



Василий Лата, Владимир Мальцев

ГАЛИЛЕО: КАК ЕВРОПА ДВИЖЕТСЯ В КОСМОС

Галилео – европейский проект создания спутниковой системы навигации, который возник в 1999 г. по инициативе Европейской комиссии и Европейского космического агентства (ESA) с целью обеспечения Европы собственной независимой глобальной навигационной системой.

Проект *Галилео* нельзя рассматривать изолированно, в отрыве от развития геостратегической обстановки и состояния военных потенциалов. Поэтому необходимо рассмотреть возрастающие возможности космоса и его влияние на боевые возможности вооруженных сил будущего в развитых странах.

Происходящие в настоящее время на планете события носят характер не менее эпохальный, чем те, которые имели место в конце 1980-х – начале 1990-х гг. Тогда рушился биполярный мир – его сменял однополярный. Сегодня начинает рушиться однополярный мир, однако на его место приходит не многополярный, а «динамично нестабильный мир»¹. Мировой финансовый кризис не затормозил рост военных расходов ведущих стран мира. Наоборот, они превысили аналогичные затраты периода холодной войны.

КОСМОС В ЭПОХУ МНОГОПОЛЯРНОСТИ

Чемпионом в гонке вооружений, как и в предыдущие годы, остаются США. В 2009 г. они затратили на военные цели 670 млрд долл.². Это практически половина тех средств, которые тратит на оборону вся планета. Вслед за Вашингтоном идут Лондон, Париж, Пекин и Токио. Москва в этом списке занимает только шестое место. Ее затраты на оружие и боевую технику, по данным Международного института стратегических исследований (Лондон), составили 38,8 млрд долл.

В 2008 г., по данным Стокгольмского института исследования проблем мира (СИПРИ), мировой рынок оборонной продукции установил очередной рекорд, достигнув 1,464 трлн долл., или 2,4% от глобального ВВП³. За год на каждого жителя Земли пришлось по 217 *оружейных* долларов. Это примерно на 45% больше, чем 10 лет назад, и на 4% – по сравнению с 2007 г.

Этот процесс вызывает озабоченность в связи с тем, что:

- он является неуправляемым;
- темпы роста военных расходов не являются обоснованными и превышают различные пределы в несколько раз;



- он вызывает *цепную реакцию* в гонке вооружений значительного ряда стран;
- он может привести к необратимым и катастрофическим последствиям.

Начиная новый виток гонки вооружений семь лет назад, администрация Джорджа Буша рассчитывала обеспечить отрыв США в военной сфере от любого потенциального соперника в XXI в. Этим было обусловлено начало реализации в США сразу нескольких грандиозных военных программ, осуществление которых должно обеспечить Америке абсолютное технологическое превосходство в военной сфере над любой страной в мире или даже группами государств, объединенных в различные альянсы.

Самая амбициозная из этих программ – программа создания глобальной системы противоракетной обороны. Возвращение военно-политического руководства США к идее создания широкомасштабной системы ПРО, а европейских государств – к идее ЕвроПРО в значительной степени было обусловлено не столько увеличением числа государств, владеющих ракетным оружием, сколько значительными прорывными успехами в области информационных и космических технологий. Достаточно посмотреть на принятую в 2006 г. Концепцию новой американской космической политики⁴.

Для США космос приобретает все большее значение. Глобальные экономические интересы в глобализирующемся мире требуют глобального управления в реальном масштабе времени. Подобное управление предполагает детальный мониторинг в масштабе всей планеты, включая околоземное космическое пространство, оперативное принятие решений и организацию их исполнения. Такие возможности дает только космос, и главный *заказчик* таких возможностей – бизнес. Неслучайно в США последние годы именно бизнес, а не государство, не Пентагон, инвестировал развитие космических программ. Но бизнес всегда требует своей защиты. В данном случае – защиты космических систем.

Впрочем, и Пентагон имеет немалые интересы в космосе. Министерству обороны США, прежде всего, необходима информационная составляющая космических систем, большинство из которых создается на средства гражданских компаний. Именно на использовании информационного потенциала космических систем строятся замыслы трансформации американских вооруженных сил.

Глобальная космическая информационно-управляющая суперсистема должна обеспечить реализацию фундаментальной идеи сетевых войн.

Современные американские космические средства являются не просто набором отдельных космических систем различного функционального назначения, а единственной в своем роде информационной суперсистемой, элементы которой синергетически усиливают и дополняют друг друга⁵.

Например, военная эффективность американской Глобальной системы позиционирования (GPS) принципиально недостижима для российской ГЛОНАСС уже только потому, что первая есть часть суперсистемы, а вторая – лишь отдельно существующая высокотехнологичная система.

Создание космической информационной суперсистемы есть новое глобальное конкурентное преимущество США, созданное в ходе реализации других американских конкурентных преимуществ – в финансах и высоких технологиях. Именно это преимущество призвана констатировать и закрепить новая национальная космическая политика США.

КОСМОС И СОЗДАНИЕ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ БУДУЩЕГО

В основу формирования вооруженных сил будущего, соответствующих реалиям многополярного мира, ведущими мировыми державами положена идея *сетевидной* войны, опирающаяся на глобальную информационную мощь.

Суть концепции сетевой войны заключается в достижении успеха в вооруженной борьбе не за счет преимуществ в численности и огневой мощи войск, а в результате превос-

ходства в информационных возможностях и применения воинских формирований, созданных по принципу новой сетевой структуры.

Для сетевой войны характерно то, что в ней происходит трансформация поля боя в боевое пространство, в которое, помимо традиционных объектов, поражаемых обычными видами вооружения, включены цели, находящиеся в виртуальной сфере: эмоции, образное восприятие действительности, психика противника и т.п. Ведение сетевой войны невозможно без наличия глобальных коммуникационных связей между географически рассредоточенными, но объединенными в единую сеть войсками, что позволяет отказаться от иерархической системы управления. Создание глобальных коммуникационных связей за счет использования ресурса космических средств позволяет наиболее результативно превращать информационное превосходство в боевую мощь путем связывания интеллектуальных объектов в единое информационное пространство на театре военных действий (ТВД)⁶.

Первой из космических систем, которая может быть отнесена к классу истинных систем (достигая пределов хотя бы по одной характеристике), является космическая радионавигационная система (КРНС) с эшелонированным построением орбитальной группировки и дифференциальным орбитальным эшелонном⁷.

При ее включении в контур управления оружием последовательно в класс истинных систем лавинообразно переводятся все системы оружия. Причем этот процесс будет с каждым разом усиливаться по мере достижения предельных характеристик космическими системами связи и ретрансляции данных космической разведки.

При этом возникает процесс формирования новой – информационно-ударной – техно-сферы разноуровневых истинных систем оружия⁸.

Сейчас у руководства США преобладает мнение о том, что накопленный опыт в области создания информационно-ударных систем оружия позволит сделать значительный шаг вперед и создать дисбаланс силы в свою пользу в области стратегических вооружений.

Помимо этого, необходимо учитывать, что орбитальная группировка каждой информационно-космической системы (ИКС), включаемой в контур боевого управления средствами поражения информационно-ударных систем оружия (ИУСО), должна быть построена минимум в три эшелона. Поэтому не случайно с учетом указанных особенностей в течение ближайших 10 лет предусматривается дополнительно развернуть более 1800 американских космических аппаратов (КА)⁹. Вместе с тем, использование для этих целей только КА военного назначения может оказаться нецелесообразным по экономическим и международно-правовым причинам.

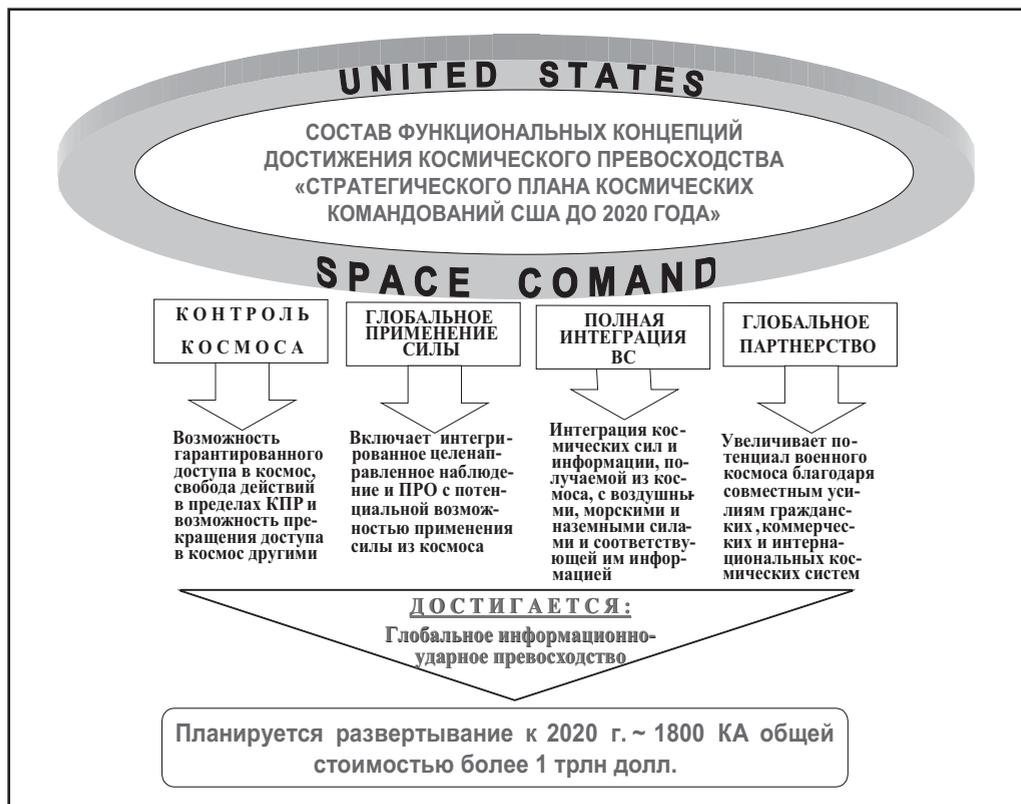
Поэтому в качестве другого, альтернативного подхода может быть использован подход, основанный на совместном применении ресурса ИКС военного (двойного), социально-экономического и коммерческого назначения. Возможность совместного использования указанных систем при значительном положительном эффекте была неоднократно продемонстрирована в ходе локальных войн и вооруженных конфликтов конца XX и начала XXI вв.

Вследствие этого в число новых функциональных концепций применения космических сил США (рисунок 1) наряду с такими концепциями, как *контроль космоса*, *глобальное применение силы*, *полная интеграция вооруженных сил*, была включена концепция *глобального партнерства*. Эта концепция предусматривает увеличение возможностей военного использования космоса путем объединения усилий гражданских, коммерческих, научных и международных космических систем (КС).

Одновременно благодаря использованию космического пространства происходит ускорение информатизации мирового сообщества посредством полного использования ресурсов и возможностей космических средств. На орбитах развертываются дорогостоящие космические системы и комплексы как элементы национального достояния суверенных государств.



Рисунок 1. Состав функциональных концепций достижения космического превосходства ВС США

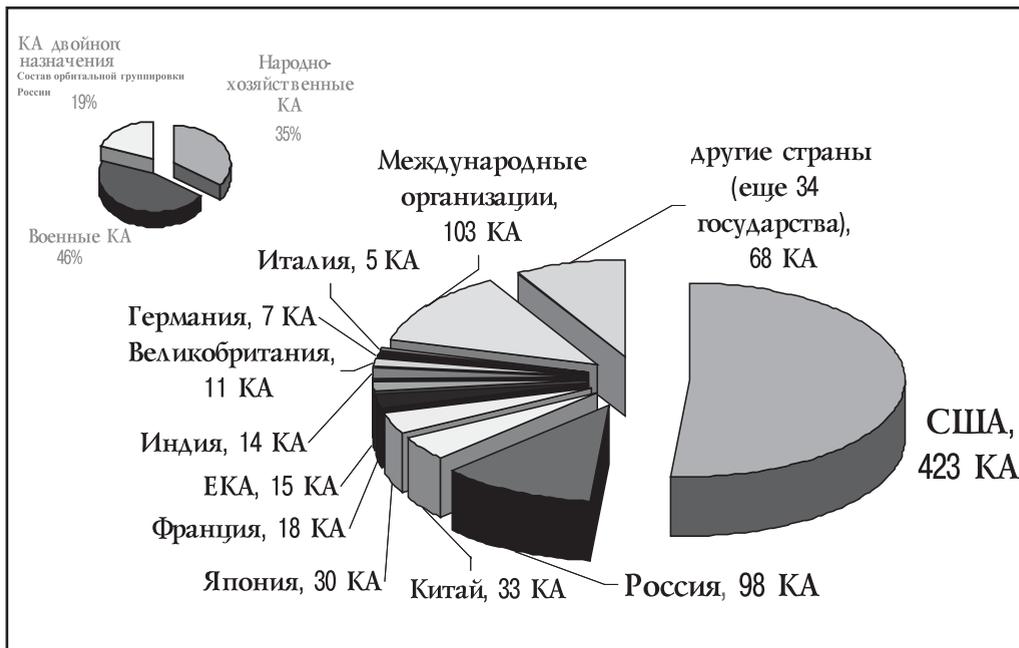


О масштабах развернувшегося процесса свидетельствует тот факт, что около 180 государств мира участвуют в космической деятельности¹⁰, порядка 40 из них работают над программами по использованию результатов применения космических средств в системах оружия, около 30 государств имеют государственные космические программы, 19 стран обладают производственной и научной базой, позволяющей им разрабатывать и производить собственные КА. Однако развитой космической инфраструктурой, позволяющей самостоятельно решать сложные задачи освоения и практического использования космоса, наряду с Россией обладают лишь США, Франция, Китай, Япония и Индия.

Мировой спутниковый парк насчитывает более 700 КА при их многомиллиардной стоимости (рисунок 2). Значительная часть из общей численности орбитальных средств являются космическими аппаратами военного назначения. Более тысячи компаний мира напрямую связаны с космической индустрией. К настоящему времени ассигнования на решение проблем военного использования космоса достигли очень высокого уровня. Общие ежегодные затраты США в этой области превышают 21 млрд долл. Причем около 20% из них приходится на спутниковые системы разведки.

Американские специалисты, оценивая общую картину запуска КА на околоземные орбиты, производят пересмотр прогнозов «Стратегического плана космических командований США до 2020 г.» и отмечают, что в ближайшем десятилетии (до 2010 г.) предстоит вывести в космос около 2200 полезных нагрузок, а не 1800, как планировалось ранее (на период до 2020 г.).

Рисунок 2. Мировой спутниковый парк (по состоянию на 2006 г.)



Таким образом, космос превращается для каждого государства в серьезную прибыльную дорогостоящую отрасль и основополагающую платформу для преобразования и формирования вооруженных сил будущего.

КОСМОНАВТИКА В ПЛАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА

В настоящее время Европейский Союз разрабатывает единую политику безопасности и обороны, а также стремится к созданию одной из самых конкурентоспособных, базирующейся на научной основе экономики мира. Большое значение при достижении выдвигаемых временем требований отводится космонавтике. В 2009 г. на собрании Космического совета было подчеркнуто, что расширению роли Евросоюза в космической сфере будут способствовать разработка механизмов обеспечения долгосрочного финансирования прикладных космических программ и проведение координации политического курса европейских стран в космической сфере¹¹.

В свою очередь это обуславливает изменение целей космонавтики – переход от решения исключительно коммерческих и научных задач к решению задач военного характера. При этом важнейшим требованием при реализации новой стратегии в космонавтике является обретение независимости от США и недопущение появления собственной космической инфраструктуры у других конкурентов.

Первым из таких практических шагов стала программа *Галилео*.

Совет Европейского Союза решил создать гражданскую систему навигации в феврале 1999 г.¹². Новая программа с бюджетом 80 млн евро вскоре была названа *Галилео*. Общие же затраты на систему *Галилео* (30 спутников и земной сегмент) оцениваются в 3800 млн евро.

Официально программа заявлена как программа для развития нового поколения международных услуг в области транспорта, телекоммуникаций, охраны окружающей природной среды и навигации рыболовецких судов.



Впрочем, озвученный гуманитарный характер системы вряд ли вводит кого-то в заблуждение. По своим характеристикам эта система относится к военным, хотя и заявлена как гражданская. Что американский GPS, что его российский аналог ГЛОНАСС разрабатывались в первую очередь для военных целей. И поныне американские вооруженные силы считают GPS одним из своих преимуществ в современных войнах, позволяющих производить сравнительно недорогое и надежное высокоточное оружие.

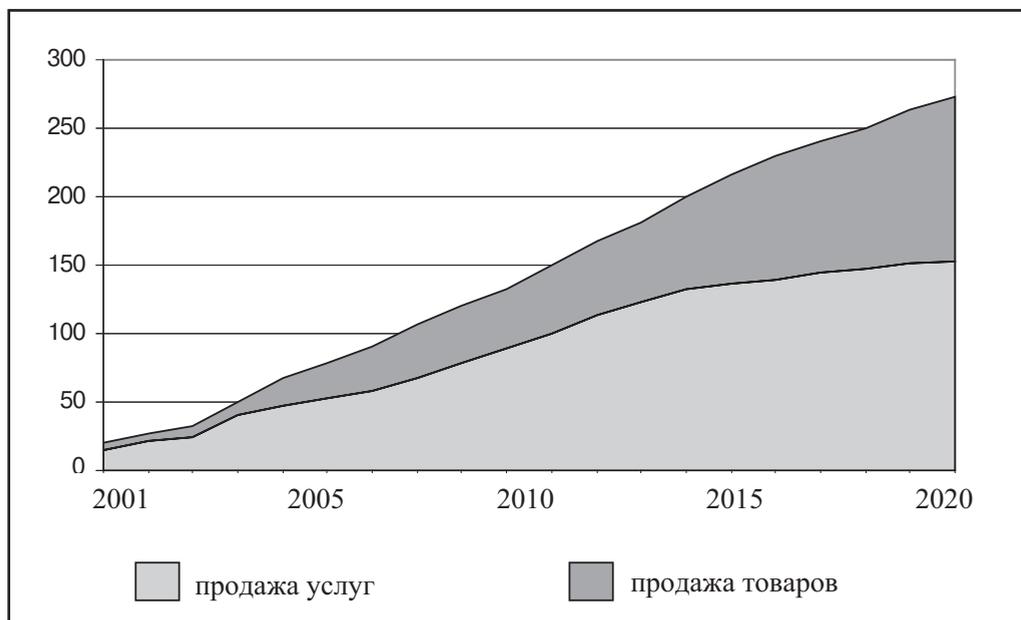
География стран, вовлеченных в проект *Галилео*, уже давно вышла за пределы Евросоюза. К программе присоединились Китай, Индия, Украина и Израиль. Активно ведутся переговоры с представителями Аргентины, Марокко, Мексики, Норвегии, Чили, Южной Кореи, Малайзии, Канады и Австралии о возможности участия в проекте.

Евросоюзу, а также прочим странам, претендующим на достойное место в мире будущего, нужен свой, независимый от США и России, космос. Ярче всего ожидания участников проекта *Галилео* отразил еще в начале века президент Франции Жак Ширак, который заявил, что неудача с проектом превратит Евросоюз в конечном итоге в экономического вассала Соединенных Штатов.

Несмотря на уверения США, что европейская сеть *Галилео* не нужна, поскольку уже работает американская сеть GPS, европейцы, а также их партнеры по *Галилео* не без оснований опасаются оказаться заложниками крутых поворотов американской внешней политики. Соединенные Штаты оставляют за собой право отключать или *загрублять* спутниковую навигацию над *проблемными*, с их точки зрения, регионами. Система GPS предоставляет такую возможность.

Аналитики утверждают, что рынок услуг глобальной навигации в течение следующего десятилетия будет постоянно расти. Так, по оценке Центра промышленной экономики и знаний при Тайваньском институте технологических исследований, к 2010 г. объем мирового рынка спутниковых навигационных устройств достигнет 10 млрд долл., а затем будет увеличиваться еще быстрее и к 2017 г. прогнозируется на уровне 750 млрд долл. В 2003 г. объем рынка составлял около 3,5 млрд долл. (рисунок 3).

Рисунок 3. Ежегодные мировые доходы от реализации услуг и товаров сектора спутниковой навигации (млрд евро)



По оценкам международного консалтингового агентства *PricewaterhouseCoopers*, коэффициент доходности системы на 20-летний период составит 4,6, что гораздо выше, чем у любого другого крупного европейского инфраструктурного проекта. Программа *Галилео* должна создать более 100 тыс. рабочих мест и ежегодно формировать контракты на оборудование и сопутствующие услуги примерно на 9 млрд евро.

Между тем, стоимость создания и эксплуатации всей системы эквивалентна затратам на строительство 150 км обычного шоссе в Европе.

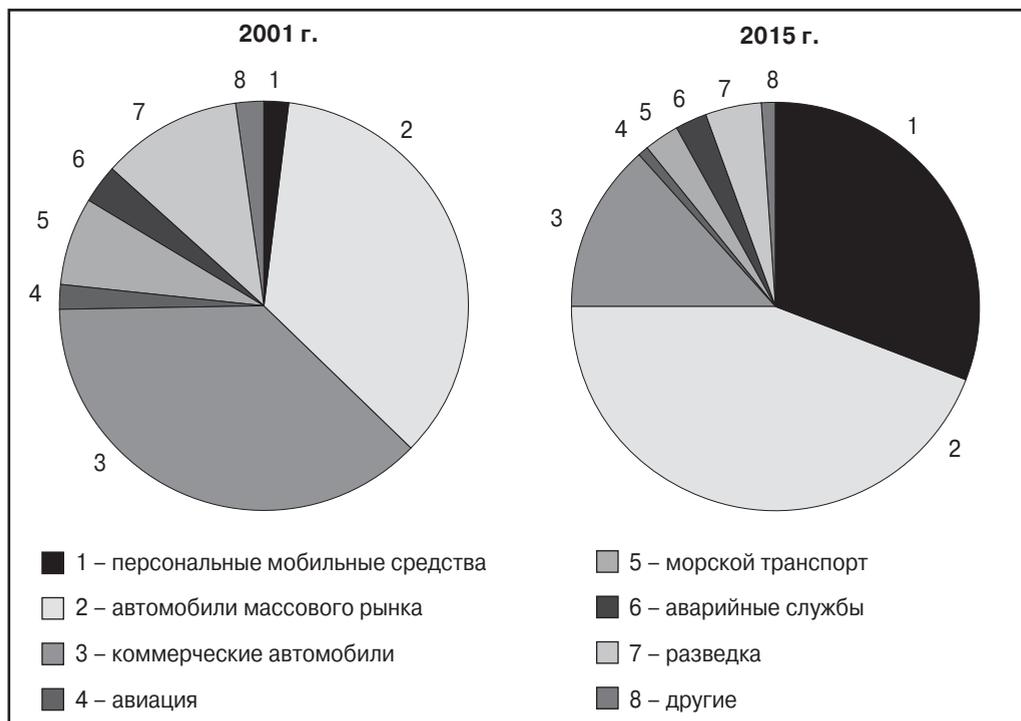
Для *Галилео* предусматривается три уровня управления:

- политический и стратегический уровень, при котором руководство осуществляется органами ЕС;
- уровень управления программой создания системы;
- уровень управления посредством создания частно-общественной компании, ответственной за освоение и функционирование системы.

Предусматривается, что *Галилео* будет находиться под гражданским контролем. В то же время ее использование планируется для традиционных объектов и для специальных потребителей, обеспечивающих безопасность, таких как полиция, служба предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и т.д. Это позволяет предположить, что в *Галилео* наряду с открытым сигналом будет реализован и закрытый сигнал, как в системах GPS и ГЛОНАСС.

В процессе разработки было принято во внимание, что за последние годы максимум потребностей в навигационных услугах смещается из сферы авиации и морского флота в область обслуживания движения сухопутных транспортных средств (рисунок 4).

Рисунок 4. Распределение чистого мирового дохода от спутниковой навигации по различным приложениям в 2001 и 2015 гг.



Применение *Галилео* повысит безопасность мореплавания, эффективность управления рыболовецкими сейнерами так же, как и контейнеровозами и спасательными судами. Предусматривается использование *Галилео* для обеспечения сигнализации и контроля движения поездов на железнодорожном транспорте.

Доля последней может составлять примерно 77%, в то время как доли гражданской авиации, морского флота и железнодорожного транспорта не превысят 1% каждая. При этом учитывается стремительный рост интенсивности дорожного движения. Использование спутниковых технологий рассматривается как способ обеспечения ограниченного доступа к специальным транспортным сетям посредством лицензирования или взимания соответствующей платы за услуги, что, в частности, может оказаться эффективным средством уменьшения транспортных потоков в городах и стимулом использовать общественный транспорт.

Управление общественным и частным транспортом позволит диспетчеру регулировать интенсивность его движения и планировать необходимые мероприятия. Системы оповещения об авариях будут передавать координаты места аварии. Соответствующие технические средства в будущем окажутся для каждого автомобиля вполне стандартными.

Существуют широкая область нетранспортных применений системы *Галилео*. Это и сельское хозяйство, и обеспечение работ на шельфе и в открытом море, а также геодезические работы на сухопутных территориях. Большие перспективы имеет развитие рынка определения точного времени в первую очередь для обеспечения систем связи, а также точной стандартизации частоты мощных энергосистем.

Применение *Галилео* в гражданской авиации связывается в первую очередь с совершенствованием управления воздушным движением, уменьшением протяженности маршрутов, ускорением доступа в аэропорты и, в конечном счете, с более эффективным использованием воздушных судов и наземной инфраструктуры. *Галилео* позволит обеспечить заход на посадку в большинстве аэропортов в соответствии с требованиями первой категории, повысить безопасность пассажиров и значительно уменьшить стоимость наземной инфраструктуры.

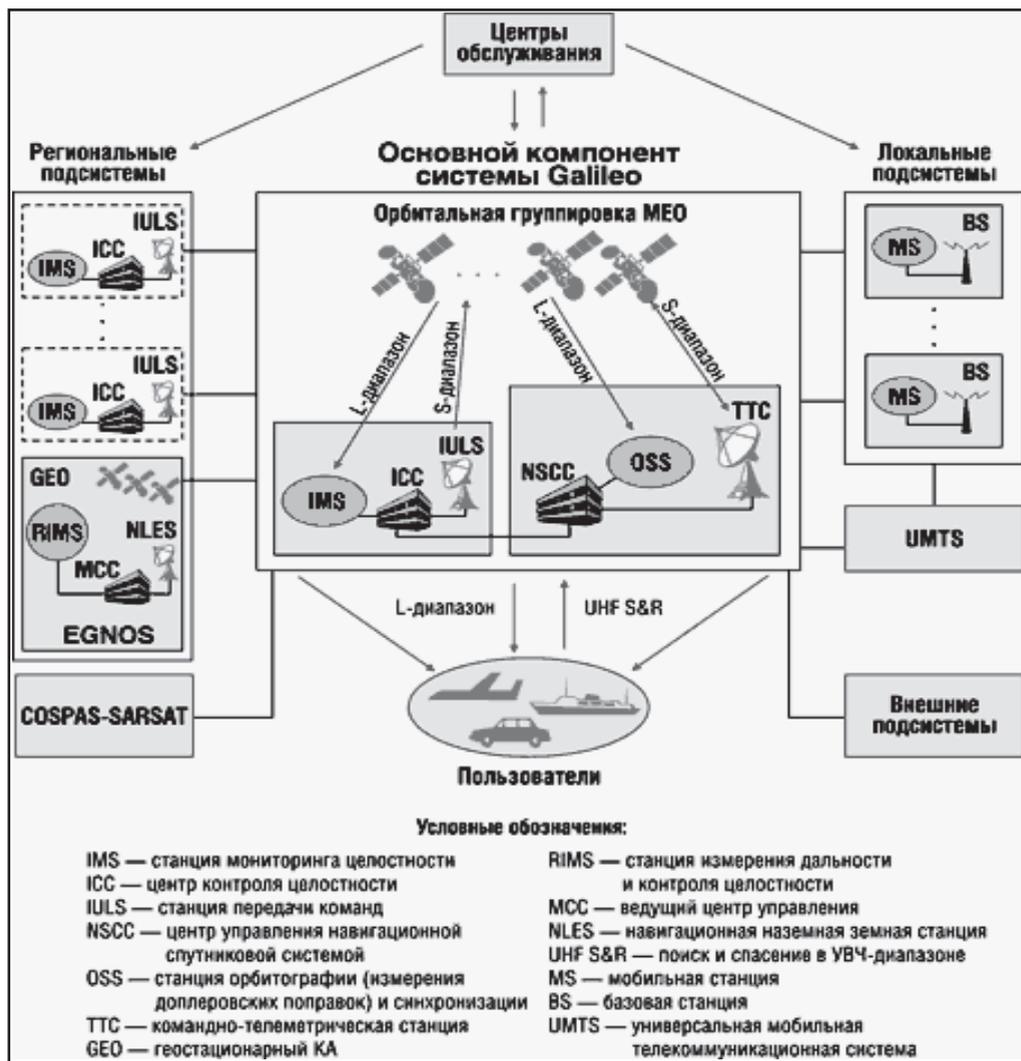
Макроэкономические выгоды от создания *Галилео* складываются из продаж внутри ЕС, экспорта аппаратуры потребителей и обеспечения различных служб с учетом занятости собственной промышленности. Проведена оценка эффективности для двух сценариев развития СРНС: использование *Галилео* и GPS и использование только GPS.

Галилео обеспечит Европе более широкие социальные преимущества. Так, уменьшение времени прохождения маршрута наземным транспортом на 1% приведет к снижению интенсивности движения, уменьшению загрязнения окружающей среды и количества аварий и к дополнительным выгодам общей стоимостью в 200 млрд евро.

Предполагается, что европейский проект глобальной навигационной спутниковой системы (Global Navigation Satellite System – GNSS) будет реализован в два этапа: GNSS-1 и GNSS-2. На первом этапе создается Европейская геостационарная система навигационного дополнения (EGNOS), которая будет обеспечивать те же услуги, что GPS и ГЛОНАСС в период до 2015–2018 гг. Основная часть проекта GNSS-2 базируется на новой спутниковой системе, получившей название *Галилео*. Ее орбитальную группировку планировалось развернуть в 2007–2008 гг., но в настоящее время на орбите находится только один КА, да и тот со «взломанными ключами».

Главными предпосылками создания системы EGNOS стали улучшение условий приема сигналов типа GPS/ГЛОНАСС (за счет добавления к ним GPS-подобных сигналов, генерируемых с помощью геостационарных КА) и своевременное оповещение пользователей о сбоях в работе навигационных спутников. Улучшение характеристик обслуживания в определенном географическом регионе достигается с помощью дополнительного (в определенной степени избыточного) спутника. Он должен излучать сигнал на частоте *L1* и будет доступен на большей части поверхности Земли (кроме полярных районов).

Рисунок 5. Обобщенная архитектура системы Галилео



Базовую орбитальную группировку системы EGNOS образуют три спутника *Inmarsat-3*, на которых будет установлен прозрачный ретранслятор навигационных сигналов С/L-диапазона (6,4/1,5 ГГц) с полосой $1575,42 \pm 2,2$ МГц. Он обеспечит передачу C/A кода, навигационного сообщения и сообщения о целостности созвездия спутников.

Навигационный комплекс системы EGNOS значительно проще, чем у спутников GPS и ГЛОНАСС. Сигналы, излучаемые КА *Inmarsat-3* в С-диапазоне, предназначены для приема наземными станциями управления, а в L-диапазоне – пользователями систем GPS/ГЛОНАСС. Благодаря передаче дополнительных навигационных сигналов улучшаются показатели доступности, а передача информации о целостности самих навигационных сообщений увеличивает достоверность принимаемых данных.

Структура организации сигналов в системе EGNOS гарантирует, что риск потери целостности не превысит $2 \cdot 10^{-7}$ степени в любом интервале времени продолжительностью 150 с, а максимальная задержка сигнала оповещения об отказе составит не более 6 с (потеря целостности – это неспособность системы своевременно оповещать поль-



зователей о возможных сбоях в работе). Расчетное значение риска потери непрерывности обслуживания не превышает 10^{-5} в час (непрерывность обслуживания – способность системы функционировать без перерывов с заданными рабочими характеристиками).

Проектирование системы *Галилео* велось с учетом ее интеграции с другими системами связи и навигации, что особенно важно в тех случаях, когда прием сигналов неустойчив и требуется передача дополнительной информации. Так, планируется интеграция *Галилео* с наземными навигационными системами *Loran-C* и *EUROFIX*, системами космической связи, имеющими собственные подсистемы определения местоположения (*Globalstar*, *Orbcomm*), а также системами беспроводной связи (GSM, UMTS), в которых предусмотрено хранение информации о местоположении абонентов.

Система *Галилео* будет иметь открытую архитектуру, что обеспечит взаимодействие с существующими системами GPS, ГЛОНАСС, разрабатываемой системой *EGNOS* и службами поиска и спасения. Запланированный перечень ее навигационных услуг гораздо шире, чем у GPS и ГЛОНАСС. Архитектура *Галилео* включает три основных элемента (рисунком 5): космический сегмент, наземную инфраструктуру (комплекс управления) и навигационную аппаратуру потребителей.

Космический сегмент базируется на орбитальной группировке из 30 средневысотных спутников (МЕО) и обеспечивает глобальное покрытие территории земного шара. Орбитальная группировка *Галилео* оптимизирована для обслуживания территорий, находящихся в высоких широтах.

Искусственные спутники Земли (ИСЗ) массой 725 кг и 1350 кг (для средних и геостационарных орбит соответственно) выполняются в форме шестигранной призмы (с трапецией в основании), на широкой боковой стороне которой размещается антенная подсистема, а на соседних боковых сторонах крепятся панели разворачиваемых на орбите солнечных батарей (четыре с каждой стороны). Выбранная форма спутника позволит, по расчетам проектировщиков, осуществлять вывод на орбиты до шести спутников одновременно. Расчетный срок активного функционирования ИСЗ на орбите составляет 10 лет.

Передача информации в системе *Галилео* базируется на иной, чем в GPS и ГЛОНАСС, структуре узкополосных и широкополосных сигналов. Главное отличие – более высокая тактовая частота, что позволяет повысить точность измерения псевдоудальностей и обеспечить передачу данных, необходимых для управления движением.

Всего, в соответствии с решением Международного союза электросвязи (МСЭ), на этот проект СРНС выделено уникальное число рабочих частот и сигналов: всего 10 навигационных в общем диапазоне, обозначенном как RNSS (радионавигационная спутниковая служба), и один (для системы S&R) в диапазоне 1544...1545 МГц.

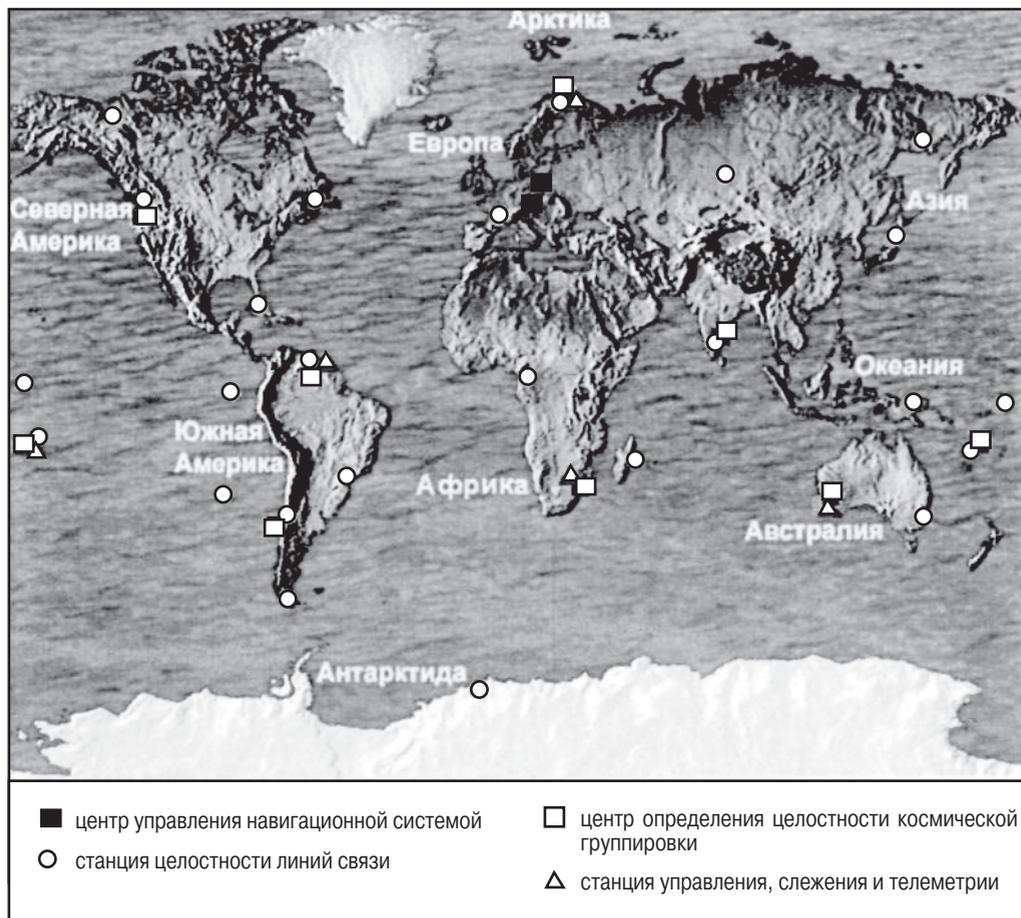
В настоящее время для системы *Галилео* МСЭ выделил шесть участков частот в L-диапазоне (для МЕО-спутников) и один участок в С-диапазоне (для геостационарных КА). Согласно частотному плану все три системы (*Галилео*, GPS и ГЛОНАСС) работают на близко расположенных частотах, но в неперекрывающихся участках спектра.

Каждый навигационный спутник *Галилео* будет излучать по два шумоподобных радиосигнала: в нижней и в верхней части L-диапазона. Для общедоступных услуг будут использоваться сигналы E1 и E2 со скоростью 2–4 Мчип/с. Эти сигналы по своим параметрам аналогичны С/А-коду системы GPS. Два других сигнала, E5 и E6, будут передаваться с более высокой скоростью и предназначены для обслуживания пользователей на коммерческой основе.

Благодаря доступу к точному сигналу в двух частотных диапазонах, клиенты *Галилео* получат информацию о своем местоположении с точностью 4 м в горизонтальной плоскости и 8 м в вертикальной при доверительном интервале 0,95. Применение европейского дополнения *EGNOS* повысит точность до 1 м, а в специальных режимах она будет доведена до 10 см.

Наземная инфраструктура *Галилео* (рисунок 6) включает станции телеметрического контроля и управления орбитальной группировкой, объединенные в единую сеть глобального мониторинга. Информация в такой сети будет обрабатываться со столь высоким быстродействием, что это позволит обнаруживать сбои в работе бортового оборудования КА за время, не превышающее 6 с. Планируется также значительно уменьшить время оперативного оповещения пользователей о сбоях в работе навигационных спутников.

Рисунок 6. Наземная инфраструктура *Галилео*



А
Н
А
Л
И
З

Наземный комплекс управления и контроля функционирования КА обеспечит запуск, ввод в эксплуатацию, обслуживание, использование по назначению и вывод аппаратов с орбит. В его состав в соответствии с концепцией войдут главный центр управления NCC (Network Control Center), которому будет подчинен центр управления навигационной системой – NSCC (Navigation System Control Center).

NSCC обеспечит координацию работы наземного комплекса управления GCS (Ground Control Segment) в составе:

- станций T&C сопровождения, управления и приема телеметрии, часть из которых будет одновременно выполнять функции закладки навигационных сообщений с помощью станций ULS (UpLoad Station): в глобальной части системы предпола-

гаются пять станций T&C, однако специалисты считают, что впоследствии их можно будет сократить до двух;

- ❑ станций определения параметров орбит КА и синхронизации времени – OSS (Orbitography and Synchronization Station), которые обеспечат вычисление эфемерид, параметров синхронизации и других данных;
- ❑ согласно первому и второму вариантам спутниковой системы в глобальной части системы предполагается иметь 12 таких станций;
- ❑ системы определения целостности данных – IDS (Integrity Determination System) в составе центра управления – ICC (Integrity Control Center); станций IMS (Integrity Monitor Station); по первому и второму вариантам спутниковой системы в ее региональной части предполагается иметь 15 таких станций; станций ULS (Integrity UpLoad Station) непрерывной передачи на геостационарные КА данных о целостности навигационного обеспечения (до трех региональных станций).

Ключевым отличием системы *Галилео* от GSP и ГЛОНАСС является использование системы определения целостности данных IDS, концепция которой предусматривает вычисление точностей навигационно-временных определений на основе данных глобальной части системы, вычисление корректирующих данных и формирование сообщений о целостности данных – на основе данных региональных частей системы.

Намечалось, что в состав наземного комплекса региональных частей системы войдет наземный элемент системы EGNOS. Архитектуры локальных частей системы будут определяться для каждого класса потребителей.

Предполагалось, что навигационное обеспечение будет трехуровневым:

- ❑ базовый уровень обслуживания со свободным (бесплатным) доступом OAS (Open Access Service) – для всех потребителей, однако не будет предоставляться никаких гарантий относительно точности навигационно-временных определений; на этом уровне могут быть предприняты меры преднамеренного снижения обеспечиваемой точности навигации при напряженной международной обстановке или в случае войны, а также если для потребителей впоследствии будет установлена плата за услуги;
- ❑ первый уровень обслуживания с контролируемым доступом CAS-1 (Controlled Access Service Level 1) – для потребителей, требующих гарантий относительно точности и доступности навигационно-временных определений с обязательствами со стороны провайдера по непрерывности обслуживания; на этом уровне могут быть предприняты меры преднамеренного снижения обеспечиваемой точности навигации при напряженной международной обстановке или в случае войны;
- ❑ второй, высший уровень обслуживания с контролируемым доступом CAS-2 (Controlled Access Service Level 2) – для потребителей с высокими требованиями по безопасности и целостности данных; этот уровень предполагает, что потребители финансируются правительствами (полиция, службы для действий в чрезвычайных ситуациях, вооруженные силы и другие потребители стратегического национального уровня); при напряженной международной обстановке или в случае войны не могут быть предприняты меры преднамеренного снижения точности навигации.

Работа системы *Галилео* будет базироваться на четырех ключевых службах. Базовая, общедоступная служба обеспечит позиционирование подвижных объектов (в том числе определение их координат с помощью мобильных телефонов), самолетную и морскую навигацию, передачу сигналов точного времени. Эти услуги предоставляются бесплатно.

Обеспечение безопасности, связанное с угрозой жизни людей, входит в компетенцию службы спасения. Она призвана обеспечить требования ICAO и других международных организаций для систем навигации, например, таких, которые гарантируют безопасную

постановку судов в док или предотвращение столкновения поездов. Расчетная вероятность определения координат в службе спасения с первой попытки – не менее 0,999.

В задачи третьей службы – общественного регулирования – входит предоставление навигационной информации государственным структурам, полиции, гражданской обороне, службам обеспечения правопорядка, экстренной помощи и т.д. Основные требования – защищенность от внешних воздействий и невозможность пиратского использования ее навигационных сигналов незарегистрированными пользователями.

И, наконец, коммерческая служба будет предоставлять платные услуги зарегистрированным пользователям. В перечень ее услуг, кроме бесплатных услуг общедоступной службы, войдет передача дополнительных зашифрованных данных, например, используемых для управления движением.

Кроме того, в системе *Галилео* планируется реализовать услуги службы поиска и спасения. Каждый спутник *Галилео* способен ретранслировать одновременно сигналы от 300 аварийных радиомаяков, находящихся в активном состоянии. Эта информация будет передаваться с борта КА в наземные пункты службы S&R. Точность определения местоположения для существующих в системе COSPAS–SARSAT радиомаяков – около 5 км, а для радиомаяков, оборудованных приемниками *Галилео*, – не более 10 м.

Системы *Галилео* и GPS будут взаимозаменяемыми, однако имеются четыре области, в которых характеристики европейской системы лучше, чем американской, а именно:

- гарантированное предоставление услуг в течение заданного периода времени для некоторых типов гражданских потребителей в вопросах точности, доступности, непрерывности и целостности навигационно-временных данных, что предусматривается соглашением между оператором системы, провайдером услуг и потребителем; это юридически дает право потребителю получить компенсацию в случае нештатного функционирования системы; гарантированность услуг достигается за счет контроля целостности данных, позволяющего потребителю уверенно использовать данные системы, и оповещения о неисправностях в системе;
- контроль целостности данных, повышающий общую безопасность использования системы в критичных приложениях; с некоторых спутников системы в глобальном масштабе для потребителей будет обеспечиваться передача зашифрованных сообщений о целостности данных, получаемых в наземном элементе системы, а именно: сообщений типа SISA (Signal In Space Accuracy) с оценками неопределенности дальностей до КА и флажков целостности данных (Integrity Flag) в навигационном сообщении, значения которых предупреждают потребителей о неисправностях на спутнике в течение 10 с (при обычной посадке самолетов) и 6 с (посадка при метеоминимуме первой категории ИКАО), а также отдельных предупреждений о состоянии спутников системы;
- улучшенные эксплуатационные качества и характеристики сигналов, что обусловлено использованием сигналов, аналогичных применяемым в системах подвижной связи, а также увеличенной мощностью сигналов (в частности, увеличена ширина полосы частот для сигналов, аналогичных сигналам американской системы на частоте L5); для потребителей, работающих с одночастотной аппаратурой, использованы более современные методы моделирования значений ионосферной задержки, что позволяет повысить точность навигационных определений, применена техника аутентификации потребителя, что защищает потребителя и оператора юридически при решении вопросов, связанных с гарантированностью услуг;
- наличие оборудования системы поиска и спасения на спутниках системы, позволяющего повысить безопасность потребителя посредством обнаружения (с вероятностью выше 0,98) его в реальном масштабе времени (приемным оборудованием спутников системы на частотах 406–406,1 МГц) и определением его местоположения с точностью до нескольких метров в течение не более чем 10 мин



А
Н
А
Л
И
З

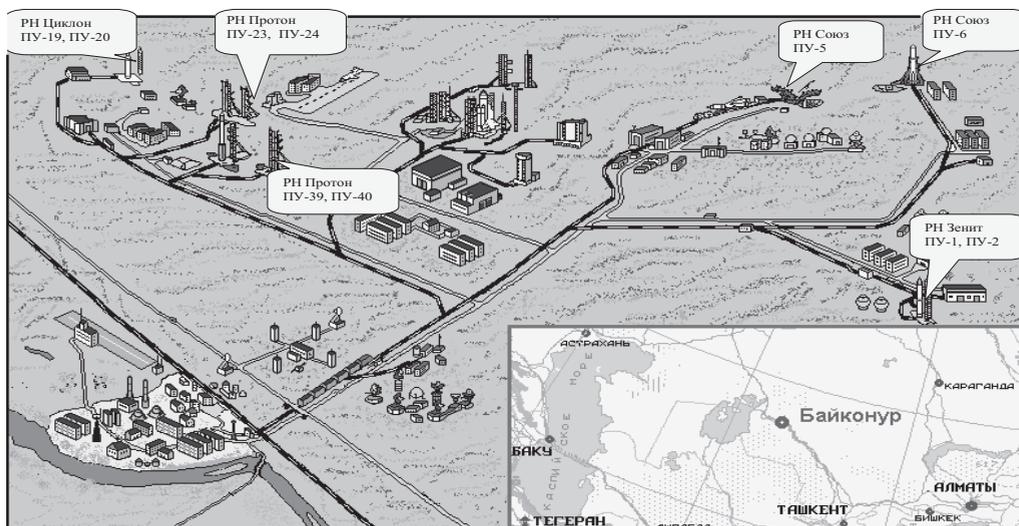
(в системе COSPAS–SARSAT с использованием КА на низких орбитах это время может достигать нескольких часов);

- еще одно заявленное преимущество системы *Галилео* – возможность точного определения положения объектов в крупных городах, где здания экранируют сигнал от спутников, находящихся низко над горизонтом. Она достигается за счет того, что число аппаратов, доступных для использования, в два раза больше минимально необходимого.

РАЗНОГЛАСИЯ США И ЕВРОПЫ В ВОПРОСЕ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ

28 декабря 2005 г. с пусковой установки №6 площадки №31 5-го Государственного испытательного космодрома Байконур (рисунок 7) стартовыми расчетами *Роскосмоса* осуществлен пуск ракеты-носителя *Союз-ФГ* с разгонным блоком (РБ) *Фрегат* и экспериментальным аппаратом *GIOVE-A* европейской спутниковой навигационной системы *Галилео*. Носитель изготовлен в ГНПРКЦ *ЦСКБ-Прогресс* (Самара), РБ – в НПО им. С.А. Лавочкина (Химки). Старт осуществлен по заказу компании *Starsem*.

Рисунок 7. Государственный испытательный космодром Байконур



Космический аппарат *GIOVE-A* был выведен на расчетную орбиту высотой более 23 000 км с наклоном 56°. Масса аппарата – 660 кг, габаритные размеры: длина – 1,2 м, диаметр – 1,1 м. Срок активного существования составляет 12 лет.

Спутник *GIOVE-A* является первым экспериментальным аппаратом системы *Галилео*. Его запуск, орбитальная проверка и отработка решают три взаимосвязанные задачи.

Во-первых, Европа закрепляет свое право на радиочастоты, выделенные для системы *Галилео* Международным телекоммуникационным союзом. *Во-вторых*, тестируются критические технологии бортовой навигационной аппаратуры. *В-третьих*, будет исследована радиационная обстановка на рабочей орбите системы.

Спутник *GIOVE-A* изготовлен британской компанией *Surrey Satellite Technologies Ltd.* (SSTL) по заказу Европейского космического агентства (ЕКА). Разработка КА началась в июле 2003 г. и обошлась в 28 млн евро.

Проект *GIOVE-A* базируется на спутниковой платформе для геостационарных мини-аппаратов GMP-D, разработанной SSTL в 2001 г. по теме Gemini. Форма корпуса близка к кубической и имеет размеры 1,3 × 1,8 × 1,65 м. Стартовая масса аппарата – 660 кг.

Выработку электроэнергии обеспечивают две разворачиваемые панели ориентируемой солнечной батареи длиной по 4,54 м и суммарной мощностью 700 Вт. Для обеспечения штатной трехосной ориентации и орбитальных маневров имеются электроракетные двигатели с омическим нагревом, работающие на бутане (два бака по 25 кг, запас характеристической скорости 117 м/с).

На спутнике установлено два комплекта рубидиевого стандарта частоты RAFS (*атомные часы*) и два генератора, причем первый будет вырабатывать простой навигационный сигнал L1, а второй – более репрезентативный сигнал E5 системы *Галилео*. Сигналы излучаются антенной типа *фазированная решетка*, составленной из 36 отдельных антенн L-диапазона и установленной на обращенной к Земле стороне КА. Прием этих сигналов наземной аппаратурой позволит изучить их структуру, проверить стратегию использования частот и испытать сами приемники.

Хотя европейская гражданская система спутниковой навигации делает только первые шаги, американцы обеспокоены потенциальной конкуренцией со стороны *Галилео*. США безуспешно пытались сорвать решение о развертывании европейской системы.

Одновременно США приступили к модернизации собственной системы для повышения точности определения местоположения, синхронизации и временной привязки, увеличения доступности сигнала, расширения возможностей мониторинга и контроля. В 2004 г. американское военное ведомство потратило на разработки и исследования в области GPS около 234 млн долл., в 2005 г. – 289 млн долл., а в 2006 г. потрачено еще 401 млн долл.

Эксперты называют две причины неприязненного отношения по ту сторону океана к европейской космической радионавигационной системе *Галилео*. Первая из них – *Галилео* составит конкуренцию для американской GPS в сфере гражданского использования. Вторая – *Галилео* существенно вклинивается в военное использование GPS. Последнее сводится к перекрытию спектров перспективного военного сигнала GPS (M-кода) и сигнала Режим государственного регулирования *Галилео*, что приводит, помимо взаимных помех, к трудностям в организации использования точной навигационной информации американскими и союзными им войсками в локальном районе во время кризиса.

Эти факторы на протяжении нескольких лет являлись причинами претензий к ЕС со стороны официальных лиц США, апеллирующих к натовской солидарности. После ряда встреч европейских и американских представителей на саммите в Дублине (2004 г.) было подписано основополагающее соглашение на десятилетний срок по обеспечению взаимной работы GPS и системы *Галилео*. Естественно было предположить, что это соглашение, подписанное столь высокими лицами, положит конец разногласиям в отношениях между США и ЕС в вопросе радионавигационной политики. Однако, по нашей оценке, этого пока не происходит. 

Примечания

¹ Храмчихин А.А. Поражение США в Ираке чревато тяжелыми последствиями для России. *Независимое Военное Обозрение*. 2006, № 46. С. 1–2.

² Главный урок двадцатилетнего юбилея. *Независимое Военное Обозрение*. 2009, № 40. С. 2.

³ Здравствуй, оружие! Оборонные расходы всех государств мира достигли полутора триллионов долларов, 2009, 11 июня, <http://www.lenta.ru/articles/2009/06/09/arms/> (последнее посещение – 3 декабря 2009 г.).

⁴ Бужинский Е.П. Космос: новый ТВД или сфера сотрудничества. *Независимое Военное Обозрение*, 2009, № 13. С. 1, 11.

⁵ Лисов И. Национальный космический вызов. *Новости Космонавтики*, 2007, № 1. С. 66–67.



⁶ Костюхин А., Горбунов Г., Сажин А. Информационные операции в планах командования ВС США. *Зарубежное Военное Обозрение*. 2007, № 5. С. 7–12.

⁷ Мальцев В.В., Миронов С.И., Тарасов Ю.М., Шавыкин А.С. Спутниковая радионавигационная система. Патент на изобретение № 2181927. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 27 апреля 2002 г.

⁸ Лата В.Ф., Мальцев В.В. Система систем: информационно-ударное оружие. *Индекс Безопасности*. 2007, № 3 (83), Том 13. С. 101–119.

⁹ Стратегический план КК США до 2020 г. Основные положения. (Перевод). М.: Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева, 1998. 26 с.

¹⁰ Киселев А.И., Медведев А.А., Меньшиков В.А. Космонавтика на рубеже тысячелетий. Итоги и перспективы. М.: *Машиностроение*, 2001. 672 с.

¹¹ Европа. О собрании Космического Совета. *Ракетная и Космическая Техника*. М.: ЦНИИмаш, *Проминформатика*. 2009, № 34, с. 1–3.

¹² Копик А. Строительство *Galileo* началось. *Новости Космонавтики*. 2006, № 2, с. 36–37.