

«ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ» СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

В статье анализируется современное состояние спутниковых систем навигации и связи. Показано, что в последнее десятилетие эйфория, вызванная созданием в восьмидесятых годах XX века спутниковых навигационных и связных систем, повлекшая за собой неоправданно спешное уничтожение большинства аналогичных систем наземного базирования, сменилась возрастающей озабоченностью. В статье прогнозируется развитие ситуации. Выход из сложившегося тревожного положения, авторы видят в создании глобальной сети навигационных систем eLoran, которые по точности сопоставимы со спутниковыми системами.

Ключевые слова: спутниковая система, магнитная буря, уязвимость, глушение сигналов, спуфинг, eLoran.

4 октября 1957 года в Советском Союзе был запущен первый искусственный спутник Земли. Началась космическая эра, повлекшая за собой революцию в науке и технике. Её негативные последствия остались незамеченными. Возобладала эйфория, связанная с существенными преимуществами космических систем навигации перед наземными, а космических систем связи перед коротковолновыми.

Как принято в человеческом обществе, новое всегда сопровождается ломкой старого. Со временем были разрушены системы радионавигации наземного базирования на том основании, что по точности местоопределения они существенно уступали спутниковым системам, создание и развитие которых приобрело гигантские масштабы. Экипажи морских судов практически избавились от радиостов и коротких волн: ведь космические системы сделали их ненужными.

Первые десятилетия космонавтики её будущее виделось исключительно в розовом свете. И никто не мог помыслить, что 4 октября 1957 года человечество «выпустит джинна из бутылки».

Эта фраза и сегодня может показаться крамольной. Но прислушаемся к словам авторитетов.

1 марта 2011 г. в пресс-центре газеты «Аргументы недели» состоялась пресс-конференция руководителя Центра прогнозов космической погоды ИЗМИРАН Сергея Петровича Гайдаша. В целом его высказывания можно было бы считать оптимистическими, если бы не фрагменты, которые приводим ниже.

«Космическая погода влияет на многие аспекты нашей жизни, но наибольшее влияние оказывает на технику, в основном на космическую (датчики активности, GPS). Во время больших магнитных бурь происходит повышение плотности атмосферы в 5–6 раз на высоте орбит спутников (около 500 км)... Когда спутник попадает в такую зону, он не может ни передать информацию на Землю, ни получить сигнал управления. В таких случаях многие спутники становятся предметами космического мусора. Что также важно, когда спутник тормозится, он начинает спускаться, и происходит несанкционированный, не запланированный сход с орбиты и падение.

15 марта 1989 года во время сильнейшей бури, американская система слежения за космическим пространством одновременно потеряла 1200 объектов... В том же году сошел с орбиты наш разведывательный спутник № 359, на его борту стояло много аппаратуры, которая требовала достаточного питания, и, кроме солнечных батарей, туда поставили ядерную энергетическую установку. Это все рухнуло на Канаду...

В неуправляемом режиме американская орбитальная станция «Скайлэб» (Sky Laboratory) упала в Австралии на необитаемые области.

Наша станция «Салют-6» упала в Чили... Могла упасть в неуправляемом режиме и орбитальная станция «Мир»...».

Дополним перечень спутников, выведенных из строя магнитными бурями.

«Телстар-401» — 11 января 1997.

«Темпо-2» — 11 апреля 1997.

«Адеос» — 20 сентября 1997.

«Галакси IV» — 17 мая 1998.

Семь спутников системы «Иридиум» — апрель — август 1998.

Два японских спутника — 28 октября 2003.

15 июля 2000 года во время сильной магнитной бури был потерян японский спутник «АСКО».

Безусловно, этот перечень многократно увеличен в последующие годы.

А теперь продолжим рассказ С. П. Гайдаша, уже не относящийся к тематике ИЗМИРАН.

«В дальнейшем, если так будет идти развитие космонавтики, то космическая деятельность может быть просто прекращена. Невозможно будет провести запуск, не столкнувшись с объектами космического мусора (отработавшие спутники, части их, выводные блоки, осколки от столкновений)... Обломков очень много».

По некоторым данным [1], «на начало 1991 г. в космосе находилось около 7200 наблюдаемых объектов искусственного происхождения, причем лишь 5 % из них — действующие космические аппараты. Основная опасность «космического мусора» связана с высокими скоростями столкновения орбитальных

фрагментов с космическими аппаратами. В космосе частица диаметром 0,5 мм может пробить космический скафандр, даже если он изготовлен из многослойного материала».

Это данные более чем двадцатилетней давности. Надо полагать, что за прошедшее время количество «космического мусора» гиперболически возросло.

Постепенно эйфория пошла на спад. Появились статьи, в которых отмечались недостатки спутниковых систем. Одной из первых была наша статья [2] «К вопросу об уязвимости спутниковых систем связи и навигации».

Но, пожалуй, точки над *и* поставила работа [3]:

«У спутниковых систем навигации, которые так полюбились жителям развитых стран в последнее десятилетие, имеется масса слабых мест, и глобальный или локальный сбой такой системы может вывести из строя множество других зависимых систем».

Такое предупреждение содержится в недавно опубликованном докладе Королевской академии инженерных наук Великобритании.

Среди слабых мест глобальных навигационных спутниковых систем британские эксперты называют возможность загрузки на спутники ошибочных данных, критических для работы системы, сбои в работе внутренних часов спутника, потерю сигнала в результате солнечных бурь и других природных явлений и т.п.

Существование многих из этих уязвимостей было подтверждено практически. Ученые ссылаются на целый ряд примеров. Например, прошлой осенью Южная Корея обвинила Северную в намеренном глушении GPS-сигнала.

«Четыре года назад [3] в жизни жителей калифорнийского Сан-Диего наступил двухчасовой Апокалипсис, когда находящиеся в местной бухте военные корабли в ходе учений моделировали ситуацию потери связи и случайно заглушили GPS. Самолеты не могли сесть в аэропорту, системы управления кораблей свихнулись, мобильная связь пропала, банкоматы отказывались выдавать деньги, и т.д.».

Глушение сигналов GPS — возможно не самая большая неприятность, поскольку существуют параллельные навигационные методы, которые успешно применялись, когда о спутниковой навигации не было ещё и речи. Хуже, что разработаны методы спуфинга (рис. 1) — передачи ложного GPS-сигнала с целью манипуляции навигационными и синхронизирующими возможностями управляемого объекта.

Группа исследователей во главе с профессором Тоддом Хамфрис (Todd Humphreys) из Техасского университета успешно продемонстрировала то, как беспилотный аппарат с GPS-системой может быть перехвачен человеком, в руках которого находится GPS-спуфер [4].

Исследователи взяли с собой оборудование стоимостью около \$1000 на ракетный полигон Уайт-Сэндс в штате Нью-Мексико и показали наблюдателям из Департамента Национальной Безопасности США, как можно перехватить контроль над испытуемым беспилотником. Они смогли перехватить управление практически всеми типами GPS-систем.

Естественно, не только GPS-системы беспилотных аппаратов подвергаются опасности. Технологию можно использовать для спуфинга самолетов, кораблей или автомобилей, в которых используется спутниковая система навигации.

К сожалению, упомянутыми «чёрными дырами» беды космонавтики не ограничиваются. Говорят, технический прогресс нельзя остановить. Очень



Рис. 1. Методика спуфинга

удобное утверждение, способное оправдать даже Чернобыль. Неудивительно, что так называемый «технический прогресс» нередко наносит непоправимый ущерб будущности человечества.

Мы много говорим о проблеме глобального потепления, о пресловутых «озоновых дырах», которые неумолимо растут, а вместе с ними растет заболеваемость раком кожи. Мы скорбим о том, что «молодеют» онкологические и иные заболевания, что рождаются младенцы-уроды, но забываем, что всё это результат «технического прогресса», а вернее, нашей непримиримой войны с природой.

Чтобы сказанное не выглядело пустыми словами, приведём выдержку из [1]. При этом добавим, что таких обличительных материалов множество.

«В ионосфере воздействие ракеты-носителя проявляется в образовании так называемых ионосферных «дыр» вблизи следа ракеты. *Ионосферная «дыра»* — это результат взаимодействия воды, находящейся в продуктах сгорания, с ионосферной плазмой... только один запуск «Шаттла» ответственен за потерю 10 млн т озона...»

Нас вправе упрекнуть, что мы вышли за рамки спутниковых систем. Действительно, последние абзацы статьи относятся к космонавтике во всех её аспектах. Сознавая это, мы не включили в статью удручающие материалы об ущербе, нанесённом космонавтикой экологии. Они могли бы стать основой отдельной статьи.

Значит ли это, что авторы выступают в роли противников космонавтики. Напротив. Один из нас в далёком 1955 году, ещё до начала «эры космонавтики» был редактором книги «Межпланетные полёты» Арио Абрамовича Штернфельда, которого во всём мире считают вторым после Циолковского человеком в астронавтике, лауреатом международных премий Эно-Пельтири (1933 год!) и Галабера (1962). И как реликвию мы храним экземпляр этой книги с дарственной надписью: «Долгожданному редактору этой книжки... с уважением и благодарностью А. Штернфельз 11.11.55».

И Циолковский, и Штернфельд грезили межпланетными полётами, но вряд ли задумывались об экологической катастрофе, которая может случиться ещё до осуществления их мечты.

Но об этом не подумали (а должны были подумать!) те, кто пустил развитие космонавтики на самотёк. Ещё не поздно решить раз и навсегда эту проблему. Но это можно сделать только «всем миром» —

в международном масштабе, преодолев политические препоны.

А мы вернёмся в русло статьи и выскажем убеждённость, что будущее, пусть и отдаленное, всё же не за спутниковыми системами навигации, а за системами наземного базирования. И в этой связи вспомним несправедливо заброшенную систему eLORAN, воспользовавшись статьями [5, 6].

«В отсутствие какой-либо иной наглядной технологии, технология eLORAN отвечает всем требованиям. К сожалению, многие считают, что eLORAN исчезла в конце прошлого века, будучи вытесненной технологией GPS. Но дело в том, что инженеры LORAN продолжали развитие системы и справились с проблемой статических помех радиосвязи и, что еще более важно, предыдущая «цепочечная» конфигурация размещения заменена на конфигурацию «все в поле зрения», подобную GPS, где 8–10 передатчиков могут покрыть всю территорию, что, в свою очередь, может быть улучшено при помощи системы дифференциальной коррекции [5].»

К сожалению, работы по созданию eLORAN, приведшие к встречавшие большие трудности, проводились только в США и, в меньших масштабах, в Великобритании. Между тем проблема глобальной системы навигации наземного базирования, фактически лишенной коренных недостатков спутниковых систем, может быть успешно решена лишь совместными усилиями ряда государств, как это происходило с системой GALILEO.

«eLORAN, или увеличенный LORAN, имеет лучшие, более надежные передатчики, меньшие приемники по сравнению с LORAN C. Многие уподобляли eLORAN сильному наземному GPS с закодированными для безопасности сигналами. Всё было готово на 80 %, когда процесс был убит администрацией в 2010 г., несмотря на рекомендации закончить eLORAN и от Министерства транспорта, и от Комитета навигации (PosNav).

С этого времени американская береговая охрана потратила больше денег, демонтируя инфраструктуру LORAN-C и антенны, чем нужно было, чтобы закончить 20 %-ную модернизацию для полного перехода к eLORAN. Стоимость разрушения башен Loran около 25 миллионов долларов.

Теперь UrsaNav с их новой версией-2012 eLORAN готовы реализовать реальную потребность в воссоздании eLORAN — жизнеспособной резервной копии GPS, которая необходима в связи с угрозой потери способностей спутниковой GPS.

Опытный образец eLORAN уже функционирует с января 2008 г., служа восточной половине Великобритании и Северного моря. Он обеспечивает 10-мет-

ровую навигационную точность в подходах к главным контейнерным портам Великобритании.

Кроме того, с 2010 г. опытный образец eLORAN поставляет данные через Великобританию более широко [6].

Приходится признать, что попытки «заштопать» «черные дыры» спутниковых систем до сих пор не предпринимаются. Эту проблему необходимо решать в рамках ООН, а пока она лишь усугубляется.

Библиографический список

- Гукова Ю. А., Паслен В. В. Экологические проблемы космической деятельности // Сервер дистанционного образования Дальневосточного государственного университета путей сообщения [Электронный ресурс]. – URL: http://edu.dvgups.ru/METDOC/ENF/BGD/MONIT_SR_OBIT/METOD/USH_POSOB/frame/2_4.htm (дата обращения: 15.11.2012).
- К вопросу об уязвимости спутниковых систем связи и навигации : сб. науч. тр. НГМА / Новороссийская морская академия. – Новороссийск, 2004. – 2004. – Выпуск 9. – 115 с.
- Британские инженеры предупреждают: люди попали в опасную зависимость от систем спутниковой навигации // Newsru.com [Электронный ресурс]. – URL: <http://hitech.newsru.com/article/14Mar2011/gnssvulnerable> (дата обращения: 20.12.2012).
- Спуфинг представляет угрозу для космических GPS систем // www.gpsclub.ru [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gpsclub.ru/yandex_news/detail.php?ID=80294&phrase_id=1175076 (дата обращения: 18.11.2012).
- John Sheridan. GPS Jamming Prompts Renewed Interest in System Backup // www.ainonline.com [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ainonline.com/aviation-news/aviation-international-news/2012-05-02/gps-jamming-prompts-renewed-interest-system-backup> (дата обращения: 10.11.2012).
- Don Jewell. eLORAN and UrsaNav: Timing Is Everything // www.nautelnav.com [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nautelnav.com/in-the-news/eloran-and-ursanav-timing-is-everything/#more-6566> (дата обращения: 05.12.2012).

ПЛОНСКИЙ Александр Филиппович, доктор технических наук, профессор (Россия), профессор кафедры «Радиоэлектроника».

ПЛОНСКАЯ Тамара Васильевна, кандидат технических наук, доцент (Россия), профессор кафедры «Технические средства судовождения».

БОРАН-КЕШИШЬЯН Анастас Леонидович, кандидат технических наук, доцент (Россия), заведующий кафедрой «Судовождение».

Адрес для переписки: aleksandrplonskii@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 14.03.2013 г.

© А. Ф. Плонский, Т. В. Плонская, А. Л. Боран-Кешишьян

КНИЖНАЯ ПОЛКА

Куэй, Р. Электроника на основе нитрида галлия / Р. Куэй ; под ред. А. Г. Васильева ; пер. с англ. Ю. А. Концевого, Е. А. Митрофанова. – М. : Техносфера, 2011. – 587 с.

В издании представлен широкий круг вопросов, связанных с выбором подложек для гетероэпитаксии, с методами изготовления гетероэпитаксиальных структур, с технологией транзисторов на этих структурах. Рассмотрены материалы, приборы, много типов транзисторов, способных работать в различных диапазонах сверхвысоких частот. Рассматриваются схемы, создаваемые на этих транзисторах. Особое внимание уделяется вопросам надежности СВЧ-транзисторов на основе нитрида галлия. Книга представляет интерес для студентов, аспирантов, инженеров, разработчиков приборов и аппаратуры.