

отклонений. Объект может характеризоваться наличием двух состояний на близких уровнях статистической достоверности — спокойным и возмущенным с превышением потока относительно спокойного приблизительно в два раза. На основании подобия световых структур в ТэВ- и кэВ-диапазонах можно предположить, что оба компонента излучения образуются в пределах одной области релятивистской струи за счет синхротронного и обратного комптоновского рассеяния на одних и тех же распределениях релятивистских электронов, что соответствует SSC-моделям, рассматриваемым, в частности, в работе [8].

1. Владимирский Б. М., Зыскин Ю. Л., Корниенко А. П. и др. Принципы расчета и описание гамма-телескопа 2-го поколения ГТ-48 // Изв. Крымской астрофиз. обсерватории.—1994.—91.—С. 74—105.
2. Aharonian F., Akhperjanian A., Beilicke M., et al. Detection of TeV GAMMA-rays from the BL Lac 1ES 1959+650 in its Low States and During a Major Outburst in 2002 // Astron. and Astrophys.—2003.—406, N 1.—P. L9—L13.
3. Costamante L., Ghisellini G. TeV Candidate BL Lac Objects // Astron. and Astrophys.—2002.—384, N 1.—P. 56—71.
4. Hartman R. C., Bertsch D. L., Bloom S. D., et al. The Third EGRET Catalog of High-Energy GAMMA-ray Sources // Astrophys. J. Supl. Ser.—1999.—123.—P. 79—202.

5. Hillas A. M. Cerenkov Light Images of EAS Produced by Primary GAMMA rays and by Nuclei // 19th International Cosmic Ray Conf., La Jolla, USA August 11—23.—1985.—P. 445—448.
6. Punch M., Akerlof C. W., Cawley M. F., et al. Detection of TeV Photons from the Active Galaxy Markarian 421 // Nature.—1992.—358.—P. 477—478.
7. Quinn J., Akerlof C. W., Biller S., et al. Detection of GAMMA rays with $E > 300$ GeV from Markarian 501 // Astrophys. J.—1996.—456—P. L83—L86.
8. Stecker F. W., De Jager O. C., Salomon M. H. Predicted Extragalactic TeV GAMMA-Ray Sources // Astrophys. J.—1996.—473.—P. L75—L78.

VARIATIONS OF SYNCHROTRON AND INVERSE COMPTON RADIATION FROM THE BLAZAR 1ES 1959+650 IN 2003

V. V. Fidelis

In 2003, with the use of Cherenkov telescope GT-48, it was detected an excess flux of very-high-energy gamma-quanta in a direction to the blazar 1ES 1959+650 at a level of about 30 % of the flux from Crab Nebula ($E > 1$ TeV) at 4.4σ . Our analysis of observed data showed the correlation of the emission intensity at $E > 1$ TeV with the emission in the energy band from 2 to 10 keV accordingly to ASM/RXTE data.

© О. А. Минин¹, В. Ф. Лобанов², В. П. Якубовский²

¹Науково-дослідний інститут «Кримська астрофізична обсерваторія»

²Кримська лазерна обсерваторія ГАО НАН України

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ИСКУССТВЕННЫМИ СПУТНИКАМИ ЗЕМЛИ ДЛЯ СТАНЦИИ «КАЦИВЕЛИ-1893»

Описано новий пристрій керування приводом телескопа серії «Крим», що забезпечує автоматизований супровід спостережуваних об'єктів у реальному часі.

В 2003 году на станции «Кацивели-1893» вышло из строя устройство управления приводом лазерного телескопа (УУПТ). Оно было выполнено в виде блоков для крейта САМАС и через ISA (Industry-Standard Architecture) интерфейс подключено к управляющей ЭВМ. Ремонт устаревшего устройства не имел смысла, поэтому было принято решение о создании нового УУПТ. Вновь создаваемое УУПТ должно обеспечивать выполнение следующих основных функций:

- управление приводом двигателей телескопа;
- управление вращающимся зеркалом;

- согласование ЭВМ со службой времени;
- обеспечение работы с внешним пультом коррекции телескопа с учетом следующих требований:
 - подключение к современным ЭВМ типа IBM PC-AT/ATX;
 - автоматический поиск неисправностей устройства;
 - дешевизна и оперативность изготовления УУПТ.

При создании устройств, подключаемых к современным ЭВМ, очень остро стоит вопрос об аппаратном интерфейсе, особенно в случае, когда необхо-

Рис. 1. Схема подключения устройства к АТА-интерфейсу

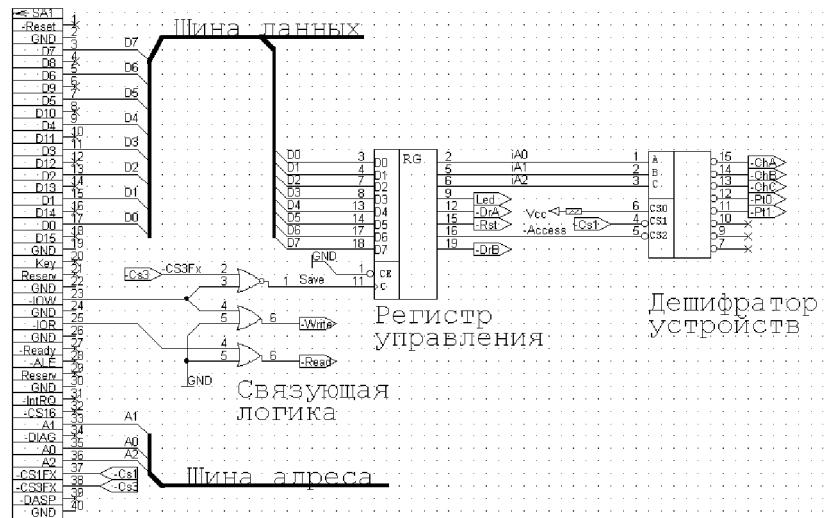
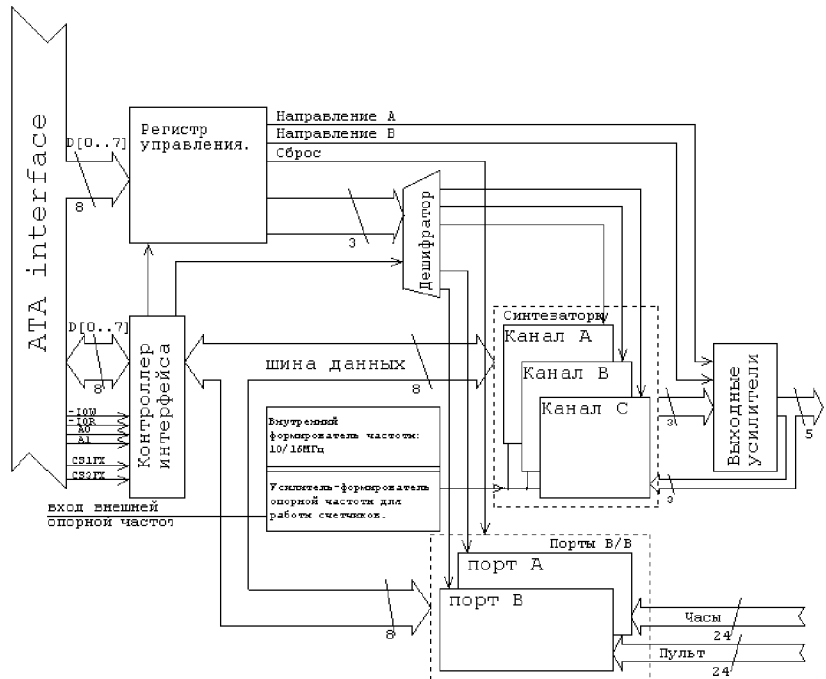


Рис. 2. Блок-схема УУПТ



димо подключить устройство, собранное на старой, но дешевой или имеющейся в наличии элементной базе, к персональным ЭВМ от «Pentium-II» и выше. Эти проблемы заключаются в том, что старые микросхемы не отвечают современным требованиям быстродействия, не могут питаться от низковольтных источников питания (3.3В, 2.5В). Кроме того, все современные интерфейсы обязывают поддерживать достаточно сложные протоколы автоинициализации устройств. Разработчик новой аппаратуры становится перед проблемой подключения даже простого разрабатываемого устройства к довольно сложной PCI шине (Peripheral Component Interconnect), которая пришла на замену EISA.

После проведения анализа всех доступных интерфейсов был найден оригинальный выход, который позволяет работать со «старой» 5В-логикой. АТА-интерфейс (Advanced Technology Attachment) остался практически неизменным со времен 80286-процессоров, то есть первых IBM-PC-AT, для него не обязательна сложная процедура PnP-инициализации (plug and play). Все, что необходимо, этот аппаратный интерфейс имеет: совместимость со стандартной (5В) TTL-логикой, несколько режимов работы — PIO-2, 3, 4, которые позволяют работать на разных скоростях обмена данными, и практическое отсутствие необходимости реализации сложных схем дешифрации адресов. Схема

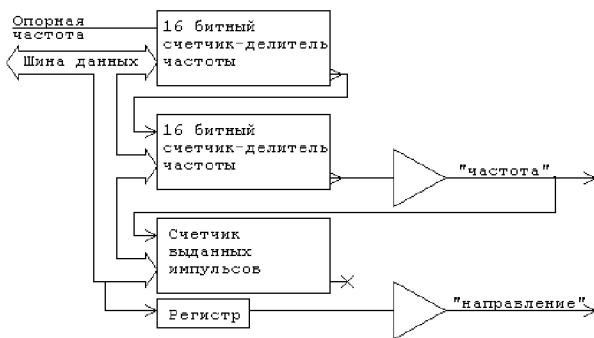


Рис. 3. Схема одного канала синтезатора

сопряжения настолько проста, что состоит всего из трех ТТЛ-микросхем стандартной серии 1531 (см. рис. 1).

Выбранное решение имеет свои ограничения, связанные, например с тем, что при таком подключении приходится использовать полностью вторичный (secondary) шлейф для подключения АТА-устройств. Для правильной работы с такой схемой в БИОСе компьютера нужно выставить протокол обмена PIO-2. Данная методика проверена более чем на 10 различных компьютерах с процессорами от 80386 до «Pentium-IV». В ходе проверки проблемы возникли только на одном РС. Проблему удалось решить за счет установки дополнительного контроллера АТА-устройств.

Выбранный интерфейс также очень прост с точки зрения разработки программного обеспечения: не требует реализации сложных протоколов обмена данными (достаточно знать базовый адрес устройства и адресацию логических устройств внутри схемы), что в свою очередь ускоряет адаптацию программного обеспечения для работы с УУПТ.

Разработанное устройство размещено внутри HDD-RACK для накопителя 3.5", что также позволяет устанавливать устройство, не разбирая компьютера, не нарушая гарантии на ПЭВМ.

Блок-схема УУПТ приведена на рис. 2. УУПТ состоит из таких частей:

- контроллер интерфейса,
- формирователь опорной частоты,
- синтезаторы частот — три идентичных канала управления ПШД,
- два порта ввода/вывода,
- выходные усилители на ПШД.

Опорная частота для синтезаторов частоты может формироваться как самой схемой, так и браться извне, например со стандарта частоты и времени. Возможные значения для опорных частот:

- внутренние источники: 10 и 16 МГц (выбор

таких источников не случаен: используемая логика 82С54 может работать на частотах до 10МГц, однако чем выше опорная частота, тем точнее можно выбирать скорость двигателей. Экспериментально установлено, что можно уверенно работать на частоте 16 МГц);

— внешние: 2 и 5 МГц — синусоида размахом 1 В (стабильность работы кварцевых генераторов обычно составляет 10 мкс, что соответственно вносит некомпенсируемую ошибку опорной частоты. Поэтому в схему добавлена возможность использования точных опорных частот, например с атомных часов).

Каждый из трех каналов — синтезаторов частоты состоит из трех управляемых 16-битных счетчиков-делителей (рис. 3), которые помещены внутрь микросхемы типа 82С54А.

Схема каждого канала содержит обратную связь, что позволяет тестировать работоспособность канала и вести учет числа импульсов выданных на привод двигателей.

Канал С предназначен для управления вращающимся зеркалом, поэтому не может управлять направлением движения.

Синтез частоты в УУПТ реализуется за счет двухкаскадного деления опорной частоты:

$$f_p = \frac{f_{оп}}{k_1 k},$$

где $f_{оп}$ — опорная частота УУПТ, k_1, k — коэффициенты деления первого и второго каскадов синтезатора частоты, f_p — управляющая частота для привода телескопа.

Для упрощения изложения будем полагать $k_1 = 2$ и определив опорную частоту $f_0 = f_{оп}/k_1$ выходного каскада, получим

$$f_p = \frac{f_0}{k}, \quad (1)$$

Указанное преобразование является дискретным из-за квантования коэффициента деления k , и получить произвольную управляющую частоту невозможно.

Разность между соседними значениями спектра частот:

$$\Delta f = -f_p - f_{p+1} = \frac{f_0}{k_p} - \frac{f_0}{k_{p+1}} = \frac{f_0}{k_p^2 + k_p}, \quad (2)$$

где Δf — разность между соседними значениями в спектре частот, f_p, f_{p+1} — соседние частоты спектра, k_p, k_{p+1} — коэффициенты деления для частот f_p, f_{p+1} соответственно, $k_p - k_{p+1} = 1$.

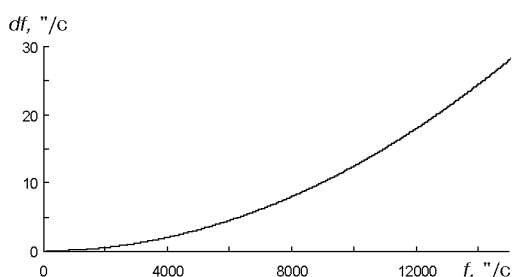


Рис. 4. График зависимости Δf от управляющей частоты

Заметим, что Δf уменьшается при больших значениях k_p .

Заменим в выражении (2) k_p , используя (1):

$$\Delta f = \frac{f_n^2}{f_0 + f_p}.$$

Анализ выражения показывает, что Δf уменьшается при увеличении величины опорной частоты f_0 и уменьшении требуемой управляющей частоты f_p .

На рис. 4 изображена зависимость максимальной Δf от величины управляющей частоты f_p . В расчетах взята максимальная опорная частота f_0 второго каскада синтезатора 8 МГц.

Видно, что на высоких скоростях движения телескопа (скорость определяется величиной управляющей частоты) вблизи 11000"/с ($\approx 3^\circ/\text{с}$) Δf составляет около 15"/с. Такое отклонение скорости от требуемой будет существенно влиять на точность сопровождения объекта и определяет границу применимости устройства.

Порты ввода-вывода (ПВВ) не являются специализированными и могут использоваться для ввода-вывода любой информации. Общая разрядность ПВВ — 48 бит или 2×24 бита. Один из портов схемы используется для чтения точного времени с внешних часов, второй порт на данный момент задействован частично и используется для работы с пультом управления телескопа.

Полное автоматическое тестирование устройства включает:

- автоматическое определение подключения устройства к компьютеру;

Успешные сеансы наблюдений

Спутник	Дата, 2004 г.	Количество пролетов	Количество нормальных точек
AJISAI	15.04—06.09	68	1021
BE-C	09.04—17.09	45	1089
CHAMP	14.09—01.10	3	48
ENVISAT	01.04—21.09	59	928
ERS-2	09.04—15.09	65	919
ETALON-2	28.05—28.05	1	4
GFO-1	19.04—12.10	19	273
GLONASS-84	21.05—20.09	3	13
GLONASS-87	17.09—17.09	1	4
GRASE-A	24.05—13.07	7	104
GRASE-B	03.07—03.07	1	14
JASON	01.04—24.08	31	673
LAGEOS-1	31.03—12.10	62	439
LAGEOS-2	31.03—12.10	41	300
LARETS	27.05—04.08	5	20
STARLETTE	31.03—15.09	43	409
TOPEX	01.04—31.08	46	1111
ВСЕГО		500	7369

- автоматическое определение наличия рабочих частей схемы (микросхем);
- автоматическое определение поданой опорной частоты, ее величины;
- определение работоспособности выходных усилителей, подсчет выданных импульсов.

В случае успешного прохождения всех предложенных тестов работоспособность устройства гарантирована. Для обнаружения неисправностей устройства написана тестовая программа, позволяющая находить все программно-тестируемые неисправности.

Наблюдения с использованием УУПТ начались в марте 2004 г. На данный момент произведено 500 успешных сеансов (см. таблицу) (<http://cddisa.gstc.nasa.gov>).

THE MODERN SYSTEM FOR TRACKING OVER ARTIFICIAL EARTH SATELLITES AT THE «KATSIVELI-1893» STATION

O. A. Minin, V. F. Lobanov, V. P. Yakubovsky

We describe a new control device for a telescope of the "Crimea" type which ensures the real time tracking over artificial Earth satellites.