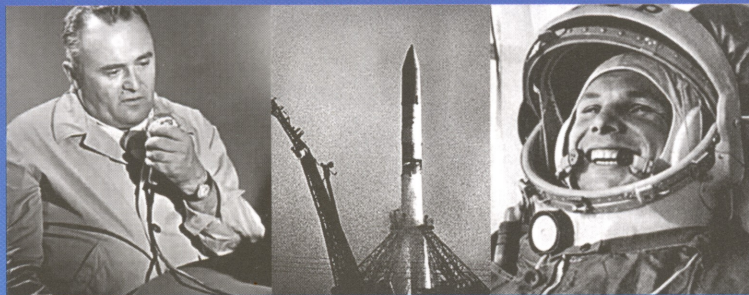


ISSN 2306-6555

Южная аэрокосмическая научно-исследовательская ассоциация

Украинский аэрокосмический журнал



№ 1(6)
2012 год
г. Николаев

блока «Фрегат-СБ» на космодроме «Байконур» обеспечивается максимально возможным использованием конструктивной и технологической базы, а также имеющихся на космодроме «Байконур» объектов наземной инфраструктуры.

Список используемой литературы

1. В.Е. Гудилин «Перспективные разгонные блоки».
2. Семенов Ю.П. Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева. 1946-1996. М., 1995.
3. Тарасенко М.В. Военные аспекты советской космонавтики. М., 1992.
4. Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно производственное объединение имени С.А. Лавочкина».

УДК 520.874.3

Бушуев Ф.И., Калужный Н.А., Шульга А.В.

ПРИЕМ СИГНАЛОВ ФРАНЦУЗСКОГО РАДАРА GRAVES В НИКОЛАЕВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

В докладе продемонстрирована возможность контроля орбитальных параметров космических объектов с помощью экспериментального радиотехнического комплекса, принимающего сигналы космического радара GRAVES (Франция), отраженные контролируемым объектом.

Ключевые слова: контроля орбитальных параметров космических объектов, радар GRAVES.

В доповіді продемонстрована можливість контролю орбітальних параметрів космічних об'єктів за допомогою експериментального радіотехнічного комплексу, що приймає сигнали космічного радара GRAVES (Франція), відбиті контрольованим об'єктом.

Ключові слова: контроль орбітальних параметрів космічних об'єктів, радар GRAVES

The report shows the possibility to monitor the orbital parameters of space objects using an experimental radio hardware complex that receives signals of the space radar GRAVES (France) which are reflected by the monitored objects.

Keyword: to monitor the orbital parameters of space objects, radar GRAVES

С момента запуска первого советского спутника земли 4 октября 1957 г возникла острая необходимость в контроле космического пространства. Эта проблема особенно актуальна и в настоящее время, так как количество искусственно созданных объектов в Космосе превысило сотни тысяч, что реально способно привести к столкновениям при запусках и эксплуатации спутников и обитаемых космических кораблей. Задача контроля в Космосе весьма актуальна и в военном и оборонном плане.

Контроль космического пространства осуществляется оптическими и радиотехническими средствами. Оптические методы, основанные на применении оптических и лазерных систем наиболее точны на сегодняшний день, однако их применение ограничивается в дневное время засветкой Солнца и весьма зависит от погодных условий в ночное время.

Это ограничение снимается широким применением и совершенствованием современных радиолокационных систем с одной из которых вы будете иметь возможность ознакомиться на основании материалов статей ряда авторов представленных в Интернете.

Речь пойдет о французской радиолокационной системе известной в печати как радар «GRAVES»

Радарная система расположена на территории Франции и состоит из передающего и приемного комплексов разнесенных на несколько сотен километров друг от друга.

Передающее устройство работает в непрерывном режиме излучения частоты УКВ диапазона (143,050) мгц и сканирует пространство с применением фазируемой антенной решетки (ФАР) в секторе 180 градусов южного направления. Мощность передающего устройства составляет 750 квт (Рис 1).

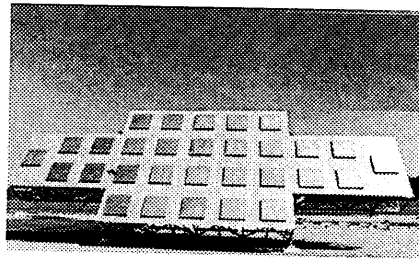


Рис 1. Передающая антенна радара GRAVES

Приемное устройство имеет в своем составе направленную антенну с переключаемой диаграммой направленности типа ФАР предназначенную для приема отраженных космическими объектами сигналов передатчика. Рис 2.

Регистрация частоты отраженных сигналов позволяет использовать эффект Доплера для вычисления орбитальных параметров космических объектов. Изменение радиальной составляющей скорости космического объекта относительно приемной и передающей станций приводит к характерному изменению частоты принятых сигналов что позволяет контролировать положение спутника в пространстве используя выполняемую быстродействующими компьютерами алгоритмическую обработку получаемых данных.

Поскольку прием отраженных сигналов может производиться в любой точке 180 градусного сектора сканирования антенны в радиусе до 2000 км, в НАО было реализовано приемное устройство с направленной антенной типа волновой канал, с помощью которой сигналы французского радара были использованы для наблюдения спутников, а также и метеоров, ввиду того, что метеорный плазменный след, возникающий при сгорании метеорных тел

является отличным отражающим радиоволны объектом. Существование метеорного следа не превышает доли секунды, но этого вполне достаточно для фиксации метеорных явлений, а атмосфере Земли, необходимого для ведения круглосуточного наблюдения в целях статистики метеорных потоков и вычисления их радиантов.

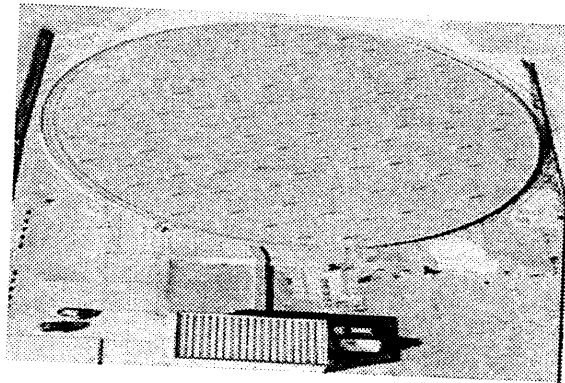


Рис.2 Приемная антенна радара GRAVES

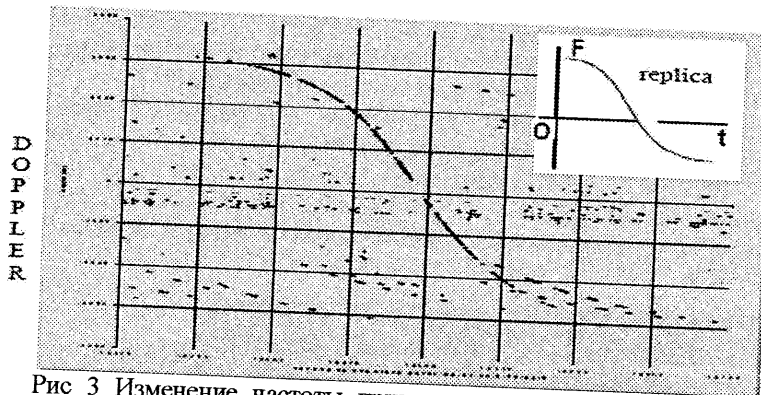


Рис 3 Изменение частоты принимаемых отраженных от спутника сигналов GRAVES

Как известно, большинство метеороидов являются остатками кометных тел вращающихся вокруг Солнца и в определенные дни года пересекающих орбиту Земли. Метеорные потоки могут содержать как малые, так и крупные тела — болиды, падение на Землю которых чревато трудно предсказуемыми последствиями. Примером может служить падение Тунгусского тела в 1908 году по версии многих астрономов имеющего кометное прошлое. Классическим примером могут служить и последние события 15 02 2013 связанные с падением и взрывом астероида в Челябинске.

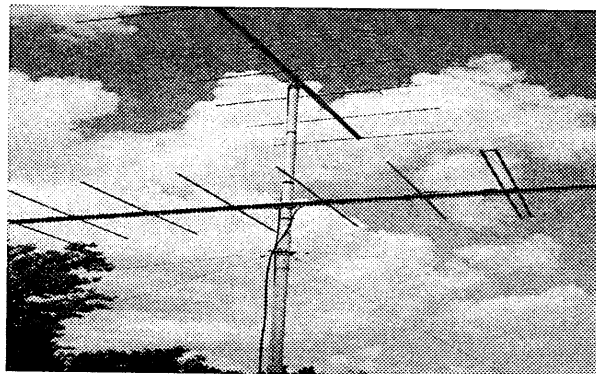


Рис.4 Приемная антенна в НАО

В качестве предварительного технического эксперимента в 2012 г. в НАО (Николаевская Астрономическая Обсерватория) были проведены наблюдения отражаемых спутниками, метеорами и Луной сигналов французского радара GRAVES.

Результаты эксперимента проиллюстрированы спектрограммами принимаемых отраженных сигналов. Прием сигналов в НАО осуществлялся УКВ приемником на частоте 143,050 мгц в телеграфном режиме, позволяющим выделять сигнал радара по методу биений несущей частоты радара с телеграфным гетеродином приемника, частота которого смещалась на +/-1 кГц относительно несущей частоты радара GRAVES.

Сигналы принимались восьмизлементной направленной антенной типа "волновой канал" (YAGI) имеющей усиление на резонансной частоте 12 дБ.

В качестве спектроанализатора использовалась компьютерная программа «Spectrum Lab» в комплекте со штатной звуковой картой компьютера, на которую подключались выходные сигналы приемника.

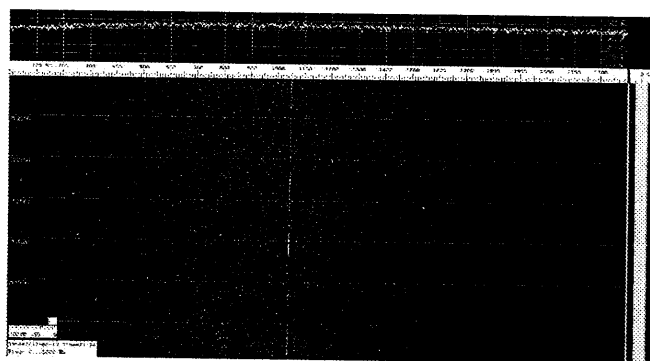


Рис 5 Сигналы радара GRAVES отраженные от спутника.

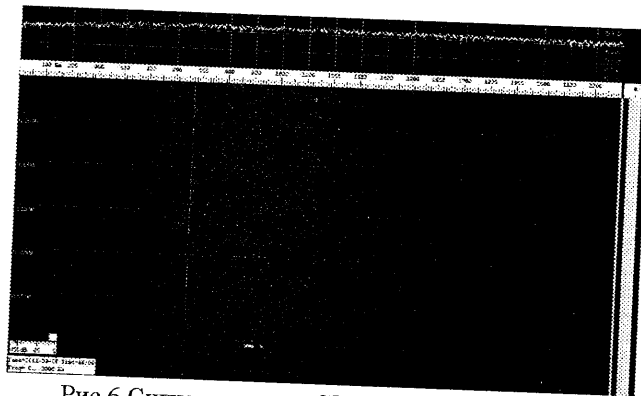


Рис 6 Сигналы радара GRAVES отраженные от метеора

Эксперимент показал, что приемник принимает не только отраженные спутником сигналы, но и прямой сигнал радара наблюдаемый за счет тропосферного распространения, что позволяет использовать эту возможность для точного определения и калибровки доплеровского смещения частоты отраженных сигналов от подвижных объектов.

При прохождении спутника на характерном расстоянии от пункта приема сигнала доплеровское смещение частоты становится равным нулю, что позволяет зафиксировать момент времени пролета спутника характерной точки его орбиты (используя для синхронизации времени GPS приемник типа Resolution-T), а характер графика изменения доплеровского смещения частоты косвенно характеризует траекторию движения спутника по орбите. Сравнивая полученные данные с математически рассчитанной репликой, при условии точного знания координат передающего и приемного пунктов, а также условия того, что спутник движется по кеплеровской (строго детерминированной) орбите, представляется возможность определения его орбитальных параметров. Более уточненные данные могут быть получены использованием базового метода наблюдения спутников при условии синхронизации времени наблюдения по GPS.

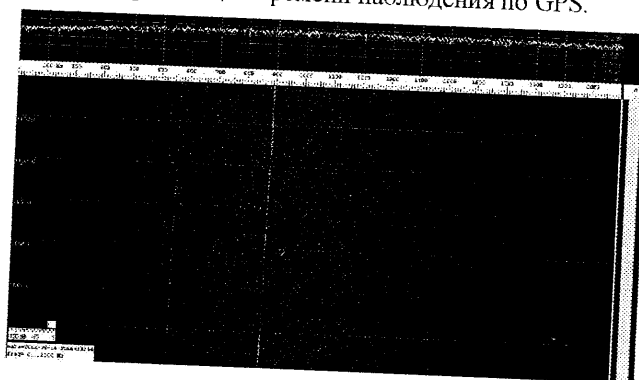


Рис.7 сигналы радара GRAVES отраженные от Луны

Выводы. Проведенные в НАО эксперименты показали на вполне реальную возможность использования сигналов мощного французского радара GRAVES для непрерывного мониторинга в НАО ближнего космического пространства на предмет изучения динамики искусственных спутников и метеорных тел. Важным обстоятельством является отсутствие каких либо значительных финансовых затрат на решение этой актуальной задачи. Более подробная информация о радаре GRAVES достаточно широко представлена в интернете.

Литература и ссылки интернета

http://www.btpdefense.dcg.terre.defense.gouv.fr/webgenie/rsce_app/Wg_mp/pa/pj/20080813_165234_160.pdf
http://www.defense.gouv.fr/dicod_uk/content/download/78640/719078/file/GRAVES-GB.pdf
http://www.ixarm.com/IMG/pdf/Coordomes_des_sites_DGA.pdf
http://www.lefigaro.fr/sciences/20070622.FIG000000062_graves_le_radar_francais_qui_surveille_les_objets_dans_l_espace.html
<http://www.lemonde.fr/web/article/0,1-0@2-3234,36-925954@51-924047,0.html>
http://www.space.com/news/060707_graves_web.html
<https://www.european-security.org/index.php?id=5669>
<http://www.onera.fr/news/2006-02.php>
<https://www.ensieta.fr/e3i2/intranet/Confs/Radar04/papers/3.pdf>
<http://www.fas.org/spp/military/program/track/klinkrad.pdf>
<http://home.arcor.de/satellitenwelt/spaceradar.htm#GRAVES>
http://list-serv.davidv.net/pipermail/moon-net_list-serv.davidv.net/2007-April/008957.html
<http://www.onera.fr/dprs/graves/>
http://www.capcomespace.net/dossiers/espace_europeen/albion/albion_aujourdhui_ZL.htm
http://www.klekoon.com/boamp/BOAMP_3_Detail.asp?ID_appel=937590