

Система контроля функционирования сложных распределенных программно-аппаратных комплексов, обеспечивающих доступ к данным ДЗЗ и результатам их обработки

Прошин А.А., Бурцев М.А., Сычугов И.Г., Кобец Д.А

Институт космических исследований Российской академии наук, Москва

Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 15-19 ноября 2021г

Современные системы доступа к данным ДЗЗ и результатам их обработки представляют из себя сложные территориально распределенные программно-аппаратные комплексы, в работе которых участвуют многие десятки компьютеров, функционирующих в автоматизированном режиме. К таким системам, безусловно, относится реализованный в ИКИ РАН центр коллективного пользования системами архивации, обработки и анализа данных спутниковых наблюдений ЦКП «ИКИ-Мониторинг». В настоящее время в его работе задействовано более 50 серверов архивации и специализированных систем хранения данных (NAS), свыше 60 серверов, предназначенных для обработки спутниковых данных, а также более десяти специализированных серверов, предназначенных для формирования спутниковых изображений для картографических WEB интерфейсов. При этом пользователям ЦКП «ИКИ-Мониторинг» обеспечивается доступ к архивам данных ДЗЗ, суммарный объем которых превышает 5 петабайт, а ежедневно в архивы центра поступает более 3 Тб новых данных.

Для обеспечения бесперебойного функционирования программно-аппаратного комплекса ЦКП «ИКИ-Мониторинг» используется целый ряд различных программных решений, разработанный в отделе «Технологии спутникового мониторинга» ИКИ РАН и предназначенных для решения следующих основных задач:

- **Контроль выполнения всех процессов**
Ведение протоколов, диагностика кодов возврата
- **Автоматическое детектирование сбоев в работе программно-аппаратного комплекса**
Выявление аппаратных, системных и программных ошибок
- **Документирование сбоев в работе комплекса**
Классификация сбоев, адресное оповещение специалистов, отслеживание процесса устранения неполадок
- **Анализ функционирования отдельных подсистем комплекса**
Диагностика ошибок, выявление «узких» мест и неявных ошибок, поиск вариантов оптимизации

Контроль выполнения процессов

Контроль выполнения всех процессов, а прежде всего, автоматически запускаемых, является базовым элементом всей системы контроля. На UNIX серверах он реализуется на основе использования программного пакета PMS (Process Monitoring System), обеспечивающего доступ к контрольной информации на основе специализированного web-интерфейса, позволяющего не только просматривать протоколы выполнения процессов, но и задавать критерии детектирования различных типов состояния ошибки на основе анализа стандартизованных кодов возврата.

Контроль за выполнением процедур обработки данных на Windows серверах реализован на основе использования системы управления многопоточковой обработкой спутниковых данных. В рамках этой системы реализуется централизованное прото-колирование выполнения всех процедур обработки данных и их кодов возврата. Доступ к контрольной информации и ее анализ реализованы на базе использования интерактивных отчетных форм, построенных по технологии Business Intelligence (BI).

The screenshot displays the 'PMS at HRSATDB' interface. The top section shows 'Statistics of Autonomous Processes Execution' with various filters and a table of process statuses. The middle section shows 'Configuration of Processes' with a list of process IDs and their descriptions. The bottom section shows 'Common Process Information' for a specific process, including details like 'ProcessID', 'Name', 'Description', and 'Command'.

Группы заданий	Задания	Summary					
		.rdy	Удачных	Процесс	Ошибки	Crash	Пустых
<input type="checkbox"/> ■ регулярные-приоритетные	<input type="checkbox"/> ■ AM_SIN_IDC daily composite oper (session)		46		3		49
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark composite Landsat 1			1	1	1	
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark composite Landsat 2			1	2		1
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark composite Landsat 3	1			1		1
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark composite Landsat 4			1	1		2
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark composite Landsat 5	1			1		1
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark composite Landsat 6			1			2
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark_limires_interpol-1		1			1	
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark_limires_interpol-2		1			1	
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark_limires_interpol-4		1			1	
	<input type="checkbox"/> ■ benchmark_limires_interpol-8		1			1	
<input type="checkbox"/> ■ Burns 250 TV product (session)		3					

Автоматическое детектирование неполадок в работе комплекса

Для обеспечения оперативного устранения неполадок в работе комплекса в системе контроля реализовано автоматическое детектирование наиболее часто встречающихся ошибок. Ниже приводятся основные типы проверок, предназначенных для их выявления:

- **Контроль функционирования аппаратных компонент:**
 - Проверка доступности всех серверов и хранилищ данных
 - Проверка состояния дисковых массивов (RAID)

- **Контроль системных программных компонент:**
 - Диагностика и прогнозирования переполнения дисковых разделов
 - Проверка работы основных служб на серверах
 - Проверка доступности по NFS всех томов архивов данных
 - Проверка синхронизации времени на серверах

- **Контроль оперативного поступления в архивы всех типов информационных продуктов (много десятков)**
Для каждого информационного продукта задается максимальная давность экземпляров данных

- **Контроль за выполнением заданий на обработку данных**
 - Контроль процента успешных выполнений на каждом из серверов обработки
 - Контроль допустимого времени простоя серверов обработки
 - Обнаружение «зависших» процессов

- **Контроль целостности тематического программного обеспечения**
На каждом из серверов для каждого программного пакета проверяется комплектность файлов и их контрольные суммы

Документирование сбоев в работе комплекса. Система ведения сбоев

Для документирования всех сбоев, детектируемых как автоматически, так и пользователями или специалистами была разработана специализированная система ведения сбоев. Ниже перечислены ее основные возможности:

- Специализированный web-интерфейс для поиска и просмотра информации об ошибках
- API для заведения сбоев системами автоматического детектирования ошибок
- Интерфейс занесения информации об ошибках с возможностями классификации сбоев по проектам, организациям и направлениями работ, указания ответственного, степени критичности сбоя, ведения истории изменений и комментариев и др.
- Оперативное оповещение ответственных специалистов по электронной почте
- Ежедневные отчеты о неисправленных ошибках с указанием ответственных специалистов.

Жизненному циклу каждого сбоя соответствует следующий набор основных статусов: **новый**, **направлен**, **принят**, **исправлен**. При необходимости сбою присваивается статус «**критический**». Такими, в частности, является большинство автоматически детектируемых сбоев. Также реализован специальный режим работы интерфейса для дежурного специалиста, отвечающего за поддержку работы комплекса.

[СДКП] Система ведения сбоев

Общая информация: andry Прошин
Дежурный: Бурцев Режим дежурного
Сегодня: чт, 11 ноября 2021, 18:41:31

Управление выводом информации:
Показать за период: Все
Сортировать по: Времени обнаружения
Всегда показывать: крит. новые оповещ.
Фильтр по описанию

Легенда:
Новый сбой
Сбой исправлен
Сбой принят
Сбой исправлен
Критический сбой

Новый сбой Статистика Найдено 14 записей

ID	Проекты	Центр	Обнаружил	Ответственный	Направление работ	Статус	Описание и изменения	Время обнаружения
46211	56 отдел	ИКИ РАН	PMS	Дежурный (Бурцев)	Система контроля за серверами и станциями обработки PMS	Новый	Сервер HRSATDB Процесс: 8410 - NFS mount ERRORS during 11 minutes Last non-error job at: 11 Nov 17 25 MSK 03 Alert timeout parameter: 10 minutes PLUS	11 ноя 17:38 11 ноя 17:38
46210	56 отдел	ИКИ РАН	PMS	Дежурный (Бурцев)	Система контроля за серверами и станциями обработки PMS	Новый	Сервер SSD Процесс: 10013 - www_forms*ru_reports ERRORS during 1 minute 39 seconds Last non-error job at: 11 Nov 17 03 MSK 03 PMS	11 ноя 17:05 11 ноя 17:05
46178	56 отдел	ИКИ РАН	PMS	Прошин	Система контроля за серверами и станциями обработки PMS	Направлен	Сервер HRSATDB Процесс: 1009 - Check NFS mounts ERRORS during 19 days 9 hours Last non-error job at: 22 Oct 08 50 MSK 03 Alert timeout parameter: 1 hour Показать/скрыть	10 ноя 18:20 10 ноя 18:20
46166	56 отдел	ИКИ РАН	PMS	Прошин	Система контроля за серверами и станциями обработки PMS	Направлен	Сервер DEV Процесс: 8410 - NFS mount NO SUCCESS job during 1 hour 5 minutes Last success job at: 10 Nov 11 10 MSK 03 Alert timeout parameter: 1 hour PMS Показать/скрыть	10 ноя 12:16 10 ноя 18:12
45984	Вега 56 отдел	ИКИ РАН	SMISPKG	Прошин	SMISPKG	Направлен	Сервер zetastore check smispkg_integrity 1: sb_unix:1 1119 State Invalid, Master dev:ic: aviates.ru, Authors Proshin Changed files Показать/скрыть	8 ноя 17:06 11 ноя 15:36
45926	56 отдел	ИКИ РАН	PMS	Сенько	Система контроля за серверами и станциями обработки PMS	Направлен	Сервер SSD Процесс: 418 - fd_upd_sks_snaps (thread 1) ERRORS during 34 minutes Last non-error job at: 4 Nov 03 16 MSK 03 PMS Показать/скрыть	4 ноя 03:50 4 ноя 19:21
45901	ИСДМ Вулканы 56 отдел	ИКИ РАН	SMISPKG	Прошин	SMISPKG	Направлен	Сервер firemaps check smispkg_integrity 1: sys_object_indicators-1.7 State Invalid, Master dev:ic: aviates.ru, Authors Proshin	3 ноя 14:06 11 ноя 15:36

[СДКП] Редактирование информации о сбое

Логин: andry (Прошин)
Дежурный: Бурцев

Общая информация

Идентификатор сбоя: 31499
Кто обнаружил: Смирнов Артем Валерьевич
Ответств. дежурный: Прошин
Текущий статус: Принят
Время обнаружения: 2020-04-21 15:00:51

Определение типа работ и ответственного

Направление работ: Система доступа
Тип работ: Формы отчетности по пожарам и др.
Ответственный: Фишер
Критический сбой:
Изменить статус: Принят

Описание и изменения:

Сбой от:
Организация: МЦ Сибирского и Дальневосточного федеральных округов ФБУ "Авиалесоохрана"
e-mail: smirnyagorolovag@mail.ru
По адресу: Ссылка в описании
Проблема описана в вложенном файле: [ссылка \(Файл\)](#)

Новые изменения:

Сбой был занесен пользователем системы, который не может просматривать журнал сбоев.
Чтобы послать ему письмо с новыми изменениями поставьте галочку

Анализ функционирования отдельных подсистем комплекса

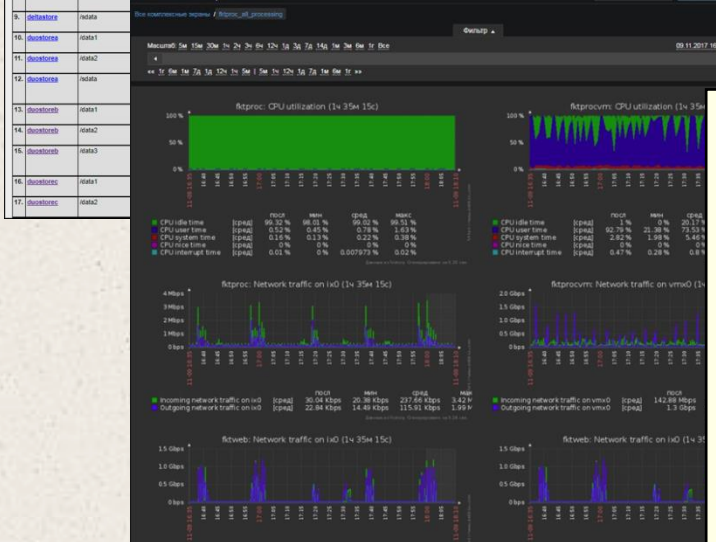
Для анализа функционирования отдельных подсистем комплекса было разработано большое количество специализированных интерфейсов. В качестве примеров ниже приводятся:

- Комплексная информация о состоянии и степени наполнения дисковых хранилищ данных
- Информация о задержках при обработке принимаемой сеансов спутниковых данных
- Использование ПО Zabbix для контроля за аппаратной нагрузкой серверов
- Использование технологий BI (Business Intelligent) для анализа сводной информации о выполнении заданий по обработке спутниковых данных (время, продолжительность, статус, ошибки, сервера обработки и др.)

Информация о состоянии томов хранения данных, размещенных на серверах отдела 56

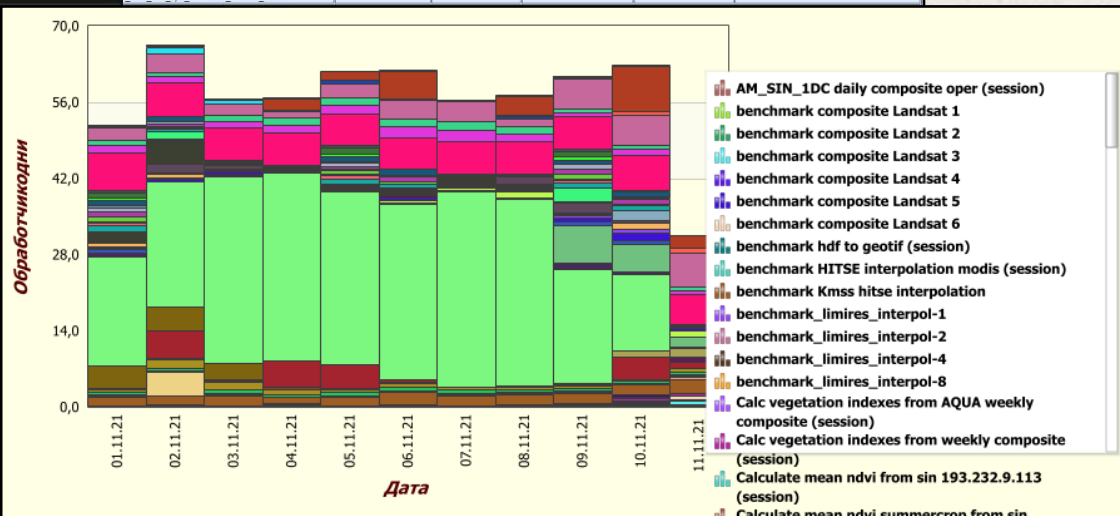
N	Сервер	Диск	Размер (ГБ)	Свободно (ГБ)	Заполнено (ГБ)	Заполнено (%)	Тип ФС	Скорость чтения (МБ/с)	Скорость записи (МБ/с)	Дата завершения GMT	Состояние RAID	Проблемы	Информация об архивах		
													Архив	Директория	Размер
1	defshiba	data	55.6	5.8	47.0	84%	ZFS	651	207	2019-11-07	●	●	msu_products	data/warehouse	37.0
2	defshiba	data	50.0	1.4	50.1	99%	UFS	291	341	2019-11-07	●	●	msu_archive	data/warehouse	19.0
3	defshiba	data	15.1	0.6	14.5	95%	ZFS	996	193	2019-11-08	●	●	msu_archive	data/warehouse	13.1
4	defshiba	meteo/planet	206.0	6.6	208.4	97%	NFS	191	190	2019-11-08	●	●	msu_archive	data/warehouse	2.3
5	defshiba	metheve_ukabov	50.0	0.5	49.5	99%	NFS	104	73	2019-11-08	●	●	msu_archive	data/warehouse	2.3
6	defshiba	metheve_uk	202.4	27.4	186.4	82%	NFS	110	87	2019-11-08	●	●	msu_archive	data/warehouse	8.9
7	defshiba	metheve_uk	217.2	4.9	203.0	93%	NFS	104	94	2019-11-08	●	●	msu_archive	data/warehouse	2.8
8	defshiba	data	53.6	0.8	48.8	90%	UFS	134	303	2019-11-07	●	●	msu_products	data/warehouse	2.8

Комплексные экраны



Время указано в GMT

ID	Пробор	Спутник	Время съёмки	Уровень обработки (МОДУЛЬ)	Время поступления исходных файлов на сервер	Время отправки файлов на обработку	Время окончания обработки файлов
НИЦ Планета							
1	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 03:58:13	Поступление исходных данных	2021-11-11 04:09:51 (11 минут)	2021-11-11 04:30:32 (20 минут)	1MSU MR RGB united (2 минуты)
2	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 05:40:16	Поступление исходных данных	2021-11-11 05:52:04 (11 минут)	2021-11-11 06:10:00 (17 минут)	1MSU MR RGB united (3 минуты)
3	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 07:18:41	Поступление исходных данных	2021-11-11 07:32:57 (14 минут)	2021-11-11 07:50:00 (17 минут)	1MSU MR RGB united (1 час 43 минуты)
4	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 15:29:58	Поступление исходных данных	2021-11-11 15:46:21 (16 минут)	2021-11-11 16:10:00 (23 минуты)	1MSU MR RGB united (2 минуты)
5	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 00:35:49	Поступление исходных данных	2021-11-11 00:41:11 (5 минут)	2021-11-11 01:00:01 (18 минут)	1MSU MR RGB united (Обработка завершается ошибкой)
6	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 02:18:29	Поступление исходных данных	2021-11-11 03:02:34 (44 минуты)	2021-11-11 03:20:00 (17 минут)	1MSU MR RGB united (2 минуты)
7	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 03:56:30	Поступление исходных данных	2021-11-11 04:44:19 (47 минут)	2021-11-11 05:00:00 (15 минут)	1MSU MR RGB united (2 минуты)
8	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 10:25:29	Поступление исходных данных	2021-11-11 10:51:57 (26 минут)	2021-11-11 11:10:00 (18 минут)	1MSU MR RGB united (1 минута)
9	MSU-MR	METEOR-M2	2021-11-11 12:08:00	Поступление исходных данных	2021-11-11 12:12:36 (4 минуты)	2021-11-11 12:30:00 (17 минут)	1MSU MR RGB united (2 минуты)



Система документирования и контроля (СДКП)

Описанные выше инструменты для обеспечения бесперебойной работы программно-аппаратного комплекса ЦКП «ИКИ-Мониторинг» концептуально являются частью разработанной в ИКИ системы документирования и контроля работ по проектам (СДКП). Как следует из ее названия она также отвечает за описание конфигураций как аппаратных, так и программных компонент, используемых в рамках работ по различным проектам. Также в ней присутствуют ссылки на разнообразные служебные интерфейсы, предназначенные для получения различной статистической информации, в частности, о наполнении архивов, инструменты для настройки инструментов контроля и ссылки на реализованные пользовательские интерфейсы.

Система документирования и контроля проектов (СДКП) [Справочная информация](#)

Выбор проекта:

Инструменты СДКП

- [Панель контроля](#)
- [Контроль наличия данных в БД](#)
- [Журнал ведения сбоев](#)

Конфигурация проекта

- [Общая информация о проекте](#)
- [Организации](#)
- [Компьютеры](#)
- [Базы данных](#)
- [Контроль данных в БД](#)
- [WEB интерфейсы](#)
- [Специалисты](#)
- [Классификация работ](#)

Служебные WEB интерфейсы

- [Сеть](#)
- [Архивы](#)
- ▾ [Обработка](#)
 - [Статистика задержек данных по сеансам](#)
 - [Сводная статистика поступления хотспотов по сеансам](#)
- ▾ [Настройки](#)
 - [Настройки проверок системы КНО \(FDS\)](#)
 - [PKGCONF. Просмотр проектных настроек](#)

Пользовательские WEB интерфейсы

- [Интерфейс контроля учётными записями пользователей \(в разработке\)](#)
- [Управление привилегированными пользователями](#)
- [Примеры нового дизайна ИСДМ от TXL](#)
- [Новый дизайн ИСДМ](#)
- [Документация \(в стадии доработки\)](#)
- [Техническая документация отдела 56 - отладочная версия](#)
- [Техническая документация отдела 56](#)

Заключение

Реализованная в отделе «Технологии спутникового мониторинга» ИКИ РАН комплексная система контроля за функционированием программно-аппаратного комплекса ЦКП «ИКИ-Мониторинг» в целом успешно решает поставленные перед ней задачи. Одним из основных направлений ее дальнейшего развития является диагностика причин возникновения различных типов сбоев на этапе их детектирования, что позволит сократить время, необходимое на их устранение.

Работа выполнена в рамках темы "Большие данные в космических исследованиях: астрофизика, солнечная система, геосфера" (госрегистрация №0024-2019-0014).

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ