 10, N 2. — P. 184-188.

149. Shelestov A.Yu. Agent-based anomalies monitoring in distributed systems // Int. J. on Information Theories and Applications. — 2008. — **15**, N 2. - P. 377-382.

150. Mcnascii D. A. Computer system lifecycle. — <http://cs.gmu.edu/~menasce/cs672/slides/>.

## Литература

151. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. — К.: Наук, думка, 2005. - 744 с.
152. Шелестов А.Ю. Структурно-функциональный анализ компонентов Grid-систем // Проблемы управления и информатики. - 2007. - № 5. - С. 119-132.
153. Попков Ю.С. Макросистемы и GRID-технологии: моделирование динамических стохастических сетей // Проблемы управления и информатики. — 2003. — № 8. — С. 10-20.
154. Шор Н.З., Ссрпенко І.В., Шило В.П. Задачі оптимального проектування надшних мереж. — К.: Наук, думка, 2005. - 229 с.
155. Bo C., Liu Q., Yang Q. Distributed gridflow model and implementation // NPC 2005, LNCS 3779. Ed. by Jin H., Reed D., Jiang W. - 2005. - P. 84-87.
156. Li Y., Lin C., Li Q., Shan Z. Performance modeling and analysis for resource scheduling in data grids // NPC 2005, LNCS 3779. Ed. by Jin H., Reed D., Jiang W. - 2005. - P. 32-39.
157. Шелестов А.Ю. Моделирование Grid-узла на основе сетей Петри // Проблемы управления и информатики. — 2008. — № 1. - С. 104-113.
158. Buyya R., Chapin S., DiNucci D. Architectural models for resource management in the grid. — <http://csse.monash.edu.au>.
159. Buyya R., Stockinger H., Giddy J., Abramson D. Economic models for management of resources in peer-to-peer and grid computing. — <http://wwcsse.monash.edu.au>.
160. Lucchese L. O., Yero E. J. H., Sambatti L. S., Henriques M. A. A. An adaptive scheduler for grids // J. of Grid Computing. - 2006. - 4. - P. 1-17.
161. Ranganathan K., Poster I. Simulation studies of computation and data scheduling algorithms for data grids // J. of Grid Computing. — 2003. — 1. — P. 53-62.
162. Desprez P., Vemois A., Simultaneous scheduling of replication and computation for data-intensive applications on the grid // J. of Grid Computing. — 2006. — P. 19-31.
163. Downey A.B. A paralel workload model and its implications for processor ahocation // Cluster Computing. — 1998. — 1, N 1. - P. 133-145.
164. Song B., Ernemann C., Yahyapour R. Parahel computer workload modeling with Markov chains // Ed. by D. G. Feitelson,

## Литература

---

L. Rudolph, U. Schwiegelshohn // Proc. of the 10th Job Scheduling Strategies for Parallel Processing. — Lecture Notes in Computer Science. - 2004. - **3277**. - P. 47-62.

165. Calzarossa M., Serazzi G. A characterization of the variation in time of workload arrival patterns // IEEE Trans. Comput. — 1985. - P. 156-162.

166. Leland W. E., Ott T. J. Load-balancing heuristics and process behavior // SIGMETRICS Conf. Measurement & Modeling of Comput. Syst., USA. - 1986. — P. 54-69.

167. Sevcik K. C. Application scheduling and processor allocation in multiprogrammed parallel processing systems // Performance Evaluation. — 1994. — **19**. — P. 107-140.

168. Feitelson D. G. Packing schemes for gang scheduling // Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, Lect. Notes Comput. Sci. // Ed. by D. G. Feitelson and L. Rudolph. — 1996. — **1162**. - P. 89-110.

169. Downey A. B. A parallel workload model and its implications for processor allocation // 6th Intl. Symp. High Performance Distributed Comput. — 1997. — P. 112.

170. Jann J., Pattnaik P., Franke H., Wang F., Skovira J., Riordan J. Modeling of workload in MPPs // Job Scheduling Strategies for Parallel Processing // Ed. by D. G. Feitelson and L. Rudolph. - 1997. - P. 95-116.

171. An evaluation of parallel job scheduling for ASCI Blue-Pacific. H. Franke, J. Jann, J. E. Moreira, P. Pattnaik, M. A. Jette // Proc. of the 1999 ACM/IEEE conference on Supercomputing (CDROM) - 1999.

172. Feitelson D. G., Rudolph L. Metrics and benchmarking for parallel job scheduling // Job Scheduling Strategies for Parallel Processing, Lect. Notes Comput. Sci. / Ed. by D. G. Feitelson and L. Rudolph. - 1998. - **1459**. - P. 1-24.

173. Lublin U., Feitelson D. G. The workload on parallel supercomputers: modeling the characteristics of rigid jobs // J. Parallel & Distributed Comput. — 2003. — **63**. — P. 1105-1122.

174. Cirne W., Berman F. A Comprehensive model of the supercomputer workload // 4th Ann. Workshop Workload Characterization. - 2001. - P. 140-148.

175. Tsafirir D., Etsion Y., Feitelson D. G. Modeling user runtime estimates // 11th Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Proc. Lect. Notes in Comput. Sci. — 2005. — **3834**. — P. 1-35.

## Литература

176. Tsafirir D. A model/utility to generate user runtime estimates and append them to a standard workload file. — [http://www.cs.huji.ac.il/labs/parallel/workload/m\\_tsafrir05](http://www.cs.huji.ac.il/labs/parallel/workload/m_tsafrir05)

177. Ryden T. Parameter estimation for Markov modulated Poisson processes // Communications in Statistics - Stochastic Models. - 1994. - **10**. - P. 795-829.

178. Ryden T. An EM algorithm for estimation in Markov-modulated Poisson processes // Comp. Stat. and Data Analysis. — 1996. - **21**: - P. 431-447.

179. Roberts W., Ephraim Y., Dieguez E. On Ryden's EM algorithm for estimating MMPP's // IEEE Sig. Proc. — 2006. — **6**. — P. 373-376.

180. Model-based clustering for image segmentation and large datasets via sampling / R. Wehrens, L. Buydens, C. Fraley, A. Raftery // Technical Report, Department of Statistics, University of Washington. - 2003. - **424**. - P. 231-253.

18E Fraley C., Raftery A. E. MCLUST: Software for model-based clustering, discriminant analysis, and density estimation // Technical Report, Department of Statistics, University of Washington. - 2002. - **415**. - P. 297-306.

182. Fraley C., Raftery A. E. Model-based clustering, discriminant analysis, and density estimation // Technical Report, Department of Statistics, University of Washington. — 2000. — **380**. — P. 273-285.

183. Prem H., Srinivasa Raghavan N.R. A support vector machine based approach for forecasting of network weather services // J. of Grid Computing. — 2006. — **4**. — P. 89-114.

184. Shirazi B.A., Husson A.R., Kavi K.M. Scheduling and load balancing in parallel and distributed systems. — Wiley-IEEE Computer Society Press. — 1995. — 520 p.

185. Garey M.R., Johnson D.S. Computers and intractability, a guide to the theory of NP-completeness. — New York: W.H. Freeman and Company. — 1979. — 340 p.

186. Cortes C., Vapnik V. Support Vector Networks // Machine Learning. - 1995. - 3. - P. 273-297.

187. Farag A., Mohamed R.M. Regression using support vector machines: basic foundations // Technical Report, Computer Vision and Image Proc. Laboratory Electrical and Computer Engineering Department, University of Louisville. — **11**, N 2. — P. 11.

## Литература

188. Hock F.T.E., Cao L.J. Modified support vector machines in financial time series forecasting // *Neurocomputing*. — 2002. — 48, N 1. - P. 847-861.

189. Jain R. The art of computer systems performance analysis. — New York: John Wiley and Sons. — 1991. — 685 p.

190. Levine D., Ramsey P., Smidt R. Applied statistics for engineers and scientists: Using Microsoft Excel & Minitab — New York: Prentice Hall. — 2001. — 714 p.

191. Martinich J. Production and operations management: an applied modern approach. — New York: John Wiley and Sons. — 1996. - 944 p.

192. Muller K.R., Smola A., Ratsch G., Scholkopf B., Kohlmorgen J., Vapnik V.N. Predicting time series with support vector machines // *Proc. of the 7th International Conference on Artificial Neural Networks - 1997*. - **1327**. - P. 999-1004.

193. Using support vector machines for time series prediction / U. Thissen, R. van Brakel, A.P.D. Weijer, W.J. Meissen, L.M.C. Buydens // *Chemometrics and Intelligent Laboratory*. — 2003. — **60**, N 1. - P. 35-49.

194. Trafalis T. B., Ince H. Support vector machine for regression and applications to financial forecasting // *Proc. of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on Neural Networks*. - 2000. - **6**. - P. 348-353.

195. Wolski R. Dynamically forecasting network performance using the network weather service // *Cluster Computing*. — 1998. — 1. - P. 119-132.

196. Рамакришнан Л. Защита Grid // *Открытые системы*. — 2004. - № 6. - С. 63-68.

197. GridICE. — <http://gridice.forge.cnaf.infn.it>.

198. MOGAS. — <http://ntu-cg.ntu.edu.sg/pragma/index.jsp>.

199. Greenberg S. The computer user as toolsmith: the use, reuse, and organization of computer-based tools. — New York: Cambridge University Press, 1993. — 203 p.

200. Greenberg S., Witten I.H. How users repeat their actions on computers: principles for design of history mechanisms // *In Proc. of Conference on Human Factors in Computing Systems*. — 1988. - P. 171-178.

201. Tauscher L., Greenberg S. How people revisit Web pages: Empirical findings and implication for the development of history

## Литература

systems // Intern. J. of Human Computer Studies. — 1997. — 47, N 1. - P. 97-138.

202. Debevc M., Meyer B, Svecko R. An adaptive short list for documents on the world wide web // Proc. of the 1997 Inter. Conf. on Intelligent User Interfaces. Orlando, FL (USA), 1997. — P. 209-211.

203. Masui T., Nakayama K. Repeat and predict - two keys to efficient text editing // In Proc. of Conference on Human Factors in Computing Systems. — 1994. — P. 118-123.

204. Manavoglu E., Pavlov D., Lee Giles C. Probabilistic user behavior models // Proc. of the 3rd IEEE International Conference on Data Mining (ICDM 2003). Melbourne, Florida (USA). — 2003. - P. 203-210.

205. Davison B. D., Hirsh H. Probabilistic Online Action Prediction // Working Notes of the AAAI Spring Symposium on Intelligent Environments. — 1998. — P. 148-154.

206. Куссуль Н., Соколов А. Адаптивное обнаружение аномалий в поведении пользователей компьютерных систем с помощью марковских цепей переменного порядка. Часть 1. Адаптивная модель марковских цепей переменного порядка // Проблемы управления и информатики. — 2003. — № 3. — С. 83-93.

207. Куссуль Н.Н., Соколов А.М. Адаптивное обнаружение аномалий в поведении пользователей компьютерных систем с помощью марковских цепей переменного порядка. Часть 2. Методы обнаружения аномалий и результаты экспериментов // там же. — 2003. — № 4. — С. 83-88.

208. Intelligent multi-agent information security system / N. Kussul, A. Shelestov, S. Skakun, A. Sidorenko, V. Pasechnik // Computing. - 2003. - 2, N 2. - P. 35-39.

209. Резник А.М., Куссуль Н.Н., Соколов А.М. Нейросетевая идентификация поведения пользователей компьютерных систем // Кибернетика и вычисл. техника. — 1999. — № 123. - С. 70-79.

210. Ryan J., Lin M.-J., Miikkulainen R. Intrusion detection with neural networks. // Advances in Neural Information Processing Systems. — Cambridge, MA: MIT Press, 1998. — P. 943-949.

211. Tan K. The application of neural networks to UNIX computer security // Proc. of the IEEE International Conf. on Neural Networks. - 1995. - 1. - P. 476-481.

## Литература

212. Aleskerov E., Freisleben B., Rao B. CARDWATCH: A neural network based database mining system for credit card fraud detection // Proc. of the IEEE/IAFE Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering (CIFEr), New York, USA.— 1996. - P. 220-226.

213. Workflow-based authorization service in the grid / K. Seung-Hyun, H.K. Kyong, K. Jong, H. Sung-Je, K. Sangwan // J. of Grid Computing. — 2004. — 2. — P. 43-55.

214. Shingo T., Susumu D., Shinji S. A user-oriented secure file-system on the grid // The 3rd IEEE/ACM Int. Symp. on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2003). Tokyo, Japan. May, 2003. -

[http://www.biogrid.jp/project/e/research\\_work/grol/gsi\\_sfs/takeda-20030512-ccgrid2003.pdf](http://www.biogrid.jp/project/e/research_work/grol/gsi_sfs/takeda-20030512-ccgrid2003.pdf).

## К главе 4

215. Шелестов А.Ю., Куссуль Н.Н., Скакун С.В. Grid-технологии в системах мониторинга на основе спутниковых данных // Проблемы управления и информатики. — 2006. — № 1-2. - С. 259-270.

216. Grid-технология реализации украинского сегмента GEOSS / А.Ю. Шелестов, А.Н. Кравченко, М.Б. Корбаков, Н.Н. Куссуль, С.В. Скакун, А.И. Рудакова, Н.И. Ильин, Л.И. Тютюнник // Загальногалузевий науково-виробничий журнал «Зв'язок» (с і а л і с о в а н и й д о д а т о к). — 2006. — С. 106-125.

217. Загородит А.Г., Зшов'єв Г.М., Мартинов С.С., Сви-стунів С.Я., Шадур В.М. Грц - нова шформацшно-обчислювальна технолопя для науки // Вшник НАН Украши. - 2005. - № 6. - С. 17-25.

218. Zgurovsky M.Z. Development of educational and research segment of information society in Ukraine // Системи! дослщження та шформацшш технологи. — 2006. — № 1. — С. 7-17.

219. Шелестов А.Ю., Корбаков М.Б., Лобунець А.Г. Реалізація G r i d - і н ф р а с т р у к т у р и для розв'язання задач обробки супутникових даних // Проблеми програмування. — 2006. — №2-3. - С. 94-ЮТ

220. Building a European information capacity for environment and security. A contribution to the initial period of the GMES Action Plan (2002-2003). — Office for Official Publications of the European Communities (Luxembourg). — 2004. — 238 p.

## Литература

221. Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), 10-Year Implementation Plan Reference Document. — Netherlands: ESA Publication Division, 2005. — 209 p.
222. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, применения. — Киев: Наук, думка. — 2005. - 743 с.
223. Holtman K. CMS Requirements for the Grid // Proc. of the International Conference on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP2001). Beijing, China. — 2001. — P. 754-757.
224. Deelman E., Blackburn K. GriPhyN and LIGO, building a virtual data grid for gravitational wave scientists // Proc. of 11th Intl. Symposium on High Performance Distributed Computing. Edinburgh, Scotland. — 2002. — P. 225.
225. Annis J., Zhao Y. Applying chimera virtual data concepts to cluster finding in the sloan sky survey // Technical Report GriPhyN-2002-05. — 2002. — [www.globus.org/alliance/publications/papers/VDS02.pdf](http://www.globus.org/alliance/publications/papers/VDS02.pdf).
226. Peltier S.T. The telescience portal for advanced tomography applications // J. of Parallel and Distributed Computing: Computational Grid. - 2002. - **63**, N 5. - P. 539-550.
227. Fusco L. Earth Science GRID on Demand // CEOS WGISS-21 GRID Task Team Meeting, Budapest, May, 2006. — <http://wgiss.ceos.org>.
228. Putting Earth-Observation on the Grid / L. Fusco, P. Goncalves, J. Linford, M. Fulcoli, A. Terracina, G. D'Acunzo // ESA Bulletin. - 2003. - **114**. - P. 86-91.
229. GEONETCast — <http://www.earthobservations.org/progress/GEONETCast.html>.
230. Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования. — М.: Техносфера, 2006. — 336 с.
231. Dissemination and exploitation of grids in earth science. — <http://www.eu-degree.eu>.
232. Розробка рлртуального шформацшного середовища для спшьного виконання косупчних проєкпв / Н.М. Куссуль, А.М. Лавренюк, А.Ю. Шелестов, О.Г. Лобунець, С.В. Скакун // Коспчна наука і технолопя. — 2005. — 11, № 3-4. — С. 100-102.
233. Shelestov A., Lobunets A., Korbakov M. Grid-enabling satellite image archive prototype for UA Space Grid testbed // Intern.

J. "Information Theories and Applications. — 2006. — 12, N 4. — P. 351-357.

### К главе 5

234. DEGREE. — <http://www.eu-degree.eu/>.

235. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. — Киев: Наук, думка, 2005. - 744 с.

236. Менаске Д., Алмейда В. Производительность Web-служб. Анализ, оценка и планирование. — СПб: ДиаСофт, 2003. - 480 с.

237. Шелестов А.Ю. Объектная модель задач в Grid-системе обработки спутниковых данных // Наук. пр. Донецького Национального техшчного университету. — 2007. — Випуск 8(120). - С. 317-330.

238. НД ТЗ1 2.5-004-99 «Критерп ошчки захигценосп шформащп в комп'ютерних системах вщ несанкценованого доступу». — ДСТЗ1, Київ, 1999.

239. Zadeh L. Fuzzy sets // Information and Control. — 1965. - 8. - 338 p.

240. Rrauter K., Buyya R., Maheswaran M. A taxonomy and survey of GRID resource management systems and distributed computing // Software-Practice and Experience. New York: John Whey & Sons, Ltd. - 2001. - P. 1-10.

241. Desprez F., Vemois A. Simultaneous scheduling of replication and computation for data-intensive applications on the grid // J. of Grid Computing. - 2006. - 4, N 1. - P. 19-31.

242. System Performance Evaluation Corporation. — [www.spec.org](http://www.spec.org).

243. Fogel D.B. Evolutionary computation: toward a new philosophy of machine intelligence. — New York: IEEE Press. — 1995. - 272 p.

244. Шелестов А.Ю. Структурно-функциональный анализ компонентов Grid-систем // Проблемы управления и информатики. - 2007. - № 5. - С. 119-132.

245. Шелестов А.Ю. Архитектурные принципы построения Grid-систем обработки геопространственной информации // Кибернетика и вычислительная техника. — 2006.— № 152. — С. 41-61.

## Литература

246. Shelestov A.Ju., Kussul N.N., Skakun S.V. Grid-infrastructure simulation // Проблемы програмування. — 2006. — № 2-3. - С. 221-230.
247. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. — Киев: Диалектика, 2005. — 1296 с.
248. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельные вычисления. — СПб.: БХВ-Петербург, 2002. — 608 с.

## К главе 6

249. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения. — Киев: Наукова думка, 2005. - 744 с.
250. Шелестов А.Ю. Структурно-функциональный анализ компонентов Grid-систем // Проблемы управления и информатики,- 2007,- № 5. - С. 119-132.
251. Krauter K., Buyya R., Maheswaran M. A taxonomy and survey of GRID resource management systems and distributed computing // Software-Practice and Experience. New York: John Whey & Sons, Ltd. - 2001. - P. 1-10.
252. Менаске Д., Алмейда В. Производительность Web-служб. Анализ, оценка и планирование. — СПб: ДиаСофт, 2003. - 480 с.
253. Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю., Лобунец А.Г. Применение методов операционного анализа для оценки производительности GRID-систем // Кибернетика и вычислительная техника. — 2004. — Вып. 144. — С. 3-20.
254. Дж. Питерсон Теория сетей Петри и моделирование систем. — М.: Мир, 1984. — 264 с.
255. Дубинин В.Н., Зинкин С.А. Языки логического программирования в проектировании вычислительных систем и сетей: Уч. пособие. — Пенза: Изд-во Пенз. гос. техн. ун-та, 1997. - 100 с.
256. Parikh R. On Context-Free Languages // J. of the ACM. — 1966. - 13, № 4. - P. 570-581.
257. Кривой С.Л. Критерий совместности систем линейных диофантовых уравнений над множеством натуральных чисел // Доп. НАН Украши. - 1999. - № 5. - С. 107-112.
258. Krivoi S. A criteria of Compatibility Systems of Linear Diophantine Constraints // Lecture Notes in Comp. Science. — 2002. - 2328. - P. 264-271.

259. Летичевський О.А. Сучасні проблеми кібернетики. Нормативний курс. Навчальна електронна бібліотека факультету кібернетики Кшвського національного університету ім. Тараса Шевченка. — <http://www.unicyb.kiev.ua/Library/>.

### К главе 7

260. Holot C., Misra V., Towsley D., Gong W. A control theoretic analysis of RED // Proc. IEEE INFOCOM 2001, The Conf. on Computer Communications, Twentieth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies, 22-26 April 2001, Anchorage, Alaska, USA. 2001. - 3. - P. 1510-1519.

261. Controlling Quality of Service in Multi-Tier Web Applications / Y. Diao, J.L. Hellerstein, S.S. Parekh, H. Shaikh, M. Surendra // Distributed Computing Systems, 2006. ICDCS 2006. 26th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems, 2006. — P. 25-25.

262. Tarek A.F., Lu C. Modeling and Performance Control of Internet Servers // Proc. of the 39th IEEE Conf. on Decision and Control, 2000. - 3. - P. 2234-2239.

263. Tian Z., Liu L., Yang Y., Zhai Z. A stochastic control model for hierarchical Grid service // Ed. by H. Jin, D. Reed, W. Jiang // NPC 2005, LNCS 3779. — 2005. — P. 72-79.

264. Krauter K., Buyya R., Maheswaran M. A Taxonomy and Survey of GRID Resource Management Systems and Distributed Computing // Software-Practice and Experience, John Wiley & Sons, Ltd. - 2001. - P. 1-10.

265. Шелестов А.Ю. Структурно-функциональный анализ компонентов Grid-систем // Проблемы управления и информатики. - 2007. - №5. - С. 119-132.

266. Кунцевич В.М., Лычак М.М. Синтез оптимальных и адаптивных систем управления. Игровой подход. — К.: Наук. думка, 1985. — 286 с.

267. Волосов В.В. Робастные алгоритмы эллипсоидального оценивания состояния многомерных нестационарных непрерывных динамических систем // Проблемы управления и информатики. — 1999. — № 1. — С. 38-52.

268. Бакан Г.М. Аналитический синтез алгоритмов гарантированного оценивания состояний динамических объектов // Проблемы управления и информатики. — 2003. — № 3. — С. 38-55.

## Литература

269. Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю. Оценивание фазового состояния линейных многомерных динамических объектов с использованием размытых эллипсоидальных множеств // Проблемы управления и информатики. — 1995. — № 1. — С. 53-63.
270. Куссуль Н. Н., Шелестов А. Ю. Идентификация нейросетевых моделей объектов управления в классе нечетких множественных оценок // Труды Одесского Политехнического университета. — 2001. — Вып. 3(15). — стр. 124-127.
271. Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю. Нечеткий эллипсоидальный наблюдатель состояния линейных динамических объектов с неизвестными возмущениями // Прац мїжнар. конф. з управлїння "Автоматика-2000", Львїв, 2000. — С. 149-154.
272. Сейдж Э.П., Уайт Ч.С. Оптимальное управление системами. — М.: Радио и связь, 1982. — 392 с.
273. Шелестов А. Ю. Структурная и параметрическая идентификация моделей объектов управления на основе генетического алгоритма // Управляющие машины и системы. — 2007. - № 5. - С. 50-60.
274. С. Хайкин Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. / Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. — 1104 с.
275. Шелестов А.Ю. Объектная модель задач в Grid-системе обработки спутниковых данных // Науковї прац Донецького Національного техшчного ушверситету. — 2007. — Випуск 8(120). - С. 317-330.
276. Кунцевич В.М. Управление в условиях неопределенности: гарантированные результаты в задачах управления и идентификации. — К.: Наукова думка, 2006. — 206 с.
277. Eberhart R., Simpson P., Dobbins R. Computational Intelligence PC Tools. — New York: AP Professional, 1996. — 464 p.
278. Fogel D.V. Evolutionary computation: toward a new philosophy of machine intelligence. — IEEE Press, New York, 1995. - 272 p.
279. Жуков-Бережников Н. Теория генетической информации. Теоретический и экспериментальный очерк, М.: «Мир», 1966. -320 с.
280. Назаров А.В., Лоскутов А.И. Нейросетевые алгоритмы прогнозирования и оптимизации систем. — Санкт-Петербург: «Наука и техника», 2003. — 384 с.

## Литература

281. Reed D., Marks J. II Neural Smithing. Supervised Learning in Feedforward Artificial Neural Networks. — Cambridge, Massachusetts, London: A Bradford Book. — 1999. — 346 p.

282. Колмогоров А.И. О представлении непрерывных функций нескольких переменных суперпозициями непрерывных функций меньшего числа переменных // Докл. АН СССР. — 1956. - Т. 108, №. 2. - С. 179-182.

283. Арнольд В.И. О функциях трех переменных // Докл. АН СССР. - 1957. - Т. 114, №. 4. - С. 679-681.

284. Колмогоров А.И. О представлении непрерывных функций нескольких переменных в виде суперпозиции непрерывных функций одного переменного // Докл. АН СССР. — 1957. - Т. 114, №. 5. - С. 953-956.

285. Куссуль Н.Н. Идентификация моделей дискретных динамических систем на основе нейросетевого и множественного подходов // Проблемы управления и информатики. — 2000. — № 2. - С. 44-51.

286. Куссуль Н.Н. Обучение нейронных сетей с использованием метода нечетких эллипсоидальных оценок // Проблемы управления и информатики. — 2001. — № 1. — С. 72-78.

287. Levin A.V., Narendra K.S. Control of nonlinear dynamical systems using neural networks: Controllability and stabilization // IEEE Transactions on Neural networks. — 1993. — 4. — P. 192-206.

288. Levin A.V., Narendra K.S. Control of nonlinear dynamical systems using neural networks: Observability, identification and control // Ibid - 1996. - 7. - P. 30-42.

289. Льюнг Л. Идентификация систем: теория для пользователя. — М: Наука, 1991. — 432 с.

290. Азарсков В.М., Блохин Л.Н., Житецкий Л.С., Куссуль Н.Н. Робастные методы оценивания, идентификации и адаптивного управления. — Киев: Национальный авиационный университет, 2004. — 500 с.

291. Куссуль Н.Н. Исследование сходимости алгоритма наблюдения для многомерных динамических систем // Проблемы управления и информатики. — 1996. — № 4. — С. 54-60.

## К главе 8

292. Шелестов А.Ю., Куссуль Н.Н., Скакун С.В. Grid-технологии в системах мониторинга на основе спутниковых

## Литература

данных // Проблемы управления и информатики. — 2006. — № 1-2. - С. 259-270.

293. Grid-технология реализации украинского сегмента GEOSS. А.Ю. Шелестов, А.Н. Кравченко, М.Б. Корбаков, Н.Н. Куссуль, С.В. Скакун, А.И. Рудакова, Н.И. Ильин, Л.И. Тютюнник // Загальногалузевий науково-виробничий журнал «Зв'язок» (спсшпалпований додаток). — 2006. — С. 106-125.

294. Шелестов А.Ю., Корбаков М.Б., Лобунець А.Г. Реалізація G r i d - і н ф р а с т р у к т у р и для розв'язання задач обробки супутникових даних // Проблеми програмування. — 2006. — № 2-3. - С. 94-101.

295. Інформаційний сервіс оцінювання видового різноманіття рослинного і тваринного світу причорноморського регіону України в контексті розвитку українського сегмента системи GEOSS. Н.Н. Куссуль, М.О. Попов, А.Ю. Шелестов, С.А. Станкевич, М.Б. Корбаков, О.М. Кравченко, А.О. Козлова // Наука та інновації. — 2007. — № 6. — С. 13-25.

296. Одум Ю. Экология. Т.2 / Пер. с англ. — М.: Мир, 1986. - 376 с.

297. Feller M., Foster E, Martin S. GT4 GRAM: a functionality and performance study. — <http://www.globus.org/alliance/publications/papers/TG07-GRAM-comparison.pdf>.

298. Кравченко О.М., Шелестов А.Ю. Застосування реалізації стандартів OGC для створення розподілених систем Візуалізації та надання геопросторових даних // Проблеми програмування. — 2006. — №2-3. — С. 135-139.

299. Weather Research&Forecasting (WRF) model. — <http://www.wrf-model.org>.

300. NCEP GFS model. — <http://www.emc.ncep.noaa.gov/modelinfo/index.html>.

301. Rutledge, G.K., Alpert J., Stouffer R.J., Lawrence B. / Ed. by W. Zwielfhofer and N. Kreitz, The NOAA Operational Archive and Distribution System (NOMADS) // Proc. of the Tenth ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology - Realizing TeraComputing. — 2003. — P. 106-129.

302. Построение карты облачности с использованием параллельного алгоритма марковской сегментации / Н.Н. Куссуль, А.Ю. Шелестов, М.Б. Корбаков, А.Н. Кравченко, Т.Ф.

## Литература

Нгуен // Кибернетика и вычисл. техника. — 2005. — № 146. — С. 49-60.

303. Shelestov A.Ju., Kussul N.N., Skakun S.V. Grid-infrastructure simulation // Проблемы програмування. — 2006. — №2-3. - С. 221-230.

304. Шелестов А.Ю. Объектная модель задач в Grid-системе обработки спутниковых данных // Наук. пр. Донецького Национального технічного університету. — 2007. — Вип. 8(120). - С. 317-330.

## К главе 9

305. Shelestov A.Yu., Kussul N.N., Skakun S.V. Grid Technologies in Monitoring Systems Based on Satellite Data // J. of Automation and Information Science. — 2006. — 38, issue 3. — p. 69-80.

306. Putting Earth-Observation on the Grid / L. Fusco, P. Goncalves, J. Linford, M. Fulcoli, A. Terracina, G. D'Acunzo // ESA Bulletin. - 2003. - **114**. - P. 86-91.

307. Fusco L. Earth Science GRID on Demand // CEOS WGISS-21 GRID Task Team. Budapest, Hungary, May 2006. — <http://wgiss.ceos.org>.

308. Holtman K. CMS Requirements for the Grid, Proc. of the Int. Conf. on Computing in High Energy and Nuclear Physics (CHEP2001). — [citeseer.ist.psu.edu/article/holtman01cms.html](http://citeseer.ist.psu.edu/article/holtman01cms.html).

309. Peltier S.T. The telescience portal for advanced tomography applications, — J. of Parallel and Distributed Computing: Computational Grid. - 2002. - 63, N 5. - P. 539-550.

310. Annis J., Zhao Y. Applying chimera virtual data concepts to cluster finding in the sloan sky survey. — [ftp://info.mcs.anl.gov/pub/tech\\_reports/reports/P978.pdf](ftp://info.mcs.anl.gov/pub/tech_reports/reports/P978.pdf).

311. Foster I., Kesselman C., Tuecke S.: The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations // Intern. J. Supercomputer Applications — 2001. — **15**, N 3 — P. 200-222.

312. Cornwall L.A., Jensen J., Kelsey D.P. Authentication and authorization mechanisms for multi-domain grid environments // J. of Grid Computing. - 2004. - 9. - P. 301-311.

313. Рамакришнан Л. Защита Grid // Открытые системы. — 2004. - № 6. - Стр 63-68.

314. Foster I., Kesselman C., Tsudik G., Tuecke S. A security architecture for computational grids // Proc. of ACM Conf. on Computers and Security. — 1998. — P. 83-91.

## Литература

---

315. IETF - Public-Key Infrastructure (X.509) (pkix), 2005. — [www.tools.ietf.org/wg/pkix](http://www.tools.ietf.org/wg/pkix).
316. Adams C., Lloyd S. Understanding PKI: concepts, standards, and deployment considerations. — London: Addison-Wesley, 2002. - 352 p.
317. GridICE. — <http://gridice.forge.cnaf.infn.it>.
318. MOGAS. — <http://ntu-cg.ntu.edu.sg/pragma/index.jsp>.
319. Greenberg S. The computer user as toolsmith: the use, reuse, and organization of computer-based tools. — New York: Cambridge University Press, 1993. — P. 203.
320. Greenberg S., Witten I.H. How users repeat their actions on computers: principles for design of history mechanisms // In Proc. of CHT88. - 1988. - P. 171-178.
321. Tauscher L., Greenberg S. How people revisit Web pages: Empirical findings and implication for the development of history systems // International J. of Human Computer Studies. — 1997. — 47, N 1. - P. 97-138.
322. Debevc M., Meyer B., Svecko R. An adaptive short list for documents on the world wide web // Proc. of the 1997 Intern. Conf. on Intelligent User Interfaces, Orlando, FL (USA), 1997. — P. 209-211.
323. Masui T., Nakayama K. Repeat and predict - two keys to efficient text editing // In Proc. of CHI94. — 1994. — P. 118-123.
324. Manavoglu E., Pavlov D., Lee Giles C. Probabilistic user behavior models // Proc. of the 3rd IEEE International Conference on Data Mining (ICDM 2003), Melbourne, Florida (USA), 2003. - P. 203-210.
325. Davison B. D., Hirsh H. Probabilistic online action prediction // Working Notes of the AAAI Spring Symposium on Intelligent Environments. — 1998. — P. 148-154.
326. КуССуль Н., Соколов А. Адаптивное обнаружение аномалий в поведении пользователей компьютерных систем с помощью марковских цепей переменного порядка. Часть 1. Адаптивная модель марковских цепей переменного порядка // Проблемы управления и информатики. — 2003. — № 3. — С. 83-93.
327. КуССуль Н.Н., Соколов А.М. Адаптивное обнаружение аномалий в поведении пользователей компьютерных систем с помощью марковских цепей переменного порядка. Часть 2. Методы обнаружения аномалий и результаты экспериментов // Там же. - 2003. - № 4. - С. 83-88.

## Литература

328. Intelligent Multi-Agent Information Security System / N. Kussul, A. Shelestov, S. Skakun, A. Sidorenko, V. Pasechnik // Computing. - 2003. - 2, N 9. - P. 35-39.
329. Резник А.М., Куссуль Н.Н., Соколов А.М. Нейросетевая идентификация поведения пользователей компьютерных систем // Кибернетика и вычисл. техника. — 1999. — № 123. - С. 70-79.
330. Ryan J., Lin M.J., Miikkulainen R. Intrusion detection with neural networks // Advances in Neural Information Processing Systems — Cambridge, MA: MIT Press, 1998. — P. 943-949.
331. Tan K. The application of neural networks to UNIX computer security // Proc. of the IEEE International Conf. on Neural Networks. - 1995. - 1. - P. 476-481.
332. Aleskerov E., Freisleben B., Rao B. CARDWATCH: A neural network based database mining system for credit card fraud detection // Proc. of the IEEE/IAFE 1996 Conference on Computational Intelligence for Financial Engineering (CIFEr). — 1996. — P. 220-226.
333. Internet X.509 Public Key Infrastructure Proxy Certificate Profile / S. Tuecke, D. Engert, I. Foster, M. Thompson, L. Pearlman, C. Kesselman // IETF, Draft. — 2001. — draft-ietf-pkix-proxy-01.txt.
334. Simple Object Access Protocol (SOAP) 1.1. — [www.w3.org/TR/soap](http://www.w3.org/TR/soap).
335. Workflow-Based Authorization Service in the Grid / K. Seung-Hyun, H.K. Kyong, K. Jong, H. Sung-Je, K. Sangwan // J. of Grid Computing. — 2004. — 9. — P. 43-55.
336. Shingo T., Susumu D., Shinji S. A user-oriented secure file system on the Grid // The 3rd IEEE/ACM Int. Symp. on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2003), Tokyo, Japan, 2003. [http://www.biogrid.jp/project/e/research\\_work/grol/gsi\\_sfs/takeda-20030512-ccgrid2003 .pdf](http://www.biogrid.jp/project/e/research_work/grol/gsi_sfs/takeda-20030512-ccgrid2003.pdf).
337. Куссуль Н.Н., Скаун С.В. Нейросетевая модель пользователей компьютерных систем // Кибернетика и вычисл. техника. — 2004. — Вып. 143. — С. 55-68.
338. Скаун С.В. Непараметрическая идентификация комплексной нейросетевой модели поведения пользователей компьютерных систем // Кибернетика и вычисл. техника. — 2005. - Вып. 147. - С. 45-69.
339. Haykin S. Neural networks: a comprehensive foundation. — New Jersey: Prentice Hall, 1999. — 842 p.

**К главе 10**

340. Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю., Лобунец А.Г. Применение методов операционного анализа для оценки производительности Grid-систем // Кибернетика и вычисл. техника. — 2004. - Вып. 144. - С. 3-19.

341. Менаске Д., Алмейда В. Производительность Web-служб. Анализ, оценка и планирование. — Киев: ДиаСофт, 2003. - 480 с.

342. Menascie D. A. Computer System Lifecycle. — <http://cs.gmu.edu/~menasce/cs672/slides/>.

343. Kussul N., Lobunets A., Skakun S. Grid-system for me-teosat data processing // Сб. докл. Международной научно-практической конференции «Единое информационное пространство». 3-4 декабря 2003, Днепропетровск, Украина. — ИПК ИнКомЦентра УГХТУ, 2003. - С. 21-22.

344. Foster I., Kesselman C., Kick J.M., Tuecke S. The physiology of the Grid — an open grid services architecture for distributed systems integration. — <http://www.globus.org/research/papers/ogsa.pdf>.

**К главе 11**

345. Шелестов А.Ю., Куссуль Н.Н., Скакун С.В. Grid-технологии в системах мониторинга на основе спутниковых данных // Проблемы управления и информатики. — 2006. — № 1-2. - С. 259-270.

346. Шелестов А.Ю. Информационная система управления данными дистанционного зондирования Земли // Моделирование та керування станом с кол о го-с ко ном і ч н и х систем регіону. - 2006. - Вин. 3 - С. 302-312.

347. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. — М.: Вильямс, 2006. — 736 с.

348. Шелестов А.Ю., Корбаков М.Б., Лобунец А.Г. Реалізація Grid-шфраструктури для розв'язання задач обробки супутникових даних // Проблеми програмування. — 2006. — № 2-3. - С. 94-101.

349. Grid-технология реализации украинского сегмента GEOSS / А.Ю. Шелестов, А.Н. Кравченко, М.Б. Корбаков, Н.Н. Куссуль, С.В. Скакун, А.И. Рудакова, Н.И. Ильин, Л.И. Тютюнник // Загальногалузевий науково-виробничий журнал «Зв'язок» (спеціалізований додаток). — 2006. — С. 106-125.

## Литература

350. Shelestov A.Yu., Kussul N.N., Skakun S.V. Grid technologies in monitoring systems based on satellite data // J. of Automation and Information Science. — 2006. — 38, N 3. — P. 69-80.

351. Шелестов А.Ю. Архитектурные принципы построения Grid-систем обработки геопространственной информации // Кибернетика и вычисл. техника. — 2006.— Вып. 152. — С. 41-61.

## К главе 12

352. Shelestov A., Kravchenko O., Korbakov M. Services for satellite data processing // Intern. J. Information Theories and Applications. - 2006. - 12, N 3. - P. 272-276.

353. Построение карты облачности с использованием параллельного алгоритма марковской сегментации / Н.Н. Кускуль, А.Ю. Шелестов, М.Б. Корбаков, А.Н. Кравченко, Нгуен Тхань Фыонг // Кибернетика и вычислительная техника. — 2005. - Вып. 146. - С. 49-60.

354. Parallel markovian approach to the problem of cloud mask extraction / N. Kussul, A. Shelestov, N. Phuong, M. Korbakov, A. Kravchenko // Proc. of 11th Intern. Conf. "Knowledge-Dialog-Solution". — Varna, Bulgaria. — 2005. — P. 567-569.

355. Nguyen T.P. Concurrent algorithm for filtering impulse noise on satellite images. // Proc. of 11th Int. Conf. «Knowledge-Dialogue-Solution». — Varna, Bulgaria. — 2005. — P. 465-472.

356. Performance of Optical Flow Techniques / Barron J.L., Fleet D.J., Beauchemin S.S. // Intern. J. of Computer Vision. — 1994. - 12, N 1. - P. 43-77.

357. OpenGIS Web Map Service Implementation Specification. — [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=5316](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5316).

358. OGC Standards. — <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>.

359 Weather Research & Forecasting model. — <http://wrf-model.org>.

360. Global Earth Observation System of Systems (GEOSS), 2007-2009 Work Plan: Toward Convergence. — [http://earthobservations.org/documents/wp0709\\_v6.pdf](http://earthobservations.org/documents/wp0709_v6.pdf).

361. Global Earth Observation System of Systems GEOSS. 10-year implementation plan reference document. — Noordwijk, Netherlands: ESA Publication Division, 2005. — 212 p.

## Литература

362. In Search of Long-term Trends in Ocean Color / D. Antoine, A. Morel, B. Gentili, H.R. Gordon, V.F. Barzon, R.H. Evans, J.W. Brown, S. Walsh, W. Baringer, A. Li // EOS, Transactions American Geophysical Union. — 2003. — **84**, N 32. — P. 301-309.

363. Minimum requirements for an operational ocean-colour Sensor for the Open Ocean. / Ed. by A. Morel // Dartmouth, Canada: IOCCG, 1998. - 50 p.

364. Fu G., Baith K.S., McClain C.R. SeaDAS: the SeaWiFS data analysis system // Proc. of the 4th Pacific Ocean Remote Sensing Conference. Qingdao, China. July, 1998. — P. 73-79.

365. Rutledge G.K., Alpert J. Ebisuzaki W NOMADS: A climate and weather model archive at the national oceanic and atmospheric administration // Bulletin of the American Meteorological Society. - 2006. - **87**, N 3. - P. 327-341.

366. MODIS Land Bands for Ocean Remote Sensing Applications / B.A. Franz, P.J. Werdell, G. Meister, E.J. Kwiatkowska, S.W. Bailey, Z. Ahmad, C.R. McClain. - [http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/VALIDATION/ches\\_bay/franz\\_et\\_al\\_2006\\_oo.pdf](http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/VALIDATION/ches_bay/franz_et_al_2006_oo.pdf)

367. A Description of the advanced research WRF. Version 2/ W.C. Skamarock, J.B. Klemp, J. Dudhia, D.O. Gill, D.M. Barker, W. Wang, J.G. Powers // Boulder, Colorado, USA: NCEP, 2005. - 100 p.

368. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2006. — 940 с.

369. Global Earth Observation System of Systems. — <http://www.earthobservations.org>.

370. Kussul N., Shelestov A., Skakun S., Kravchenko O. Data Assimilation Technique For Flood Monitoring and Prediction // Intern. J. on Information Theory and Applications. — 2008. — 15, N 1. - P. 76-83.

371. Определение затопленных территорий на основе интеграции разнородных данных / Н.Н. Куссуль, Е.А. Лупян, А.Ю. Шелестов, С.В. Скакун, Ю.Г. Тищенко, Л. Хлухи // Проблемы управления и информатики. — 2007. — № 6. — С. 117-126.

372. Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю., Скакун С.В., Кравченко А.Н. Интеллектуальные вычисления в задачах обработки данных наблюдения Земли. — К.: “Наукова думка”, 2007. — 196 с.

## Литература

373. География и мониторинг биоразнообразия. — М.: Изд-во научного и учебно-методического центра, 2002. - 432 с.

374. Станкевич С.А., Козлова А.О. Особливості розрахунку шдексу видового різномашття за результатами статистичної класифікації аерокосмічних зшмив // Уч. зап. Таврического національного университета им. В.И. Вернадского. — 2006. — 19, № 58. - С. 144-150.

375. Козлова А. А., Станкевич С. А. Оценка и картографирование биоразнообразия Северо-Причерноморского региона Украины на основании многоспектральных космоснимков и геоинформационных технологий // Сб. тез. 6-й украинской конференции по космическим исследованиям. Евпатория, 2006. - Киев: ИКИ НАН Украины, 2006. - С. 117.

376. Інформаційний ссррлс оцювання видового різномашття рослинного і тваринного свггу причорноморського регіону Укра'ши в контексп розвитку украшського сегмента системи GEOSS / Н.Н. Куссуль, М.О. Попов, А.Ю. Шелестов, С.А. Станкевич, М.Б. Корбаков, О.М. Кравченко, А.О. Козлова // Наука та шноваци. — 2007. — № 6. — С. 13-25.

377. Шелестов А.Ю., Житомирская К.Г., Кременецкий И.А., Ильин Н.И. Автоматическое выявление ударных волн по измерениям спутника АСЕ // Кибернетика и вычисл. техника. — 2006,- № 151 - С. 3-16.

378. Куссуль Н.М., Шелестов А.Ю., Скаун С.В., Житомирская К.Г. Автоматична система прогнозування мгжпланетних ударних хвиль в у сонячному Втррі // Космічна наука та технолопя. — 2008. — Т.14, № 1. — С. 3-13.

## К главе 13

379. Федоров О.П., Куссуль Н.Н., Шелестов А.Ю. Задачи и перспективы развития в Украине информационной системы наблюдения Земли из космоса // Проблемы управления и информатики. — 2005. — № 6. — С. 116-120.

380. Кравченко О.М., Шелестов А.Ю. Застосування реагизацш стандарте OGC для створення розподшених систем візуалізацш та надання геопросторових даних // Проблеми програмування. — 2006. — № 2-3. — С. 135-139.

381. University of Minnesota MapServer. — <http://mapserver.gis.umn.edu>.

382. CartoWeb. Advanced Geographical Information System for the Web. — <http://www.cartoweb.org>.

## Литература

383. WFS specification. — <http://www.opengis.org/techno/specs/02-058.pdf>.

384. Возможности использования различных стандартов построения картографических интерфейсов при создании интегрированных региональных систем мониторинга / Е.А. Лупян, В.П. Саворский, А. Прошин, В. Ефремов, Н.Н. Кусскуль, А.Ю. Шелестов, Н.И. Ильин, М.Б. Корбаков // 5-я Юбилейная открытая всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва, ИКИ РАН, 12-16 ноября 2007 г. — <http://d902.iki.rssi.ru/theses/cgi/thesis.pl?id=1066>.

## К главе 14

385. Федоров О.П., Кусскуль Н.Н., Шелестов А.Ю. Задачи и перспективы развития в Украине информационной системы наблюдения Земли из космоса // Проблемы управления и информатики. — 2005. — № 6. — С. 116-120.

386. Кравченко О.М., Шелестов А.Ю. Застосування реалізації стандарту OGC для створення розподілених систем Візуалізації та надання геопросторових даних // Проблеми програмування. — 2006. — № 2-3. — С. 135-139.

387. University of Minnesota MapServer. — <http://mapserver.gis.umn.edu>.

388. CartoWeb. Advanced Geographical Information System for the Web// <http://www.cartoweb.org>.

389. WFS specification, <http://www.opengis.org/techno/specs/02-058.pdf>.

390. Возможности использования различных стандартов построения картографических интерфейсов при создании интегрированных региональных систем мониторинга / Е.А. Лупян, В.П. Саворский, А. Прошин, В. Ефремов, Н.Н. Кусскуль, А.Ю. Шелестов, Н.И. Ильин, М.Б. Корбаков // 5-я Юбилейная открытая всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва, ИКИ РАН, 12-16 ноября 2007 г. — <http://d902.iki.rssi.ru/theses/cgi/thesis.pl?id=1066>.

391. Shelestov A., Kravchenko O., Ilin M. Distributed visualization systems in remote sensing data processing GRID // Intern. J. Information Technologies and Knowledge. — 2008. — 2. — P. 76-82.

## Литература

392. Shelestov A., Korbakov M., Zynovyev M. Metadata and Geospatial Data Processing On the Base of XML and Grid // Intern. J. Information Technologies and Knowledge. — 2008. — 2. — P. 251-256.

393. Shelestov, A., Lobunets, A., Korbakov, M.: Grid-enabling satellite image archive prototype for UA Space Grid testbed // Intern. J. Information Theories and Applications. — 2006. — 12, N 4. - P. 351-357.

394. Putting Earth-Observation on the Grid / L. Fusco, P. Goncalves, J. Linford, M. Fulcoli, A. Terracina, G. D'Acunzo // ESA Bulletin. 2003. - 114. - P. 86-91.

395. Grid технологии в системах мониторинга окружающей среды / Н.Н. Кукуль, Е.А. Лупян, А.Ю. Шелестов, Л. Глухи, П. Копи, М.Б. Корбаков // 5-я Юбилейная открытая всероссийская конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 12-16 ноября 2007 г. — <http://d902.iki.rssi.ru/theses-cgi/thesis.pl?id=1081>.

396. Grid Infrastructure for Satellite Data Processing in Ukraine / N. Kussul, A. Shelestov, M. Korbakov, O. Kravchenko, S. Skakun, M. Ilin, A. Rudakova, V. Pasechnik // Intern. J. Information Technologies and Knowledge. — 2008. — 2 — P. 69-76.

397. The Globus Alliance. — <http://www.globus.org>.

398. Проект NorduGrid. — <http://www.norduGrid.org>.

399. Gerck E., Overview of Certification Systems: x.509, CA, PGP and SKIP, The Black Hat Briefings. 1999. - <http://www.securitytechnet.com/resource/rsc-center/presentation/black/vegas99/certover.pdf>.

400. ITU Recommendations - X.509 : Information technology - Open Systems Interconnection - The Directory: Public-key and attribute certificate frameworks, 2005.

401. Allcock W., Bester J., Bresnahan J. GridFTP: Protocol extensions to FTP for the Grid, RFC Draft. — <http://www-fp.mcs.anl.gov/dsl/GridFTP-Protocol-RFC-Draft.pdf>.

402. European Data Grid, Virtual Organization Membership System, VOMS. — <http://edg-wp2.web.cern.ch/edg-wp2/security/voms/voms.html>.

403. V6zquez-Poletti J.L., Huedo E., Montero R.S., Llorente I.M. A comparison between two Grid scheduling philosophies:

## Литература

---

EGEE WMS and GridWay // Multiagent and Grid Systems. 2007. - 3, № 4. - P. 429-439.

404. Von Laszewski G., Hategan M., Kodeboyina D., Java CoG Kit Workflow // Workflows for e-Science Scientific Workflows for Grids, 2007. — <http://www.mcs.anl.gov/~gregor/papers/vonLaszewski-workflow-book.pdf>.

405. Feller M., Foster I., Martin S. GT4 GRAM: A functionality and performance Study. 2007. — <http://www.globus.org/alliance/publications/papers/TG07-GRAM-comparison-final.pdf>.

406. Open Grid Forum, DRMAA 1.0 Grid Recommendation (GFD.22). — <http://www.ogf.org/documents/GFD.22.pdf>.

407. Shelestov A. Workflow modelling in Grid system for satellite data processing // Int. J. on Information Theory and Applications. - 2008. - 15. - P. 225-231.

408. Kussul N., Hluchy F., Kopp P., Fupian E. Grid infrastructure for data fusion problems // 36. тез 7-ї Украшсько! конференцп з косличних дослщжень. НЦУБКЗ, бвпаторы, Украша. — 2007.— С. 206.

409. Kopp P., Petiteville I., Shelestov A., Fi G. Wide Area Grid (WAG) // Там же,- С. 209.

# Предметный указатель

## A

Address translation, 378  
Aggregator Framework, 63  
AJAX, 385  
ALICE, 20  
ALiEn-Grid, 20  
API, 17, 48  
Archiver Service, 62  
ASAR, 164  
Assimilation, 15  
Availability, 291  
Axis, пакет, 62

## B

backfill, алгоритм, 113  
Bargaining Model, 108  
Behavior Model Graph, 105  
Bricks, 94

## C

CartoWeb, 336, 369  
Catalogue Service, 352  
CEOS, комитет, 9, 34, 80  
CERN, 10,20  
Certificate Authority (CA), 376  
Coastal Zone Color Scanner, 326

Collaboration framework, 48  
Communication Language, 83  
Computational

**Grid, 44, 108**

**Task, 252**

Computing Element (CE), 67  
Condor, пакет, 74  
Condor-G, 75  
CORBA, 50  
Corine, 339  
Cornell Theory Center, 112  
Cost, 291  
Cycles stealing, 74

## D

Data

**fusion, 340**

**Grid, 44**

**Transfer Task (DTT),**

**252**

DataCutter, пакет, 66  
DataGRID, 10  
Dataset scheduler, 115  
Deadlock free, 180, 190, 205

## Предметный указатель

Digital Asia, 24

Directory, 69

service, 48

Dissemination and Exploitation of

Grids in Earth scienceE

(DEGREE), 27

Distributed supercomputing, 44

DVB, стандарт, 331

E

EGEE, 20,21

EJB, 50

EOGrid, 138, 154,222

уровни иерархии,

140

EOLI-Web, интерфейс, 352

EP TOMS, 333

EUMETCast, 80,269, 306, 330

European DataGrid (EDG), 23

External scheduler, 115

F

Fairness, 180,206

G

GEOLAND, 12

Geospatial Data Abstraction Layer

(GDAL), 260

GEOSS, 9, 127, 256, 354, 373

основная структура,

15

украинский сегмент,

304,374

GeoTIFF, формат, 269

GEO-UA, система, 351

GFS, 331

gLite, 56, 67,69,312, 375,378

Global

Forecast System, 267,

322

Grid Forum (GGF),

55

Globus Toolkit (GT), 125

GMES, 11,127,354,373

GMOSS, 13

GOME Web Portal, 24

GRAM, 308

Grid, 9,40,43, 178

Resource Allocation

and Management,

64,258

Security

Infrastructure, 59

## Предметный указатель

Service Provider (GSP), 107	наблюдения Земли, 136, 178
GridBus, 56	обработки
GridFTP, 39, 65, 310, 377	СПУТНИКОВЫХ
GridICE, 120	данных, 79, 251, 294
GridSim, 94	ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, 44
GridSphere, 77, 305	ресурс, 42
GridWay, 73, 76, 209, 383	свойства, 128
Grid-архитектура, 45	сервис GRAM, 258
Grid-кластер, 179	смешанного типа, 180, 222
Grid-планировщик, 383	Grid-технология, 42
Grid-портал, 77, 382	и
Grid-сервис, 53	Hourglass model, 45
Grid-система, 10, 72, 88, 315	И
вычислительная, 108	
задачи	
моделирования, 130	
информационная, 109	
исследования	
Земли, 127	
классификация, 44	IDL, 17
	Information
	Power Grid (IPG), 25
	protocol, 47

## Предметный указатель

INSPIRE, 19,354,373  
Inter-Grid, 143, 375, 387  
International Virtual Observatory  
Alliance (IVOA), 22

Interoperability, 17  
ISO/IEC10746,16  
Iterated Conditional Mode, 317

### J

Job

Description

Language, 72

Management Service,

52

### K

Karajan, язык сценариев, 258, 383

### L

Landsat, 34  
Large Hadron Collider (LHC), 10  
LDAP, протокол, 69  
LifeRay, пакет, 78  
Linpack, программа, 148  
Local

Area Network

(LAN), 114

Task Scheduler

Adapter, 64

### M

Management protocol, 47  
Matching Pursuit, 92  
Maui/Torque, 68  
MDS, 211  
MDS-Index Service, 62  
MERSEA, 12  
Message

Level

Security

(MLS), 61

Passing

Interface

(MPI), 317

Meteosat, 164,290

Second Generation,

305

Middleware, 10, 54, 305  
MODIS, 331  
MOGAS, 120,125  
Monitoring and Discovery Service  
(MDS), 62  
Mutex, 180, 205  
Mutual authentication, 60

## Предметный указатель

### N

NASA EOS Data Gateway, 352  
netCDF, 267  
Neural Intrusion Detector, 124  
NOAA OISST, 333  
NOMADS, 323, 330  
NorduGrid, 80,312, 375  
NPOESS, 35  
NWP, 334

### O

OGC, 312, 336, 354  
OGSA-DAI, 38, 310, 379  
OGSI/OGSA, 294  
Open  
    Geospatial  
        Consortium, 38  
    Grid           Service  
        Architecture  
            (OGSA), 53  
    Science Grid (OSG),  
        25  
OpenLayers, 371, 373, 385  
OpenLDAP, 69  
OpenMPI, 330  
OpenPBS/PBSPro, 68

### P

P-GRADE, 55, 78  
PUP-MapScript, 336  
Portable Batch System (PBS), 76  
Portlet, 77  
Public Key Infrastructure, 376

### Q

Quality of Service (QoS), 139

### R

RDIG, 377  
Reliable File Transfer, 65, 378  
Resource  
    Discovery           and  
        Management  
            Service, 52  
        management  
            mechanism, 46  
Response time, 291  
RMI, 50  
RPC, 53  
RSL-XML, формат, 308  
r-алгоритм, 105  
  
S

Scaly, 330  
Scheduler, 209

## Предметный указатель

Science Grid-on-Demand, 26  
SeaDAS, пакет, 328,331  
SeaWIFS, 332  
Secure Sockets Layer (SSL), 60  
Service Grid, 44  
SimGrid, 94  
SOAP, 51,61,369  
Soft Development Kit (SDK), 49  
SRTM DEM, 258  
Stub-класс, 51  
Style Layer Descriptor, 365  
Sun Grid Engine, 76  
Support Vector Machine, 119  
S-инвариант, 186

### T

Task modeling, 251  
TCP-сеть, 221  
Tendering/Contract Model, 108  
TeraGrid, 25  
Throughput, 291  
TOAST, 333  
Torque, 309  
Total Cost Ownership, 140  
Transport Layer Security, 61  
Trigger Service, 62  
TSS-алгоритм, 187, 196

### U

UASpaceGrid, 302, 342, 375

ЛОГИЧЕСКАЯ  
архитектура, 305  
прикладные  
сервисы, 312

UML, 17,251  
UMN MapServer, 323, 336, 369  
Unified Process (UP), 304  
UNIX, 221  
uPortal, 78  
User-level middleware, 55

### V

Virtual Organization Membership  
System, 378  
VPN-устройство, 44

### W

WAG, 9, 34, 127, 142  
Weather Research&Forecasting  
(WRF), 265, 322

## Standard

Initialization, 267

Web

## Map

Context (WMC),

365

## Предметный указатель

- Service (WMS),  
320, 365
- Service Resource  
Framework  
(WSRF), 138
- Web-сервис, 49,290
- метеомоделировании**  
**я, 336**
- WGISS, 9, 80, 374
- Wide Area Grid, 374, 387
- WLCG, 20
- WMS, 385
- Workflow, 114,143,258,384
- modeling, 251**
- Workflow-based Authorization  
Service (WAS), 125
- Workload management, 48
- Workspace Management, 65
- WSDL, 17
- WSRF, 379
- X**
- X.509, 376
- A**
- Агент, 82
- Агентная технология, 82
- Агрегационный каркас, 63
- Адаптация модели, 322, 335
- Адаптер локального  
планировщика, 64
- Адаптируемость, 139
- Адронный ускоритель, 10
- Активное оборудование, 155
- Активный переход, 185
- Алгоритм
- ICM, 317**
- планирования**
- backfill, 113**
- поиска**
- соответствий, 92**
- Анализ
- поведения, 121**
- производительности**  
**,290**
- фрактальный, 318**
- Архив
- данных**
- распределенный,**  
**359**

## Предметный указатель

централизованны

й, 363

общая архитектура,

310

Архивный сервис, 62

Атмосферная коррекция, 332

Аукцион, 108

### Б

Балансировка нагрузки, 114

Бартерная модель, 107

Безопасность, 67, 138

Бизнес-логика, 18

Биопродуктивность, 324

Блокировка, 199

Брокер ресурсов, 73

### В

Вектор Париха, 187,197

Взаимная аутентификация, 60

Взаимное исключение, 180,205

Взаимодействие

Grid-платформ, 375

систем

мониторинга, 374

Видовое биоразнообразие, 256

Визуализация, 36, 319, 336, 370

Виртуальная организация, 10, 42

Вложенная сетка, 335

Внешний планировщик, 115

Время

краха сегмента, 160

отклика, 291

Выполнение задач, 64

Высокоуровневый сервис, 375

Вычислительная задача, 252

Вычислительный элемент, 67

### Г

Генератор заданий, 158

Генетический алгоритм, 238

Геопривязка, 318

Гетерогенность, 143

Гибкое задание, 112

Глобальная модель, 334

Глобальный планировщик, 114

Голосовой шлюз, 44

Готовность, 291

Граф

выполнения

задания, 263

достижимых

разметок, 190

## Предметный указатель

корреспонденций,

103

Графовая модель, 105

### Д

Данные

геопространственны

е, 330

моделирования, 302

наблюдения Земли,

11

Детерминированная модель, 89

заданий, 159

ДЗЗ, 11,302

Диспетчеризация заданий, 209

Достижимая позиция, 185

Доступность, 139

### Ж

Живой переход, 185

### З

Загруженность

ресурсов, 224

системы, 291

Задание, 158

Задача

выделения маски,

316

идентификации, 223

параметрической,

224

оптимизации, 147,

150

производительное

ти,222

передачи данных,

252

планирования, 114,

147

распознавания, 113

Закон Амдала, 317

Заотпление, 302, 337, 375

Защита информации, 58

### И

Идентификация, 223

Импульсный шум, 318

## Предметный указатель

- Индексатор, 311  
Индексный сервис, 62, 311  
Интеграция, 375  
    данных, 13, 340  
    на уровне  
        выполнения  
            задач, 387  
        данных, 385  
    систем  
        спутникового  
        мониторинга, 373  
Интегрированная Grid-  
    инфраструктура, 374  
Интероперабельность, 17,351  
Интерфейс  
    картографический,  
        365  
    пользователя, 373  
Информационный  
    протокол, 47  
    сервис, 13, 68  
Инфраструктура  
    для  
        пространственной  
        информации, 19  
    открытого ключа,  
        376  
    к  
        Калибровка данных, 339  
        Карта  
            Кохонена, 341  
            облачности, 370  
        Картографический  
            интерфейс, 365  
            сервер, 19,39  
            сервис, 366  
        Каскад вложенных сеток, 335  
        Каталог, 16, 48, 69  
        ЕСНО, 363  
        метаданных, 25,  
            351,359  
        общий, 373  
        Каталогизатор, 311  
        Классификация

## Предметный указатель

Grid-систем, 44  
задач, 251  
земного покрова,  
339

изображений, 341

Класс-оболочка, 51

Кластер, 179

семейства СКИТ,  
307

Кластеризация по модели, 113

Клиент

толстый, 344, 363

тонкий, 371

Ключ, 376

Коммуникационная сеть, 305

Коммутатор, 44

Конкурентное обучение, 341

Конфиденциальность, 139

Космическая погода, 302, 313, 344

КосмоГИС, 27

Кража циклов, 74

Крах сегмента, 161

### Л

Линейная

модель, 222

регрессия, 118

Ловушка, 199

Локальный планировщик, 115

### М

Максимальная нагрузка, 163

Маршрутизатор, 44, 155

Маска облачности, 316

Математическая модель, 89

Матрица инцидентности, 187

Машинное обучение, 121

Медианная фильтрация, 318

Мезомасштабная модель, 334

Метаданные, 351

Метапланировщик, 73, 76, 209

Метеомоделирование, 302, 315,  
321, 336

Метод

декомпозиции, 105

наименьших

квадратов, 118

обработки

радиолокационны

х данных, 341

Рунге-Кутта, 322

сегментации, 339

## Предметный указатель

- СФА, 177, 222  
фильтрации, 318
- Механизм  
авторизации, 378  
управления  
ресурсом, 46
- Множественная оценка, 246  
Множество Парето, 147
- Моделирование  
Grid-систем, 130  
Web-сервисов, 290  
заданий, 251  
математическое, 89  
метеорологическое,  
315,336  
работы системы, 88  
распределенных  
систем, 251  
структурно-  
системное, 102
- Модель  
GFS, 331
- Grid-системы, 104  
MM5, 334  
NARX, 224  
TL799L91, 334  
в виде черного  
ящика, 224  
взаимодействия  
узлов, 192  
вычислительного  
узла, 184  
глобальная, 334  
графовая, 105  
заданий, 158,161  
линейная, 222  
мезомасштабная, 36,  
334  
нагрузки, 110  
негибких задач, 112  
песочных часов, 45  
поведения, 105

## Предметный указатель

- прогнозирования  
    погоды, 334  
рельефа, 340  
сегмента, 154  
ситуационная, 107  
толстого клиента,  
    363  
торговых  
    отношений, 108  
управляющего узла,  
    157  
Мониторинг  
    затоплений, 337,  
    375  
    экологический, 302,  
    341
- Н
- Наблюдаемость, 139  
Наблюдения  
    in-situ, 328  
    Земли, 136
- Нагрузка, 117  
Наземные измерения, 302  
Начальная разметка, 184  
Нейронная сеть, 123  
    Кохонена, 339  
    модульная, 247  
Нейрон-победитель, 341  
Нейросетевая модель, 222,241  
Нелинейный объект, 241  
Нечеткое оценивание, 227
- О
- Обмен  
    геопространственно  
    й информацией,  
    364  
    данными, 375  
    стандартизованны  
    й, 373  
Обобщенная  
    архитектура, 115  
    модель, 110  
Обобщенный показатель  
    биоразнообразия, 343  
Обработка данных

## Предметный указатель

- радиолокационных, 341
- спутниковых, 251
- Обратная связь, 221
- Общая инфраструктура, 373
- Общий каталог, 373
- Объединение ресурсов, 10
- Объект управления, 221
- Объектная модель, 164
- задачи, 255
- Ограниченная сеть Петри, 190
- Операционный анализ, 91, 290, 291
- Определение максимальной нагрузки, 162
- производительности, 150
- Оптимальное проектирование сетей, 104
- управление, 221
- Оптимизация стоимости, 164
- Оптический поток, 318
- Орторектификация, 339
- Открытая архитектура, 53
- Открытый ключ, 59
- Отсутствие блокировок, 180, 205
- тупиков, 189, 190
- Оценивание, 223,234
- нагрузки, 117
- Оценка биоразнообразия, 302, 342
- эффективности, 166
- п**
- Передача данных, 252
- Перцептрон, 242
- Планирование, 72
- в Grid, 114
- выполнения задач, 251
- Планировщик, 64, 72, 382, 383
- внешний, 115
- Поведение пользователя, 105
- Поиск данных, 16

## Предметный указатель

- и управление ресурсами, 52
- соответствий, 92
- Поисковая система, 362
- Портлет, 77
- Построение
  - карты облачности, 370
  - маски облачности, 316
- Поток
  - выполнения, 143, 258
  - задач, 110, 384
  - заявок, 97
- Провайдер сервисов, 107
- Прогнозирование
  - нагрузки, 117
  - погоды, 334
    - космической, 302
  - производительности, 251
- Программное обеспечение
  - промежуточное, 10
  - среднего уровня, 305
- Проект
  - Corine, 339
  - DEGREE, 136
  - EGEE, 20, 21
  - FridBus, 56
  - JAXA Grid, 24
  - MERSEA, 12
  - WAG, 9, 374
  - WLCG, 20
- Производительность, 149
  - максимальная, 150
  - узла, 146
- Прокси-сертификат, 61
- Пропускная способность, 291
- Протокол, 10
  - GridFTP, 377
  - GSI, 59
  - HTTP, 51

## Предметный указатель

- OGSA-DAI, 38, 310
- SOAP, 51,369
- SSL, 60
- TLS, 61
- WMS, 373
- доступа
- каталогам, 69
- передачи данных,
- 365
- управления, 47
- Профиль метаданных, 355
- Процесс разработки, 304
- Р**
- Рабочая нагрузка, 71, 110, 251
- Равномерный шум, 318
- Равноправие, 180, 190, 206
- Распределение
- Гаусса, 316
- нагрузки, 221
- Распределенная
- вычислительная
- сеть, 43
- система, 136, 251
- Распределенное
- управление, 114
- хранилище данных,
- 178
- Распределенный архив, 359
- Ресурс, 42
- Решето Эратосфена, 148
- Рынок Grid-ресурсов, 107
- С**
- Сглаживание, 119
- Сегмент, 137,140,160,222
- Сегментация изображения, 316,
- 318, 341
- радиолокационного,
- 339
- Секретариат GEO, 9
- Сервер
- Apache, 221
- Map Server, 39
- NOMADS, 323
- картографический,
- 19
- Сервис

## Предметный указатель

- ftp2ц, 331  
MDS, 62  
RFT, 211  
WAS, 125  
биоразнообразия,  
256  
визуализации, 313,  
370  
высокоуровневый,  
375  
индексный, 311  
информационный,  
68  
картографирования  
затоплений, 342  
картографический,  
366  
моделирования  
погоды, 265  
прогнозирования,  
322  
управления  
данными, 65  
задачами, 64  
Сертификат, 59, 376  
Сертификационный центр, 376  
Сетевой  
трафик, 93  
экран, 44  
элемент, 44  
Сеть Петри, 106,178,181,214  
начальная  
разметка, 184  
ограниченная, 190  
переход, 185  
Система  
EOGrid, 138  
EOSDIS, 25  
GEOSS, 14, 256  
GEO-UA, 351,374  
NOMADS, 330

## Предметный указатель

- UASpaceGrid, 315,  
369
- WRF, 335
- ЛНДУ, 197
- мониторинга, 375  
экологического,  
302  
планирования, 72  
систем, 9  
управления  
задачами, 76, 114,  
330  
ресурсами, 68
- Системный анализ, 102
- Ситуационная модель, 107
- Сифон, 199
- СКИТ, 307
- Сложность задачи, 253
- Служба каталогов, 48
- Солнечный ветер, 347
- Спецификация WSRF, 53
- Справедливость, 180
- Спутник
- ACE, 344
- Envisat, 24
- ERS-2, 339
- Landsat, 34
- MSG, 302, 305
- Nimbus-7, 326
- Terra, 257
- Спутниковый мониторинг, 375
- Стандарт
- DVB, 331
- ISO 19115, 354
- ISO/IEC10746, 16
- OGC, 312, 319, 336,  
364
- WMS, 310, 385
- WSRF, 138
- WS-Security, 61
- X.509, 59
- обмена  
геопространствен  
ной

## Предметный указатель

- информацией, 364
- данными, 375
- Статическая модель, 89
- Стоимость, 140, 291
- Структура системы, 108
- Структурное свойство, 138
- Структурно-параметрическая идентификация, 144, 223
- Структурно-системное моделирование, 102
- Структурно- функциональный анализ (СФА), 102, 137, 222
- Т**
- Теорема Колмогорова, 242
- Теория управления, 98,221
- Т-инвариант, 186
- Тип ресурса, 45
- Толстый клиент, 344, 363
- Тонкий клиент, 371
- Транзиционная система, 190
- Транспортный протокол, 51
- Триггерный сервис, 62
- Тупик, 199
- У**
- Ударная волна, 344
- Узел, 137,140,178
- управляющий, 146, 157
- Украинский сегмент GEOSS, 164, 304, 374
- Управление
- выполнением задач, 64
- данными, 65, 70
- задачами, 52, 76, 330
- перегрузками, 221
- торгами, 107
- Управляемость, 139
- Управляющий узел, 146,179
- Уровень параллелизма, 253
- Усвоение данных, 302, 330
- Устойчивое развитие, 11
- Устройство хранения, 44
- Ф**
- Фабрикат, 45
- Фазовое пространство, 226
- Фильтр Калмана, 222
- Фрактальная размерность, 319
- Фрактальный анализ, 318
- Функциональное свойство, 138

## Предметный указатель

Функциональный элемент, 137

**Ш**

**Х**

Ханойские башни, 148

Хранилище, 44

**данных, 298**

**Ц**

Целостность, 139

Централизованный архив, 361

Цифровая

**Азия, 24**

**подпись, 376**

**Ч**

Числовая модель рельефа, 258, 340

Шаблон

**проектирования, 57**

**ТОНКОГО КЛИЕНТА,**

**371**

Шифрование данных, 61

**Э**

Эволюционный алгоритм, 101

Элементарная задача, 252

Эффективность систем, 290

**Я**

Ядро метаданных, 355

Язык моделирования, 251, 355

# Содержание

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ.....</b>	<b>3</b>
<b>ЧАСТЬ I. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ GRID-СИСТЕМ.....</b>	<b>7</b>
<b>ГЛАВА 1. ОБЗОР GRID-СИСТЕМ И СИСТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ.....</b>	<b>9</b>
Анализ международных инициатив в области использования данных ДЗЗ в интересах устойчивого развития.....	11
Инициатива GMES.....	11
«Система систем» GEOSS.....	14
Инициатива INSPIRE.....	19
Обзор Grid-систем для решения научных задач и обработки данных ДЗЗ.....	20
Проект WLCG.....	20
Проекты EGEE/EGEE-II.....	21
Виртуальная обсерватория IVOA.....	22
Академическая Grid-инфраструктура РФ.....	22
Использование Grid-технологии в области образования.....	23
Проект EDG.....	23
Проект JAXA Grid.....	24
Инфраструктура IPG.....	25
Инфраструктура OSG и TeraGrid.....	25
Европейская система Earth Science Grid-on-Demand.....	26
Китайский проект SIG.....	27
Проект DEGREE.....	27
Информационная система КосмоГИС.....	27
Особенности и тенденции развития Grid-систем наблюдения Земли.....	33

## Содержание

Принципы построения и архитектура систем обработки данных	
ДЗЗ.....	34
Проблемы создания систем мониторинга на основе спутниковых данных.....	34
Высокоуровневая архитектура систем обработки спутниковых данных.....	36
Необходимость применения Grid-технологий.....	40
Обсуждение.....	40

## **ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ GRID-СИСТЕМ..... 42**

Grid-системы: определения, классификация, структурные элементы.....	42
Grid-технология: основные определения.....	42
Классификация Grid-систем и основные структурные элементы.....	44
Описание Grid-архитектуры.....	45
Уровень элементов.....	46
Уровень связи.....	46
Уровень ресурсов.....	47
Уровень кооперации.....	48
Уровень приложений.....	48
Web-сервисы.....	49
Открытая архитектура Grid-сервисов.....	51
Спецификация WSRF.....	53
Анализ программного обеспечения Grid-систем.....	54
Каркас Globus Toolkit.....	56
Пакет gLite.....	67
Системы планирования.....	72
Пример: Grid-система обработки спутниковых снимков Meteosat.....	79
Технология Grid и агентный подход.....	81
Агентная технология.....	82
Пример агентной системы: мониторинг деятельности пользователей компьютерных систем.....	84

Обсуждение..... 86

**ГЛАВА 3. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ GRID-СИСТЕМ..... 88**

Необходимость моделирования Grid-систем..... 88

Подходы к моделированию Grid-систем..... 89

    Аналитическое моделирование..... 90

    Имитационное моделирование..... 93

    Комбинированные модели..... 95

    Информационное моделирование..... 95

    Структурно-системное моделирование..... 102

    Ситуационное моделирование и экономический подход к планированию в Grid-системе..... 106

Существующие модели..... 108

    Структурные модели..... 108

    Модели нагрузки (потока выполнения задач)..... 110

    Планировщики..... 114

    Модели оценки и прогнозирования нагрузки..... 117

    Модели поведения пользователей и мониторинга ресурсов.... 120

Обсуждение..... 126

**ГЛАВА 4. GRID-СИСТЕМА КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА..... 127**

Свойства Grid-систем обработки спутниковых данных..... 128

Задачи моделирования Grid-систем..... 130

Обсуждение..... 131

**ЧАСТЬ II. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ GRID-СИСТЕМ..... 133**

**ГЛАВА 5. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ  
АНАЛИЗ GRID-СИСТЕМ..... 136**

Постановка задачи СФА сложных иерархических систем.....	137
Формализация задачи СФА.....	138
Структурная модель Grid-системы наблюдения Земли.....	140
Построение функций производительности для ФЭ уровня узлов .....	144
СФА узла с учетом типов решаемых задач.....	147
Постановка задач оптимизации для ФЭ уровня узла.....	150
Детерминированная формулировка прямой задачи.....	150
Вероятностная формулировка прямой задачи.....	151
Формулировка обратной задачи.....	152
Модель сегмента Grid-системы наблюдения Земли.....	154
Структурная модель сегмента.....	154
СФА коммуникационной сети.....	155
Построение функций производительности сегмента.....	158
Модели заданий.....	158
Функция производительности сегмента для детерминированной модели заданий.....	159
Функция производительности сегмента для вероятностной модели заданий.....	161
Определение максимальной нагрузки на сегмент.....	162
Оптимизация стоимости сегмента.....	164
Примеры оценки эффективности Grid-сегмента.....	166
Постановка задачи.....	166
Пример 1.....	167
Пример 2.....	171
Пример 3.....	173
Обсуждение.....	176

## **ГЛАВА 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ GRID-СИСТЕМ НА**

Описание предметной области и формулировка требований к модели.....	178
Сети Петри. Основные определения.....	181
Модель работы узла в виде СП.....	183
Исследование структурных свойств модели.....	185
Исследование выполнимости свойств взаимного исключения и равноправия.....	190
Модель взаимодействия Grid-узлов с очередью доступа к общей памяти.....	192
Исследование структурных свойств модели.....	195
Исследование свойства отсутствия блокировок.....	199
Исследование свойства взаимного исключения.....	205
Исследование свойства равноправия.....	206
Модель СП в гетерогенной Grid-инфраструктуре.....	208
Система имитационного моделирования СП.....	214
Структура классов (модулей) системы имитационного моделирования.....	215
Обсуждение.....	218

## **ГЛАВА 7. ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЙ GRID-СИСТЕМ..... 221**

Структурная модель Grid-системы и задачи идентификации.	223
Оценивание состояния узла Grid-системы методом нечетких эллипсоидов.....	224
Постановка задачи в терминах теории управления.....	226
Метод решения.....	227
Построение алгоритма.....	229
Результаты численного моделирования.....	232

## Содержание

Структурно-параметрическая идентификация модели в переменных «вход-выход» на основе эволюционного поиска.....	234
Постановка задачи структурно-параметрической идентификации .....	234
Метод решения.....	235
Генетический алгоритм оптимизации математической модели. 23 8	
Нечеткий алгоритм эллипсоидального оценивания.....	239
Обсуждение результатов моделирования.....	240
Идентификация нейросетевой модели Grid-системы.....	241
Нейросетевая модель Grid-системы в пространстве переменных состояния.....	241
Метод идентификации нейросетевой модели в классе нечетких эллипсоидальных оценок.....	244
Алгоритм обучения нейронной сети прямого распространения. 246	
Модульные нейросетевые модели.....	247
Обсуждение.....	249

## **ГЛАВА 8. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ В GRID- СИСТЕМЕ.....251**

Классификация задач в Grid-системе обработки спутниковых данных.....	251
Задачи передачи данных (Data Transfer Task — DTT).....	252
Вычислительные задачи (Computational Task — CT).....	252
Формальное описание задач в Grid-системе обработки спутниковых данных.....	253
Задачи передачи данных.....	254
Вычислительные задачи.....	254
Пример построения объектной модели для задачи оценки биоразнообразия на основе спутниковых данных.....	256
Сервис численного моделирования погоды.....	265
Сервис обработки данных Meteosat Second Generation (MSG). 268	
Обсуждение.....	269

**ГЛАВА 9. МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОСТИ..... 271**

Анализ методов построения моделей поведения пользователей и средств обеспечения безопасности в Grid-системах..... 272  
Средства обеспечения безопасности в Grid-системах..... 272

Статистический подход к анализу поведения пользователей в Grid-системах.....276  
Постановка задачи.....276  
Описание предлагаемого подхода.....277

Верификация статистической модели на реальных данных... 284  
Описание структуры данных.....284  
Определение оптимального количества скрытых нейронов и параметров нейросетевой модели.....286  
Верификация сеансовой модели на реальных данных..... 288

Обсуждение..... 288

**ГЛАВА 10. ОПЕРАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....290**

Применение методов операционного анализа для оценки производительности GRID-систем.....290

Формальное определение производительности и методы оценки предельных значений параметров производительности.....291

Оценка производительности прототипа GRID-системы для обработки спутниковых снимков КА Meteosat..... 294

Обсуждение..... 298

**ЧАСТЬ III. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ GRID-СИСТЕМ.....301**

**ГЛАВА 11. АРХИТЕКТУРА UASPACEGRID..... 304**

Обоснование подхода к процессу разработки..... 304

Логическая архитектура UASpaceGrid..... 305

## Содержание

Физическая архитектура UASpaceGrid.....	305
Программное обеспечение среднего уровня.....	308
Архив системы и доступ к данным.....	310
Grid-портал системы.....	312
Прикладные сервисы.....	312
Обсуждение.....	314

## **ГЛАВА 12. ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ: ОПИСАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ..... 315**

Обработка данных MSG.....	316
Построение маски облачности по данным MSG.....	316
Анализ динамики метеорологических явлений.....	318
Моделирование данных MSG с помощью фрактального анализа.....	318
Визуализация результатов обработки данных.....	319
Метеорологическое моделирование.....	321
Используемая модель.....	321
Адаптация модели для территории Украины.....	322
Реализация сервиса прогнозирования метеорологических параметров.....	322
Визуализация результатов моделирования.....	323
Мониторинг загрязненности водных ресурсов.....	324
Описание необходимых данных ДЗЗ.....	326
Функциональная схема работы сервиса.....	328
Усвоение данных.....	330
Программное обеспечение SeaDAS.....	331
Обеспечение метеорологическими данными.....	334
Визуализация результатов мониторинга.....	336
Мониторинг затоплений.....	337
Описание данных.....	339
Метод обработки радиолокационных данных.....	341
Самоорганизующиеся карты Кохонена.....	341
Сервис определения площадей затопленных территорий в Grid-среде.....	342
Оценка биоразнообразия.....	342

## Содержание

Источники данных и методология.....	343
Grid-реализация сервиса оценки биоразнообразия.....	344
Мониторинг параметров космической погоды.....	344
Информационная инфраструктура мониторинга КП.....	345
Описание используемых данных.....	346
Динамическая модель и результаты работы сервиса.....	347
Обсуждение.....	349

## **ГЛАВА 13. СТАНДАРТИЗАЦИЯ СЕРВИСОВ ДОСТУПА И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ..... 351**

Каталог метаданных системы UASpaceGrid.....	351
Существующие решения.....	352
Стандарт ISO 19115.....	354
Профиль метаданных.....	356
Каталог метаданных.....	359
Визуализация и предоставление геопространственных данных .....	363
Стандарты Open Geospatial Consortium.....	364
Подходы к визуализации и предоставлению геопространственных данных.....	366
Система визуализации результатов UASpaceGrid.....	369
Обсуждение.....	372

## **ГЛАВА 14. ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И GRID-СИСТЕМ..... 373**

Подходы к интеграции систем.....	373
Предпосылки создания Inter-Grid системы.....	374
Задачи обеспечения взаимодействия Grid-систем и способы их решения.....	375
Обеспечение взаимодействия систем безопасности разных Grid- платформ.....	376

## **Содержание**

---

Обеспечение надежной передачи файлов между Grid-платформами .....	377
Высокоуровневый доступ к геопространственной информации	379
Запуск и мониторинг задач на ресурсах разных Grid-платформ	379
 Пример интеграции систем мониторинга на уровне данных...	385
 Пример интеграции систем мониторинга в рамках Inter-Grid	387
 Обсуждение.....	389
 <b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>390</b>
 <b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....</b>	<b>424</b>
 <b>СОДЕРЖАНИЕ.....</b>	<b>444</b>