

На правах рукописи

 Птуха П.С.

Птуха Павел Сергеевич

**МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К КОСМИЧЕСКИМ
АППАРАТАМ СВЯЗИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫХ НА
МЕЖДУНАРОДНОМ РЫНКЕ КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание

степени магистра по направлению Системный анализ и управление (220100.68)
магистерская программа – Системное проектирование космических аппаратов
(220100.68.05)

Красноярск 2014

Работа выполнена на Межвузовской базовой кафедре «Прикладная физика и космические технологии» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет»

Научный руководитель:

начальник управления стратегического развития ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» Барыкин Сергей Петрович

Рецензент:

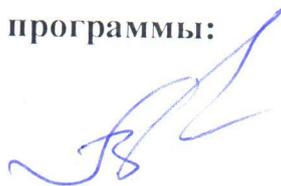
Латышев Дмитрий Юрьевич, начальник отдела «Перспективных проектов» ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева»

Защита диссертации состоится «8» июля 2014 г. в 16:00 часов в ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» по адресу: 662971, Железногорск, ул. Кирова 12

С авторефератом магистерской диссертации можно ознакомиться на сайте СФУ <http://edu.sfu-kras.ru/engineering> и в архиве открытого доступа: <http://elib.sfu-kras.ru>

Руководитель магистерской программы:

доктор технических наук,
профессор



В. Е. Чеботарев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из основных этапов в проектировании коммерческих космических аппаратов (КА) связи является формирование технических требований к КА, способствующее выпуску конкурентоспособных аппаратов.

В настоящее время на отечественных предприятиях - поставщиках космических услуг не имеется отработанного механизма формирования технических требований путем анализа международного рынка космических услуг для увеличений эффективности выводимой продукции к требованиям конечного потребителя и сокращению нецелесообразных затрат при технической компоновке бортовых систем КА. Для проведения необходимых исследований и анализа отечественные компании были вынуждены прибегать к услугам иностранных компаний, таких как: Thales Alenia Space, Euroconsult, SATconsult и другие. Уже сегодня, многие отечественные предприятия космической отрасли, поставили задачу в формировании на своей базе подразделений, отвечающих за исследование и анализ рынка спутниковых услуг.

Целью диссертационной работы является разработка концепции создания космической системы связи и ДЗЗ «TropiSat», формирования к ней технических требований, путем проведения глубокого анализа рыночной ситуации, (основные принципы построения были предложены украинско-бразильской компанией «Alcantara Cyclone Space»).

В ходе выполнения диссертации должны быть решены следующие задачи:

1. Исследование текущей динамики и анализ международного рынка космических услуг (особый объект исследования рыночных усилий – Бразилия).
2. Определение и квалификация возможностей системы «TropiSat», анализ потребностей рынка систем мониторинга Земли и понимание предлагаемых преимуществ системы «TropiSat».
3. Формирование технических требований, основываясь на потребности конечных пользователей космических услуг и основных принципах построения, предложенных Alcantara Cyclone Space.
4. Разработка предложения по созданию космической системы «TropiSat».

Объектом исследования диссертационной работы является перспективная спутниковая система связи и ДЗЗ «TropiSat», а также рынок космических услуг Южной Америки, в частности Бразилии.

Предметом исследования является повышение конкурентоспособности перспективных космических аппаратов отечественного производства, увеличение эксплуатационных характеристик КА за счет применения современных методов анализа международного рынка космических услуг и ориентации на конечного пользователя.

Методы исследования. Работа выполнена при информационной поддержке таких компаний как Thales Alenia Space; Alcantara Cyclone Space;

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» и «Днепротехсервис». Для решения поставленных в работе задач использованы статистические материалы, предоставленные компанией SATconsult, основы построения спутниковых систем связи и ДЗЗ, предоставленные компанией ОЗб, научно – технический задел ОАО «ИСС» в работе над платформой «Экспресс-500», теории анализа внешнеэкономической среды, основы компоновки малых космических спутников связи в целом и отдельных служебных подсистем.

Научную новизну диссертационной работы составляет предложенный метод формирования технических требований к космическим аппаратам связи, основанный на исследовании внутреннего и внешнего рынков стран и общем анализе, позволяющий повысить уровень конкурентоспособности выпускаемой продукции (КА), а также оптимизировать затраты при проектировании и изготовлении КА.

Апробация результатов работы. Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы обсуждались и докладывались на следующих конференциях:

1. XIII Международная молодёжная научная конференция «Интеллект и наука», г. Железногорск, 16-18 апреля 2013 года.

2. IX Всероссийская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием «Молодёжь и наука», г. Красноярск, 15-25 апреля 2013 года.

3. XVII Международная научная конференция, посвященная памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева (12–14 ноября 2013 г., Красноярск).

Результаты диссертационного исследования использовались при выполнении научно-исследовательских работ во время международной стажировки в компании Thales Alenia Space (г. Тулуза, Франция).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе изложены результаты исследований текущей динамики международного рынка космических услуг и перспективных тенденций, а также методы анализа мирового рынка спутниковых услуг (особый объект исследования рыночных усилий: Бразилия).

Появление новых спутниковых систем способствует и расширению рынка, и росту конкуренции: объем государственных инвестиций и использование собственных средств дало сильный толчок; в настоящее время не менее чем в 15-20 странах планируется построение их первой инфраструктуры связи с использованием спутников на протяжении последних пяти лет;

В этой среде способность к оптимизации положения на рынке и организация новых партнерских отношений и сделок являются ключевыми факторами, которые способствуют развитию этого бизнеса:

- различные тенденции создают новые возможности роста для спутниковой связи, а также демонстрируют увеличение разнообразия и сложности;
- остается выше, чем рост экономики в среднем на 3,3%, рост в отрасли в 2012 году таит в себе значительные различия среди рынков и участников;
- распространение более 32000 ТВ-каналов;
- как DTH (прямое спутниковое вещание), так и наземные сети продолжают выступать основными факторами роста.

Услуги связи также продолжают развиваться, чему способствовало несколько запущенных приложений (например, ретрансляция сотового трафика, доступ в Интернет) и рынков с вертикальной структурой (например, для морской и авиационной отраслей).

В 2012 г. доходы операторов FSS (службы связи через стационарные спутники) достигли 12,1 млрд. долл. США, что составляет 4,4 % от роста при исключении влияния обменного курса за аренду мощностей от около 7600 работающих ретрансляторов на конец 2012 г.

Коэффициент занятости составил около 77 % в мировом масштабе (источник: Euroconsult). Этот показатель является абсолютным максимумом за всю историю систем спутниковой связи. Являясь очевидным признаком присущего сектору спутниковой связи процветания и устойчивости, столь высокие показатели занятости также представляют надежное средство против падения конъюнктуры.

Основываясь на высоких показателях демографического и экономического роста:

- 48 % населения Латинской Америки,
- 41 % экономики региона, шестое место в мире по уровню показателей ВВП.

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Население (млн.) | 185,5 | 187,6 | 189,6 | 191,4 | 193,2 | 194,9 | 196,5 |
| ВВП (R\$ млрд.) | 2,369 | 2,661 | 3,032 | 3,239 | 3,770 | 4,143 | 4,403 |
| ВВП (US\$ млрд.) | 1,089 | 1,367 | 1,651 | 1,626 | 2,144 | 2,475 | 2,253 |
| ВВП на душу населения (R\$) | 12,769 | 14,183 | 15,992 | 16,918 | 19,509 | 21,252 | 22,402 |

| | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| PIB на душу населения (US\$) | 5,867 | 7,283 | 8,707 | 8,490 | 11,094 | 12,696 | 11,462 |
| Годовые темпы роста | 3,7% | 5,4% | 5,1% | (0,2%) | 7,5% | 2,7% | 1,3% |

Бразилия представляет собой перспективный и крупнейший рынок телекоммуникаций в Латинской Америке с особенно сильной динамикой роста по всем направлениям:

- абонирование/связь $\frac{3}{4}$ в особенности для мобильной телефонии, доступ в Интернет и платное ТВ
- плотность – особенно для широкополосного доступа и платного ТВ
- домашнее – особенно для телефонной связи и телевидения.

Общий доход телекоммуникационной отрасли страны был оценен в 113 млрд. долл. США в 2012 г. Согласно оценкам участников рынка ожидается, что он достигнет 120 млрд. долл. США в 2013 г.

По данным Центрального банка Бразилии, в течение 2012 г. данный сектор привлек около 6,6 млрд. долл. США иностранных инвестиций, что в десять раз превышает показатель инвестиций в 656 млн. долл. США, которые поступили на территорию страны в 2011 г.

Во второй главе разработана концепция создания спутниковой системы TropiSat, квалификация ее возможностей, обоснование предлагаемых преимуществ спутниковой системы, а также основываясь на данные исследований международного рынка космических услуг выведено соответствие потребностям рынка предлагаемой задачи позиционирования.

Обоснование предлагаемых преимуществ системы заключается в том, что комплексная система TropiSat разрабатывается как гибридная спутниковая система дистанционного зондирования и телекоммуникации, предназначенная для использования как государственными, так и частными компаниями Бразилии и других тропических стран.

Телекоммуникационный компонент системы, Трописат-Циклон (TropiSat-C), предназначен для предоставления широкого спектра услуг абонентам фиксированной и мобильной связи, таких как: высокоскоростной интернет, связь и передача данных.

Представляя собой часть более грандиозного проекта Алькантара Циклон Спейс (Alcantara Cyclone Space), нацеленного на запуск спутников с бразильской пусковой площадки Алькантра украинской ракетой-носителем Циклон-4, обуславливающего необходимость своевременной подготовки будущего стартового комплекса.

Система Трописат-Циклон (TropiSat-C) будет нацелена на региональные рынки (такие как бразильский), где развертывание больших частотных диапазонов ограничено ввиду географических, экономических и политических препятствий, а также целевые рынки и требования, которые

будут способствовать преодолению цифрового разрыва между развитыми и развивающимися областями.

Характеристики проекта:

| | |
|--|---|
| Количество функционирующих космических аппаратов | 8-10 |
| Высота | 8 000 км |
| Наклон орбиты | 2° |
| Зона покрытия системы | 0° ± 40° |
| Количество ретрансляторов КА | 10 |
| Количество Rx/Tx антенн КА | 10 |
| Диапазон частот каждого спутникового ретранслятора | 300 МГц |
| Rx/Tx скорость для каждого спутникового ретранслятора | 600 Гбит/с |
| Суммарный диапазон частот одного КА | 6 ГГц |
| Диаметр охвата одного луча | 500 км |
| Скорость передачи/получения данных наземных станций | . 600 Мбит/с . 155 Мбит/с . 5 Мбит/с (канал прямой связи) . 256 Кбит/с(возвратный канал) |

Согласно данным, полученных путем проведения анализа, конкурентное предложение системы Трописат-Циклон (TropiSat-C) представляется интересным ввиду следующего:

- основополагающие особенности бразильского телекоммуникационного рынка и значительный долгосрочный потенциал, который может быть от него получен;

- более благоприятная деловая и правовая основа, которую бразильские власти использовали в своем Национальном плане широкополосного развития.

Предложение системы Трописат-Циклон (TropiSat-C) было бы решением ряда важных конкурентоспособных вопросов, таких как:

- доступность: волоконно-оптический кабель зачастую не используется ввиду экономических причин - операторы нередко не в состоянии инвестировать десятки миллионов долларов, чтобы охватить сельские районы и обособленные места проживания. Система Трописат-Циклон (TropiSat-C) может предложить широкую область покрытия, высокую производительность и сжатые сроки ожидания по более низкой цене, чем оптоволоконные решения для широкого охвата сельских районов
- высокая пропускная способность: Система Трописат-Циклон (TropiSat-C) может предоставить прямой доступ к глобальной сети Интернет через основные сайты агрегирования контента и дальнейшее подключение, необходимое для частных корпоративных сетей, с возможностью подключения до 600 Мбит
- сжатые сроки ожидания: Система Трописат-Циклон (TropiSat-C) будет иметь меньшее время задержки, чем дальняя волоконно-оптическая связь со значением менее 150 миллисекунд, и в три раза большие возможности чем любая альтернативная спутниковая система (за исключением, разве что, O3b).

В Третьей главе разработаны предложения по созданию космической системы связи и ДЗЗ, основанной на низкоорбитальной группировке спутников, для обеспечения услугами связи и ДЗЗ различных ведомств и служб стран экваториального пояса, а также на основе вышеизложенных методов исследования и анализа сформированы основные технические требования с системные принципы построения спутниковой системы TropiSat.

По итогам разработки предложений по созданию системы спутниковой связи TropiSat можно сделать следующие выводы:

1. Система связи строится на базе 8 КА на круговой орбите высотой 8000 км с наклоном 0° ;
2. Преимущественным регионом обслуживания является территория Бразилии;
3. КА строится на базе платформы «Экспресс-500»;
4. Полезная нагрузка включает в себя 10 транспондеров, 10 приемопередающих антенн, полоса частот каждого транспондера 300 МГц, скорость приема/передачи на каждый транспондер 600 Мбит/с, суммарная полоса на один КА составляет 6 ГГц;
5. Основным назначением системы является создание магистральных линий спутниковой связи для передачи высокоскоростной информации, дополнительной задачей является обеспечение связью (Интернетом со скоростью до 5 Мбит/с) абонентов;

6. Для системы предлагается комплекс земных станций в составе:
- ЗС для приема/передачи информации со скоростью 600 Мбит/с;
 - ЗС для приема/передачи информации со скоростью 155 Мбит/с;
 - абонентский терминал с зеркальной перенацеливаемой антенной для приема/передачи информации со скоростью 5 Мбит/с (прямой канал) 256 кбит/с (обратный канал);
 - абонентский терминал с АФАР для приема/передачи информации со скоростью 5 Мбит/с (прямой канал) 256 кбит/с (обратный канал).

7. Для организации связи в системе предлагается использовать множественный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР) и предоставлением каналов по требованию (DAMA).

По итогам разработки предложений по созданию системы дистанционного зондирования Земли TropiSat можно сделать следующие выводы:

1. Система ДЗЗ строится на базе 3 КА (два оптического диапазона, один радиолокационного диапазона) на круговой орбите высотой 630 км с наклоном $97,5^\circ$;

2. Регионом обслуживания является территория всего земного шара в широтном поясе $\pm 45-50^\circ$;

3. КА ДЗЗ в оптическом диапазоне строятся на базе платформы «Экспресс-500», для КА в радиолокационном диапазоне потребуется модернизация платформы «Экспресс-500» с целью увеличения ее массово-энергетических характеристик;

4. Полезная нагрузка для КА ДЗЗ оптического диапазона может включать одну из предложенных вариантов камер:

- ОЭА - компании «Пеленг», Белоруссия;
- RALCAM - компании MDA, Канада;
- VHRI - компании SSTL, Великобритания.

Полезная нагрузка для КА ДЗЗ радиолокационного диапазона может включать одну из предложенных вариантов радиолокаторов:

- типа NovaSAR-S - компании SSTL, Великобритания;
- типа Radar - компании MDA, Канада.

Все они по выходным характеристикам удовлетворяют требованиям Заказчика.

Привлечение промышленности Бразилии и квалификация персонала позволит открыть новые возможности для государства в области создания и эксплуатации спутниковых систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом можно сделать вывод, что спутниковая система TropiSat-C может сыграть свою роль в будущем телекоммуникационных услуг, особенно учитывая:

- значительную динамику роста, характеризующую приоритетный для системы целевой рынок (Бразилия), обладающий значительными потребностями в наращивании мощностей в ближайшем будущем и на длительный период времени;
 - текущее состояние конкуренции – как интермодальное, так и интрамодальное;
 - особенно благоприятную политическую конъюнктуру, характеризующую приоритетный для системы целевой рынок.
- Это тем более целесообразно, поскольку:
- существует очевидная динамика по отношению как к новым, так и к инновационным спутниковым системам во всем мире, в особенности среди крупных стран с развивающейся экономикой влиятельной группы БРИКС (участником которой является и Бразилия);
 - во многих странах мира, в том числе и в Бразилии, отсутствует инфраструктура, соответствующая потребностям 21-го века.

Результатом выполненной диссертационной работы следует считать созданный научно-технический, маркетинго-экономический задел в области формирования требований на создание космических аппаратов связи, а также спутниковых систем. Дальнейшее развитие темы диссертации должно вестись в направлении унификации используемых методов, что поможет создать универсальную методологию формирования требований к космическим системам.

ВКЛАД МЕЖДУНАРОДНОЙ СТАЖИРОВКИ

В ходе стажировки в компании Thales Alenia Space был изучен опыт ведущей европейской организации, разрабатывающей космические аппараты широкого спектра назначения. Посещение цехов изготовления, отделов проектирования космических аппаратов, а также отделов исследования и анализа перспективных проектов, позволило провести научную дискуссию с французскими коллегами по теме диссертации. В ходе выполнения задания на стажировку был сформировано техническое предложение для космического аппарата Telcom-3S.

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Птуха П.С. Разработка методологии анализа международного рынка коммерческих космических аппаратов связи / Интеллект и наука : труды XIII Междунар. молод. науч. конф. / отв. ред. А. В. Хныкин ; Железногор. филиал СФУ. – Железногорск, 2013. – С. 42-43.

2. Ptukha, P.S. Development of methodology of market analysis of an international commercial communication satellite// Специальное инженерное образование – подготовка современных инженерных кадров : тезисы [первой] региональной научно-технической конференции магистрантов 19 ноября 2013 года / Сиб. федерал. ун-т; отв. за вып. Е. А. Шипилова. – 2013. – С. 43-44.

3. Птуха П.С. Выявление перспективных направлений в проектировании космических аппаратов связи путем исследования и разработки методологии анализа международного рынка космических услуг// XVII Международная научная конференция, посвященная памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева (12-14 ноября – 2013 г., Красноярск) – №2. – С. 223–225.