



Методы планирования наблюдений, наземной обработки и архивирования данных солнечных космических экспериментов

**Специальность 01.04.01 — приборы и методы экспериментальной
физики**

Цель работы - разработка методов:

- наземного управления приборными комплексами в экспериментах на космических аппаратах серии КОРОНАС
- предварительной наземной обработки и архивирования данных

Создание Комплексной Информационной Системы (КИС) управления экспериментом = КИС управления приборами + КИС управления данными

КИС-набор методов и подходов, обеспечивающих эффективное управление и контроль над всеми ресурсами управляемого объекта (эксперимента)

Структура диссертации

Состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения

Глава 1 Эксперименты ФИАН за 25 лет

Глава 2 Методы управления приборами

Глава 3 Методы управления данными

Глава 4 Некоторые результаты эксперимента ТЕСИС

Введение

Актуальность темы

1.Нерешенность фундаментальных проблем солнечной физики.

Поиск механизмов:

- **нагрева короны**
- **ускорения солнечного ветра**
- **возникновения вспышек и других эруптивных явлений**

2.Влияние Солнца на окружающую среду и человека

Актуальность работы

Большие потоки информации в экспериментах СПИРИТ –

1000 команд/ сутки.

До 1100 кадров/сутки (до 100-150 МБ).

Архив СПИРИТ- 370 тыс кадров-1 млн. изображений Солнца, > 1.5 млн.файлов

Новый класс экспериментальных методов –методы управления информационными потоками в **долговременных бортовых астрофизических экспериментах.**

Задачи диссертации

1. Анализ физических задач и **условий проведения космических экспериментов** по исследованию коротковолнового излучения Солнца
2. Разработка **методов наземного управления** комплексом приборов и потоками информации
3. Разработка нового **программного обеспечения (ПО)** для наземного управления экспериментом
4. Выбор и разработка **новых форматов хранения** научных и вспомогательных данных экспериментов
5. Выбор **способов визуального представления** информации

Условия проведения космических экспериментов

1. Длительность-**15-20 лет**

2. Зависимость от спутника и наземной инфраструктуры
(КОРОНАС-И,Ф запоминали всего 128 команд)

3. Требования к надежности и контролю
(ТЕСИС > 60 тыс. контролируемых параметров за 2 часа испытаний или полета)

4. Длительность производства и испытаний. Специальные методы - комплексные испытания. Военная приемка. Большой объем документации.
(Архив ТЕСИСа ~60 тыс. файлов)



Глава 1 Эксперименты ФИАН за последние 25 лет

Задачи-- исследование

- пространственно-временной структуры плазменных образований
- механизмов выделения энергии и трансформации ее в другие ее виды:
потоки излучения, нагрев и ускорение заряженных частиц

Годы	КА	Длительность	Кадров всего	Кадров в день	1 кадр
1988	“Фобос-1” ТЕРЕК	1 мес	150 кадров	2-5	40 КБ
1994	КОРОНАС-И ТЕРЕК-К/РЕС-К	4 мес.	2 тыс.	10-20	1.1 МБ
2001-- 2005	КОРОНАС-Ф СПИРИТ	4.5 г.	> 370 тыс.	до 1.1 тыс.	2.3 МБ
2008 --201?	КОРОНАС- ФОТОН ТЕСИС	>4 лет ?	> 3 млн ?	до 10-30 тыс.	8.2 МБ

Уровень на середину 80 годов [AP1]

ТЕРЕК на Фобос-1 1988г. первый в мире долговременный бортовой эксперимент с использованием новейшей изображающей техники-ПЗС-матриц, ЭОПов и зеркал нормального падения

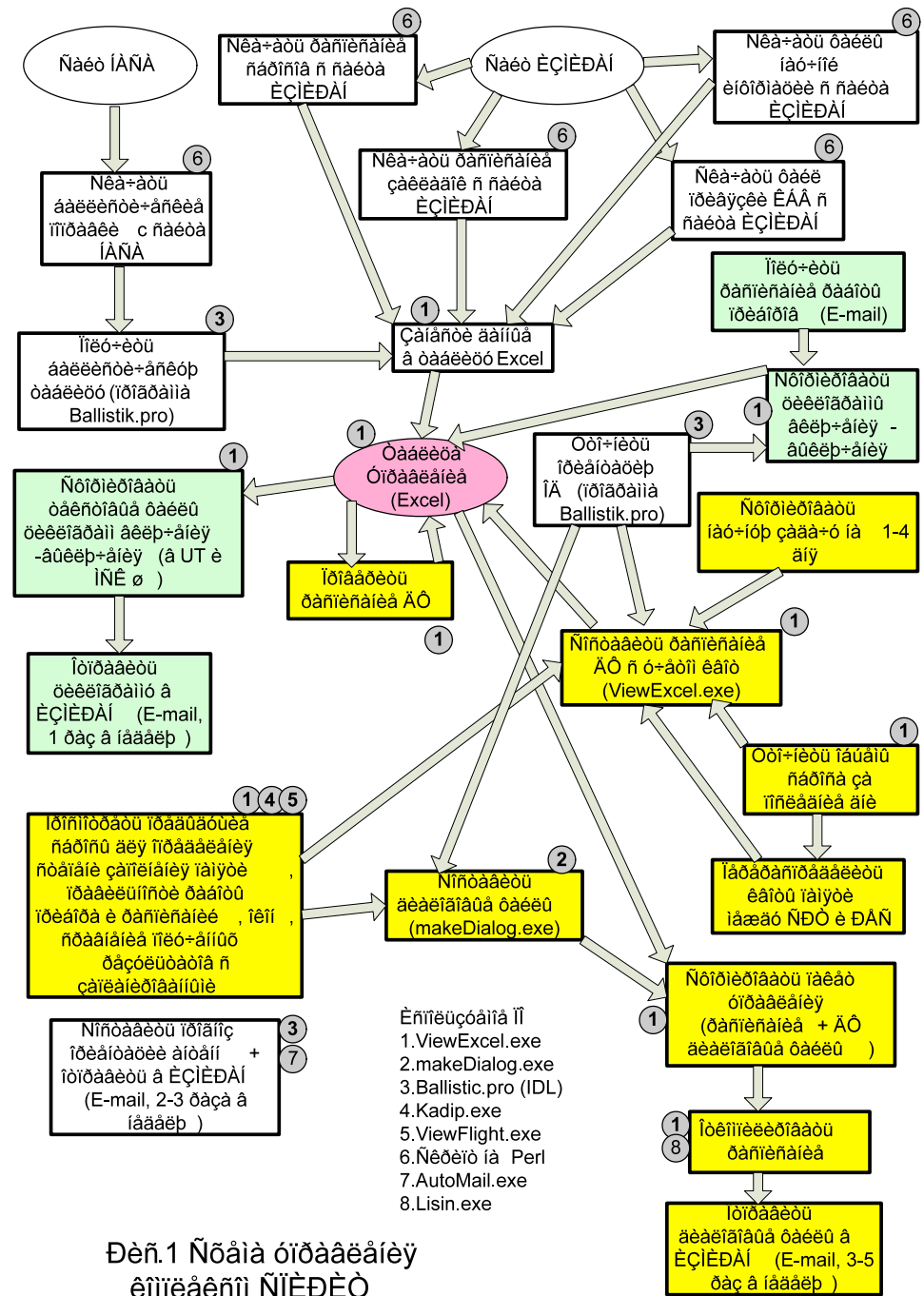
Глава 2 Методы управления приборами

Сложность объекта управления
- **11 каналов** (ТЕСИС)

Интенсивность управления
1000 команд/сутки

Задачи управления:

- максимум информации
- баллистическое обеспечение
- синхронизация каналов
- учет технологических ограничений (квот и тд)
- оперативность
- минимизация ошибок



Программное обеспечение (ПО) управления

Основные идеи ПО – использование:

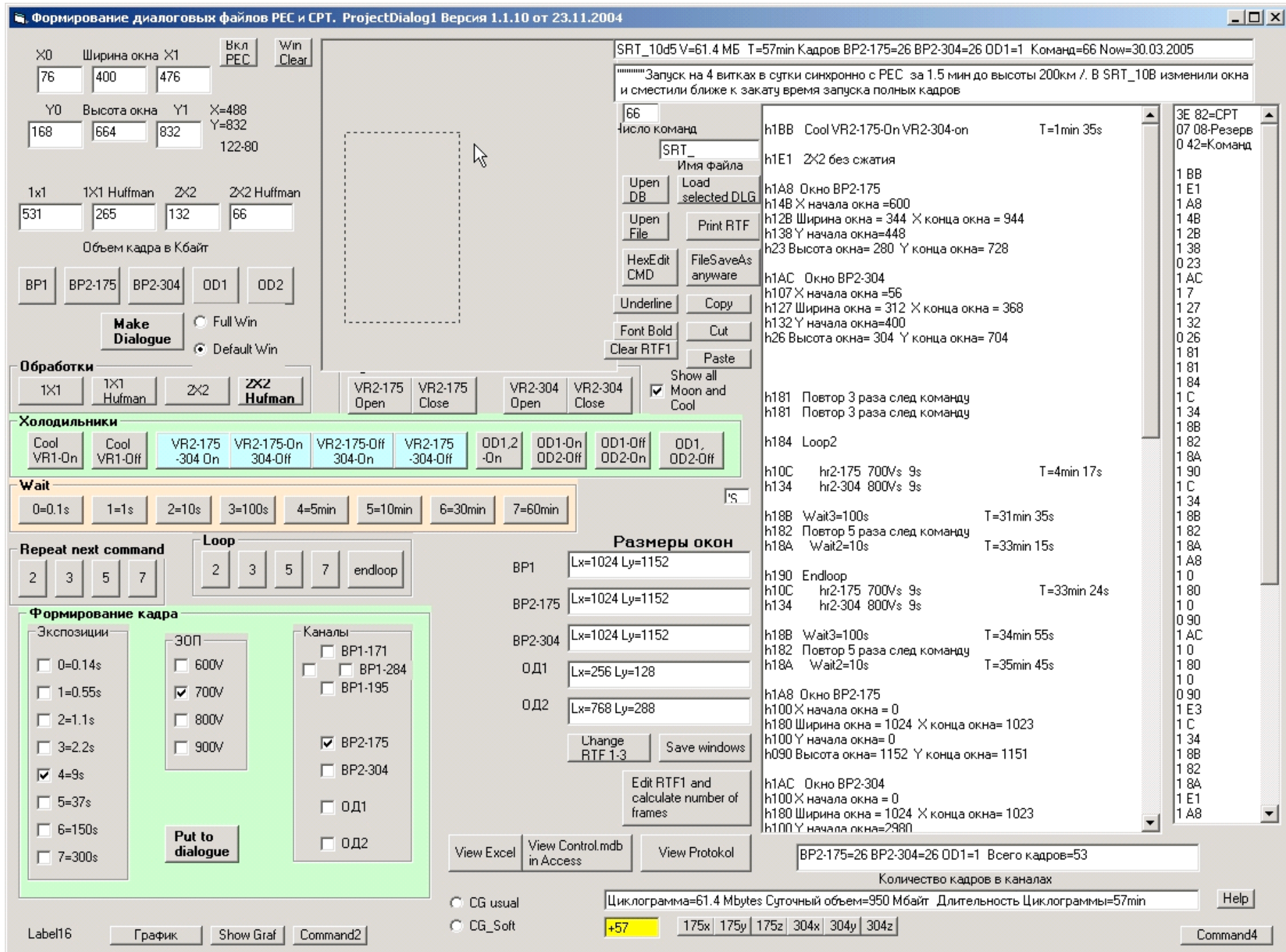
- **Электронных таблиц**
- **Баз данных (БД)**
- **Автоматизации**
- **Графического интерфейса**

Электронные ТАБлицы Управления (ТАУ) –хранят баллистические данные, моменты сбросов телеметрии (ТМ), закладок **Файлов Управления (ФУ)**, запуска **ФУ** и т.д.

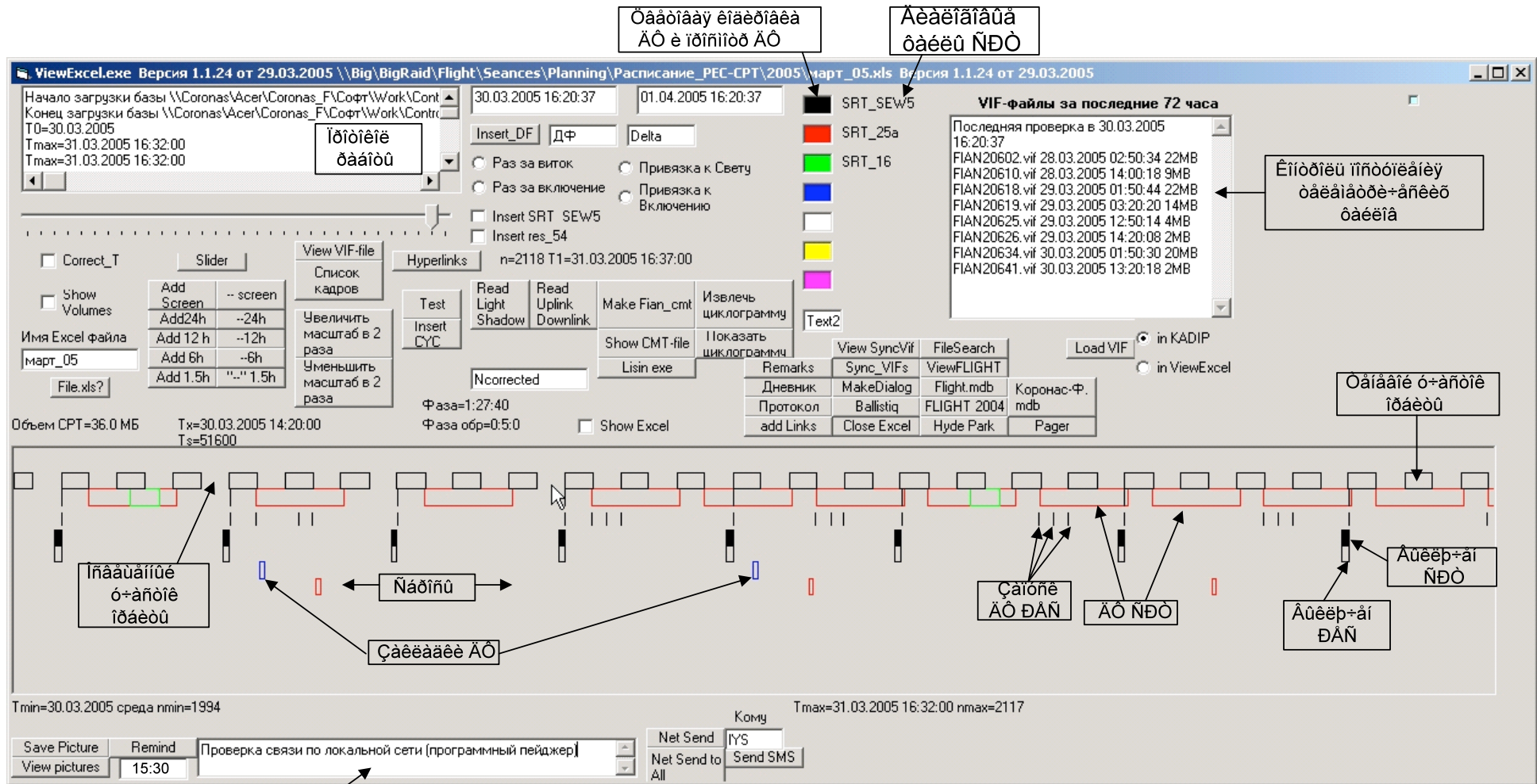
ViewExcel-полуавтоматическое наполнение ТАУ, их просмотр , создание циклограмм и расписаний **Файлов Управлений (ФУ)**

MakeDialog--создание файлов управления, наполнение **Базы Данных Управление** (описанием **Файлов Управления**).

Используется программная модель прибора и элементы экспертной системы



Интерфейс программы MakeDialog-создание файлов управления



Интерфейс программы ViewExcel

Нанесены светлые и темные участки орбиты, сбросы ТМ, закладки ФУ, включение и выключение СРТ и РЕС, начала и длительность сеансов наблюдений, цветовая кодировка работающих ФУ (файлов управления = Диалоговых Файлов).

Данные программа берет из электронных таблиц управления

Глава 3 Управление данными (т.е. результатами эксперимента)

Необходимость Баз Данных и Комплексной Информационной Системы (КИС)

В сутки - до 100-150 МБ, до 1100 кадров=66 тыс записей

Всего > 370 тыс. Кадров, ~1 млн.изображений Солнца, 200ГБ

Полный архив СПИРИТ > 1.5 млн файлов

В сутки создается и модифицируется до нескольких тысяч файлов десятков типов

Всего на борт отправлено ~50 тыс.ФУ нескольких тысяч типов

Вывод: одновременно с разработкой приборов необходимо разрабатывать Комплексную Информационную Систему управления экспериментом

Программное обеспечение управления данными

- **БД FLIGHT** –БД изображений, **25 млн записей**, 370 тыс кадров, ~65 атрибутов, 650 МБ

БД Orbits -- БД баллистики-**5 млн записей** (за 2 года через 1 мин)

Программы

MakeFLIGHT автоматически наполняет базу данных

EditFLIGHT автоматически редактирует БД

ViewFLIGHT - графическая оболочка БД FLIGHT

MakeOrbits автоматически наполняет БД Orbits

КИС-Д -- КИС управления данными

- **ViewFLIGHT**-поиск и представление информации- одновременно из 2-х Баз Данных и по данным NASA (спутник GOES)

Просматриваем базу данных \\BIG\BIGRAID\Data\FLIGHT2004.mdb CurDir=c:\My Projects\april13_ViewFLIGHT

171 195 284 304

BP1 BP2 BP3 BP4

Statistics #1 R175_040120_124116.FITS

Name	#1 R175_040120_124116.FITS
Path	\\BIG\BIGRAID\Data\Fits_lst\2004_01\Hr2_175\
Size	512 x 576
Pixels	294912
Minimum value	0 @ 1,0
Maximum value	13167 @ 274,235
Background	563
Average	657.85867
Sum	194010416
Std.deviation	844.43676

AVIS - FITS Viewer

File Edit View Window Help

#1 R175_040120_124116.FITS

Zoom #1 R175_040120_124116.FITS

682 - 13167 B=3879 M=4164 D=2503

медление кадров

нFTP Скопировано файлов

для Copy Frames 1-20

для копирование без преобразования

20 frames down (but 11 Hours)

Отбор файлов

Отбор файлов

Make file

Показывать комментарий

Поиск комментария

frames Up +1 день

frames down -1 день

N сброса Введите дату и час N записи Найдено кадров Асп

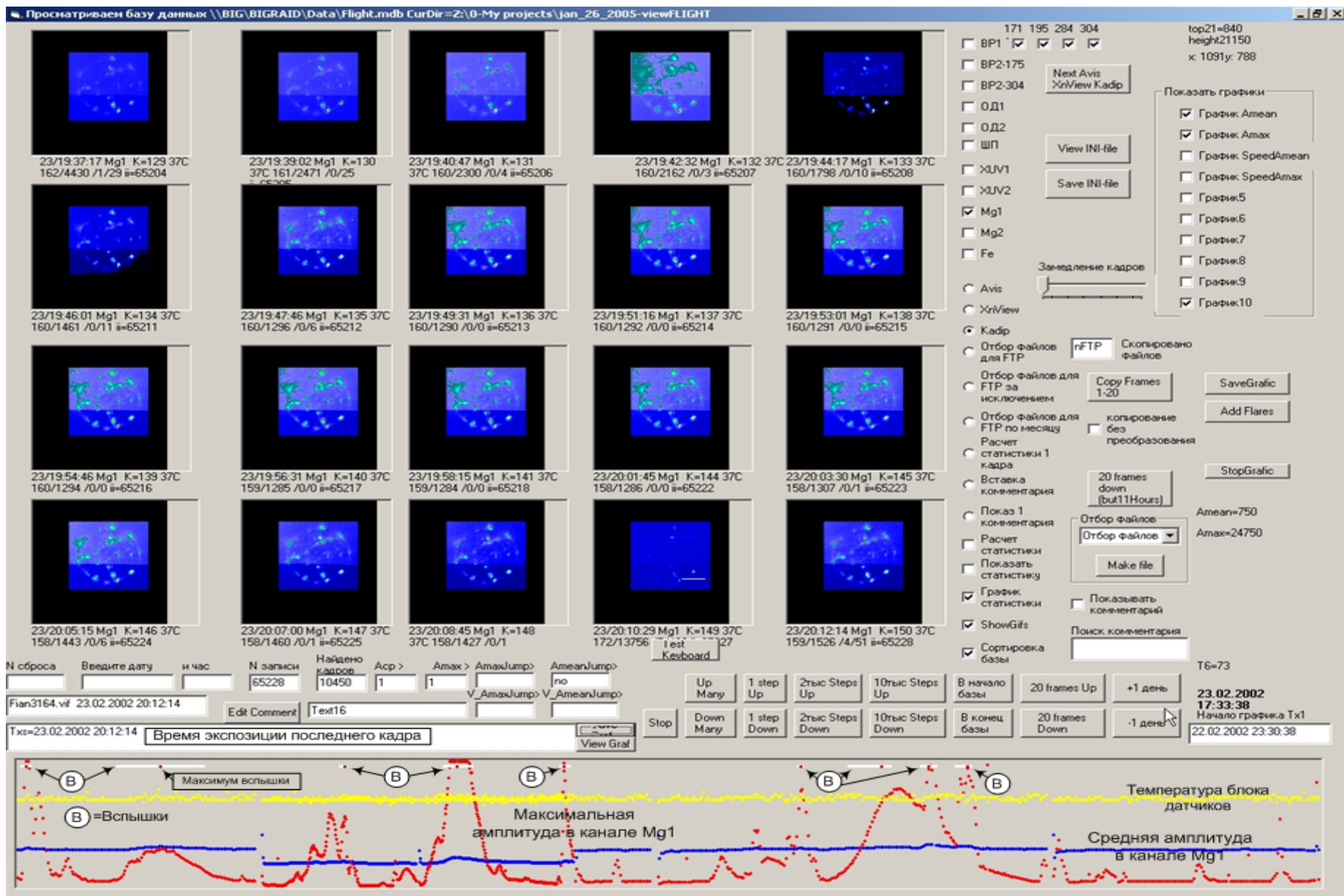
			11177	215	1
--	--	--	-------	-----	---

Fian13875.vi 20.01.2004 15:48:05 Edit Comment Text16

Amean=0/Amax=0//Ameanm=0/Amaxm=0//badP=0//AmaxC1=0//AmaxC3=0

RA,DEC = 89.149815 37.266018 05 56 35.956 + 37 15 57.66 X = 296 Y = 225 Value = 5591

Интерфейс программы ViewFLIGHT-просмотр БД изображений



Построение графиков программой ViewFlight

Максимальная яркость в канале Mg, средняя, т-ра Блока датчиков и расположение Вспышек (белые полосы, по данным спутника GOES)

КИС СПИРИТ-- КИС астрофизического эксперимента

- **КИС ТЕСИС=КИС-У +КИС-Д + Связь + Поиск + (Сохранность++...)**

- **Подсистема информирования и связи участников эксперимента:**

- 1. электронная доска объявлений**
- 2. система обмена мгновенными сообщениями (программные пэйджеры) через локальную сеть**
- 3. автоматизированную электронную почту**
- 4. автоматизированную отправку SMS-сообщений**
- 5. службу напоминаний (Reminds.exe)**

Подсистема поиска информации (FileSearch.exe, WhereIsIt, Евфрат)

10 вспомогательных баз данных (корпоративный телефонный справочник, каталог документации, радиокомпоненты,...)

Контроль работы ТЕСИС

С прибора ТЕСИС поступают ИЦМ (информационно-цифровые массивы=128 байт) :

- ИЦМ данных (изображения + спектры СФИНКС)
- Служебный ИЦМ (=Служебные кадры)
- Возврат УКС
- Слив ПЗУ
- Тест

Служебные кадры сбрасываются на землю:

- По таймеру (каждые 15, 30,60 или 120 сек - задается УКСами)
- По получению УКС команды-Выдать служебный кадр
- По получению команды изменения частоты выдачи временных УКС
- Через 0.1 и 8 сек после включения прибора
- После получения любой функциональной команды
- После окончания отработки любого механического привода
- При изменении напряжения, выдаваемого на систему ориентации
- При ошибках контроллеров ПЗС-матриц

Комплексная информационная система (КИС) ТЕСИС

- За 2 часа испытаний--40-70 МБ (150-200 изображений и 600 служебных кадров)

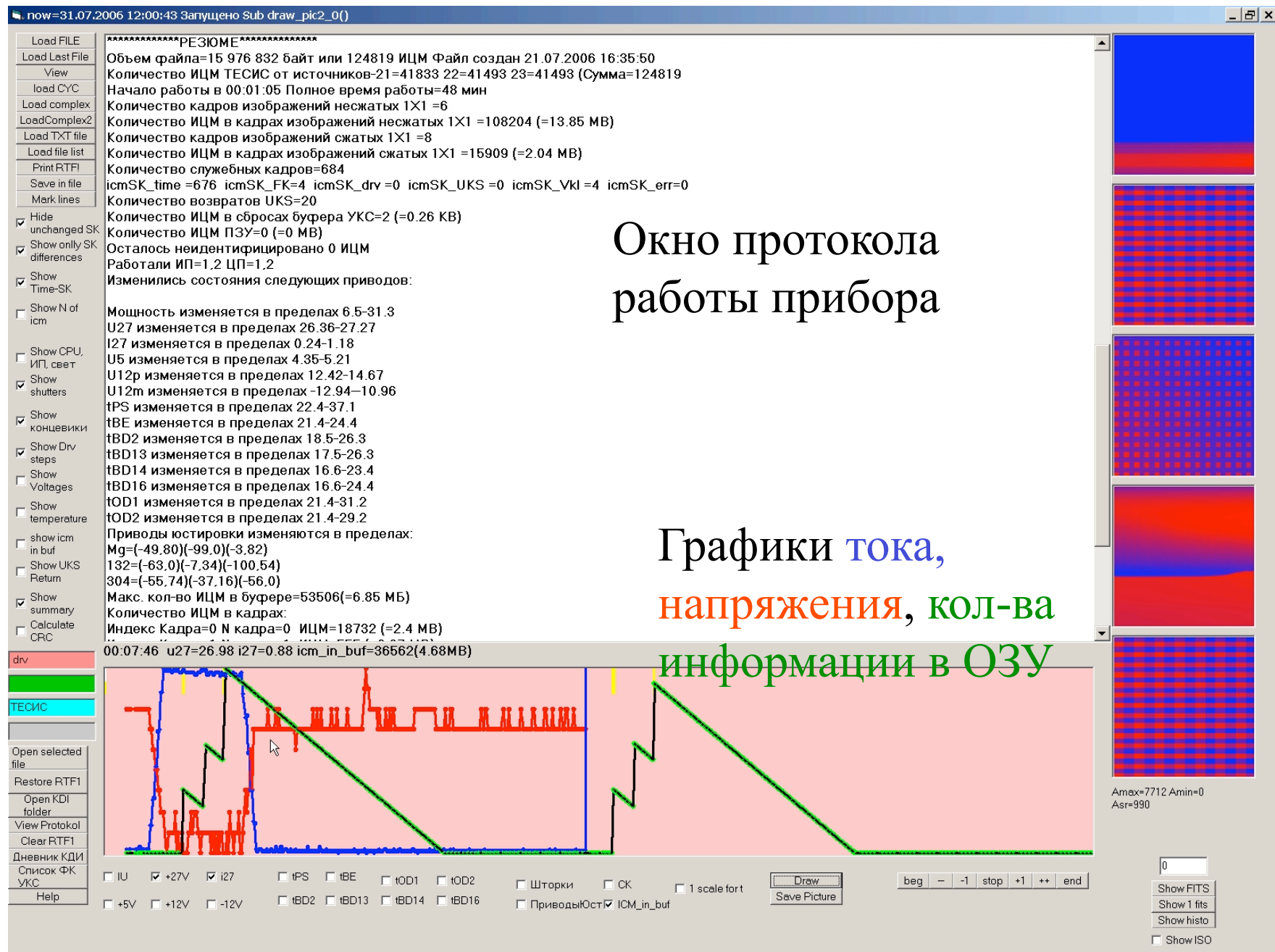
Оценка работы по ~ 100 параметрам. **70-80 тыс.**

Контрольных точек

В полете -- до **10-30 тыс кадров** в сутки. Всего ~ 3млн.кадров

Принципы анализа-ViewTESIS.exe:

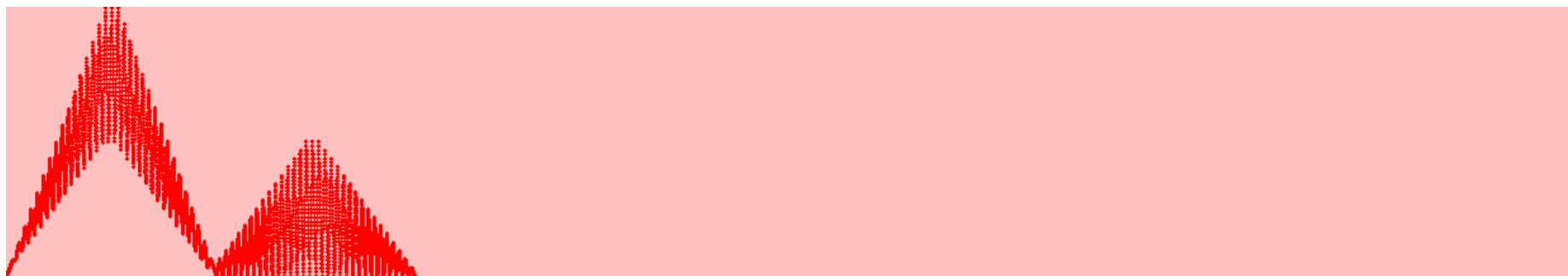
- **Десятки настроек** под разные задачи
- **Интегральное резюме** с занесением в **Базу Данных ТМ-сбросов**
- Вывод **только изменений** (~100 стр. протокола-в 1-3 стр.)
- **Rich Text Format** для протокола-**авто. форматирование** по ключевым словам
- Наложение циклограмм на протокол с раскраской
- Обработка комплексных циклограмм
- До 6 окон вывода уменьшенных изображений
- Десятки графиков с автомасштабированием(в т.ч. спектры)



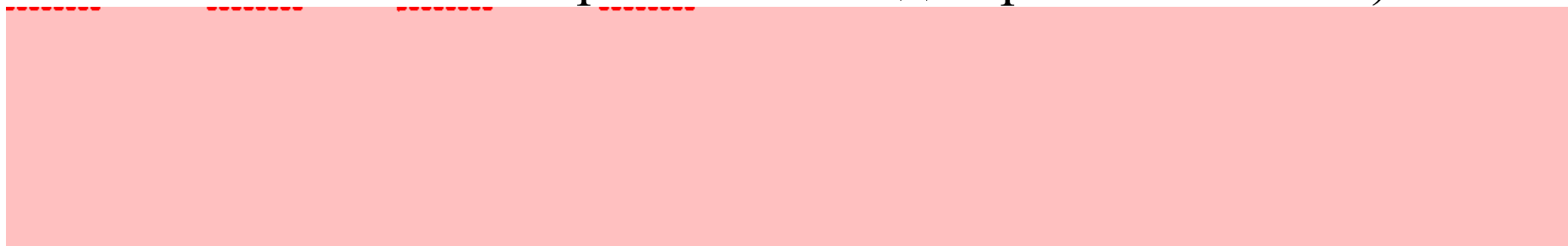
Анализ работы прибора ТЕСИС программой ViewTESIS

Гистограммы изображений с предыдущего слайда

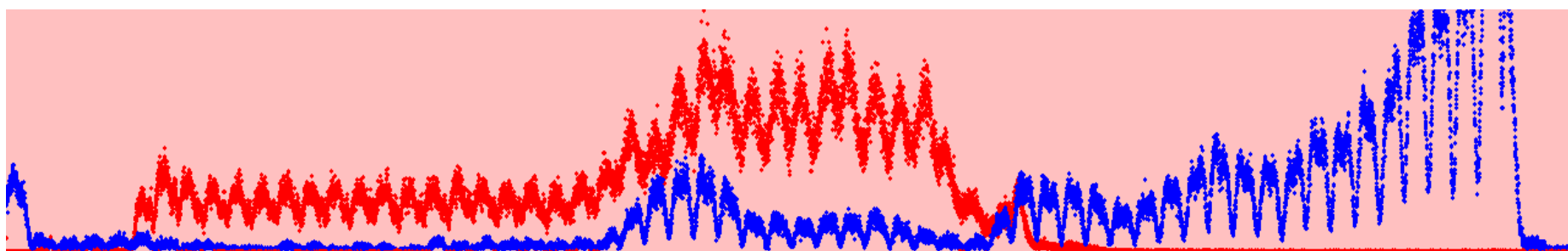
По X-яркость пикселей, по Y-кол-во с данной яркостью



Тест центрального процессора (проверка процессора, памяти и всего ТМ-тракта вплоть до приема на Земле)

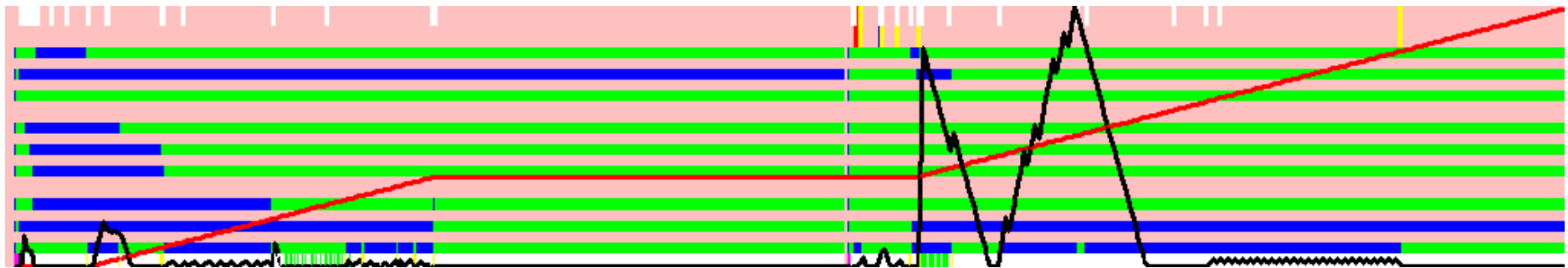


Тест контроллера ПЗС матрицы

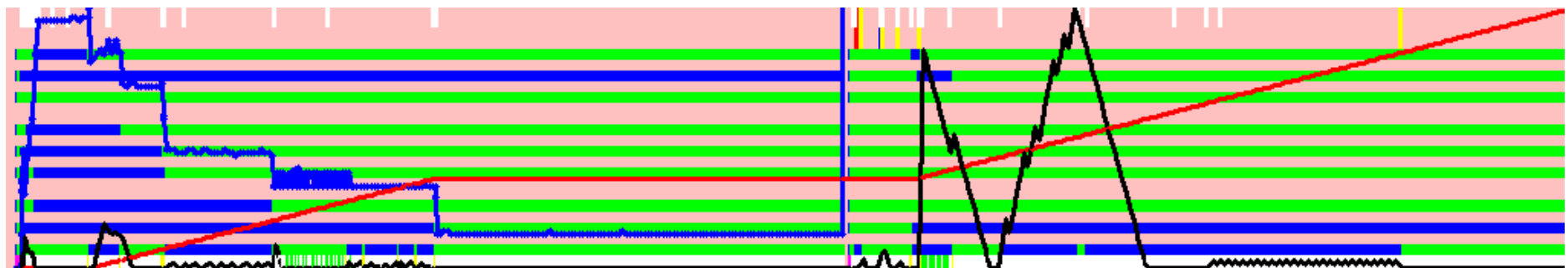


Шумы ПЗС-матрицы. Увеличение за 20 мин. работы

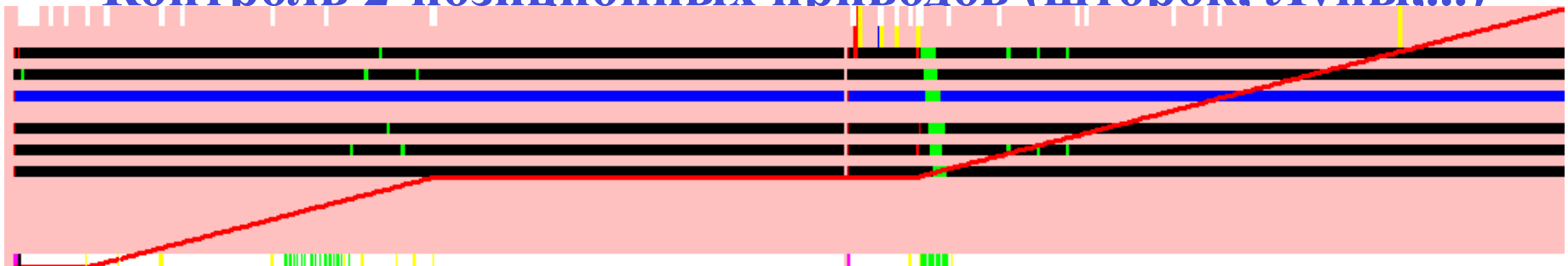
Контроль СФИНКСа, холодильников и загрузки ОЗУ



+ контроль тока от бортовой сети

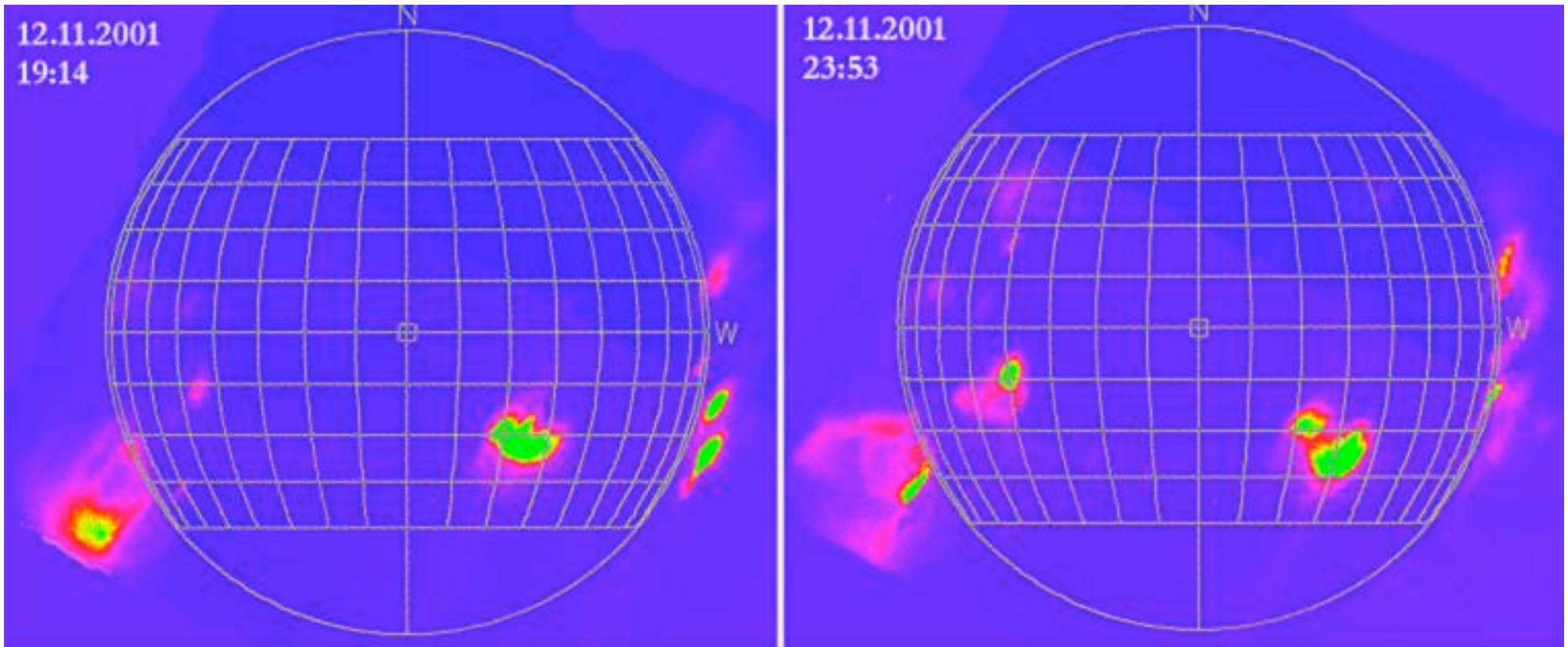


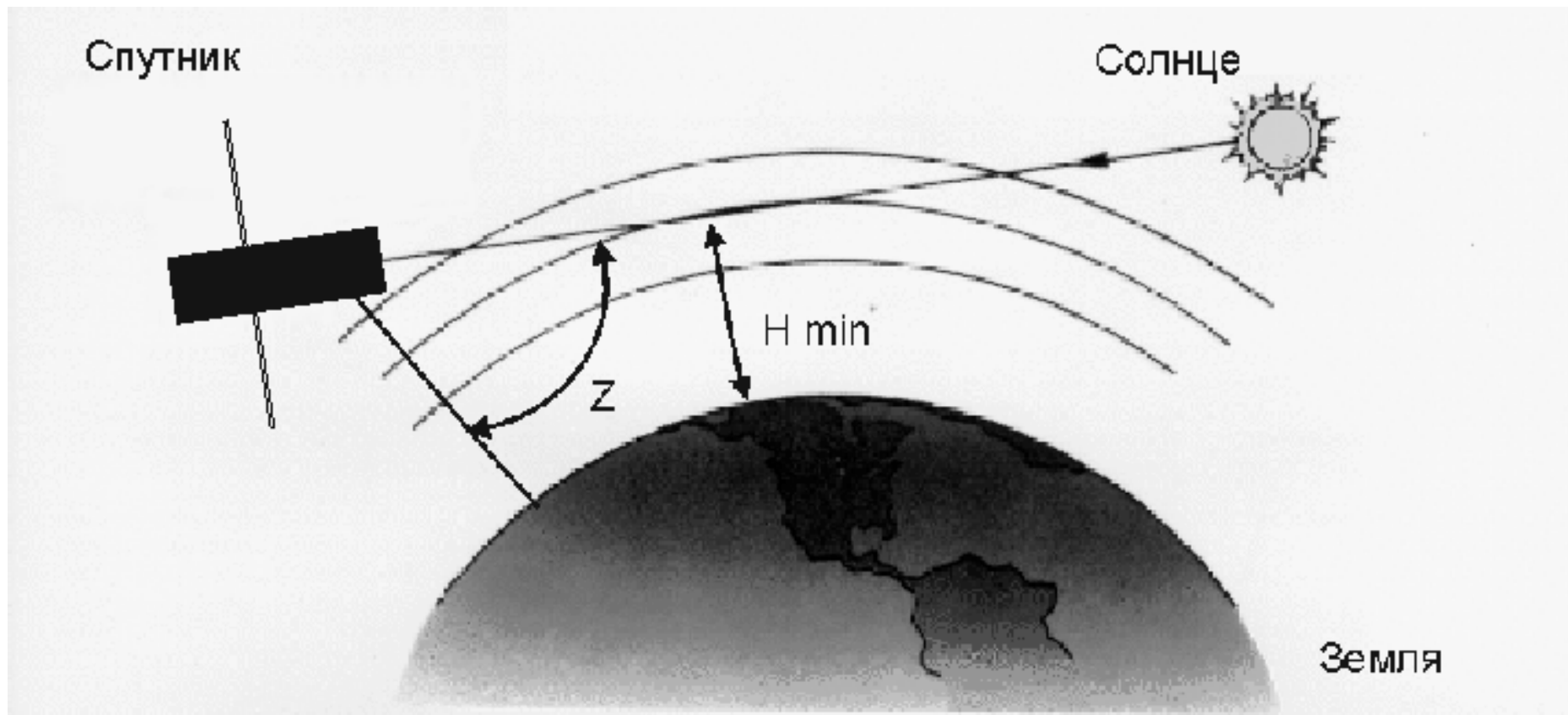
Контроль 2-позиционных приводов (шторок, Лунны....)



Глава 4 Некоторые результаты эксперимента СПИРИТ

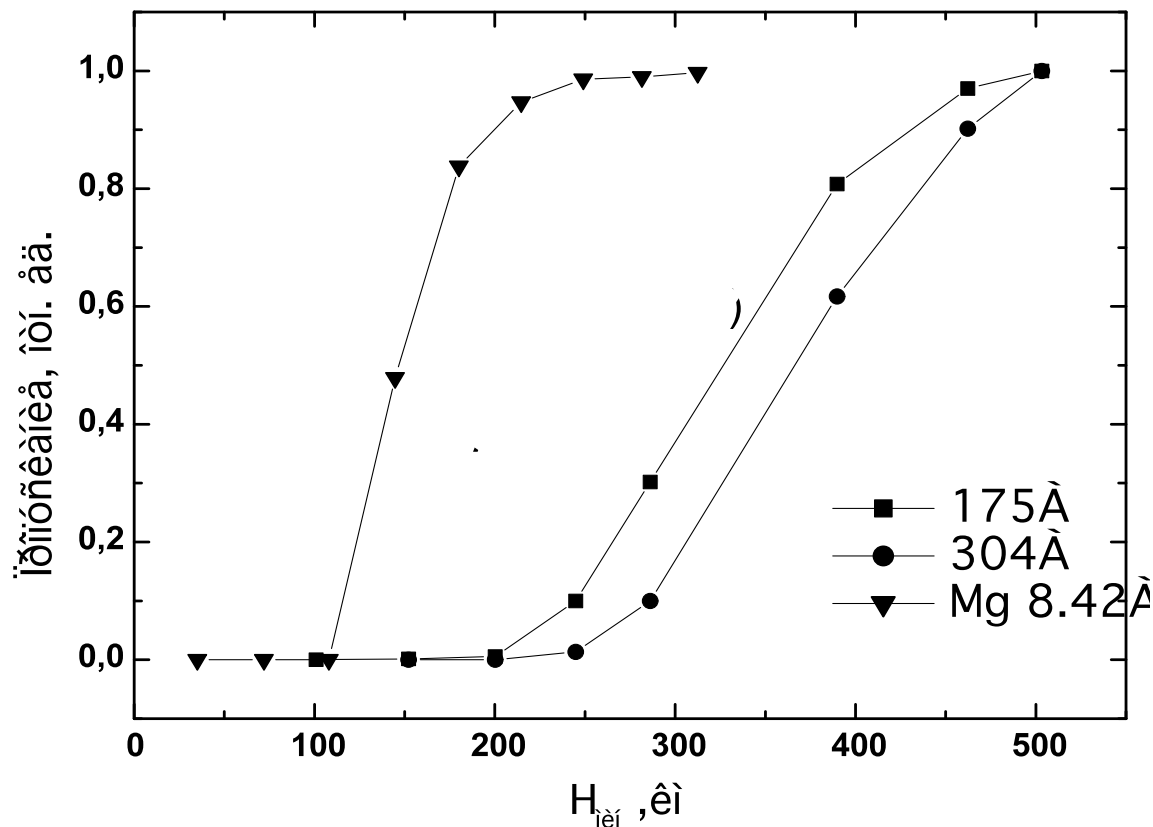
При наблюдении в линии MgXII 8.42A впервые обнаружен и многократно наблюдался целый класс новых явлений, обусловленных свечением высокотемпературных ($T=5\div 20$ МК) плазменных образований в солнечной короне и характеризующихся специфической формой и динамикой – так называемые “горячие облака” и “пауки”





Изучение поглощения ВУФ-излучения в атмосфере

Влияет солнечная активность, землетрясения, вулканы, запуск ракет, метеорные дожди



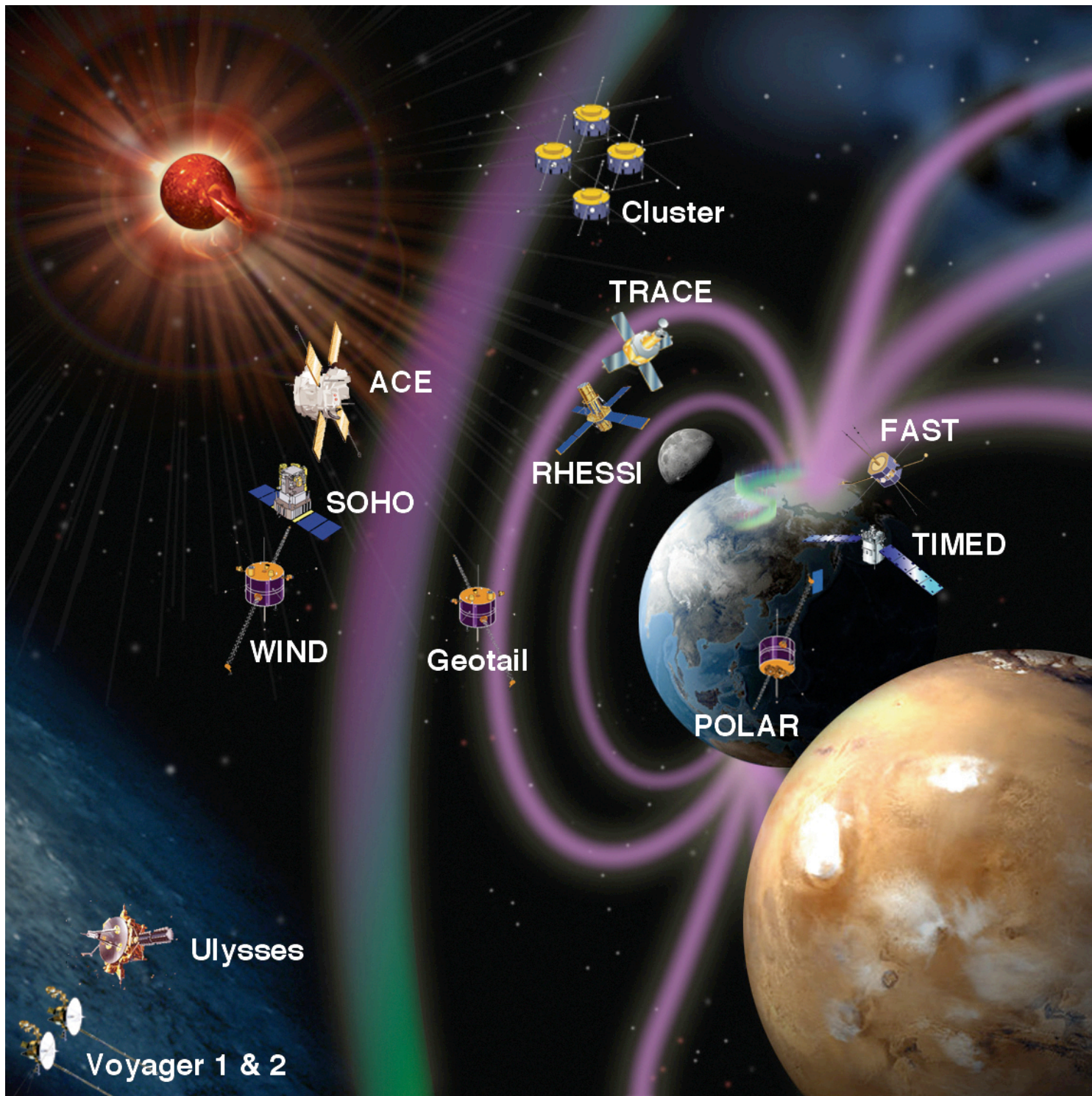
По X-высота луча над поверхностью Земли

По Y-пропускание

При переходе от стадии низкой солнечной активности к высокой поглощение на 175Å увеличилось в 3 р., а на 304Å – почти в 7 р. Интегр. пропускание атмосферы в длине волны 304 Å, измеренное в различные моменты времени при сравнительно равном уровне солнечной активности отличается на 10-20%, что может быть связано с вариациями параметров атмосферы в зависимости от времени суток или географических координат точки минимального приближения.

Основные положения, выносимые на защиту

- 1. Реализованы наземные методы управления долговременными экспериментами, обеспечившие получение 370 тыс. спектральных изображений солнечного диска и близкой и дальней короны (до 3-х радиусов Солнца) на орбитальной станции КОРОНАС-Ф за 30 тыс. часов работы**
- 2. Созданная наземная система оперативного управления аппаратным комплексом с высокой интенсивностью управления (1000 команд/сутки), позволяет исследовать быстропеременные процессы и обнаружить новые явления в солнечной атмосфере во временном масштабе десятков секунд.**
- 3. Созданная графическая база данных для управления результатом эксперимента СПИРИТ обеспечивает быстрый доступ (~15сек) к физической и служебной информации, содержащейся в архиве из 370 тысяч изображений Солнца объемом 140 ГБ.**
- 4. Созданы методы контроля информации, поступающей от прибора ТЕСИС с интенсивностью до 30 МБ/час.**



Конец

Основные результаты диссертации

- 1. Разработаны и реализованы основные принципы и структура создания комплексной информационной системы (КИС) управления астрофизическим экспериментом**
- 2. Разработаны оригинальные методы управления долговременным солнечным космическим экспериментами СПИРИТ, использующие:**
 - электронные таблицы для управления комплектом бортовых приборов
 - графическую базу данных для предварительной обработки и архивирования экспериментальных данных.**Эксперимент показал целесообразность этих методов.**
- 3. Разработаны методы представления информации, необходимые как для управления приборным комплексом, так и для предварительной обработки и архивирования данных.**
- 4. Разработаны и успешно использовались основные форматы данных, используемых в процессе проведения эксперимента (СПИРИТ)**
- 5. Создана КИС СПИРИТ, состоящая из двух подсистем-КИС управления приборами (КИС-У) и КИС управления данными (предварительной обработки и архивирования) КИС-Д**

6. Разработано и внедрено специальное программное обеспечение (ПО):

- Программа **MakeDialog**-для полуавтоматического создания файлов управления и автоматического наполнения базы данных по управлению
- Программа **ViewExcel** для автоматического наполнения электронных таблиц управления приборами и выполнения большинства задач управления и контроля приборов
- Программа **MakeFLIGHT**-для автоматического наполнения базы данных изображений Солнца
- Программа **EditFLIGHT** для автоматического редактирования базы данных изображений
- Программа **ViewFLIGHT**-графическая оболочка базы данных изображений для их поиска, просмотра и статистической обработки
- Программа **MakeBallisticq** для автоматического наполнения базы баллистических данных
- Программа **SyncFolders** для автоматических резервного копирования и синхронизации информации
- Программа **FindFile** для поиска информации в электронных архивах
- Программа **Reminds** для автоматического оповещения участников эксперимента о запланированных событиях эксперимента

•Программа **Atmosfera** для визуализации данных по поглощению в атмосфере

7. Созданы 3 автоматизированных базы данных:

- графическая база данных изображений Солнца, содержащая ~25 миллиона записей (информацию о 370 тыс изображений по 65 параметрам)
- база данных баллистической информации (5 млн. записей)
- база данных по управлению приборами (информация о файлах управления)

8. Разработаны методы контроля и управления и основные элементы КИС ТЕСИС, характеризующейся по сравнению с экспериментом СПИРИТ на порядок большими потоками информации (до 20-30 тыс. изображений в сутки)

Научная новизна работы состоит в разработке новых методов и создании КИС управления долговременными солнечными космическими экспериментами, позволившей без сбоев и фатальных ошибок провести эксперименты на борту космической станции КОРОНАС-Ф. В результате получены новые уникальные научные данные о строении и динамике солнечной атмосферы, а также ряд новых характеристик земной атмосферы. Некоторые из:

- впервые обнаружен и многократно наблюдался целый класс новых явлений, обусловленных свечением высокотемпературных ($T=5\div 20$ МК) плазменных образований в солнечной короне и характеризуемых специфической формой и динамикой «горячие облака», «пауки» и комплексные события с их участием
- в спектрах Солнца в крайнем ВУФ диапазонах 180 – 210 и 280 – 330 А зарегистрированы: 46 спектральных линий, не наблюдавшихся ранее в солнечных спектрах
- впервые получены данные о динамике короны на расстояниях до $3 R_{\odot}$ одновременно в линиях 175 и 304 А.
- показано, что , что при переходе от стадии низкой солнечной активности к высокой поглощение в земной атмосфере на длине волны 175 А увеличивается в 3 раза, а на длине волны 304А – почти в 7 раз.

Создание е-лаборатории (КИС астрофизической лаборатории)

Инвентаризация

View RTF Remarks Help About

Open DB

N лп Код
 Инв номер
 Зав номер
 Тип
 Модель
 Год
 Где стоит
 Кто пользуется
 Мат ответственный
 Свойства
 Комплектация
 Примечание
 Намечено списать
 Списание оформлено
 Сдано на склад
 Цена
 ПК РП
 Сеть
 Оптика
 Механика
 Прочее
 не списанные
 списанные
 из ведомости вне ведомости
 ведомости
 Намеченные к списанию

Инв. N	Зав. N	Тип	Модель	Год	Где стоит	Кто пользуется	Мат ответственный	Свойства	Комплектация	Примечание	Намечено списать	Списание оформлено	Сдано на склад	Цена	ПК	РП	Сеть	Оптика	Механика	Прочее	не списанные	списанные
29	195	Самописец	H327	XXXX	ИнвN=149033																	
100	195	самописец??	H307	XXXX	ИнвN=147532																	
116	199	?Прибор	43201	XXXX	ИнвN=148189																	
22	500	Компьютер	486DX4	XXXX	ИнвN=150236																	
19	500	Компьютер	486/33	1993	ИнвN=149490																	
17	500	Компьютер	PS/AT	1991	ИнвN=149032																	
16	500	Компьютер (э	EC-1841	1991	ИнвN=148298																	
15	500	Компьютер (А	*****	1990	ИнвN=147473																	
18	500	Компьютер	BITEX	1991	ИнвN=149033																	
18	500	компьютер	IBM PS/AT	XXXX	ИнвN=149033																	
13	500	Компьютер	DL-AT	1990	ИнвN=147147																	
12	500	Компьютер	суперком-2	1988	ИнвN=144039																	
11	500	Компьютер	*****	1992	ИнвN=144038																	
10	500	Компьютер	суперком-2	1988	ИнвN=144032																	
25	500	компьютер	*****	1999	ИнвN=151260																	
0	510	системный бл	*****	1901	ИнвN=																	
0	510	системный бл	*****	1901	ИнвN=																	
0	510	системный бл	Eximer	1992	ИнвN=																	
0	510	системный бл	Bytex mod	1901	ИнвN=																	
0	510	системный бл	Wiener Pro	1997	ИнвN=																	
26	510	системный бл	*****	2001	ИнвN=6089																	
18	510	системный бл	Bytex USA	XXXX	ИнвN=																	
18	510	блок	IBM PS/AT	1991	ИнвN=149033																	
19	510	системный	486/33	1993	ИнвN=149490																	
17	510	системный	PS/AT	1991	ИнвN=149032																	
21	520	монитор	Acer 17 "	1994	ИнвN=149860																	
17	520	монитор	Samtron?	1992	ИнвN=149032																	
10	520	монитор	ч/б	1988	ИнвN=144032																	
19	520	монитор	*****	1993	ИнвN=149490																	
16	520	монитор	*****	1991	ИнвN=148298																	
13	520	монитор	*****	1990	ИнвN=147147																	
15	520	монитор	*****	1990	ИнвN=147473																	
12	520	монитор	Packard Be	1988	ИнвN=144039																	
28	520	монитор	*****	2001	ИнвN=6092																	
0	520	монитор	14 or 15'	1901	ИнвN=150077																	
18	520	монитор	SAMTRON	1991	ИнвN=149033																	
23	520	монитор	SVGA 15 LG	1997	ИнвN=150836																	
24	520	монитор	SVGA 15 LG	1997	ИнвN=150837																	
27	520	монитор	*****	2001	ИнвN=6090																	
0	520	монитор	Supercom A	1992	ИнвN=																	
19	525	клавиатура	*****	XXXX	ИнвN=149490																	

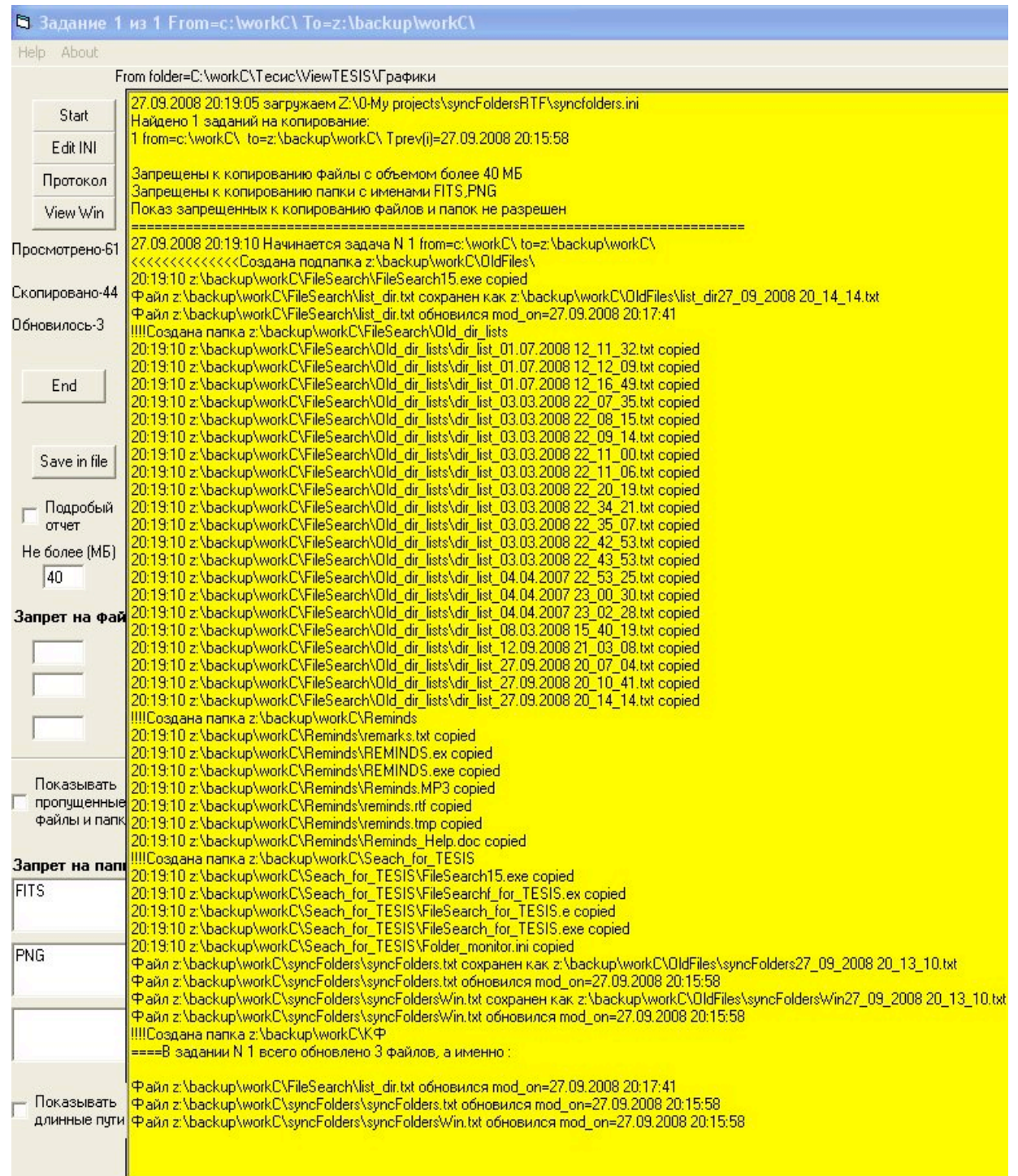
Сортировать по:

- N в ведомости
- Код
- Инв. N
- Зав. N

FontBold Font red Cut
 Underline Font blue Copy
 Regular Font Green Paste
 Font Black

RichTextBox2

Глобальная лаборатория SyncFolders.exe— синхронизация и резервное копирование



Составление расписания в формате EXCEL

Пример расписания работы аппаратуры СПИРИТ

31.12.2003	23:52:00	Откл РЕС и СРТ				
31.12.2003	23:54:00	Вкл	РЕС и СРТ	3293/3623		
31.12.2003	23:56:00	SRT	SRT_SEW			
31.12.2003	23:56:00	RES	res_54			
01.01.2004	0:36:00	SRT	SRT_SR5Z		Свет	13557
01.01.2004	0:36:00	RES	res_170			
01.01.2004	1:23:00	Тень				13557
01.01.2004	8:21:00	SRT	SRT_SR5Z		Свет	13562
01.01.2004	8:21:00	RES	res_170			
01.01.2004	9:01:43	Закладка ДФ	9:09:22 emergenc	29.00	13564	
01.01.2004	9:07:00	Тень				13562
01.01.2004	9:09:00	Откл РЕС и СРТ				
01.01.2004	9:11:00	Вкл	СРТ	3293/3624		
01.01.2004	9:13:00	SRT	SRT_SEW			
01.01.2004	9:54:00	SRT	SRT_HR6Z		Свет	13563
01.01.2004	10:34:09	Сброс	10:41:37	25.00	13565	
01.01.2004	10:40:00	Тень				13563
01.01.2004	11:16:00	Вкл	РЕС	3294/3624		
01.01.2004	11:27:00	SRT	SRT_SR5Z		Свет	13564
01.01.2004	11:27:00	RES	res_170			
01.01.2004	12:07:44	Сброс	12:15:12	24.00	13566	
01.01.2004	12:13:00	Тень				13564
01.01.2004	13:00:00	SRT	SRT_SR5Z		Свет	13565
01.01.2004	13:00:00	RES	res_170			
01.01.2004	17:38:00	RES	res_170			
01.01.2004	18:24:00	Тень				13568
01.01.2004	18:26:00	Откл РЕС и СРТ				