

# НОВОСТИ НАВИГАЦИИ

№ 1 2006 г.

Научно-технический  
журнал по проблемам  
навигации

УДК 621.78:525.35

Редакционная коллегия:

Главный редактор – директор НТЦ  
«Интернавигация», заслуженный  
работник связи РФ  
Царев В.М.  
Редактор – Соловьев Ю.А., к.т.н.  
Отв. редактор – Цикалова Е.Г.

Члены редакционной коллегии:

Аргунов А.Д.;  
Баринин С.П., к.т.н.;  
Белгородский С.Л., д.т.н., проф.;  
Власов В.М., д.т.н., проф.;  
Донченко С.И., д.т.н.;  
Зубов Н.П., д.в.н., проф.;  
Иванов Н.Е., д.т.н., проф.;  
Коротышко А.Н., к.т.н.;  
Писарев С.Б., д.т.н.;  
Семенов П.А., к.э.н.;  
Ярлыков М.С., д.т.н., проф.

Журнал зарегистрирован в  
Министерстве РФ по делам  
печати, телерадиовещания и  
средств массовых коммуникаций.  
Регистрационный номер  
ПИ № 77-5073

Издание подготовлено и  
распространяется ФГУП НТЦ  
современных навигационных  
технологий «Интернавигация»  
при участии Российского  
общественного института  
навигации.  
Тел.: (495) 926-25-01,  
Факс: (495) 926-28-83  
109028, Россия, г. Москва,  
Б. Трехсвятительский пер., дом 2  
E-mail: internavigation@rgcc.ru  
http://www.internavigation.ru  
http://internavigation.ru

## Содержание

### ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

РАСПОРЯЖЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	3
ПРЕСС-РЕЛИЗ НПО ПМ .....	3
ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ «РАДИОНАВИГАЦИЯ» (ТК 363).....	4

### В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

СООБЩЕНИЕ О ЗАСЕДАНИЯХ СЕКЦИИ РОИН И СЕМИНАРАХ АКАДЕМИИ ТРАНСПОРТА РОССИИ .....	6
--	---

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

ИНТЕГРИРОВАННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ АППАРАТУРА, РАБОТАЮЩАЯ ПО СИГНАЛАМ ГЛОНАСС/GPS/»ЛОРАН-С»/»ЧАЙКА»/СВ-РАДИОМАЯКОВ .....	10
И.Б. Бедрин, В.С. Жолнеров, И.К. Конаржевский	

К ОБЛИКУ СИСТЕМЫ СБОРА И ДОВЕДЕНИЯ ДО АВИАЦИОННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ О РЕЗУЛЬТАТАХ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОРБИТАЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК И РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ .....	14
С.Л. Белгородский, В.Д. Глютов, Ю.А. Соловьев	

ОБЗОР И ОБСУЖДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К АЭРОНАВИГАЦИИ .....	21
Н.П. Марьин, Г.В. Столяров	

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ, НАЗЕМНЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АВАРИЙНОГО РАДИОБУЯ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА И СПАСЕНИЯ КОСПАС-САРСАТ ДЛЯ РАБОТЫ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ .....	35
Л.В. Брылев, Н.В. Дедов, Р.В. Каргин, П.В. Коночкин	

<u>ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</u> .....	55
-------------------------------------	----

<u>КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ</u> .....	57
---	----

### ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

К ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В МИНИСТЕРСТВЕ ТРАНСПОРТА РОССИИ В 1991 – 2000 гг. ЧАСТЬ I .....	59
В.Б. Ефимов, А.Н. Коротышко	

### НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

ГЕОРГИЮ ФЕДОСЕЕВИЧУ МОЛОКАНОВУ – 85!.....	67
---	----

### ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ

КАЛЕНДАРЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН НА 2006 – 2007 гг. ....	68
--	----

<u>НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ</u> .....	69
------------------------------------	----

Ответственность за достоверность материалов несут авторы статей. Мнение редакции  
может не совпадать с мнением авторов

Компьютерная верстка: ООО НТБ «Энергия», www.bcard.ru  
Типография ООО «Полиграф», Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

---

---

# Contents

---

---

## ***OFFICIAL DOCUMENTS***

RF GOVERNMENT ORDER ON THE FEDERAL AERONAVIGATION SERVICE .....	3
PRESS-RELEASE OF THE SCIENTIFIC-PRODUCTION CORPORATION OF APPLIED MECHANICS (NPO PM) .....	3
SESSION OF THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE ON STANDARDISATION (TK 363) .....	4

## ***IN THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION***

INFORMATION ON THE MEETINGS OF THE RPIN SECTION AND ON THE WORKSHOPS OF THE RUSSIAN TRANSPORT ACADEMY.....	6
---	---

## ***SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES***

INTEGRATED NAVIGATION EQUIPMENT OPERATING FROM SIGNALS OF GLONASS/GPS/LORAN-C/CHAYKA/MW RADIO BEACONS .....	10
I.B. Bedrin, V.S. Zholnerov, I.K. Konarzhevsky	

ON THE OUTLOOK OF THE GNSS ORBIT CONSTELLATION AND RADIONAVIGATION FIELD MONITORING DATA ACQUISITION AND OUTPUT SYSTEM .....	14
S.L. Belogorodsky, V.D. Glotov, Yu.A. Soloviev	

THE REVIEW AND DISCUSSION OF REQUIREMENTS TO AIR NAVIGATION.....	21
N.P. Marjin, G.V. Stoliarov	

PRINCIPLES OF CONSTRUCTION, GROUND TESTS AND FUNCTIONING OF AN EMERGENCY RADIOBEACON FOR COSPAS-SARSAT SEARCH AND RESCUE SATELLITE SYSTEM FOR WORK IN A FREE SPACE.....	35
L.V. Brylev, N.V. Dedov, R.V. Kargin, P.V. Konochkin	

<b><i>OPERATING INFORMATION</i></b> .....	55
---	----

<b><i>CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS</i></b> .....	57
--	----

## ***FROM THE HISTORY OF NAVIGATION***

ON THE BACKGROUNDS OF THE AIR TRAFFIC SAFETY SYSTEM DEVELOPMENT IN THE MINISTRY OF TRANSPORT OF RUSSIA IN 1991-2000. PART I.....	59
V.B. Yefimov, A.N. Korotonoshko	

<b><i>OUR CONGRATULATIONS</i></b> .....	67
---	----

<b><i>PLANS AND CALENDARS</i></b> .....	68
---	----

<b><i>NEW BOOKS AND MAGAZINES</i></b> .....	69
---	----

---

---

**РАСПОРЯЖЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
RF GOVERNMENT ORDER ON THE  
FEDERAL AERONAVIGATION SERVICE**

7 февраля 2006 г. Председателем Правительства Российской Федерации М. Фрадковым подписано Распоряжение Правительства № 159-р об утверждении перечня органов военного управления, воинских частей и учреждений Вооруженных Сил Российской Федерации, имущество которых подлежит передаче Росаэронавигации, а военнослужащие – прикомандированию к указанной Службе.

Минобороны России, Росаэронавигации и Росимущество предписано осуществить до 1 января 2008 г. в установленном порядке необходимые действия по реализации настоящего распоряжения.

Настоящим распоряжением продолжена работа по формированию Федеральной аэронавигационной службы России.

**ПРЕСС-РЕЛИЗ НПО ПМ  
PRESS-RELEASE OF THE SCIENTIFIC-  
PRODUCTION CORPORATION  
OF APPLIED MECHANICS (NPO PM)**

«НПО прикладной механики имени академика М.Ф. Решетнева» – фундамент российской космической промышленности», – этими словами Сергей Иванов начал свой визит на сибирскую землю еще у трапа самолета.

Во ФГУП «Научно-производственное объединение прикладной механики имени академика М.Ф. Решетнева» с рабочим визитом побывал заместитель Председателя Правительства Российской Федерации, Министр обороны, председатель ВПК Сергей Иванов. Вместе с ним на встрече присутствовали глава Роскосмоса Анатолий Перминов и командующий Космическими войсками РФ, генерал-полковник Владимир Поповкин.

Руководители НПО ПМ продемонстрировали гостям новейшие космические аппараты и современные технологии, применяемые для их создания. Главной темой обсуждения стала Глобальная навигационная система ГЛОНАСС. Ведь именно в НПО прикладной механики полностью создается вся ее космическая составляющая. Кроме того, шел разговор и о финансировании гособоронзаказа, и о комплектующих, которые закупаются НПО ПМ для своевременного производства космических аппаратов.

Отвечая на вопросы журналистов по итогам встречи, Сергей Иванов сказал, что во время посещения НПО ПМ он убедился очередной раз в том, что российские космические технологии остаются на передовых мировых рубежах. «НПО прикладной механики – это ведущее предприятие Роскосмоса: две трети всех космических аппаратов страны изготовлены здесь, – отметил Сергей Борисович. – С Генеральным конструктором и генеральным директором НПО ПМ Альбертом Гавриловичем Козловым мы сейчас подробно говорили о Федеральной космической программе ГЛОНАСС. Поскольку известно, что Президент уже принял решение об изменениях программы в плане ее ускорения. У меня нет сомнения в том, что программа будет выполнена в срок, тем более что производственные мощности НПО прикладной механики позволяют это сделать». Особо Министр обороны подчеркнул, что к 2007 году планируется запустить программу ГЛОНАСС в интересах российских потребителей, а к 2009 – для иностранных пользователей. То есть навигационная система должна стать глобальной. Это, по мнению Иванова, даст огромный экономический и значительный антикоррупционный эффект.

Кроме того, Сергей Иванов сообщил журналистам, что Министерство обороны РФ снимет ограничения на точность определения координат уже в этом году, и система ГЛОНАСС может быть доступна российским гражданским потребителям. «Перспективы определены, – сказал в заключении Сергей Борисович. – И главным образом они состоят в том, чтобы создавать аппараты унифицированными, с длительным сроком активного существования на различных орбитах. В НПО ПМ производится подавляющее большинство космических аппаратов, как гражданского, так и военного назначения, – продолжил министр обороны. – А что особенно важно, все больше и больше создается аппаратов двойного назначения, используемых одновременно как для военной, так и для гражданской тематики. Это касается и проекта ГЛОНАСС. В скором времени Россия перейдет от использования военных спутников к спутникам двойного назначения. Только шагая таким путем, мы сможем удержать свои традиционные позиции в космической сфере деятельности. То, что это высокие технологии, и то, что это дает толчок не только обороне, но и экономике страны, я думаю, очевидно».

<http://www.federalspace.ru>  
22.03.2006



# ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ «РАДИОНАВИГАЦИЯ» (ТК 363)

## SESSION OF THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE ON STANDARDISATION (TK 363)

16 марта 2006 г. в помещении ФГУП «НТЦ «Интернавигация» по адресу Б. Трехсвятительский пер., д. 2 состоялось очередное заседание Технического комитета по стандартизации «Радионавигация» (ТК 363). На заседании присутствовали: Царев В.М. – председатель ТК 363, Фаткин Н.В. – ответственный секретарь ТК 363, Волченков В.П. (ФГУП «НТЦ «Интернавигация»); Лесин А.К., Натуччи О.М. (КБ «НАВИС»); Блинов И.Ю. (32 ГНИИИ МО РФ); Богумил В.Н. (НПП «Транснавигация»); Москвин Г.И. (ФГУП «Морсвязьспутник»); Гордиенко Н.С., (ОАО «РИРВ»); Баринов С.П. (ГНИНГИ МО РФ); Казновский Н.И., Басова И.К. (ЦУП-М ЦНИИмаш); Панов С.А., Юдин В.В. (4 ЦНИИ МО РФ); Непоклонов В.Б. (29 ЦНИИ МО РФ); Черкашин А.Н. (НПФ «Гейзер»); Редкозубов В.Н. (ЦДРН авиации ВС); Мишенин В.А. (ОАО «Российские железные дороги»), Батраев В.П., Самратов У.Д. (НИИАС).

В соответствии с повесткой дня заседания были рассмотрены следующие вопросы:

1. Об информационных письмах заместителя Руководителя Ростехрегулирования от 6 июля 2005 г. и от 21 февраля 2006 г. по вопросам подготовки и реализации «Программ национальной стандартизации» на 2006 и 2007 гг.

С докладом по этому вопросу выступил Царев В.М.

2. Об итогах деятельности ТК 363 в 2005 г.

С докладом по второму вопросу выступил Царев В.М.

3. Об итогах выполнении Плана работы за 2005 год. Рассмотрение и утверждение Плана работы на 2006 г.

По третьему вопросу выступил Фаткин Н.В.

4. Обсуждение и принятие решения по организации работ и финансированию «Программы национальной стандартизации на 2006 г.» по тематике Технического комитета по стандартизации «Радионавигация».

По этому вопросу выступили: Царев В.М., Богумил В.Н. (НПП «Транснавигация»), Москвин Г.И. (ФГУП «Морсвязьспутник»), Лесин А.К. (КБ «НАВИС»), Баринов С.П. (ГНИИИНГИ МО РФ).

5. О ходе согласования «Программы совершенствования нормативной базы системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей на период до 2011 года».

С сообщением по этой теме выступил Казновский Н.И. (ЦУП-М ЦНИИмаш).

Обсудив и выработав общее мнение, участники заседания приняли следующие решения по изложенным вопросам.

### Решение Заседания Технического комитета по стандартизации ТК 363 «Радионавигация» от 16 марта 2006 г.:

1. Принять к сведению информацию председателя ТК 363 Царева В.М. о реализации писем Ростехрегулирования от 06.07.05 и от 21.02.06 при формировании проектов Программ национальной стандартизации на 2006 и 2007 годы.

2. Одобрить основные направления деятельности ТК 363 в 2005 году:

- Отметить большую работу ТК 363, которая была выполнена сотрудниками НТЦ «Интернавигация» по реализации «Программы национальной стандартизации на 2005 г.».

- Принять к сведению, что предложения по проекту «Программы национальной стандартизации на 2006 год» по тематике ТК 363 были своевременно подготовлены и направлены в Ростехрегулирование.

- Принять к сведению, что создан подкомитет ПК-8 «Стандартизация в области обеспечения потребителей сигналами времени и эталонных частот, радионавигационными средствами и системами» под председательством Донченко С.И., заместителя начальника 32 ГНИИИ МО.

- Продолжить работы по созданию Межгосударственного технического комитета «Радионавигация», подготовить соответствующие материалы и представить их в Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (г. Минск).

3. Принять к сведению информацию ответственного секретаря ТК 363 Фаткина Н.В. о выпол-

нении Плана работы ТК 363 за 2005 год и подготовке Плана работы на 2006 год. Отметить выполнение Плана работы за 2005 год, утвердить План работы ТК 363 на 2006 год и направить его на согласование в Ростехрегулирование.

4. Поручить председателю и ответственному секретарю ТК 363 направлять на рассмотрение и согласование заинтересованным организациям Предложения к проектам «Программ национальной стандартизации» до отправки их в Ростехрегулирование:

- Разослать письмо заместителя Руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии Пугачева С.П. от 21.02.2006 г. во все подкомитеты ТК 363 для рассылки закрепленным за ними организациям.

- Подготовить и разослать письма о подготовке предложений в проект «Программы национальной стандартизации на 2007 год» по ТК 363.

- Председателю ТК 363 Цареву В.М. обратиться в Ростехрегулирование с предложениями непосредственно направлять в ТК 363 международные стандарты ИСО и МЭК, европейские стандарты и директивы; рассмотреть вопрос о представительстве ТК 363 в международном комитете ТК 80 МЭК.

- Поручить председателю и ответственному секретарю ТК 363 обеспечить рассылку проектов ГОСТ Р заинтересованным организациям ТК 363 по электронной почте; рассмотреть вопрос о создании экспертных комиссий и базы данных экспертов; обратиться в Ростехрегулирование с ходатайством об увеличении финансирования разработки одного ГОСТ Р по госбюджету.

- Учитывая недофинансирование «Программ национальной стандартизации», председателю ТК 363 Цареву В.М. необходимо обратиться в Ростехрегулирование с просьбой об изменении статуса ПНС – придании им статуса Федеральных целевых программ.

- Председателям подкомитетов решить вопрос о финансировании разработки стандартов по ПНС-2006 и представить до 30 мая 2006 г. предложения по ПНС-2007.

- Поручить председателю и ответственному секретарю ТК 363 изучить опыт передовых ТК, в частности, ТК 355 «Автоматическая идентификация», созданного на базе МГТУ имени Баумана.

5. Одобрить работы ЦНИИмаш Роскосмоса по согласованию «Программы совершенствования нормативной базы системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей на период до 2011 года». Рекомендовать ответственному исполнителю данной Программы Казновскому Н.И. ускорить ее согласование. После утверждения данной Программы целесообразно руководствоваться Программой для подготовки заявок по разработке ГОСТ Р, начиная с 2007 года и в последующие годы.

6. По разделу «Разное» одобрить работы, проводимые ЗАО «НПП Транснавигация», по подготовке материалов по обоснованию разработки двух Технических регламентов по оснащению средствами спутниковой навигацией ГЛОНАСС/GPS автотранспортных средств на перевозках опасных грузов и на перевозках пассажиров в междугороднем сообщении.



## СООБЩЕНИЕ О ЗАСЕДАНИЯХ СЕКЦИИ РОИН И СЕМИНАРАХ АКАДЕМИИ ТРАНСПОРТА РОССИИ

### INFORMATION ON THE MEETINGS OF THE RPIN SECTION AND ON THE WORKSHOPS OF THE RUSSIAN TRANSPORT ACADEMY

29 ноября 2005 г. в помещении ГосНИИ «Аэронавигация», г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, состоялось заседание Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации и семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» Академии транспорта России с повесткой дня:

1. Доклад Ромашкина В.Б. (ФГУ «Ространс-модернизация») «Состояние и проблемы поступления воздушных судов отечественного производства в Российские авиакомпании».

2. Доклад Бабича О.А. (РОИН) «Координатно-временное обеспечение задач аэронавигации и наблюдения».

3. Доклад Харикова А.А. (ГосНИИ «Аэронавигация») «Основные этапы становления и развития управления движением воздушных судов в гражданской авиации».

\*\*\*

31 января 2006 г. в помещении ГосНИИ «Аэронавигация», г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, состоялось заседание Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации и семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» Академии транспорта России с повесткой дня:

1. Доклад Корчагина В.А. (ФГУП «ГосНИИ «Аэронавигация») «Направления работ группы экспертов ИКАО по навигационным системам в 2005 г.».

2. Доклад Белгородского С.Л., Недзвецкой Н.И. (ФГУП «ГосНИИ «Аэронавигация») «Состояние геодезической съемки на аэродромах и воздушных трассах гражданской авиации».

3. Доклад Ройзензона А.Л. (ФГУП «ГосНИИ «Аэронавигация») «Организация и предварительные результаты работ по проверке схем полетов в районах аэродромов гражданской авиации России».

**В докладе по 1-му вопросу** дана информация об основных направлениях работы группы экспертов ИКАО по навигационным системам (NSP) в 2005 г. В ней организованы две рабочие группы: группа 1 по эксплуатационным вопросам и группа 2 по техническим вопросам. Рабочее совещание группы 1 проходило в мае 2005 г. в Бангкоке. Основными рас-

сматриваемыми вопросами были разработка SARPs для будущих элементов ГНСС и сигналов и корректировка SARPs на радионавигационные средства, включенные в том I Приложения 10 ИКАО.

Работа по подготовке новых SARPs для будущих элементов и сигналов ГНСС была направлена на разработку требований для усовершенствованных применений ГНСС категории II/III, модернизированных GPS и ГЛОНАСС, для новой системы Галилео, а также для функциональных дополнений космического и наземного базирования.

Корректировка SARPs для радионавигационных средств, включенных в том I Приложения 10 ИКАО, предусматривает корректировку SARPs и руководящего материала для DME (в частности, минимизации влияния будущей инфраструктуры DME на сигналы E5/L5 ГНСС), MLS, ILS, VOR. Делегацией РФ были предложены материалы, являющиеся основой для подготовки разделов SARPs в части ГЛОНАСС с новым сигналом L3. Предложенная концепция построения SARPs была принята совещанием за основу для дальнейшей разработки и применения при подготовке новой редакции SARPs.

Совещание рабочих групп 1 и 2 проходило с 11 по 21 октября 2005 г. в Монреале.

В ходе совещания была образована подгруппа по обеспечению захода на посадку по минимумам II/III категорий ИКАО, для которой запланирован большой объем работы на 2006 год. Были также образованы подгруппы по SARPs на новые элементы и сигналы ГНСС, по радиочастотному спектру и по подтверждению разрабатываемых стандартов. Этим подгруппам предстоит большая работа в связи с развертыванием системы Галилео.

От России были представлены документы, подтверждающие необходимость уточнения инструктивного материала в части зон действия систем VOR и DME, предложен обновленный материал для SARPs ГЛОНАСС, валидационная матрица ГЛОНАСС, а также доказательная документация для подтверждения представляемых для включения в SARPs параметров сигнала на частоте L1 системы ГЛОНАСС.

На совещании были рассмотрены также вопросы распределения частотного спектра, предложения США по корректировке SARPs в части уровня принимаемого сигнала, вопросы статуса GBAS и др.

Впервые были представлены требования по устойчивости приемника сигналов E5a и E5b системы Галилео к воздействию гармонической и шумоподобной помехи с ограниченным спектром, а также итоги работ по программе исследований влияния многолучевости на бортовое оборудование GPS.

**В докладе по второму вопросу** вначале были рассмотрены вопросы, связанные с различиями общеизвестных опорных систем отсчета WGS-84, ПЗ-90 и ITRF. Сообщалось, что геодезическая съемка аэронавигационных ориентиров и препятствий ведется в системе ITRF, а ее результаты представляются в системах ПЗ-90 и WGS-84. Указывались причины невозможности получения аэронавигационных данных с требуемой ИКАО точностью путем пересчета из системы СК-42.

Съемка проводится в соответствии с требованиями ИКАО и распорядительными документами Федеральных авиационных органов, наиболее существенные извлечения из которых были рассмотрены в докладе. Особое внимание было уделено вопросам требований на проведение геодезической съемки, требованиям к организациям, выполняющим геодезическую съемку, и экспертизе результатов геодезической съемки на соответствие требованиям, предъявляемым Минтрансом. На основе обобщения результатов геодезических съемок в 2002–2005 гг. выявлены факторы, тормозящие проведение съемок (на 31 декабря 2005 г. проведены съемки на 18 аэродромах и 10 пунктах воздушных трасс):

- рекомендательный характер документов, регламентирующих съемки, и отсутствие сроков их проведения;
- недостаточная заинтересованность руководителей аэропортов и Госкорпорации в их проведении;
- недостаточная подготовленность ряда геодезических организаций, проводивших съемку, материалы которой не соответствовали требованиям и требовали дополнительной проработки и дополнения.

При этом существенное значение имеет неопределенность с принятой в гражданской авиации системой координат (WGS-84 или ПЗ-90). В связи с этим докладчик подробно остановился на этом вопросе. Им было показано, что исходя из руководящих документов Минтранса РФ, в гражданской авиации основной является система координат WGS-84.

Вместе с тем докладчиком подчеркивалось, что для отдельных потребителей по их запросам аэронавигационная информация может поставляться в системе ПЗ-90. Представляется необходимым выпуск руководящего документа, устраняющего возможность различных толкований в вопросе о системе координат.

В связи с вводом в ноябре 2004 г. Поправки № 33 к Приложению 15 и соответствующих поправок к Приложениям 4, 11 и 14 ИКАО, содержащих: новые определения терминов; разделы по системам отсчета в вертикальной плоскости и времени; новые аэронавигационные данные, подлежащие публикации в документах АНИ, Гос НИИ «Аэронавигация» подготовил вторую редакцию «Методических рекомендаций по проведению геодезической съемки аэронавигационных ориентиров и препятствий на гражданских аэродромах и воздушных трассах России». Они утверждены Управлением ОрВД ФАВТ 30 июня 2005 г., однако до сих пор не введены в действие.

Поправкой № 33 в Приложение 15 введена новая глава «Электронные данные о местности и препятствиях». Это принципиально новый шаг в создании глобальной базы АНД, требующий серьезной перестройки служб аэронавигационной информации. Представляется необходимым срочное развертывание работ в этом направлении, поскольку эта часть Поправки № 33 вводится в действие в 2008–2010 гг.

В докладе был освещен вопрос об открытом письме на имя Министра транспорта И.Е. Левитина, подписанном рядом руководителей ведущих авиакомпаний России, руководителями аэропорта «Рошино», ГосНИИ «Аэронавигация», НИИАО и ряда общественных организаций с предложениями по ускорению геодезических съемок, результаты которых удовлетворяют требованиям ИКАО. Были даны комментарии к ответу на это письмо.

На основе материалов доклада сделаны следующие основные выводы:

1. В Российской Федерации создана эффективная система геодезической съемки, обеспечивающая выполнение требований ИКАО, позволяющая в ограниченные сроки осуществить переход на аэродромах и воздушных трассах к Всемирной геодезической системе координат.
2. К настоящему времени осуществлена геодезическая съемка на 18 аэродромах, результаты которых получили положительные заключения и могут быть опубликованы в документах АНИ в системах WGS-84 и ПЗ-90 с разрешенной точностью.
3. Не решены вопросы публикации аэронавигационных данных, полученных в результате геодезической съемки.

4. В настоящее время съемки ведутся без учета требований Поправки № 33 к Приложению 15 ИКАО в связи с задержкой введения в действие 2-ой редакции Методических рекомендаций.

5. Недостаточная интенсивность проведения работ по геодезической съемке является следствием рекомендательного характера действующих документов ГС ГА по проведению геодезических съемок и отсутствием сроков их завершения.

В докладе по третьему вопросу рассмотрена проблема проверки соответствия аэродромных схем требованиям нормативных документов.

Правила построения аэродромных схем содержатся в отечественном нормативном документе «Руководство по построению аэродромных схем и определению безопасных высот пролета препятствий» (приказ ДВТ МТ РФ № ДВ-86 от 08 августа 1994 года) и в международном документе ИКАО 8168-OPS/611 «Правила аэронавигационного обслуживания. Производство полетов воздушных судов» (PANS-OPS).

В соответствии со стандартом приложения 15 ИКАО государства ответственны за публикуемую в АИП информацию и обязаны принимать все необходимые меры, чтобы публикуемые в документах аэронавигационной информации данные были адекватны, требуемого качества и своевременны. Таким образом, Российская Федерация несет ответственность за выполнение требований указанных документов к аэродромным схемам.

Это, в свою очередь, означает, что государственный полномочный орган в области гражданской авиации должен контролировать правильность публикуемых в АИП России аэродромных схем. Следует отметить, что в «Вопроснике по авиационной деятельности государства (2005)», который государства должны были представить в ИКАО во исполнение «Универсальной программы ИКАО по проведению проверок организации контроля за обеспечением безопасности полетов», указанной проблеме отведен специальный раздел.

В России с целью организации проверок правильности аэродромных схем выпущено специальное Распоряжение Росавиации, в соответствии с которым выполнение проверок поручено ГосНИИ «Аэронавигация», и авиапредприятиям предложено подготовить и направить все необходимые исходные данные для проверки.

Проведение проверок проводится с декабря 2005 г. и впредь все аэродромные схемы, направляемые для публикации в АИП России, должны проходить предварительную проверку на соответствие требованиям «Руководства по построению аэ-

родромных схем и определению безопасных высот пролета препятствий» и PANS-OPS.

В Центре расчетов аэродромных схем и минимумов для взлета и посадки ГосНИИ «Аэронавигация» (ЦРСМ), который принят в эксплуатацию Минтрансом Российской Федерации в 1995 году, накоплен определенный опыт проведения таких проверок. Проверки выполнялись при проведении комплексных работ по проверке и разработке аэродромных схем на аэродромах России, а также по отдельным аэродромам России и СНГ. Практика показала, что этап проверки существующих аэродромных схем является обязательным этапом работ по дизайну новых процедур, т.к. позволяет выявить все наиболее острые проблемы аэродрома. Для проверок используется Система построения маршрутов в районе аэродрома, входящая в состав разработанного ГосНИИ «Аэронавигация» уникального моделирующего комплекса процессов ОрВД, и специальное программное обеспечение.

Предварительные работы по анализу опубликованных аэродромных схем показали, что на многих аэродромах России необходимо выполнение полной переработки всей системы маршрутов полетов. Это связано с тем, что до настоящего времени требования нормативных документов ГА России и ИКАО в полной мере не учитываются.

В результате проведенного рассмотрения представленных докладов заседание рекомендует:

**По первому вопросу:**

1.1. Принять информацию, содержащуюся в докладе, к сведению.

1.2. Считать необходимым более широкое привлечение представителей промышленности к подготовке позиции России на совещаниях групп экспертов ИКАО и соответствующих рабочих документов, а также более широкое распространение результатов работ исследовательских групп.

**По второму вопросу:**

2.1. Рекомендовать Министерству транспорта дать поручения по организации публикации результатов геодезической съемки в АИП России и других государственных документах с разрешенными точностями в системах координат WGS-84 и ПЗ-90 в зависимости от требований потребителей АНИ. Учитывая, что документы АИП России, издаваемые в соответствии с требованиями ИКАО, предназначены для международного обмена аэронавигационной информацией между государствами – членами ИКАО, установить, что геодезическая информация в АИП России должна публиковаться в системе WGS-84.

2.2. Рекомендовать Федеральному агентству воздушного транспорта:



– в кратчайшие сроки ввести в действие 2-ю редакцию Методических рекомендаций по проведению геодезической съемки, учитывающих требования ИКАО, которые изложены в поправке 33 к Приложению 15, введенной ИКАО в действие в ноябре 2004 г.;

– ускорить проведение работ по геодезической съемке аэронавигационных ориентиров и препятствий в общеземной геодезической системе координат с точностями, требуемыми ИКАО в Приложениях 15, 4, 14, и установить сроки их выполнения;

– внести в сертификационные требования к аэродромам проверку наличия результатов и материалов по геодезической съемке в общеземных геодезических системах координат WGS-84 и ПЗ-90 с заключением ФГУП «ГосНИИ «Аэронавигация» о соответствии их требованиям Минтранса России;

– поручить Госкорпорации по ОрВД с привлечением ФГУП «ГосНИИ «Аэронавигация» и ФГУП ЦАИ ГА разработать в 3-х месячный срок Программу и график работ по представлению аэронавигационной информации в электронном виде в сроки, установленные ИКАО.

2.3. Рекомендовать Федеральному агентству по геодезии и картографии и Федеральному агентству воздушного транспорта в кратчайшие сроки подготовить решение о порядке экспертизы результатов и материалов геодезической съемки.

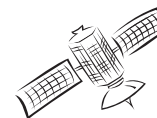
2.4. Рекомендовать Федеральной аэронавигационной службе Российской Федерации и Федеральному агентству воздушного транспорта предусмотреть проведение мероприятий по выполнению поручения Президента Российской Федерации по устранению различий между отечественными требованиями и требованиями документов ИКАО в части АНИ.

***По третьему вопросу:***

3.1. Принять информацию, содержащуюся в докладе, к сведению.

3.2. Считать принятые Росавиацией меры по введению контроля над публикуемой аэронавигационной информацией в части схем маневрирования в районе аэродрома важными и актуальными.

3.3. Рассматривать формирование постоянно действующей системы контроля адекватности аэронавигационной информации как первостепенную задачу обеспечения безопасности полетов.



# ИНТЕГРИРОВАННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ АППАРАТУРА, РАБОТАЮЩАЯ ПО СИГНАЛАМ ГЛОНАСС/GPS/«ЛОРАН-С»/«ЧАЙКА»/СВ-РАДИОМАЯКОВ

*И.Б. Бедрин, В.С. Жолнеров, И.К. Конаржевский*

*В 2005 г. в ОАО «Российский институт радионавигации и времени» завершается разработка интегрированного навигационного приемника, работающего по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, наземных радионавигационных систем «Лоран-С» и «Чайка», а также по сигналам средневолновых морских радиомаяков (РМ). Аппаратура предназначена для навигационного обеспечения морских судов при плавании в открытом море и в прибрежной зоне, при прохождении узкостей, заходе в порты и маневрировании в портах, для навигационного обеспечения судов речного флота при движении по озерам, водохранилищам, рекам и каналам, а также для высокоточного определения местоположения и скорости наземного транспорта.*

## INTEGRATED NAVIGATION EQUIPMENT OPERATING FROM SIGNALS OF GLONASS/GPS/LORAN-C/CHAYKA/MW RADIO BEACONS

*I.B. Bedrin, V.S. Zholnerov, I.K. Konarzhevsky*

*In 2005 the specialists of the Russian Institute of Radionavigation and Time (RIRT) completed the development of an integrated navigation receiver operating from signals of GLONASS/GPS satellite navigation systems, Loran-C and Chayka terrestrial-based systems as well as from those of medium-wave marine radio beacons. The equipment is purposed for the navigation support of marine vessels when navigating at open sea and coastal region, when passing narrownesses, approaching harbors and maneuvering within those as well as for the navigation support of river vessels when passing lakes, water storage basins, rivers and channels. The equipment is also intended for the high-precision position/velocity determination of land vehicles.*

В ОАО «Российский институт радионавигации и времени» завершается разработка интегрированной навигационной аппаратуры, работающей по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS, наземных радионавигационных систем «Лоран-С» и «Чайка», а также по сигналам средневолновых морских радиомаяков (РМ).

Аппаратура предназначена для навигационного обеспечения морских судов при плавании в открытом море и в прибрежной зоне, при прохождении узкостей, заходе в порты и маневрировании в портах, для навигационного обеспечения судов речного флота при движении по озерам, водохранилищам, рекам и каналам, а также для высокоточного определения местоположения и скорости наземного транспорта.

В настоящее время закончена разработка интегрированного приемника и производятся его лабораторные испытания. Планируется проведение в конце года ходовых испытаний приемника на морском судне.

В состав аппаратуры входят следующие компоненты:

- антенно-фидерная система: активная электрическая антенна диапазона «Лоран-С»/«Чайка»; совмещенная активная антенна ГЛОНАСС/GPS и активная магнитная антенна морских радиомаяков СВ диапазона;
- приемоиндикатор в составе: модуль приемо-вычислителя ГЛОНАСС/GPS 1К-161 (МПВ ГНСС); модуль «Лоран-С»/«Чайка» (МПВ ИФРНС); модуль приемника контрольно-корректирующей информации (МПВ КИ), передаваемой средневолновыми радиомаяками; модуль периферийного контроллера (МПК); графический индикатор и наборное поле;
- вторичный источник питания на базе DC/DC преобразователей.

Внешний вид приемника и внутреннее расположение его компонент представлены на рисунках 1 и 2, а антенн – на рисунке 3.



Рис. 1. Внешний вид интегрированной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS/«Лоран-С»/ «Чайка»

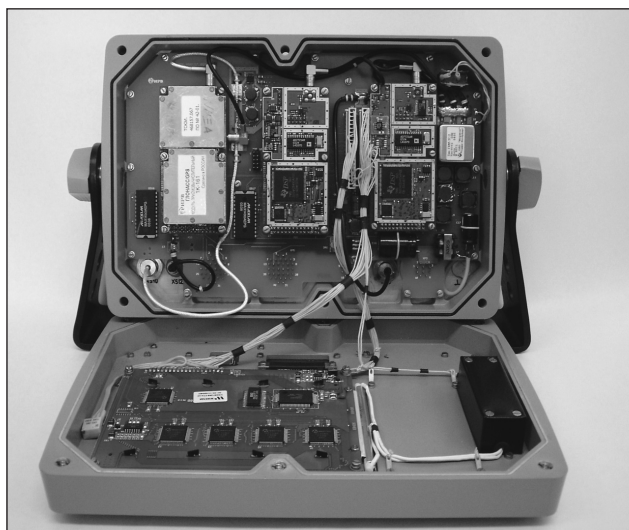


Рис. 2. Внутреннее расположение узлов интегрированной аппаратуры



Рис. 3. Антенны интегрированной аппаратуры

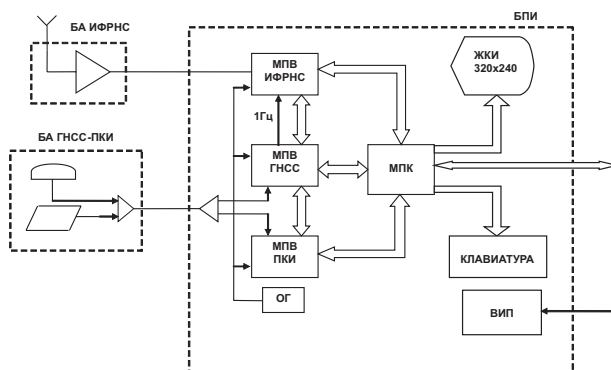


Рис. 4. Структурная схема интегрированной аппаратуры

Структура интегрированной аппаратуры приведена на рисунке 4.

Структурная схема модуля «Лоран-С»/«Чайка» показана на рисунке 5. Модуль имеет следующие технические характеристики:

Абсолютный динамический диапазон – 110дБ/30мкВ.

Относительный динамический диапазон – 70дБ.

Аппаратная регулировка усиления – 20дБ-дискретная, 20дБ с шагом 0.1дБ.

Полоса пропускания – 30кГц по уровню 3дБ.

Внеполосное подавление – -40 дБ на  $f < 60$ кГц и -80дБ на  $f > 201$ кГц.

АЦП AD7721 “Analog Devices” – 16-ти разрядный  $\Sigma/\Delta$ .

Потребляемая мощность не более – 1.2ВА.

Центральным элементом модуля является спецвычислитель (СВ), структурная схема которого приведена на рисунке 6.

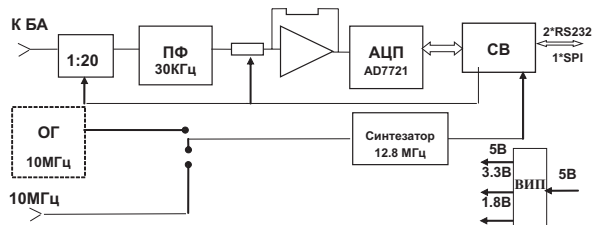


Рис. 5. Структурная схема модуля ИФРНС

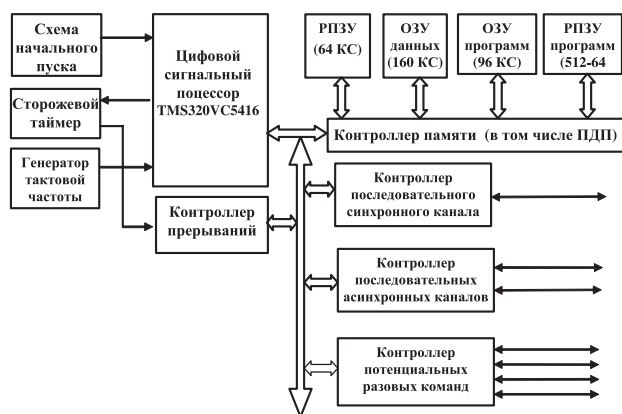


Рис. 6. Структурная схема спецвычислителя

Спецвычислитель решает следующие задачи сигнальной обработки:

- управление аппаратной регулировкой АРУ;
- программная режекция до 5 синусоидальных помех;
- поиск сигналов станций;
- компенсация интерферирующих сигналов станций;
- оценка уровня шумов;
- программное АРУ по каждой станции;
- ограничение импульсных помех;
- измерение параметров сигналов станций;
- оценка временного положения максимума сигнала и его амплитуды;
- оценка фазы сигнала и скорости ее изменения в максимуме сигнала (или учет скорости по данным ГНСС);
- оценка временного положения характерной точки сигнала;
- измерение фазы сигнала и его амплитуды в характерной точке;
- измерение фаз каждого импульса в точке максимума сигнала для последующего декодирования (Рида-Соломона) информации систем Еврофикс;
- формирование квазидальномерных измерений с приведением их к единой шкале времени, расчет СКП измерений и отношений С/Ш.

Реализация сигнала на выходе АЦП и его спектр представлены на рисунке 7, а сигналы четырех станций системы «Чайка» после цифровой обработки показаны на рисунке 8.

Следующая группа задач, решаемых спецвычислителем, относится к обработке измерений. Среди них:

- формирование вектора измерений, матрицы их погрешностей и прогноз матрицы погрешностей оценки дополнительного фазового сдвига (ASF);

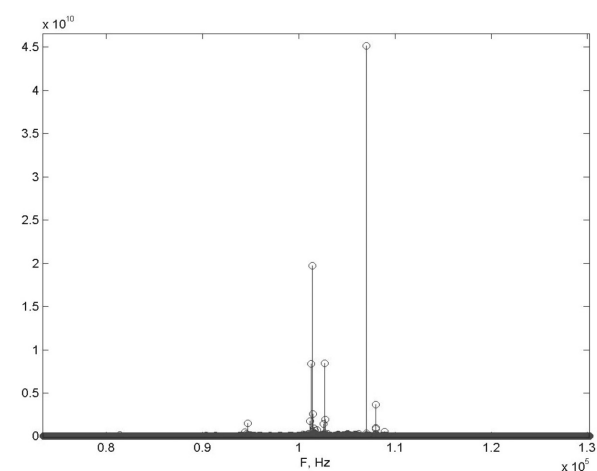
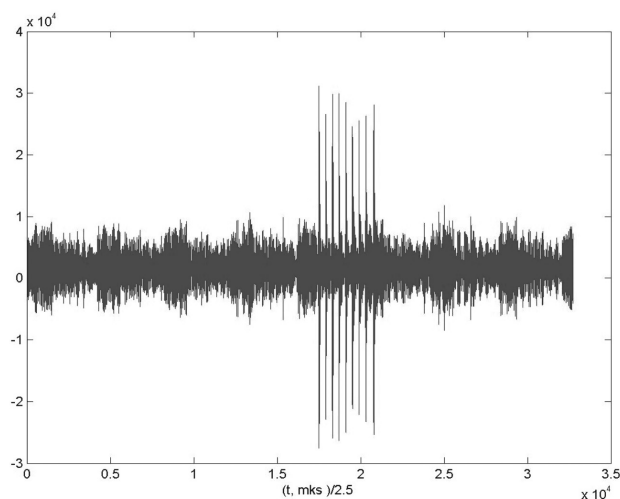


Рис. 7. Реализация сигнала на выходе АЦП и его спектр

- формирование и выдача заданных модулю сообщений по протоколу МЭК 61162;
- декодирование информации Еврофикс (или другого формата передачи контрольно-корректирующей информации), формирование и выдача сообщений по протоколу RTCM SC-104.

При наличии информации ГЛОНАСС/GPS:

- приведение шкалы времени модуля «Лоран-С»/«Чайка» к шкале модуля ГЛОНАСС/GPS;
- оценка по методу наименьших квадратов ASF, сдвига шкал времени и их матрицы погрешностей;
- вторичная фильтрация поправок на распространение и сдвига шкалы времени.

При отсутствии информации ГЛОНАСС/GPS:

- оценка по методу наименьших квадратов координат и сдвига шкал времени;
- вторичная фильтрация с учетом модели динамики объекта и ухода генератора.

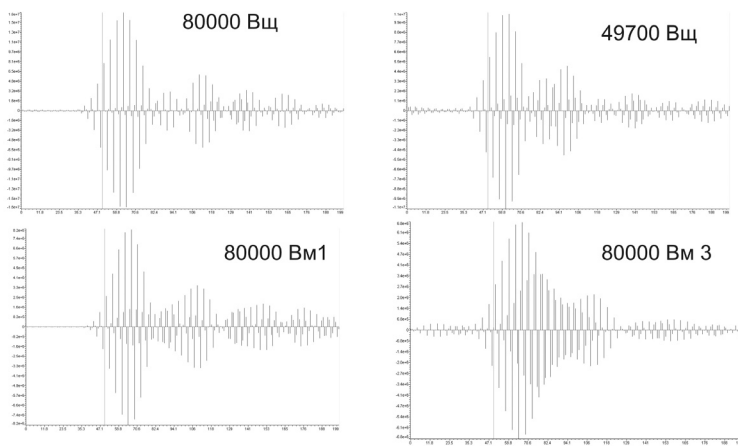


Рис. 8. Сигналы четырех станций системы «Чайка» после цифровой обработки

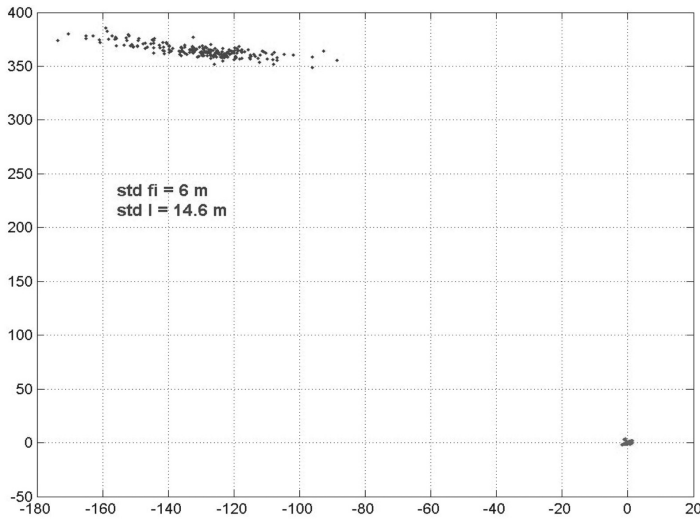


Рис. 9. Оценки погрешностей определения координат ИФРНС и ГНСС

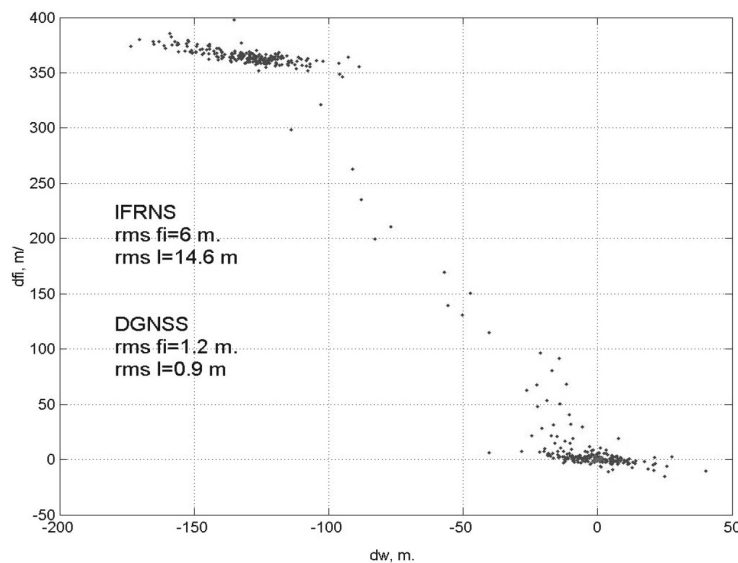


Рис. 10. Оценки погрешностей определения координат при коррекции ИФРНС по ГНСС.

На рисунке 9 представлены результаты оценки ошибок координатных определений по сигналам системы «Чайка» и по сигналам ГЛОНАСС/GPS, а на рисунке 10 приведены результаты оценки ошибок координатных определений при коррекции канала системы «Чайка» по сигналам модуля ГЛОНАСС/GPS. Приведенные на рисунке 9 результаты показывают, что при малых значениях среднеквадратической погрешности (СКП) плановых координат с использованием канала «Чайка» имеет место значительная систематическая погрешность. После коррекции канала «Чайка» по информации ГЛОНАСС/GPS (рисунок 10) систематическая погрешность устраняется при сохранении малых значений СКП местоопределений. При определении координат по каналу ГЛОНАСС/GPS высокие точности достигнуты за счет использования дифференциальных поправок, передаваемых морскими радиомаяками.

Таким образом, использование интегрированной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS/«Лоран-С»/«Чайка»/РМ позволяет существенно улучшить надежность навигационного обеспечения морских потребителей.

Описанный приемник будет доступен для любых потребителей после его сертификации в Морском регистре России, которую планируется осуществить в 2006 г.



# К ОБЛИКУ СИСТЕМЫ СБОРА И ДОВЕДЕНИЯ ДО АВИАЦИОННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ О РЕЗУЛЬТАТАХ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОРБИТАЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК И РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ

*С.Л. Белгородский, В.Д. Готов, Ю.А. Соловьев*

*В общем плане определяются задачи и контуры системы сбора и доведения до авиационных пользователей информации о результатах мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС.*

## ON THE OUTLOOK OF THE GNSS ORBIT CONSTELLATION AND RADIONAVIGATION FIELD MONITORING DATA ACQUISITION AND OUTPUT SYSTEM

*S.L. Belgorodsky, V.D. Glotov, Yu.A. Soloviev*

*In the paper the tasks and the outlook of the GNSS orbit constellation and radionavigation field monitoring data acquisition and output system was defined.*

Благодаря использованию спутниковых технологий точность определения местоположения воздушных судов (ВС) возрастает в десятки и сотни раз. Это позволяет значительно повысить точность, безопасность и экономичность полетов за счет повышения навигационных характеристик (RNP) и внедрения зональной навигации. При этом важнейшим условием реализации точной и безопасной спутниковой аэронавигации является надежность спутниковых данных, которая обеспечивается, в частности, мониторингом состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС и GPS и доведением информации о его результатах до авиационных пользователей [1].

Необходимость такого процесса определяется фактами появления возможных нарушений функционирования орбитальных группировок (ОГ) навигационных космических аппаратов (НКА) и аномалий в сигналах ГНСС. Наблюдение и выявление указанных явлений является одной из важнейших задач такого мониторинга.

Нарушения в работе ОГ ГНСС могут возникать вследствие выводов (планируемых и непланируемых) НКА из системы. Планируемые выводы имеют

место при необходимости произвести коррекцию орбиты НКА, плановую настройку и регулировку оборудования, «перезакладку» данных и т.д. Непланируемые выводы НКА из системы осуществляются при обнаружении подсистемой контроля и управления (ПКУ) аномалий в работе НКА.

Различаются легко обнаруживаемые и трудно обнаруживаемые аномалии сигналов ГНСС. К первым относятся пропадания и сильные искажения сигналов, в том числе искажения структуры сигналов. Такие явления, как правило, обнаруживаются бортовыми средствами самоконтроля на НКА и об этих событиях сообщается в навигационных сообщениях.

Трудно обнаруживаемые аномалии сигнала проявляются в «больших» ошибках определения навигационных параметров, выходящих за установленные пределы. Это может быть вследствие сдвига бортовой шкалы времени НКА, дрейфа частоты опорного генератора спутника, дрейфа несущей частоты излучаемого сигнала, изменения орбиты НКА, передачи неверной эфемеридной информации, а также, возможно, вследствие других причин. Такие аномалии не всегда своевременно обнаруживаются средствами ПКУ вследствие очевидных гео-

Белгородский Семен Львович – профессор, доктор тех. наук, начальник отдела ГОС НИИ «Аэронавигация»  
Готов Владимир Дмитриевич – канд. тех. наук, сотрудник ЦУП ЦНИИМаш.

метрических особенностей размещения наземных пунктов слежения систем ГЛОНАСС и GPS.

Примерами зафиксированных [2–9] случаев появления аномалий являются:

- Аномалия типа скачка величиной в  $\sim 1$  м и срыв слежения наблюдались в кодовых и фазовых измерениях псевдодальности на частотах L1 и L2 НКА Блок-II GPS [3]. Последующие исследования показали, что такие скачки имеют место на всех НКА GPS [2].

- В сигнале НКА-19 GPS наблюдалось искажение корреляционной функции, что вызывало ошибки псевдодальности в различных измерениях [2].

- При наблюдениях отмечалась невозможность слежения за сигналом НКА-27 GPS (Блок-IIА) 10 марта 1998 г. [4,5]. При этом имели место и другие эффекты: разрывы когерентности кода и фаз несущей сигнала L1 с C/A – кодом, разрывы когерентности сигнала на частоте L2, разрывы при определении доплеровского смещения и его приращений. Это вызывало ошибки порядка 4 м по дальности, 4 м/с и 141 м/с – по скорости, 2,5 и 12,51 м/с<sup>2</sup> – по ускорению.

- На НКА-36 GPS наблюдался скачок частоты опорного генератора, что приводило к росту ошибок псевдодальности [6].

- На НКА-20 GPS наблюдались неустойчивая синхронизация и зашумление сигнала, что приводило к повышенным ошибкам определения псевдодальностей [6].

- Выявлено, что неправильная обработка данных НКА-21 на главной станции приводила к постоянно возрастающим ошибкам дальности. Ошибка устранена при загрузке новых данных [6].

- Нестабильность ориентации НКА-16 сначала привела к ошибке дальности в 24 м, которая потом возросла до 90 м [6,7].

- Наблюдались случаи 6-секундной потери слежения за сигналом НКА-17, о чем сообщалось в [8]. То же отмечалось и для других НКА Блок-II. неполадки вызывались командами из линии управления «земля-НКА», конфликтующими с бортовым компьютером НКА.

- 20.12.1997 г. наблюдались аномальные фазовые ошибки (скачки фазы кода на 16 мкс в течение периода в 6...10 с) при приеме сигнала НКА-43 Блок-II-R [5]. Причина – неполадки в подсистеме синхронизации.

- Отказы в работе фильтра Калмана вычислительной системы главной станции GPS имели место 12-22 марта 1993 г. В течение двух недель они вызывали ошибки (до 40 м) при определении псевдодальности и не обнаруживались существующими

тогда средствами мониторинга [9]. Отказы были вызваны появлением отрицательных собственных чисел ковариационной матрицы фильтра Калмана при переключении часов станции мониторинга в Колорадо-Спрингс.

- Имелись также сообщения пилотов об отказах GPS и появлении, например, над Северным морем ошибок определения места порядка 14,8 км (8 морских миль) [2].

- Зафиксированы также случаи неоднократных нарушений в работе приемников GPS, обусловленные воздействием помех [10–24].

В настоящее время вопросы мониторинга состояния орбитальных группировок ГНСС решаются в системах ГЛОНАСС и GPS главным образом в целях обеспечения функционирования этих систем. Частично мониторинг GPS в интересах авиационных потребителей США и Европы осуществляется в системах функционального дополнения WAAS, EGNOS GBAS (GPS Landing System). Мониторинг в интересах морских и речных потребителей должен осуществляться с помощью морских дифференциальных подсистем [10].

Цель нашей статьи – рассмотреть и определить в общем виде задачи и контуры системы сбора и доведения до авиационных пользователей России информации о результатах мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС.

В настоящее время этот вопрос находится в зачаточном состоянии и имеет проблемный характер. Предварительно он рассматривался в [25]. Недостаточное внимание к вопросам доведения до авиационных пользователей информации о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС и, в первую очередь, отсутствие соответствующей наземной инфраструктуры по сбору информации о результатах мониторинга приводит к тому, что основным источником информации для экипажей воздушных судов и других авиационных пользователей пока потенциально остаются бортовые спутниковые приемники, позволяющие по данным находящихся в них альманахов определять число спутников в том или ином регионе в расчетный интервал времени пребывания в нем воздушного судна.

Это дает возможность прогнозировать доступность использования алгоритмов автономного контроля целостности сигналов в приемнике (RAIM) при выполнении таких ответственных этапов полета, как неточный заход на посадку по данным ГНСС на малооборудованный аэродром.

При наличии в бортовом спутниковом приемнике функции RAIM или в спутниковом нави-

гационном комплексе – функции ААИМ экипаж, находясь в районе аэродрома назначения, может определить допустимость выполнения спутникового захода на посадку.

Следует отметить, что в настоящее время ни на одном из гражданских аэродромов Российской Федерации не предусмотрено обеспечение аэродромной службы УВД информацией о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС, необходимой для выдачи разрешения на выполнение спутникового захода на посадку и посадки.

Предварительный анализ показывает, что создание системы сбора и доведения до авиационных пользователей информации о результатах мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в воздушном пространстве Российской Федерации должно учитывать ряд естественных требований.

1. В первую очередь это касается обеспечения организации сбора информации о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС из различных существующих и перспективных источников по результатам их мониторинга.

При этом в качестве основных источников легитимной информации о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС необходимо в первую очередь рассматривать органы, уполномоченные Правительством Российской Федерации по системе ГЛОНАСС и Правительством США – по системе GPS.

Учитывая практическое отсутствие в Российской Федерации системы мониторинга состояния радионавигационных полей ГНСС, в интересах авиационных потребителей необходимо в качестве первого шага решить вопрос мониторинга состояния этих полей на аэродромах, допускаемых для выполнения на них неточных спутниковых заходов на посадку, а при установке на аэродромах авиационных локальных дифференциальных подсистем (АЛДПС) ГНСС – точных спутниковых заходов на посадку и посадок.

2. Имеющийся опыт обобщения существующей информации свидетельствует о неполноте и противоречивости информации, полученной из разных источников. В этой связи актуальной является комплексная обработка информации о результатах мониторинга с целью предоставления авиационным потребителям более достоверных данных о текущем и прогнозируемом состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС.

3. Поскольку в настоящее время отсутствуют установленные форматы выходной информации о результатах мониторинга для ее выдачи авиацион-

ным потребителям, одной из первоочередных задач является разработка таких форматов. При этом такие форматы, каналы и средства передачи данных должны обеспечивать выполнение требований по сохранению целостности информации.

4. Обеспечение аэродромной службы УВД данными для выдачи разрешений на выполнение спутниковых заходов на посадку и посадок может быть осуществлено, если будет создано автоматизированное рабочее место аэродромной службы УВД (АРМ УВД), позволяющее выдавать оперативную информацию о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в районе аэродрома.

5. Опыт выявления помеховых участков показывает, что наличие на аэродроме АРМ должно дополняться при необходимости мобильным и легко транспортируемым приемно-вычислительным комплексом, способным осуществлять наблюдение и оценку электромагнитной обстановки, выявление помех вне зоны действия (АРМ УВД) и определение местоположения их источника, что позволит оказывать им соответствующее противодействие.

6. Для планирования, подготовки и выполнения полетов экипажу воздушного судна и другим лицам, участвующим в этом процессе, необходима надежная прогнозная сервисная информация об обеспечении возможности использования бортовых спутниковых приемников в заданных местах маршрута полета (в первую очередь – при неточном заходе на посадку) в определенном временном интервале относительно расчетного времени прилета. Возможность использования информации спутникового приемника в указанных условиях для обеспечения захода на посадку определяется возможностью функционирования RAIM или ААИМ. Объем и форматы конкретной сервисной информации, по-видимому, должны определяться на договорной основе с авиационными пользователями.

Исходя из выдвинутых положений, представляется возможным представить перечень основных задач и вероятный облик структуры комплексной автоматизированной системы сбора и доведения до авиационных пользователей информации о результатах мониторинга (КАССиДИМ) состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей спутниковых систем (рис. 1).

Так, представляется, что основными задачами КАССиДИМ являются:

– сбор информации о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС из различных существующих и перспективных источников по результатам их мониторинга;



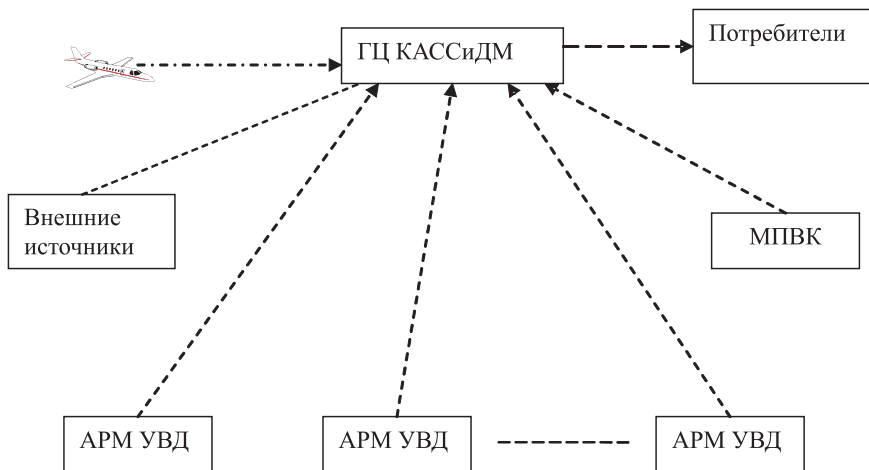


Рис. 1. Упрощенная структурная схема КАССиДМ

- комплексная обработка информации о результатах мониторинга с целью предоставления авиационным потребителям данных о текущем и прогнозируемом состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС;

- выдача авиационным потребителям в согласованных форматах выходной текущей и прогнозируемой информации, полученной в результате комплексной обработки исходной информации;

- мониторинг состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в районах аэродромов с помощью оборудования АРМ УВД и мобильного легко транспортируемого приемно-вычислительного комплекса;

- обеспечение аэродромной службы УВД данными для выдачи разрешений на выполнение спутниковых заходов на посадку и посадок на основе информации из АРМ УВД;

- подготовка сервисной информации о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС для планирования, подготовки и выполнения полетов.

При этом в состав КАССиДИМ, по нашему мнению, должны входить:

Главный центр комплексной автоматизированной системы сбора и доведения до авиационных пользователей информации о результатах мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в воздушном пространстве (ГЦ КАССиДИМ):

- совокупность автоматизированных рабочих мест аэродромных служб УВД, осуществляющих выдачу разрешений на выполнение спутниковых заходов на посадку и посадок с учетом результатов мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в районе аэродрома (АРМ УВД). Число АРМ УВД будет определяться в процессе дальнейших работ;

- мобильные легко транспортируемые приемно-вычислительные комплексы для мониторинга (МПВК) состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в районе аэродромов, допущенных к выполнению спутниковых заходов на посадку и посадок.

Как видно, «мозгом» КАССиДИМ является Главный центр, в состав которого входят:

- подсистема сбора, комплексной обработки информации по результатам мониторинга (ПС КОИМ)

- состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС, полученной из различных источников информации (включая собственные наблюдения сигналов ГНСС), и подготовки обобщенной информации об их состоянии;

- подсистема выдачи обобщенной информации (ПВОИ) о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС для ее распространения в форматах АИП, НОТАМ, Циркуляров аэронавигационной информации, а также других форматов, согласованных с потребителями информации;

- подсистема подготовки и распространения сервисной информации (ПП РСИ) о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в форматах, согласованных с потребителями информации.

Как показывает экспертный анализ, результаты мониторинга, получаемые из различных источников, зачастую не совпадают друг с другом, имеют большую дискретность обновления информации и другие недостатки. При наличии в Главном центре достаточного числа разнотипных приемников эти недостатки в значительной степени устраняются. Появляется также возможность, хотя и в ограниченном объеме, получить информацию о помехах в радионавигационных полях. Размещение Главного центра на крупном аэродроме создает возможность использования его для контроля целостности, что имеет важные тактико-экономические последствия. Изложенное подтверждается опытом мониторинга ГНСС в аэропорту Франкфурт [21].

Главный центр должен соединяться каналами связи с АРМ УВД аэродромов, допущенных к неточным спутниковым заходам на посадку, и с АЛДПС аэродромов, допущенных к точным спутниковым заходам на посадку и посадкам.

Главный центр, будучи средоточием информации о результатах мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС (а в последующем и других систем), может стать также центром апостериорного анализа мониторинговой информации и разработки рекомендаций по совершенствованию и повышению эффективности использования спутниковых технологий в аэронавигации.

Подсистема сбора и комплексной обработки информации должна обеспечивать:

1. Сбор информации по мониторингу состояния орбитальных группировок ГНСС от следующих источников:

- Координационного научно-информационного центра (КНИЦ) МО РФ;
- ЦУП (Центра управления полетами) ЦНИИ маш;
- Аэронавигационной информационной службы США (Системы, отвечающей за уведомления летного состава, НОТАМ) ФАА США [15];
- Навигационной информационной службы (НИС) Береговой охраны США [15];
- Евроконтроля и его организаций;
- АДПС РФ и Российской системы дифференциальной коррекции и мониторинга РФ (в будущем) [26];
- АРМ УВД аэропортов;
- мобильных приемно-вычислительных комплексов МПВКМ;
- экипажей ВС, оборудованных бортовыми спутниковыми приемниками.

2. Оперативный мониторинг состояния орбитальных группировок ГНСС с помощью спутниковых приемников, входящих в состав ГЦ КАССиДИМ.

При этом также должна быть предусмотрена возможность сбора информации и от таких перспективных источников информации, как системы GALILEO, WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN и другие региональные и локальные дифференциальные подсистемы.

Важнейшим практическим приложением КАССиДИМ является предоставление аэродромным службам УВД информации, необходимой для выдачи разрешений на выполнение спутниковых заходов на посадку и посадок. Эта информация, получаемая со спутниковых приемников, входящих в состав ГЦ, АРМ УВД, а также от мобильных комплексов МПВКМ, явится важнейшим элементом обеспечения высокого уровня безопасности и регулярности полетов.

В первую очередь это относится к своевременному выпуску НОТАМ. Указанная информация может явиться важным элементом сервисной инфор-

мации, выдаваемой экипажам при предполетной подготовке.

Предварительный анализ показывает, что на АРМ УВД целесообразно возложить следующие задачи:

- получение и хранение обобщенной информации о состоянии орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС от главного центра КАССиДИМ;
  - получение и хранение информации о результатах оперативного мониторинга состояния орбитальных группировок ГНСС с помощью спутниковых приемников, входящих в состав АРМ УВД;
  - наблюдение и оценка электромагнитной обстановки, выявление помех и определение пеленга источника помех;
  - определение допустимости выполнения спутниковых заходов на посадку и посадок;
  - получение (по мере поступления) и хранение информации о результатах мониторинга состояния радионавигационных полей ГНСС в районе аэродрома с помощью мобильного приемно-вычислительного комплекса МПВКМ;
  - получение и хранение информации о результатах мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в районе аэродрома от локальных контрольно-корректирующих и других наземных станций (по мере их готовности);
  - формирование срочных сообщений экипажам ВС и другим заинтересованным организациям и лицам о недопустимости выполнения спутниковых заходов на посадку в случае превышения определенных параметров оперативного мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС установленных допустимых значений;
  - формирование НОТАМ и других сообщений в случае невыполнения условий обеспечения безопасных спутниковых заходов на посадку и посадок, зафиксированных по результатам мониторинга состояния орбитальных группировок и радионавигационных полей ГНСС в районе аэродрома.
- Как известно, радиопомехи являются основным фактором уязвимости спутниковых навигационных систем. Особенно существенна эта проблема для этапов спутникового захода на посадку и посадки. Судя по зарубежным публикациям, вопросам помех в сигналах ГНСС и борьбы с ними уделяется значительное внимание.
- Как отмечено выше, в КАССиДИМ предусматривается мобильный комплекс МПВКМ, который должен по результатам мониторинга дополнить

аэродромную службу УВД информацией о помеховой обстановке в районе аэродрома (в радиусе не менее 25 км).

Мобильные комплексы МПВКМ могут быть использованы при проведении допуска аэродрома к спутниковым заходам на посадку и посадке, а в дальнейшем при периодических проверках помеховой обстановки в районе аэродрома и при наличии замечаний и жалоб экипажей ВС.

В качестве еще одного источника информации о помеховой обстановке рассматривается экипаж ВС, оборудованного спутниковым приемником.

Предварительная проработка показывает, что на мобильный приемно-вычислительный комплекс (МПВКМ) целесообразно возложить следующие задачи:

- наблюдение сигналов ГНСС и оценку электромагнитной обстановки, выявление помех и определение пеленга источника помех, определение работоспособности спутниковых приемников;
- получение и хранение информации о результатах оперативного мониторинга состояния орбитальных группировок ГНСС с помощью спутниковых приемников.

Целесообразно проработать варианты установки МПВКМ на автомобиле, пилотируемом и беспилотном летательном аппарате, а также ручной (носимый) вариант. Для разработки МПВКМ целесообразно использовать результаты исследований [13–24].

Экипажи самолетов, оснащенных системой связи ACARS, информацию о помехах могут передавать по каналу «борт-земля», а также фиксировать ее в полете [11, 13]. При отсутствии ACARS информация о помехах должна фиксироваться в специальных журналах службы УВД. Здесь может быть использован опыт первоначальной эксплуатации систем СП-50 и ИЛС.

В вероятный состав аппаратуры выявления и определения характеристик помех (АВОХП) ГНСС в соответствии с результатами проводимых исследований [16–22] должны входить:

- антенная система и приемники сигналов ГНСС с выполнением всех функций соответствующего бортового оборудования и способные определить возможность использования ГНСС в локальной зоне;
- приемник сигналов в полосах L1~1530...1625 МГц и L2, L3, L5, E5, E6 ~1155...1300 МГц ГЛОНАСС, GPS и Галилео в составе:
  - преобразователя частоты, дискретизатора (преобразователя «аналог-цифра»),
  - цифрового сигнального процессора (ЦСП), способного проводить Фурье-анализ,

пеленгатора, способного определять направление на источник помех,

встроенного компьютера, предназначенного для обработки сигналов и информации, индикации электромагнитной обстановки, накопления и анализа данных; компьютер должен быть связан каналами связи с другими средствами мониторинга, источниками и потребителями информации.

Основные решаемые АВОХП ГНСС задачи:

- прием сигналов ГНСС и оценка возможности использования ГНСС в локальной зоне;
- прием радиосигналов в указанных выше полосах частот, предварительное усиление и преобразование сигналов;
- преобразование сигналов в цифровую форму с частотой порядка 1 Гц;
- обработка сигналов, Фурье-анализ (быстрое преобразование Фурье, FFT) и индикация на мониторе, например, в координатах «частота (МГц) – мощность помехи (дБВт)», где также показаны допустимые уровни помех в соответствии с SARPs; превышение этих уровней является основанием для последующей оценки характеристик;
- расчет и индикации отношения мощностей помеха/сигнал в полосах частот ГНСС;
- определение направления на источник помех;
- выдача команды на пеленгование помехи другим средствам с АВОХП ГНСС;
- прием информации от других средств с АВОХП ГНСС и расчет координат источника помех;
- выдача информации для поиска и искоренения источника помех;
- накопление, анализ и выдача данных заинтересованным потребителям.

В интересах обнаружения помех может использоваться специальное математическое обеспечение радиоприемников [24].

Для определения направления на помеху и местонахождения источника помех могут использоваться [16–18, 27–29]:

- амплитудные, фазовые интерферометрические, корреляционные и временные (типа «обратный Лоран») методы;
- пространственно-временная обработка сигналов с помощью фазированных антенных решеток и других средств.

В качестве средств связи с источниками информации, между элементами системы и с потребителями информации по результатам мониторинга целесообразно использовать каналы передачи данных АФТН, INTERNET, сигналы спутников L3 (ГЛОНАСС) [26], L5 GPS (в перспективе) и др.

### Заключение

Представляется, что Главный центр комплексной системы сбора и доведения информации по результатам мониторинга ГЦ КАССИДИМ должен быть внедрен на одном из предприятий ФАНС РФ, пилотное автоматизированное рабочее место АРМ УВД-П и пилотный мобильный приемно-вычислительный комплекс МПВК-П — на одном из аэродромов гражданской авиации, допущенном к выполнению спутниковых заходов на посадку и посадок.

### Литература

1. Поправка 76 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике «Авиационная электросвязь» (Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации) (SARPS), том 1 (радионавигационные средства), ИКАО, 1.11.2001.
2. Walsh D., et al, A GPS Performance Monitoring System for Operational Applications including B-RNAV: Design, Implementation and Results, ГНСС-2000 Conference Proc., Edinburgh, 2000.
3. Jakab, An Approach to GPS Satellite Failure Detection, Proceedings of ION GPS-99, Nashville, Tennessee, September 1999.
4. Hansen, et al. GPS satellite clock event on SVN 27 and its impact on augmented navigation systems, Proceedings of ION GPS-98, Nashville, Tennessee, September 1998.
5. Barker B. and Huser S. Protect yourself! Navigation payload anomalies and the importance of adhering to ICD-GPS-200, Proceedings of ION GPS-98, Nashville, Tennessee, September 1998.
6. Crum J., Smetek R Welcome to the machine: An overview of GPS Master Control Station anomaly detection and resolution techniques, Proceedings of ION GPS-96, Kansas City, Missouri, September 1996.
7. Violet, et al. Navigation Accuracy or Satellite Health? Controlling Momentum on Ageing GPS Satellites, Proceedings of ION GPS-99, Nashville, Tennessee, September 1999.
8. Cobb H.S., et al. Observed GPS signal continuity interruptions, Proceedings of ION GPS-95, Palm Springs, California, September 1995.
9. Shank & Lavrakas, GPS Integrity: An MCS Perspective, Proceedings of ION GPS-93, Salt Lake City, Utah, 22-24 Sept. 1993.
10. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. — М.: Эко-Трендз, 2003.
11. Соловьев Ю.А. Выявление помех GPS и оповещение авиационных потребителей, Новости навигации, РОИН и НТЦ «Интернавигация», №1, 2001.
12. Маркелов М.А. Радиопомехи как основной фактор, определяющий уязвимость спутниковых навигационных систем. Доклад на заседании Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации, 31 мая 2005 г.
13. Wallace K., Schwoerer B. Concept for Automatic Reporting of Global Positioning System Radio Frequency Interference, ION NTM-2000, Anaheim, CA, Jan. 2000.
14. Geyer M., Frazier R. FAA GPS RFI Mitigation Program, ION GPS-99 Proc., Nashville, 1999.
15. 2005 Federal Radionavigation Plan, Department of Defense, Department of Homeland Security, Department of Transportation, 2005.
16. Gromov K., et al. Interference Direction Finding for Aviation Applications of GPS, ION GPS-99 Proc., Nashville, 1999.
17. Gromov K., et al. GIDL: Generalized Interference Detection and Localization System, ION GPS-2000B Proc., Sault Lake City, Utah, 2000.
18. Bond K. and Brading J., Location of GPS Interference using Adaptive Antenna Technology, ION GPS-2000, Proc., Sault Lake City, Utah, 2000.
19. Skidmore T.A., et al. Flight Test Results of the LAAS Navigation Augmentation Broadcast System, ION GPS-97 Proc., Nashville, 1997.
20. Hoffmeister-Han Y., Wieneke T. European GPS Monitoring System for the RVSM Monitoring Program ION GPS-2000B Proc., Sault Lake City, Utah, 2000.
21. Dunkel W., Butsch F. ГНСС Monitoring and Information Systems at Frankfurt Airport, ION GPS 2000, 19-22 September 2000, Salt Lake City, UT.
22. Troy A., et al. ГНСС Interference Localisation Method Employing Inverse Diffraction Integration with Parabolic Wave Equation Propagation, ION ГНСС 17th International Technical Meeting of the Satellite Division, 21-24 Sept. 2004, Long Beach, CA.
23. John A. Volpe National Transportation Systems Center, Vulnerability Assessment of the Transportation Infrastructure Relying on the Global Positioning System, Office of the Assistant Secretary for Transportation Policy, U.S. Department of Transport, 29 August 2001. [www.navcen.uscg.gov/archive/2001/Oct/FinalRepo-rt-v4.6.pdf](http://www.navcen.uscg.gov/archive/2001/Oct/FinalRepo-rt-v4.6.pdf)
24. Lukas Marti, Frank van Graas. Interference Detection by Means of the Software Defined Radio, ION ГНСС 17th International Technical Meeting of the Satellite Division, 21-24 Sept. 2004, Long Beach, CA.
25. Белгородский С.Л., Корчагин В.А., Соловьев Ю.А. Создание системы сбора и доведения до авиационных потребителей информации мониторинга состояния орбитальных группировок ГНСС в воздушном пространстве России, Новости навигации, НТЦ «Интернавигация», РОИН, 2002, №4.
26. Аверин С.В., Гвоздев В.В. «Региональные навигационно-информационные системы». Доклад на семинаре НТЦ «Интернавигация», Российского общественного института навигации и Ассоциации транспортной телематики по вопросу «Создание и использование в СНГ функциональных дополнений спутниковых радионавигационных систем», 22.06.2005.
27. Brown A., et al. Locating the Jammer using A/J Software Receiver, ION GNSS 17th International Technical Meeting of the Satellite Division, 21-24 Sept. 2004, Long Beach, CA.
28. Gerten G., et al. Monitor, Report & Locate: Tools for Critical Infrastructure Protection, ION GPS 2002, 24-27 September 2002, Portland, OR.
29. Trinkle M., Gray D.A. Interference Localisation Trials Using Adaptive Antenna Arrays, ION GPS 2002, 24-27 September 2002, Portland, OR.



# ОБЗОР И ОБСУЖДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К АЭРОНАВИГАЦИИ

*Н.П. Марьин, Г.В. Столяров*

*В статье обсуждаются перспективные требования к аэронавигации и подчеркивается необходимость и актуальность решения проблемы внедрения новых аэронавигационных систем и технологий. Реализация требований направлена на более точное определение местоположения воздушного судна, выдерживание линии заданного пути, профилей полета и обеспечение повышенного уровня безопасности полетов.*

## THE REVIEW AND DISCUSSION OF REQUIREMENTS TO AIR NAVIGATION

*N.P. Marjin, G.V. Stoliarov*

*The article discusses the future air navigation requirements and emphasizes that it is necessary and actual to solve the problems of establishing of the air navigation systems and technologies. The implementation of the requirements is directed towards more accurate positioning of an aircraft, following the established flight routes and profiles and increasing flight safety levels.*

### 1. Введение. Общие аспекты RNP

Появление перспективных навигационных систем предопределило разработку ряда концепций [1-11], таких как концепция требуемых навигационных характеристик (RNP) [1], применения сокращенного минимума вертикального эшелонирования (RVSM) [4], внедрения систем связи, навигации и наблюдения/организации воздушного движения (CNS/ATM), Глобальный аэронавигационный план применительно к системам CNS/ATM [10], Национальный план для систем CNS/ATM [9] и другие документы [3, 5-11].

Целью обзора является ознакомление специалистов в области аэронавигации с основными направлениями концептуального развития инфраструктуры воздушного пространства.

Развитие аэронавигационной инфраструктуры воздушного пространства (ВП) опирается на высокоточные спутниковые системы ГЛОНАСС, GPS, Галилео. Эти системы обеспечат спрямление маршрутов (полеты по ортодромии) при строгом сдерживании линии пути, что, в свою очередь, повысит эффективность эксплуатации воздушных судов (ВС), увеличит пропускную способность воздушно-

го пространства. Совершенствование навигации заключается в постепенном внедрении оборудования зональной навигации (RNAV), а также бортовой аппаратуры упомянутых глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Навигационные возможности этих систем обеспечивают навигацию на маршрутах и выполнение неточных заходов на посадку. С учетом создания и использования систем функциональных дополнений ГНСС и соответствующих процедур ожидается, что эти системы будут обеспечивать также наиболее точные заходы на посадку.

Концепция RNP регламентирует комплекс навигационных характеристик и устанавливает значение точности выдерживания линии заданного пути в течение 95% полетного времени всеми ВС, выполняющими полеты в пределах этого ВП. Точность выдерживания задается конкретным типом RNP. Предполагается, что большинство ВС будет располагать бортовым оборудованием зональной навигации как с боковым, так и с вертикальным наведением (боковая навигация LNAV/вертикальная навигация VNAV), выполненным в соответствии с положениями документа TSO-129, которое автома-

Марьин Н.П. — профессор, д-р техн. наук, 24 НЭИУ МО РФ  
Столяров Г.В. — канд. техн. наук., с.н.с., 24 НЭИУ МО РФ)

тически определяет местоположение ВС на основе данных от одного или нескольких навигационных источников. Бортовой пилотажно-навигационный комплекс (ПНК) вычисляет расстояния вдоль линии пути и значения бокового уклонения от линии пути для определения расчетного времени полета до выбранной точки пути и управления, а также обеспечивает непрерывную индикацию воздушной обстановки по траектории.

Существует также возможность использования RNP для установления рациональных схем прибытия/вылета и схем захода на посадку. Текущая стратегия по внедрению RNP непосредственно связана с установлением безопасных норм эшелонирования. Вероятность (риск) столкновения ВС в воздушном пространстве зависит от навигационных характеристик, критического времени системы управления ВС и способности используемых в воздушном пространстве систем связи, наблюдения и управления воздушным движением (УВД) предотвратить конфликтные ситуации или поддерживать приемлемый уровень навигационных характеристик. При анализе риска столкновения за допустимый уровень риска принимают целевой уровень безопасности полетов (target level of safety – TLS), выражаемый в количестве происшествий за один час полета. Определив критерии эшелонирования и TLS, можно установить минимальный уровень характеристик, определяющих параметры систем в воздушном пространстве, связанных с навигацией и вмешательством в управление воздушными судами. Таким образом, можно сказать, что риск столкновения есть функция конфигурации маршрутов, интенсивности воздушного движения (ИВД), а также характеристик систем наблюдения, связи, навигации, УВД. В связи с внедрением сокращенного минимума вертикального эшелонирования (RVSM) [4] требуется более жесткий подход к оценке всех факторов риска в вертикальной плоскости. На основе накопленного опыта контроля и анализа причин эксплуатационных ошибок в воздушном пространстве Северной Атлантики Группа планирования систем в Северной Атлантике (NATSPG) решила, что ограничению риска столкновения и потери вертикального эшелонирования вследствие, например, особенностей человеческого фактора следует уделять, по крайней мере, такое же внимание, как и ограничению последствий технических ошибок (погрешностей бортовых систем выдерживания высоты). В этой связи дополнительно к TLS, который связан с техническими ошибками, т. е.  $2,5 \times 10^{-9}$  катастрофы на 1 ч полета воздушного судна, был принят общий TLS в  $5 \times 10^{-9}$  катастроф на 1 ч полета воздушного

судна вследствие потери вертикального эшелонирования по любой другой причине.

Соблюдение RNP может достигаться различными способами и они не могут быть ограничены, если могут продемонстрировать возможность выполнения требований.

## 2. Значения параметров RNP для выполнения полетов по маршруту

Типы RNP устанавливают общие погрешности системы (total system error – TSE), допустимые в боковом и горизонтальном измерении при выполнении полета в определенном ВП или на установленном маршруте. Величина TSE представляет собой векторную сумму погрешностей навигационной (или посадочной) системы (NSE), погрешности вычисления данных RNAV, погрешности системы индикации и погрешности техники пилотирования или погрешности системы управления (FTE).

В таблице 1 [1] указаны значения RNP, предназначенные для общего применения при полетах по маршрутам. Такими типами являются RNP 1; 4; 10; 12,6 и 20, которые предусматривают значения точности TSE, указанные в наименовании RNP в морских милях.

Тип RNP 1 предусматривается для обеспечения наиболее эффективных полетов ВС в результате использования достаточно точной информации о местоположении ВС в ВП с высокой интенсивностью воздушного движения, а также в зонах RNAV, позволяющей получить наибольшую гибкость при организации маршрутов, изменении маршрутов и выполнении полетов по оптимальным дополнительным маршрутам. Этот тип RNP также предусматривает наиболее эффективное обеспечение полетов во входных и выходных коридорах при подходе и выходе из аэродромного воздушного пространства.

Тип RNP 4 предназначается для маршрутов и схем воздушного пространства, основанных на ограниченном расстоянии между навигационными средствами в континентальном воздушном пространстве.

Тип RNP 10 обеспечивает сокращенные минимумы бокового и продольного эшелонирования и повышает эксплуатационную эффективность в океаническом ВП и отдельных районах, где возможности аэронавигационных средств ограничены.

Тип RNP 12,6 позволяет ограниченную оптимизацию маршрутов в районах с пониженным уровнем обеспечения навигационными средствами.

Тип RNP 20 характеризует минимальные возможности навигационного обеспечения и будет приемлемым для любого воздушного судна в любом контролируемом воздушном пространстве в любое время.

**Таблица 1. Параметры RNP для полета по маршрутам, входным и выходным коридорам аэродрома**

Тип RNP (морские мили*)	1	4	10	12,6	20
Точность навигации TSE, км	±1,85	±7,4	±18,5	±23,3	37

\*) 1 морская миля=1,85 км

Для обеспечения возможности продолжать эксплуатацию имеющегося навигационного оборудования без изменения существующих структур маршрутов может возникнуть необходимость временно ввести RNP 5 в качестве производной RNP 4. В России в настоящее время точность навигации основного парка ВС превышает требование RNP 4, и для контроля движения ВС используются средства наземного радиолокационного контроля, поэтому применяется ширина трасс ±5 км (±2,7 морской мили).

Для оценки общей величины допустимой погрешности в боковом и продольном каналах при выполнении полета в определенном ВП или на установленном маршруте за величину TSE принимается:

а) в боковом канале – разность между истинным местоположением ВС и линией заданного пути (ЛЗП) маршрута полета, которая представляет собой совокупность следующих погрешностей:

- погрешности навигационной системы;
- погрешности вычисления данных RNAV (VNAV);
- погрешности системы индикации;
- погрешности, обусловленные техникой пилотирования (FTE);

б) в продольном канале – разность между отображенным расстоянием до конкретной точки пути и истинным расстоянием до этой точки и представляет собой совокупность следующих погрешностей:

- погрешность навигационной системы;
- погрешность вычисления данных RNAV;
- погрешности системы индикации.

Типы RNP для полетов по маршрутам устанавливаются в соответствии с точностью выдерживания ЛЗП в горизонтальной плоскости, т.е. выдерживания местоположения в боковом и продольном направлениях. В целях упрощения использования RNP при планировании ВП эта точность выражается в виде одного параметра – величины удерживания. Величина удерживания представляет собой величину отклонения ВС от ЛЗП, в пределах которого ВС будет находиться в течение как минимум 95% общего полетного времени по трассе.

В общем случае в 95% случаев отклонения ВС от заданной точки маршрута содержатся в пределах

области, которая имеет примерно эллиптическую форму. Однако для упрощения использования RNP при планировании можно считать, что отклонения содержатся в пределах круга, центром которого является заданное местоположение ВС. Если точность некоторого типа RNP характеризуется 1 морской милей, это означает, что в течение 95% общего полетного времени ВС будет выдерживать местоположение в пределах ±1,85 км от своего местоположения, указанного органом УВД.

Основной способ обеспечения RNP заключается в использовании оборудования RNAV. В связи с этим некоторым эксплуатантам потребуется вложить средства в новое оборудование с тем, чтобы полностью реализовать преимущества полетов в условиях RNP.

В ВП центров Единой системы организации воздушного движения (ЕС ОрВД) могут одновременно использоваться разные типы RNP. Например, более строгий тип RNP может использоваться на маршруте, оборудованном радиомаяками VOR/DME, в то время как менее точные типы RNP могут быть в ВП, обслуживаемом приводными радиостанциями (ПРС).

### 3. Особенности навигационного обслуживания полетов на основе RNP

Концепция RNP определяет общий подход к выбору параметров навигационных систем, планируемых для полетов ВС в воздушном пространстве.

Одной из основных задач этого взгляда при внедрении RNP является повышение эффективности УВД, улучшение структуры сети трасс и организации воздушного движения (ВД).

С целью улучшения организации ВД и повышения безопасности полетов практикуется деление районов ВП УВД на более мелкие сектора. Однако такая практика ведет к увеличению диспетчерского состава и не дает желаемых результатов. Иногда также возрастает сложность полетов в таком воздушном пространстве. Не удовлетворяет современным требованиям RNP существующая структура сети трасс, которая формировалась в условиях движения ВС, оборудованных радионавигационными средствами с низкими техническими характеристиками по сравнению с характеристиками радионавигационных систем типа VOR/DME и тем более спутниковых навигационных систем.

Таким образом, ввод RNP в воздушном пространстве требует комплексного подхода к решению ряда проблем в области организации воздуш-

ного движения. В частности, должна быть разработана стратегия радионавигационного обслуживания конкретных категорий ВС, которые должны будут совершать полеты по трассам с установленными типами RNP.

Концепция RNP развивается в направлении освоения системных и функциональных требований, а также процедур зональной навигации (RNAV). Процедуры точной зональной навигации (P-RNAV) являются дальнейшим развитием практики применения концепции зональной навигации. В соответствии со стратегией Евроконтроля наличие на борту ВС оборудования точной зональной навигации будет для ВС одним из условий, позволяющим на начальном этапе выполнять процедуры P-RNAV в районе аэродрома. При полете по маршрутам или в зонах, обозначенных как маршруты или зоны только для ВС, оборудованных системами P-RNAV, точность выдерживания траектории бортовой системой P-RNAV в горизонтальной плоскости в течение 95% летного времени должна быть не хуже  $\pm 1,0$  морской мили. В системах точной зональной навигации задачи вертикальной навигации решаются традиционными методами. Далее ожидается, что процедуры P-RNAV будут постепенно заменяться процедурами RNP-RNAV, где предусматривается обязательное решение задач вертикальной навигации. Введение процедур RNP-RNAV планировалось с 2005 года. В отношении функциональных и эксплуатационных требований, а также принципов разработки зональных процедур в районе аэродрома предполагается, что они будут основаны на использовании средств DME/DME и ГНСС.

Однако следующий вопрос возникает в связи с использованием современных спутниковых навигационных систем и предполагаемым переходом от навигации по опорным станциям к навигации с привязкой к земной поверхности; при этом важное значение имеет геодезическая система отсчета, используемая для определения точного фактического местоположения и высоты ВС над поверхностью земли.

В настоящее время в мире используется много геодезических систем отсчета, что приводит к различным значениям широты/долготы одной точки на поверхности земли в зависимости от используемой системы координат. Возникающие погрешности не всегда являются допустимыми для ВС, выполняющих полеты в условиях RNP, особенно в узловых районах, при передаче ВС между районными диспетчерскими центрами, при пересечении границ и в других случаях.

Аналогичным образом возникают погрешности, когда система координат программного обес-

печения бортовой системы управления полетом отличается от системы, применяемой для указания местоположения наземных навигационных средств (например, DME и др.).

Для устранения возможных ошибок определения местоположения ВС вследствие использования различных геодезических систем отсчета ИКАО рекомендует использовать Всемирную геодезическую систему WGS-84. Однако в России в некоторых системах предпочитают использовать российскую геодезическую систему ПЗ-90. Таким образом, внедрение RNP должно сопровождаться исследованиями возможности использования WGS-84 в российских условиях.

#### 4. Производство полетов с использованием методов RNAV и RNP

Оборудование RNAV автоматически определяет местоположение ВС на основании данных от одного или нескольких источников навигационной информации. Оно вычисляет расстояние вдоль линии пути и значения бокового отклонения от линии пути для определения расчетного времени полета до выбранной точки пути и управления, а также отображает непрерывную информацию наведения по траектории.

Оборудование RNAV должно быть связано с автопилотом.

Использование RNAV в рамках концепции RNP позволяет выполнять полеты в любом ВП в пределах предписанных допусков на точность местоположения, исключая при этом необходимость пролета непосредственно над наземными навигационными средствами, что свидетельствует о ряде преимуществ над обычными видами навигации, в том числе предоставляет возможности:

- устанавливать более прямые маршруты, позволяющие сократить пролетаемое расстояние;
- устанавливать близко расположенные маршруты;
- устанавливать обходные маршруты;
- обеспечивать оптимальные расположения схем полетов в зонах ожидания;
- сократить количество навигационных средств.

Однако чтобы точно определить местоположение ВС, оборудование RNAV должно использовать сигналы одновременно от 2-3 наземных навигационных пунктов (DME-DME, VOR/DME), что в свою очередь требует определенных затрат.

В воздушном пространстве, допускающем полеты по системе RNAV, RNP могут устанавливаться для маршрута, ряда маршрутов, района ВП заданных размеров, которые устанавливаются и объявляются полномочными органами ОрВД. Система



RNAV может применяться с момента взлета до посадки самолета.

Наибольшие возможности для реализации методов RNAV открывают спутниковые навигационные системы, обеспечивающие погрешности бокового отклонения по крайней мере  $\pm 100$  м, а вертикального — 100 м вверх и 150 м вниз (NSE), что свойственно GPS с селективным доступом, или с еще более высокой точностью. Из материалов XI аэронавигационной конференции ИКАО известно, что 10 июля 2003 года спутниковая система с функциональным дополнением WAAS была введена в эксплуатацию для применения на всех этапах аэронавигации в национальной системе воздушного пространства США, включая заход на посадку по приборам как с боковым, так и с вертикальным наведением (до высоты 105 м). Локальные функциональные дополнения, используемые при посадке, устойчиво демонстрируют горизонтальную точность на уровне 1 м и вертикальную — 1,5 м [6].

## 5. Требования к средствам зональной навигации (RNAV) и минимальные характеристики авиационных систем (MASPS)

### 5.1. Общие положения

В настоящее время существует много различных типов навигационного оборудования, которое будет соответствовать требованиям одного или нескольких типов RNP. Составляющие элементы этого оборудования могут размещаться на земле, в космосе и на борту самолета. К бортовому навигационному оборудованию относятся:

а) системы, которые используют внешние навигационные средства, например, ПРС, VOR/DME, DME/DME, ГНСС, «Лоран-С»;

б) системы, которые являются автономными, например, инерциальные навигационные системы (ИНС) или опорные инерциальные системы (ОИС).

Навигационное оборудование обладает широким спектром возможностей и характеризуется разной степенью сложности. К менее сложному оборудованию относятся навигационные системы ПРС, VOR/DME и простейшие вычислительные пилотажно-навигационные комплексы (ПНК), системы RNAV, которые могут использовать только входные данные ПРС, VOR/DME. Некоторые типы более сложного оборудования RNAV, использующего входные данные инерциальной навигационной системы или «Лоран-С», также должны рассматриваться с точки зрения разрешения их использования, при условии применения специальных эксплуатационных правил или использования дополнительных навигационных контрольных точек, обеспечивающих возможность получения тре-

буемой точности навигации. К наиболее сложному оборудованию относятся новейшие системы RNAV и FMS, которыми оснащается все большее число воздушных судов.

Пилотажно-навигационный комплекс или система управления полетом (за рубежом используется термин flight management system, FMS) представляет собой комплексную систему, которая включает в себя бортовые датчики, приемники и вычислители, а также базы навигационных данных и данных о характеристиках воздушного судна, и выдает информацию об оптимальных режимах полета на дисплей и в автоматическую систему управления полетом. Система может точно функционировать, пока воздушное судно остается в пределах соответствующей зоны действия наземного маяка, например, DME; разрывы в зонах действия маяков DME и/или ухудшения точности являются допустимыми в пределах установленных ограничений, поскольку система способна функционировать в «режиме запоминания» в течение ограниченных периодов времени.

Технические требования к минимальным характеристикам авиационных систем (MASPS), изложенные в [5], касаются бортовых и наземных навигационных компонентов, которые будут использоваться в инфраструктуре CNS/ATM, и предназначены для целей поддержки операционных концепций, основанных на систематическом улучшении возможностей прикладных программ по маршрутному планированию, управлению, наблюдению. Как считается, навигационная система, описанная в концепции CNS/ATM, будет совместима с существующими и станет катализатором перехода от существующих к будущим системам связи, навигации и управления полетами в воздушном пространстве. Эти стандарты включают также требования к вертикальной навигации и контрольному времени прибытия.

Самолет, предназначенный для выполнения полетов по трассам и маршрутам по методам зональной навигации в среде RNP, будет исполнять также и соответствующие требования RNP RNAV. Термин RNP строго определяет конкретный тип RNP и применяется для определения воздушного пространства, маршрутов и процедур (включающих отлеты, прибытия и процедуры захода на посадку по приборам). Чтобы отличить RNP ИКАО от MASPS, в MASPS предложено применять RNP-(x) RNAV для горизонтальной навигации.

### 5.2. RNP для горизонтальной навигации

Типы RNP-1, RNP-4, RNP-10, RNP-12,6 и RNP-20, определенные ИКАО в руководстве по RNP [1], используются в качестве основных для установления минимальных требований RNP RNAV

[5]. Чтобы приспособиться к очень точным операциям (например, заход на посадку по приборам), предложен также другой термин – RNP <1 RNAV.

Было также признано, что невозможно определить конечный диапазон потенциальных применений требований RNP RNAV. Требования в [5] предназначены для применения к любым типам RNP RNAV, а не только к тем типам, которые включены как базовые значения в колонку 1 таблицы 2. Требования по точности и выдерживанию в колонке 2 этой таблицы могут приспособиваться к любому типу RNP RNAV. Таблица диапазонов RNP представлена, чтобы упростить начальное применение любого типа RNP RNAV. Требования для каждого заявленного типа RNP (колонка 1) также могут использоваться в соответствующих диапазонах установленных типов RNP RNAV. Если появляется необходимость в изменении этих требований, то в дальнейшем будут рассматриваться их корректировки.

**Таблица 2. Применяемые диапазоны RNP RNAV**

Тип RNP RNAV	Применяемый диапазон
RNP <1 RNAV	с RNP-0.3 RNAV до RNP-0.99 RNAV
RNP-1 RNAV	с RNP-1 RNAV до RNP-1.9 RNAV
RNP-4 RNAV	с RNP-2 RNAV до RNP-9.9 RNAV
RNP-12.6 RNAV	с RNP-10 RNAV до RNP-19.9 RNAV
RNP-20 RNAV	с RNP-0.3 RNAV до неопределенного

В этой таблице самый низкий предел RNP-0.3 RNAV не противоречит критериям неточного захода на посадку (т.е. без применения средств точного захода), однако предполагается, что требования RNP <1 RNAV также могут быть применены, чтобы понизить значения указанного предела для точного захода на посадку и посадки.

В [5] предлагается использовать выражение «RNP-(x) RNAV или ниже» для того, чтобы обращаться к любому типу RNP RNAV, чье значение RNP меньше, чем x. Фраза «RNP-(x) RNAV или выше» используется, чтобы обращаться к любому типу RNP RNAV, чье значение RNP выше, чем x.

**5.3. RNP для вертикальной навигации (VNA V)**

Для маршрутов верхнего континентального воздушного пространства вертикальный минимум будет основываться на приведенном минимуме вертикального эшелонирования (RVSM) в 300 м (1000 футов) или на другом минимуме вертикального эшелонирования (например, 600 м или 2000 футов), установленном для определенного контролируемого воздушного пространства [4]. Для взлетающих и садящихся самолетов защищенное воздушное

пространство относительно самолета определяется боковыми удерживающими пределами RNP и соответствующими вертикальными эшелонами трасс.

При реализации вертикальной навигации [2, 3, 4, 5] необходимо поддерживать вертикальные профили полета, ограниченные эшелонами/высотой полета, скоростью, и/или углами в вертикали. С этой целью по аналогии с RNP RNAV вводятся RNP для вертикальной навигации (RNP VNAV), которые предназначены для обеспечения уровня безопасности при маневрировании в вертикальной плоскости.

RNP RNAV является инструментом для упрощения разработки маршрутов, зон и определения специальных объемов воздушного пространства, где требуются RNP. RNP VNAV предназначены для обеспечения навигации в вертикальной плоскости. В воздушном пространстве предел выдерживания RNP VNAV предназначен для достижения, по крайней мере, двух целей. Он должен обеспечивать уровень безопасности при разделении высот пролета маршрутов, зон, а также допускать дополнительные ограничения погрешностей в разделительных буферах, возникающих в связи с традиционным риском столкновения, где требуется вероятность выдерживания в вертикали 99,7 %.

Возможно, в настоящее время только малая часть существующих систем совместима с требованиями по целостности выдерживания и непрерывности выдерживания. Распространенная в настоящее время оценка целостности системы связана с возможной потерей навигационной функции и выдчей ошибочных навигационных данных.

В существующих системах также отсутствует оценка целостности при переходе с трассы на трассу, изменении направления, а также в случае ручного управления.

**Контрольное время прибытия**

Ожидается, что с целью улучшения управления воздушным движением в пунктах пересечения маршрутов будет использоваться контроль времени прибытия, чтобы обеспечить увеличение вероятности прибытия самолета в заданную точку, в заданное время. Контрольное время прибытия (TOAC), как элемент времени RNP навигации, необходимо для корректировки скорости самолета и изменения, где допустимо, вертикальных и боковых профилей траекторий и установленных пределов выдерживания.

**6. Требования к параметрам (RNP MASPS 3, CNS/ATM)**

Требования к RNP являются системными требованиями, которые могут иметь и пространственные и временные атрибуты, необходимые для оценки положения, измерения элементов пути и ошибок

выдерживания траектории. Сюда также включены системные требования для вертикальной навигации и контрольного времени прибытия, которые могут быть системными опциями.

Выполнение полета P-RNAV предусматривает использование такого оборудования RNAV, которое автоматически определяет координаты ВС по следующим навигационным средствам (без каких-либо приоритетов и последовательности): по двум и более маякам DME-DME; по совмещенному радиомаяку VOR/DME, если такой маяк определен как удовлетворяющий требованиям для выполнения данной процедуры; по GNSS.

Требования к параметрам RNP систем RNAV/VNAV, функционирующих в воздушном пространстве, обозначенном RNP RNAV, применимы к общим навигационным системам, включающим как самолетные, так и не самолетные компоненты, которые способствуют удовлетворению этих требований. Из навигационных требований вытекают требования, которые предъявляются к определению состояния отказа, включая потерю функционирования и сбой оборудования.

**6.1. Навигационная точность, соответствующая требованиям выдерживания ЛЗП**

Для каждого самолета, совершающего полет в воздушном пространстве RNP, должны быть оценены компоненты общей системной ошибки при отклонении от ЛЗП и отклонении по дальности. Эти ошибки должны быть меньше, чем значение RNP в течение 95% летного времени. Одновременно компоненты общей системной ошибки по вертикали для RNP RNAV должны быть меньше, чем указанный предел погрешности в течение 99,7% летного времени.

Предел вертикальной погрешности навигационной системы, включающий статическую исходную ошибку измерения высоты (давления), должен быть меньше, чем пределы, указанные в таблице 3.

Эти требования основаны на барометрическом измерении высоты и системах бортового радиоэлектронного оборудования, которые обеспечивают точность измерения, совместимую с требованиями

приведенного минимума вертикального эшелонирования (RVSM).

**6.2. Точность выдерживания по боку**

Компоненты TSE в направлениях вдоль и поперек маршрута в течение 95% времени полета должны оставаться меньше, чем значения параметров выдерживания для установленного типа RNP RNAV. Компонент полной системной ошибки «вдоль маршрута» содержит только составляющую ошибки оценки местоположения. Полная системная ошибка отклонения от ЛЗП содержит компоненты за счет отклонения от заданного пути, ошибок оценки местоположения, определения траектории и управления ВС.

Чтобы доказать соответствие комбинации навигационных средств требуемой точности, должен быть выполнен анализ, моделирование и/или демонстрационный полет. Выбранный метод будет оценивать системную TSE (ошибку оценки местоположения, ошибку определения пути (маршрута следования самолета) и ошибку управления полетом ВС), рассматривая все элементы системы, которые могут влиять на TSE. Следующий перечень обеспечивает элементы (но не все), которые обычно рассматриваются при анализе:

- структура и режимы действующей навигационной системы (например, архитектура, автоматическое или «ручное» объединение информации датчиков и т.д.);
- вероятность отказа;
- зависимости погрешностей измерения параметров от режимов системы, особенностей операций;
- разрешение дисплея;
- данные и запаздывания при вычислениях (latencies) и разрешения данных;
- характеристики ошибок датчика навигационной информации;
- коррекция магнитного склонения;
- системное время срабатывания (постоянная времени системы).

Величина системной TSE будет характеризовать допустимую точность выдерживания ЛЗП,

установленную для системы навигации. Анализ алгоритмов, датчиков и их характеристик эффективности будет использоваться для теоретического определения 95% вероятности TSE различных операционных режимов системы. Эта вероятность должна быть подтвержде-

**Таблица 3. Предел вертикальной погрешности навигационной системы, футов\***

Высотная область	Сегменты эшелона полета и снижения при пересечении высот разрешения	Подход к указанному вертикальному переходу
На или ниже 5000 футов	150	160
От 5000 до 10000 футов	200	210
От 10000 до 29000 футов	200	210
Выше 29000 футов	250	260

*\*) 1 фут = 0,3048 м*

на демонстрационным полетом или эквивалентным методом.

В зависимости от наземных, бортовых или спутниковых навигационных средств (навигационных датчиков), используемых для оценки положения ВС, точность системы, как ожидается [5, 12-15], будет обоснована одним или большим количеством параметров и требованием их выполнения с вероятностью 95%.

**Таблица 4. Боковая точность системы**

	Поперек трассы, 95%, морские мили	Вдоль трассы, 95%, морские мили	Общая системы и FTE, морские мили
По случайному пути	±3,8	±3,8	±4
По воздушной трассе	±2,8	±2,8	±3
Терминальная зона, IFR*	±1,7	±1,7	±2
Подход, VOR/DME	±0,5	±0,5	±0,7
Подход, не -VOR/DME	±0,3	±0,3	±0,6

*\*) IFR (Instrument Flight Rules) – Правила инструментальных полетов.*

Погрешности, внесенные в таблицу 4, представляют типичные существующие величины погрешностей. Однако будут иметься исключения к определенным величинам погрешностей из-за широкого разнообразия приемов, стандартов выполнения полетов и возраста навигационных систем. Ожидается, что будут также иметься случаи, когда фактическая точность выполнения полета системой будет лучше. Чтобы оценить эти случаи, необходимо использовать априорную информацию, содержащуюся в этом разделе, и апостериорную информацию, приобретаемую в процессе эксплуатационного опыта.

### 6.3. Точность выдерживания высоты

Компоненты ошибки в вертикальном направлении должны быть меньше, чем в горизонтальной плоскости. Предельно допустимая погрешность в вертикальном направлении должна сохраняться в течение 99,7% времени полета. Компоненты системной ошибки высоты состоят из системной ошибки измерения высоты, ошибки определения местоположения и ошибки управления профилем маршрута следования самолета.

Чтобы доказать соответствие навигационной системы требованиям RNP в вертикальной плоскости, должен быть выполнен анализ, моделирование и/или демонстрационный полет. Выбранный метод будет оценивать системную TSE, рассматривая все элементы системы, которые могут влиять на TSE. Следующий перечень обеспечивает некоторые (но не все) элементы, которые обычно рассматриваются. Это:

- структура и режимы действующей навига-

ционной системы (например, архитектура, автоматическое или «ручное» объединение информации датчиков и т.д.);

- оценка вероятности отказа;
- зависимости от режимов системы, особенности этапов полета;
- вычислительные погрешности и разрешающая способность дисплея;
- параметры, характеристики ошибок датчиков информации;
- системное время срабатывания.

Вероятность системной TSE будет характеризовать допустимую точность выдерживания траектории, установленную для системы в вертикальной плоскости. Эта вероятность должна быть подтверждена моделированием, демонстрационным полетом

или эквивалентным методом.

Системы обеспечения вертикального полета, как ожидается, будут приспособлены выполнять полеты на разных высотах в различных регионах. При этом возможные предельно допустимые ошибки представлены в таблице 5.

Эти погрешности не отражают свойства самолета, который предназначен для сокращенных минимумов вертикальных полетов (RVSM). В этом случае все погрешности источников информации могут быть уменьшены (в соответствующей степени или в зависимости от типа самолета)

### 6.4. Целостность выдерживания

Вероятность того, что полная системная ошибка каждого самолета, действующего в воздушном пространстве RNP RNAV, превышает указанный предел выдерживания отклонения от заданного пути без оповещения, должна быть меньше, чем  $10^{-5}$  в летный час. Предел выдерживания отклонения от заданного пути составляет двойное значение RNP RNAV (например, ±4 морские мили для RNP- (4) RNAV).

Для воздушного пространства RNP-12.6 RNAV и RNP-20 RNAV требования по целостности выдерживания в боковом направлении не устанавливаются.

Для операций в пространстве RNP VNAV требования по целостности выдерживания по высоте также не устанавливаются [5].

Предел выдерживания отклонения от заданного пути определяет центрированный относительно оси маршрута коридор, в пределах которого самолет выполняет навигацию и который может использоваться как компонент для обеспечения безо-

Таблица 5. Полная вертикальная ошибка системы (вероятность 99,7 %), футов

Источник ошибки	Подъем/спуск			Подход к вертикальному профилю		
	Высоты, футов			Высоты, футов		
	5000 или ниже	От 5000 до 10000	Выше 10000	На 5000 или ниже	От 5000 до 10000	Выше 10000
Высотомер	90	200	250	140	265	350
Оборудование RNAV	50	50	50	100	150	220
Техника пилотирования	150	240	240	200	300	300
Общая ошибка	190	320	350	265	430	510

пасности самолета. Должны быть рассмотрены все потенциальные отказы или события, которые могли бы вести к необнаруженному нарушению выдерживания, включающему необнаруженные отказы и технические ошибки. Техническая ошибка может быть обнаружена непосредственно в реальном времени. Например, если при выполнении статистического анализа (априори) установлено некоторое распределение FTE, то принято контролировать FTE так, чтобы его распределение в последующих реализациях (апостериорных) не противоречило априорному распределению. Анализ, демонстрирующий соответствие, должен, как минимум, рассмотреть величину вероятности того, что отказ или отклонение от нормального состояния произойдут в течение летного часа, начиная с безотказного состояния. Это значение вероятности должно быть не более заданной величины и представляться на средствах отображения ложной информации.

Кроме того, обеспечение достоверности сообщения о целостности обеспечивается определением текущих точек ЛЗП, причем предельные отклонения должны лежать в пределах двух значений RNP.

Представленные выше требования к целостности выдерживания должны будут рассматриваться с учетом:

- конфигурации операционной системы (например, базовая действующая конфигурация, смена конфигурации из-за переключений элементов системы, конфигурация соединения, избыточности источников информации (датчиков) и т.д.);
- идентификации критических системных конфигураций;
- количественной оценки вероятности необнаружения отказа в пределах дерева ошибок или блок-схемы [7, 8]. Вероятность необнаружения отказа должна быть коррелирована

на с требуемыми нормами отказа/ошибки для оценки потери навигационного функционирования в среде RNP-(x) RNAV.

Для поддержки оценки целостности выдерживания также требуются следующие данные:

- установка минимальных требований к оборудованию обслуживания операций RNP RNAV;
- идентификация отказов;
- соответствующая индикация и доступное оповещение летного экипажа об обнаружении потери целостности выдерживания и т.п.

Оценка целостности выдерживания может быть выполнена совместно с оценкой опасности введения ложных навигационных данных. Вероятность необнаруженного отклонения от ЛЗП вне пределов выдерживания требует рассмотрения внесистемных вопросов управления, индикации и предупреждения.

#### 6.5. Непрерывность выдерживания

Вероятность потери способности RNP RNAV (для данного типа RNP RNAV) должна быть меньше, чем  $10^{-4}$  в летный час.

Для воздушного пространства RNP-12.6 RNAV и RNP-20 RNAV требования по непрерывности выдерживания в боковом направлении не устанавливаются [5].

Для операций RNP VNAV требования по непрерывности выдерживания высоты не устанавливаются [5].

Там, где система со способностью VNAV используется для проведения операций RNP VNAV, вероятность потери способности RNP VNAV (для данного типа RNP RNAV) должна быть меньше, чем  $10^{-3}$  в летный час.

Удовлетворение этого требования определяет оборудование, которое должно быть доступно при внедрении или инициализации операции RNP

VNAV. Например, оборудование, необходимое для всех запланированных операций RNP VNAV в пределах одного полета, будет требоваться после вылета, в то время как оборудование, необходимое для выполнения этого требования для типа RNP VNAV на подходе, может требоваться в начале операции.

В вертикальном канале непрерывность вертикального выдерживания решается традиционными средствами ограничения вероятности потери функционирования с учетом существующих рекомендаций, что позволяет использовать возможности вспомогательных или автоматических систем и связанных с этим операционных ограничений.

Пределы выдерживания являются технической основой для определения непрерывности функционирования и целостности навигационной системы, чтобы ограничить защитой опасные состояния полета и частные отказы. Предел выдерживания отклонения (как для целостности, так и непрерывности) от заданного пути определяет коридор, центрированный по требуемой траектории, в пределах которого самолет выполняет навигацию, и может использоваться как компонент для обеспечения разделения самолетов. Должны быть рассмотрены все потенциальные отказы или события, которые могут вести к определению потери способности RNP RNAV. Анализ непрерывности выдерживания должен учитывать алгоритмы приведения в готовность используемого оборудования, а также отказы, ложное определение и чрезмерную техническую ошибку.

Возможность удовлетворения требований к непрерывности выдерживания, представленных выше в разделе 6.3 (риск или потеря способности RNP-(x) RNAV), должна рассматриваться, исходя из:

- конфигурации операционной системы (например, базовая действующая конфигурация, смена конфигурации из-за переключений, конфигурация соединений, избыточность источников информации (датчиков) и т.д.);
- идентификации критических ошибок (например, отказ компонента или подсистемы), приводящих к потере способности RNP RNAV;
- количественной оценки отказа, использующего вероятность необнаружения в пределах дерева ошибок или блок-схемы. Вероятность необнаружения отказа может быть коррелирована с требуемыми нормами отказа/ошибки для оценки потери способности RNP-(x) RNAV к навигационному функционированию.

Следующие данные также требуются для поддержки оценки непрерывности выдерживания:

- оценка вероятности потери способности RNP RNAV;
- идентификация методов или процедур уменьшения и требования к управляющей системе/оборудованию;
- идентификация соответствующих индикаций и доступных оповещений летному экипажу при потере способности RNP RNAV и т.п.

Оценка непрерывности выдерживания должна быть выполнена совместно с оценкой потери навигационной функции. Потеря способности RNP RNAV должна быть рассмотрена как измеряемый (априорный) и измеренный (апостериорный) шаг (например, дискретные отображения индикации) в снижении производительности (эффективности) навигационной системы, приводящей к потере навигационной функции.

Только малая часть существующих систем, возможно, совместима по целостности выдерживания и непрерывности выдерживания с MASPS. Распространенная в настоящее время оценка целостности системы связана с возможной потерей навигационной функции и выдачей ошибочных навигационных данных.

Существующие системы, вероятно, пока не могут удовлетворить требования по оценке целостности в таком объеме (например, в существующих системах отсутствует оценка целостности при переходе с трассы на трассу, изменении направления в случае ручного управления).

#### 6.6. Оценка времени прибытия

Когда система обеспечивает системное вычисление оценок времен прибытия, погрешности вычислений должны быть меньше, чем 1% от времени полета, остающегося до назначенного пункта или указанного в полетном плане.

Расчетное время прибытия (ETA) для каждой контрольной точки в полетном плане должно быть введено в вычислительное устройство (ВУ) до завершения входа по плану полета в пределах 30 секунд, необходимых для выполнения вычислений.

Как правило, вычисления ETA должны быть основаны на ожидаемых путевых скоростях каждого участка маршрута плана полета и ожидаемой криволинейной путевой траектории, необходимых для выполнения этого требования по точности. Точность расчета ETA также должна быть связана с боковым уклонением в действительном рассматриваемом положении, в частности, когда фиксированное положение связано с требуемым временем прибытия (RTA).

### 6.7. Контрольное время прибытия

Когда система обеспечивает расчет контрольного времени прибытия в контрольную точку, указанную в плане полета, она должна быть способна в пределах 30 секунд с вероятностью 0,95 завершить расчет; при этом остается достаточно времени, чтобы обеспечить необходимое управление.

Признано, что точность 30 секунд может быть недостаточной для операций в аэродромных зонах из-за необходимости повышенной точности прогноза атмосферных данных, ветра и операций модификации (изменения) траектории снижения для того, чтобы гарантировать прибытие к указанному требуемому времени.

Чтобы доказать соответствие навигационной системы требованиям по оценке контрольного времени прибытия, должен быть выполнен специальный анализ, моделирование и/или демонстрационный полет. Выбранный метод анализа должен оценивать и рассматривать все элементы системы, которые могут влиять на продолжительность полета. Следующий перечень обеспечивает некоторые (но не все) элементы, которые обычно рассматриваются при анализе:

- конфигурации операционной системы (например, ее архитектура, соединение датчиков, мануальная/автоматизированная система);
- оценка вероятности отказа;
- зависимости от режимов системы, особенности операции;
- разрешение дисплея;
- данные и период их обновления, времена запаздывания вычислений (latencies) и разрешения данных;
- прогноз ветра и температуры;
- характеристики ошибок датчиков;
- системное время срабатывания.

Эффективность контроля будет характеризоваться точностью предсказания времени прибытия. Эта точность предсказания должна быть подтверждена демонстрационным полетом или эквивалентным методом моделирования.

### 7. Требования к базе данных

Навигационная база данных RNP RNAV может содержать данные для навигации, сведения о взлетно-посадочных полосах, устанавливает проведение процедур навигации по трассам и т.д. Система должна позволять правильно извлечь данные, как это предназначено, чтобы использовать их в конкретных условиях действия RNP RNAV.

Навигационная база данных и ее содержание должны изменяться в зависимости от назначения навигационной системы. Однако ожидается, что

навигационная основа данных обеспечивает информацию, которая является совместимой с действиями и применением RNP RNAV. Данные должны иметь необходимые величины и процедуры для решения навигационных задач и другую информацию. Дополнительно данные и процедуры, используемые для RNP RNAV, также будут иметь количественную оценку любых ошибок, которые могут затрагивать действия типа RNP RNAV.

При этом необходимо иметь в виду следующие положения.

Навигационная система в процессе использования базы данных должна исключать данные, процедуры, и т.д., которые не совместимы с ее особенностями или функциями.

Навигационные данные, используемые системой, должны отвечать требованиям RTCA DO-200A/EUROCAE, РЕД.-76 и RTCA DO-201A/EUROCAE РЕД.-77. Ожидается, что процедуры и оценка навигационных данных предварительно будут подвергнуты проверке оператором. Навигационные данные должны быть оценены для правильного применения на маршрутах конкретных типов RNP (процедур в воздушном пространстве, правильности рекомендаций, выдачи координат, точности решения, защиты от не исправления ошибок относительно процедуры проверки команды, и т.д.) по мере необходимости их использования и применения в RNP RNAV действиях.

### 8. Особенности систем навигации и сравнение их характеристик

Таблицы 6, 7, 8 суммируют особенности систем, которые:

- а) требуются в существующих системах;
- б) требуются в существующих системах, но не в RNP RNAV [5];
- в) требуются в RNP RNAV [5].

Не все действующие системы удовлетворяют (соответствуют) существующим стандартам. Однако должна быть проявлена осторожность в случае применения этих рекомендаций при модернизации системы для того, чтобы оценить, какие функции и особенности действительно требуют модернизации.

Особенности систем обусловлены предназначением ВС выполнять полеты с точностью, соответствующей окружающей навигационной среде и коррелированной с большинством соответствующих типов RNP RNAV.

Таблицы 6, 7, 8 предназначены для оказания помощи при сравнении характеристик существующих систем с указанными минимумами в RNP RNAV [5].

**Таблица 6. Требования к типам RNP RNAV (особенности и способности)**

Характеристика	Типы RNP RNAV		
	12,6/20	4	1/<1
1	2	3	4
Способность выравнивания относительно Земли (только для ИНС и ОИС)	√	√	√
Дисплей отображает положение ВС: широта / долгота; дистанция до выбранного пункта	√ √	√ √	√ √
Показ угла поворота трассы	√	√	√
Показ расстояния или времени до установленного пункта	√	√	√
Показ скорости относительно Земли в установленном пункте		√	√
Устанавливает хранение плана полета; минимум 4		√	√
Объявляет о соответствующих системе операционных признаках, статусе и взвешенных отказах		√	√
Управление автопилотом или ручное управление ВС			√
Показ подхода к высоте 100 футов по пути к терминалу, приближаются 10 футов	√	√	√
Углы подъема /спуска близки к 0,1 градуса	√	√	√
Вертикальное управление, совместимое с аппаратурой	√	√	√
Оповещение о приближающемся вертикальном пересечении (кресировании)	√	√	√

**Таблица 7. Требования к существующим системам типов RNP RNAV (но не MASPS)**

Характеристика	Типы RNP RNAV		
	12,6/20	4	
1	2	3	4
Показ местоположения выравнивания и завершения выравнивания (только для ИНС и ОИС)	√	√	√
Непрерывная индикация места самолета относительно следа, которое будет введено пилотом		√	√
Индикация местоположения самолета относительно следа, который будет показан на дисплее без участия пилота			√
Индикация точных навигационных установок			√
Способность вводить значения высоты (до 8 – 9 последовательно устанавливаемых точек) для терминала / подхода	√	√	√

Следует отметить, что характеристики об- становки, приведенные в таблицах, и ее оценка по- зволят экипажу ясно и однозначно определить последу- ющие действия согласно требованиям RNP RNAV[5].

**9. Условные RNP RNAV/VNAV**

Обычно принимается, что все требования должны быть удовлетворены системой для того, чтобы она соответствовала действующим RNP RNAV/VNAV. Однако непосредственно в течение переходного периода ожидается, что многие из тре- бований будут удовлетворены эксплуатируемыми средствами скорее, чем произойдет модернизация навигационных систем. Это может потребовать, чтобы дополнительные ограничения или ограни- чения систем были заменены соответствующим термином «условное одобрение». Это одобрение может быть получено без дополнительного сви- детельства (сертификации, легализации) в боль- шинстве случаев, не требуя дополнительного под-

тверждения (например, как в RNP-12.6 RNAV и RNP-20 RNAV).

При изготовле- нии нового оборудо- вания или интеграции существующих систем может произойти также пересмотр введенного одобрения при усовер- шенствовании их фун- кциональных возмож- ностей, целостности, непрерывности обслу- живания и т.п.

**10. Возможности и характеристики ВП RNP RNAV**

Чтобы работать в воздушном про- странстве, удовлетво- ряющем RNP RNAV, необходимо рассмот- реть специальные процедуры ограниче- ния на полеты само- лета и/или смягчать некоторые требова- ния, согласовав их с тактико-технически- ми характеристиками традиционных средств навигации и др.

Если после смягче- ния требований уровень

специальных процедур будет препятствовать пилотам эффективно управлять самолетом, то действующие ус- ловные RNP RNAV не будут разрешаться.

Как ожидается, в течение переходного пе- риода к воздушному пространству с RNP RNAV системы, предварительно допущенные как удовлет- воряющие навигационным требованиям по точно- сти выполнения полетов RNP 12,6 и 20 RNAV, не бу- дут заменяться. Степень позволенного RNP RNAV действия будет определена на основе эксплуата- ционного опыта.

Некоторые из систем не будут удовлетво- рять внедряемым типам RNP RNAV. В результате оценки систем (например, традиционных) не- обходимо будет проанализировать с тем, чтобы установить, позволяют ли они летному экипа- жу ясно и однозначно выполнять полеты в воз- душном пространстве с внедряемым типом RNP RNAV.



Таблица 8. MASPS, но не для текущих требуемых характеристик

Характеристика	Типы RNP RNAV		
	12,6/ 20	4	1/<1
1	2	3	4
Планирование рейса (полета)			
Установить фиксированные положения (задание)	√	√	√
Создание, обзор и активация	√	√	√
Методы	√	√	√
«Направление к ...» и пересечения курса	√	√	√
Ответвления пути	√	√	√
Захват, проведение		√	√
Постоянная высота / вертикальный угол (глиссада)	√	√	√
Температурная компенсация (выбор, оптимизация)		√	√
Данные продвижения			
Пересечение отклоняющегося следа	√	√	√
Расстояние, которое следует пройти	√	√	√
Время, необходимое для прохождения пути	√	√	√
Расстояния вдоль следа	√	√	√
Основная (базовая) скорость			√
Вертикальное отклонение траектории (± 150 футов при операциях подхода)			√
Навигационные данные			
Расчетная траектория	√	√	√
Расстояние между установленными пунктами	√	√	√
Курсовой угол полета	√	√	√
Основная (базовая) скорость и ветер	√	√	√
Настройка и выбор способов навигации			
Автоматическая или ручная настройка	√	√	√
Выбор альтернативных надежных источников данных	√	√	√
Запрещение вспомогательных средств навигации	√	√	√
Навигационные установки, приведение их в готовность и исполнение			
Оценка неуверенности положения ВС	√	√	√
Тип RNP, находящийся в обращении	√	√	√
Тип RNP, приводимый в готовность	√	√	√
Отсутствует непрерывность плана полета	√	√	√
Используемый навигационный датчик	√	√	√
Установка вертикального крессирования	√	√	√
Вертикальная траектория полета	√	√	√
Интерфейс руководства (пилота)		√	√
Навигационная база данных		√	√
Определение траектории			
Установленные радиусы переходов и поворотов		√	√
Построение боковой и вертикальной трасс		√	√
Установление близко проходящих трасс		√	√
Расчетное (оцененное) время прибытия (ETA)	√	√	√
Требуемое (контрольное) время прибытия (RTA)	√	√	√

Ожидается, что в течение перехода к RNP RNAV действующее воздушное пространство будет

использоваться совместно с RNP воздушным пространством. Интеграция инфраструктуры ВП в этом случае требует специального рассмотрения.

### 11. Выбор типа RNP– (x) RNAV

В процессе выбора типа RNP– (x) RNAV необходимо будет рассмотреть:

- насколько совместима существующая инфраструктура ВП с RNP– (x) RNAV;
- возможность внедрения типов RNP RNAV в различных регионах РФ;
- возможность системы не выполнять обязательств строгих типов RNP RNAV в областях (регионах), испытывающих недостаток навигационного оборудования. Если тип RNP не определен для воздушного пространства, то разрешается ли применить в нем действующее бортовое оборудование для любого типа RNP;
- ограничения и правила, связанные с производством полетов в нестандартных условиях (авиационные происшествия, отказы), а также минимальный перечень основного оборудования;
- обеспечивает ли навигационная база данных необходимую гибкость процедур для обозначения RNP RNAV на маршрутах различных регионов, и соответствуют ли ее данные опубликованной навигационной информации.

При более полном рассмотрении перечисленных вопросов необходимо использовать, например, положения следующих документов и стандартов:

- FAA AC 20-130;
- FAA AC 25-15;
- FAA AC 90-45A;
- TSO-C115;
- JAA AMJ 20X2;
- FAA AC 25-4;

- FAA AC 25-1309.1A;
- FARs / JARs;

Евроконтроль. Стандарт Навигации. Эксплуатационные требования. Функциональные требования;

Австралийское Разделение (AUSSEP) квалификация;

Технические требования к минимальным навигационным характеристикам (MNPS);

FAA AC 20-129Q;

FAA AC 91-RVSM;

FAA AC 20-138;

TSO-C129A;

ФАП;

ФП ИВП и др.

В заключение отметим, что рассмотренные требования вместе со стандартами и эксплуатационным опытом должны использоваться при планировании мероприятий в области аэронавигации, а также при создании и использовании навигационной аппаратуры.

#### Литература

1. «Руководство по требуемым навигационным характеристикам», «Руководство по RNP для захода на посадку, посадки и вылета» (Приложение 1), ИКАО, 1997.
2. Федеральные правила использования воздушного про-

странства РФ, 2000.

3. Добавление А. Скоординированный на глобальном уровне план перехода к системам CNS/ATM. ИКАО, Doc 9623, FANS(II)/4, 1993.

4. Руководство по применению минимума вертикального эшелонирования в 300 м (фут) между ЭП 290 и ЭП 410 включительно. Doc 9574 AN/934, 2-е изд., 2002.

5. RTCA Paper N 207-99/SC 181 – 103 (Стандарт минимальных требований к авиационным системам, MASPS), 2-е изд., 1999.

6. AN Conf/11 – WP/201. ИКАО, 2003.

7. Авиационная электросвязь. Приложение 10 том 1 (радионавигационные средства). Изд. пятое тома 1, ИКАО, июль 1996.

8. Производство полетов ВС. Doc. 8168, т. II, 4-е изд., ИКАО, 1993.

9. Национальный план для систем CNS/ATM. ИКАО, 1999.

10. Глобальный аэронавигационный план применительно к системам CNS/ATM. Doc 9750 – AN /963, ИКАО, 2000.

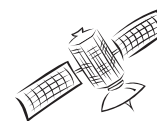
11. Спутниковые навигационные системы и варианты. Doc 9623, ИКАО, 1993.

12. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2000.

13. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС. – М.: ИПРЖР, 1998.

14. Ярлыков М.С. Статистическая теория радионавигации. – М.: «Радио и связь», 1985.

15. Марьин Н.П. Традиционные и спутниковые системы радиотехнического обеспечения полетов. Ведомственные корпоративные сети и системы, № 1, 2001.



# ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ, НАЗЕМНЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АВАРИЙНОГО РАДИОБУЯ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА И СПАСАНИЯ КОСПАС-САРСАТ ДЛЯ РАБОТЫ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ

*Л.В. Брылев, Н.В. Дедов, Р.В. Каргин, П.В. Коночкин*

*В статье изложены результаты разработки, наземных и летных испытаний в открытом космосе аварийного радиобуя космической системы поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ, который был установлен на спутнике ТНС-0 №1. В заключение показаны перспективы использования результатов эксперимента.*

## PRINCIPLES OF CONSTRUCTION, GROUND TESTS AND FUNCTIONING OF AN EMERGENCY RADIOBEACON FOR COSPAS-SARSAT SEARCH AND RESCUE SATELLITE SYSTEM FOR WORK IN A FREE SPACE

*L.V. Brylev, N.V. Dedov, R.V. Kargin, P.V. Konochkin*

*In article results of development, ground and space tests in a free space emergency radiobeacon space system of search and rescuing COSPAS-SARSAT which has been established on satellite TNS-0 №1 are stated. In the conclusion prospects of use of results of experiment are shown.*

### **Введение**

ФГУП «РНИИ КП» является ведущим предприятием в России по наземному и бортовому сегменту космической системы поиска и спасания терпящих бедствие КОСПАС-САРСАТ. В последние годы наблюдается расширение сферы использования аварийных радиобуев системы КОСПАС-САРСАТ на нетрадиционных объектах, в том числе и космического базирования.

С 2003 г. в ФГУП «РНИИ КП» разрабатываются программы создания малоразмерных космических аппаратов (МКА) нанокласса массой до 10 кг [1]. Первый из этих МКА – технологический наноспутник ТНС-0 №1 – был оснащен радиобуем системы КОСПАС-САРСАТ, адаптированным для работы в открытом космосе.

Основная цель установки радиобуя – независимое от работы основной аппаратуры ТНС-0 №1 определение факта функционирования спутника на орбите. Одновременно решались и другие задачи:

– подтверждение возможности функциони-

рования в условиях открытого космического пространства прибора, размещенного вне гермоотсека и построенного на современной элементной базе;

– определение вероятности приема сигнала, имеющего старт-стопную структуру на неориентированном объекте;

– оценка времени доставки сообщения от АРБ-ТНС с использованием низкоорбитальных (НО) и геостационарных (ГС) ИСЗ.

ТНС-0 № 1 был запущен 28 апреля 2005 года с орбиты международной космической станции (МКС) на круговую орбиту высотой 380 км и наклонением 51,6 град. После запуска АРБ-ТНС функционировал без замечаний в течение 24 ч на частоте 406 МГц. Приводной маяк на частоте 121,5 МГц работал еще в течение 2-х суток до полного израсходования бортовых батарей. Прием и обработка сигнала на частоте 121,5 МГц не производилась ввиду большого уровня помех в этом диапазоне частот.

Брылев Леонид Васильевич – сотрудник ФГУП «Российский НИИ Космического приборостроения»

Дедов Николай Вадимович – начальник сектора ФГУП «Российский НИИ Космического приборостроения»

Каргин Роман Викторович – сотрудник ФГУП «Российский НИИ Космического приборостроения»

Коночкин Павел Васильевич – сотрудник ФГУП «Российский НИИ Космического приборостроения»

### 1. Принципы построения и технические характеристики АРБ-ТНС

Обычно АРБ-406 [2] представляет собой маломощное передающее устройство диапазонов 406 МГц и 121,5 МГц и предназначен для формирования следующих сигналов:

- импульсного на частоте 406 МГц, содержащего аварийное цифровое сообщение, номер буя и кода страны, где он зарегистрирован;
- непрерывного на частоте 121,5 МГц для работы радиопеленгаторов поисково-спасательных средств при наземном поиске АРБ.

Специально разработанный АРБ-ТНС (космического базирования, рисунок 1) состоит из следующих элементов:

- передатчика 121,5/406 МГц, обеспечивающего формирование и усиление фазоманипулированного сигнала по каналу 406 МГц (5 Вт) и амплитудно-манипулированного сигнала на частоте 121,5 МГц (100 мВт);
- программно-временного устройства (ПВУ) на основе микроконтроллера для формирования временных параметров (периода повторения, длительности посылки) и кодирования сигнала на частоте 406 МГц и формирования временных параметров амплитудной модуляции на частоте 121,5 МГц;
- вторичного источника питания, обеспечивающего формирование необходимых напряжений питания ( $\neq 5$  В,  $\neq 12$  В) от половины блока литиевых батарей типа 10ER20P ( $\neq 18$ В), способного работать в диапазоне температур от минус 60°C до плюс 70°C;
- корпуса, имеющего внешнее непроводящее покрытие;
- антенны, в качестве которой использовалась штыревая малонаправленная антенна, излучающая сигнал на частотах 121,5 и 406 МГц.

Функционально ПРД406 представляет собой передающее устройство диапазона 406 МГц, состоящее из формирователя частоты с фазовым модулятором и усилителем мощности. Формирователь частоты построен на основе фазовой автоматической подстройки частоты (ФАПЧ), при котором выходная частота формируется с помощью дополнительного генератора (чаще всего это генератор, управляемый напряжением (ГУН), охваченного петлей ФАПЧ. Опорная частота 5,075 МГц формируется с помощью термостатированного задающего кварцевого генератора (ЗГ) типа ГК54. Сигнал с выхода ЗГ поступает на один из входов цифрового частотно-фазового детектора. На другой вход детектора приходит импульсный сигнал с управляемого автогенератора, частота которого поделена в 40 раз с помощью цифрового делителя частоты. Вырабатываемый частотно-фазовым детектором сигнал ошибки подается на ин-

вертирующий вход дифференциального усилителя постоянного тока (УПТ) и далее воздействует на варикап управляемого автогенератора. Таким образом замыкается кольцо ФАПЧ. Сигнал модуляции от ПВУ через сглаживающую RC цепочку подается на неинвертирующий вход УПТ по двум проводам с микросхем КМОП, имеющих на выходе открытый сток. Управляемый автогенератор работает на частоте, равной половине выходной. При этом на делитель частоты поступает основной сигнал автогенератора, а на усилитель мощности – его вторая гармоника.

В качестве оконечного усилительного каскада ПРД406 использован усилительный модуль RF MOS-FIT RA07 (Mitsubishi), обеспечивающий при напряжении питания 12,5 В выходную мощность до 7 Вт.

ПРД121 состоит из задающего кварцевого генератора типа РК386, работающего на пятой механической гармонике 121,5 МГц, и двухкаскадного усилителя мощности, выполненного на транзисторах BFG135a и BFR92.

В качестве вторичного источника питания ПРД121 и ПРД406 использовалась микросхема LM1086IT-ADJ «National semiconductor», обеспечивающая непрерывный ток 1,5 А.

ПВУ построено на основе микропроцессора ATME1. Микропроцессор (8-ми битный, с энергонезависимой памятью для программ 16 кслов и данных 512 байт, с максимальной частотой 8 МГц) имеет ядро, выполненное по усовершенствованной RISC архитектуре.

Программа, заложенная в микроконтроллер, обеспечивает выполнение следующих функций:

- кодирование сообщения для последующей передачи посылок на частоте 406 МГц;
- включение передатчика «ближнего привода» на частоте 121,5 МГц для излучения сигнала амплитудной модуляции;
- отключение ПРД406, если длительность непрерывного излучения превысит 45 с;
- индикация уменьшения ниже 3 Вт уровня выходной мощности на частоте 406 МГц.

Напряжение питания ПВУ составляет 5 В. В качестве вторичного источника питания ПВУ использовалась микросхема LP2951 («National semiconductor»), обеспечивающая непрерывный ток 100 мА.

Корпус АРБ-ТНС представляет собой фрезерованный из сплава Д16 цельный параллелепипед, закрытый крышкой, имеющей диэлектрическое напыление. Крепление печатных плат внутри корпуса осуществляется на цилиндрических стойках или на фрезерованных посадочных местах.

Технические характеристики АРБ-ТНС приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение температуры, град. С			Норма [4]
	минус 40	плюс 25	плюс 60	
Несущая частота ПРД406, Гц	406024875,13	406024894,28	406024900,37	406024000-406024000
Несущая частота ПРД121, Гц	-	121499165	-	121493925-121506075
Мощность ПРД406, Вт	3,5	3,87	4,25	3,2 – 7,5
Мощность ПРД121, мВт	136	131	170	более 50
Длительность посылки, мсек	439,0	439,2	439,2	436-444
Длительность преамбулы, мсек	159,1	159,3	159,3	158-162
Период следования посылок, сек	49,7	49,7	49,7	47,5– 52,2
Индекс фазовой манипуляции, рад	1,11	1,11	1,12	1,0-1,2
Время нарастания и спада огибающей модулирующего сигнала, мкс	130/127	131/127	133/130	50-250/ 50-250
Симметрия модуляции, %	0,002	0,004	0,004	Менее 0,05
Скорость манипуляции, Гц/сек	400,1	400,1	400,1	396-404
Кратковременная нестабильность частоты (t=0.1 с)	$1,2 \times 10^{-10}$	$1,1 \times 10^{-10}$	$1,3 \times 10^{-10}$	Менее $2,0 \times 10^{-9}$
Линейный дрейф за 1 минуту,	$-3,1 \times 10^{-11}$	$7,9 \times 10^{-12}$	$-3,4 \times 10^{-13}$	Менее $1,0 \times 10^{-9}$
СКО от линейного дрейфа		$3,5 \times 10^{-11}$ $1,2 \times 10^{-11}$ $7,8 \times 10^{-12}$		Менее $3,0 \times 10^{-9}$
Синхронизация (24р.) в HEX формате	FFFE2F			Верно
Сообщение в HEX формате	511E80000000103BEAF00			Верно
Код БЧХ	Верен			Верен или не верен
Напряжение питания, В	13,3	14,4	18	12,5-18
Потребление, А				
в режиме излучения 121,5 МГц	0,075	0,080	0,080	Норма
в режиме излучения 406 МГц	1,3	1,3	1,1	

**2. Виды и результаты наземных испытаний АРБ-ТНС**

Запуск в космос и функционирование в течение длительного времени (24 ч) прибора, имеющего в своем составе микросхемы высокой степени интеграции (микроконтроллер АТМЕЛ) и усилительный модуль RF MOSFIT RA07, не предназначенные для выведения в космос и использования в вакууме, потребовали проведения следующих испытаний:

- на пониженное давление  $1,3 \times 10^{-2}$  Па ( $10^{-4}$  мм. рт. ст.) при нормальной температуре;
- на пониженное давление  $7,5 \times 10^2$  Па (5 мм. рт. ст.) при повышенной температуре плюс 60 град. С;
- на виброустойчивость с параметрами воздействия 2500-5 Гц, 10-0,8 g, по 3-м осям при длительности воздействия 15 мин по каждой оси;
- на удар по 3-м осям, 3 удара, 40 g, при длительности 3,7 мс;
- на выполнение циклограммы работы передатчика 406 МГц, формируемой микроконтроллером ПВУ;

– наземные, в системе КОСПАС-САРСАТ.

Результаты испытаний выявили следующие особенности функционирования АРБ-ТНС:

- 25 град. запас по температуре нагрева модуля RF MOSFIT RA07 в вакууме при максимально возможной температуре нагрева 90 град. С;
- стойкость к вибрационным воздействиям использованных элементов ЧИП и ДИП монтажа на двухслойных печатных платах и крепления плат к корпусу;
- выход из строя элементов ДИП монтажа при перегрузке 40 g, направленной параллельно плоскости установки элементов;
- 5% временную точность отработки циклограммы работы ПРД406, формируемой микроконтроллером ПВУ (время работы составило 23 ч 9 мин).

Автономные наземные испытания АРБ-ТНС в системе КОСПАС-САРСАТ показали, что сигнал от АРБ-ТНС надежно принимался низкоорбитальными ИСЗ системы КОСПАС-САРСАТ.

Количество принятых посылок на частоте 406 МГц в оперативном запоминающем устройстве НО ИСЗ составило в среднем 10. Количество принятых посылок зависит от максимального угла видимости радиолинии АРБ-НО ИСЗ в сеансе связи и максимально при 30-60 град.

Вероятность определения координат АРБ-ТНС при проведении наземных испытаний составила 100%. Точность определения координат сигнала АРБ-ТНС на частоте 406/121 МГц составляет 0,5/11 км.

### 3. Состав средств системы КОСПАС-САРСАТ, задействованных в эксперименте

Состав средств системы КОСПАС-САРСАТ, задействованных в эксперименте (рис. 2) состоит из пяти низкоорбитальных ИСЗ (НО ИСЗ КОСПАС 4, САРСАТ 6, 7, 8 и 9) и трех низкоорбитальных станций приема и обработки информации (НО СПОИ) в г. Тулузе, Архангельске и Москве (станция контроля (СК) КОСПАС, ФГУП «РНИИ КП»). За последние 10 лет система КОСПАС-САРСАТ дополнилась геостационарным сегментом, который в настоящее время состоит из пяти геостационарных ИСЗ (ГС ИСЗ, точки стояния 3.4° З.Д., 75° З.Д., 135° З.Д., 93,5° В.Д., 155° В.Д.) и пятнадцати геостационарных (ГС СПОИ) в США, Англии, Франции, Норвегии, Чили, Аргентине и других

странах. В эксперименте был задействован СПОИ Франции, расположенный в г. Тулузе и способный принимать сигналы от ГС ИСЗ «MSG-1».

Учитывая важность эксперимента, проводимого в интересах космического приборостроения, к работам по получению данных от АРБ-ТНС на время эксперимента был подключен координационно-вычислительный центр системы КОСПАС-САРСАТ в Тулузе (КЦС, Франция).

На рисунке 3 приведена зона видимости ГС ИСЗ «MSG-1» системы КОСПАС-САРСАТ, ретранслирующего сигналы АРБ-406.

### 4. Результаты работы АРБ-ТНС в открытом космосе

Радиобуй (рис. 4) был запущен на круговую орбиту высотой 380 км и наклоном 51,6 град 28 апреля 2005 г. с Международной космической станции и успешно функционировал с 9 ч 30 мин до 8 ч 23 мин 29 апреля 2005 г. московского зимнего времени.

Большой объем данных от АРБ-ТНС был получен на СК КОСПАС (г. Москва, ФГУП «РНИИ КП») и на СПОИ Франции (г. Тулуза). Результаты приема на станции контроля приведены в таблице 2. Данные от КЦС Франции – в таблице 3.

Система КОСПАС-САРСАТ на базе низкоорбитальных ИСЗ САРСАТ-6,7,8,9 и КОСПАС-4 уверенно принимала сигналы от космического

Таблица 2

Прием посылок от АРБ-ТНС 28-29 марта 2005 г. на СК КОСПАС (г. Москва)

№	Наименование	Количество	Примечание
1.	Наземная станция НО	1	ФГУП «РНИИ КП»
2.	Наземная станция ГС	Нет	
3.	НО ИСЗ	4	САРСАТ 7, 8, 9, КОСПАС 4
4.	ГС ИСЗ	Нет	
5.	Время начала/конца приема посылок	9ч 38м/ 8ч 23м	МСК Зимнее
6.	Время задержки в приеме первого сообщения на НО ИСЗ/на СК «КОСПАС»	8 мин/ 73 мин	САРСАТ 9 9 ч 38 мин/ СК КОСПАС 10 ч 51 мин
7.	Общее время приема посылок от АРБ-ТНС	22ч 48м	Расчетное время работы АРБ-ТНС 23 ч 9 мин
8.	Общее число сеансов НО ИСЗ	66	
9.	Максимальное число посылок от НО ИСЗ в сеансе связи	13	САРСАТ 7
10.	Среднее время между сеансами	21 мин	
11.	Распределение числа сеансов КОСПАС 4 САРСАТ 7 САРСАТ 8 САРСАТ 9	2 29 8 27	Всего 66 сеансов от 4 НО ИСЗ

АРБ-ТНС, находящегося на орбите в неориентированном режиме. Первое сообщение было принято на НО ИСЗ САРСАТ 9 в 9 ч 38 мин, то есть через 8 мин после включения АРБ-ТНО. Общее число определений координат на станции контроля системы «КОСПАС» во ФГУП «РНИИ КП» составило 66, на НО СПОИ в г. Тулуза – 101 (при приеме сигнала от 4 НО ИСЗ САРСАТ-6,7,8,9). Среднее время между сеансами составляет 17/22 мин.

Рассмотрим особенности приема сигнала АРБ-ТНС при ретрансляции через ГС ИСЗ «MSG-1».

Энергетический расчет [5] радиолинии АРБ-406 – ГС ИСЗ – СПОИ ГС показывает, что досто-

Таблица 3

Прием посылок от АРБ-ТНС 28-29 марта 2005 г. по данным КЦСФ (г. Тулуза)

№	Наименование	Количество	Примечание
1.	Наземные станции НО	2	г. Тулуза
2.	Наземные станции ГС	1	г. Тулуза
3.	НО ИСЗ	4	САРСАТ 6, 7, 8, 9
4.	ГС ИСЗ	1	«MSG-1» (3,40 З.Д.)
5.	Время начала/конца приема посылок	9ч 38м/ 8ч 23м	МСК Зимнее
6.	Общее время приема посылок от АРБ-ТНС	22ч 48м	Расчетное время работы АРБ-406 23 ч 9 мин
7.	Общее число сеансов НО ИСЗ	70	
8.	Общее число сеансов ГС ИСЗ	31	
9.	Максимальное число посылок от НО ИСЗ	21	САРСАТ 7
10.	Максимальное число посылок от ГС ИСЗ	2	
11.	Среднее время между сеансами	17 мин	
12.	Распределение числа сеансов		Всего 101 сеанс от 4 НО ИСЗ и 1 ГС ИСЗ
	САРСАТ 6	3	
	САРСАТ 7	28	
	САРСАТ 8	10	
	САРСАТ 9 «MSG-1»	29 31	

верный прием сообщения от АРБ-406 по одной посылке на СПОИ ГС возможен при минимальной дальности между ГС ИСЗ и АРБ-ТНС (не более 37 тыс. км), максимальном коэффициенте усиления антенны АРБ-ТНС (более 1 дБ) в направлении на ГС ИСЗ «MSG-1» и максимальном коэффициенте усиления антенны ГС ИСЗ в направлении на АРБ-ТНС (более 10 дБ).

Суммарное время совместной зоны видимости, при котором дальность между АРБ-ТНС и ГС ИСЗ «MSG-1» не превысит 37 тыс. км, составляет 100 мин за 24 ч (6 сеансов связи по 17 мин, рисунок 5). При неориентированном режиме полета АРБ-ТНС вероятность обеспечения максимального коэффициента усиления ( $K_u$ ) антенны АРБ-ТНС в направлении на ГС ИСЗ «MSG-1» можно оценить как отношение телесного угла, в котором  $K_u > 1$  дБ к величине всего телесного угла (360 град), что составляет 18% согласно рисунку 6. Таким образом, возможное количество посылок, принятых через ГС ИСЗ «MSG-1» за 24 ч работы АРБ-ТНС, составляет ~120.

Эксперимент показал возможность приема и выделения сигнала от АРБ-ТНС, ретранслированного через ГС ИСЗ «MSG-1», по одной посылке. Общее число принятых посылок составило 31. Среднее время доставки сообщения 46 мин. Таким образом, вероятность приема достоверного сообщения по одной посылке составила ~25%.

### Заключение

Проведенный эксперимент показал возможность расширения сферы использования низкоорбитальной и геостационарной спутниковой систем поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ для приема сигнала от аварийного радиобуя, находящегося на ИСЗ с орбитами ниже 1000 км.

Подтверждена надежность функционирования в открытом космическом пространстве АРБ-ТНС, имеющего в своем составе микросхемы высокой степени интеграции, в том числе микропроцессор (АТМЕЛ) с программно-математическим обеспечением и усилитель мощности (RF MOSFIT RA07).

Старт-стопная структура сигнала радиобуя на частоте 406 МГц обеспечила:

- уверенный прием сообщения от АРБ-ТНС на низкоорбитальных ИСЗ системы КОСПАС-САРСАТ. Среднее время доставки сообщения составило 17 мин;

- 25% вероятность приема сигнала АРБ-ТНС на геостационарном ИСЗ «MSG-1». Среднее время доставки сообщения может быть уменьшено до 20 мин после запуска Российского геостационарного ИСЗ «Электро-Л», оснащенного ретранслятором диапазона 406 МГц.

### Литература

1. Урличич Ю.М., Селиванов А.С., Тучин Ю.М., Хромов О.Е., Никушкин И.В. «Технологический наноспутник минимальной комплектации ТНС-0». III конференция «Микротехнологии в авиации и космонавтике», 8-9 июля 2004. – С-Петербург, тезисы докладов. – С. 7-8.
2. Баклашов А.И. и др. Международная космическая радиотехническая система обнаружения терпящих бедствия/ Под редакцией В.С. Шебшаевича. – М.: Радио и Связь, 1987. – 376 с., ил.
3. Дедов Н.В. Возможность модернизации космической системы КОСПАС-САРСАТ для точного определения мест авиационных катастроф, «Новости навигации», № 4, 2003.
4. Specification for COSPAS-SARSAT 406 MHz distress beacon C/S T.001, выпуск 4, редакция 1, октябрь 2004.
5. Исследование и разработка режима оперативного точного определения мест авиационных катастроф в системе КОСПАС. «Спаскон-4», 2003.

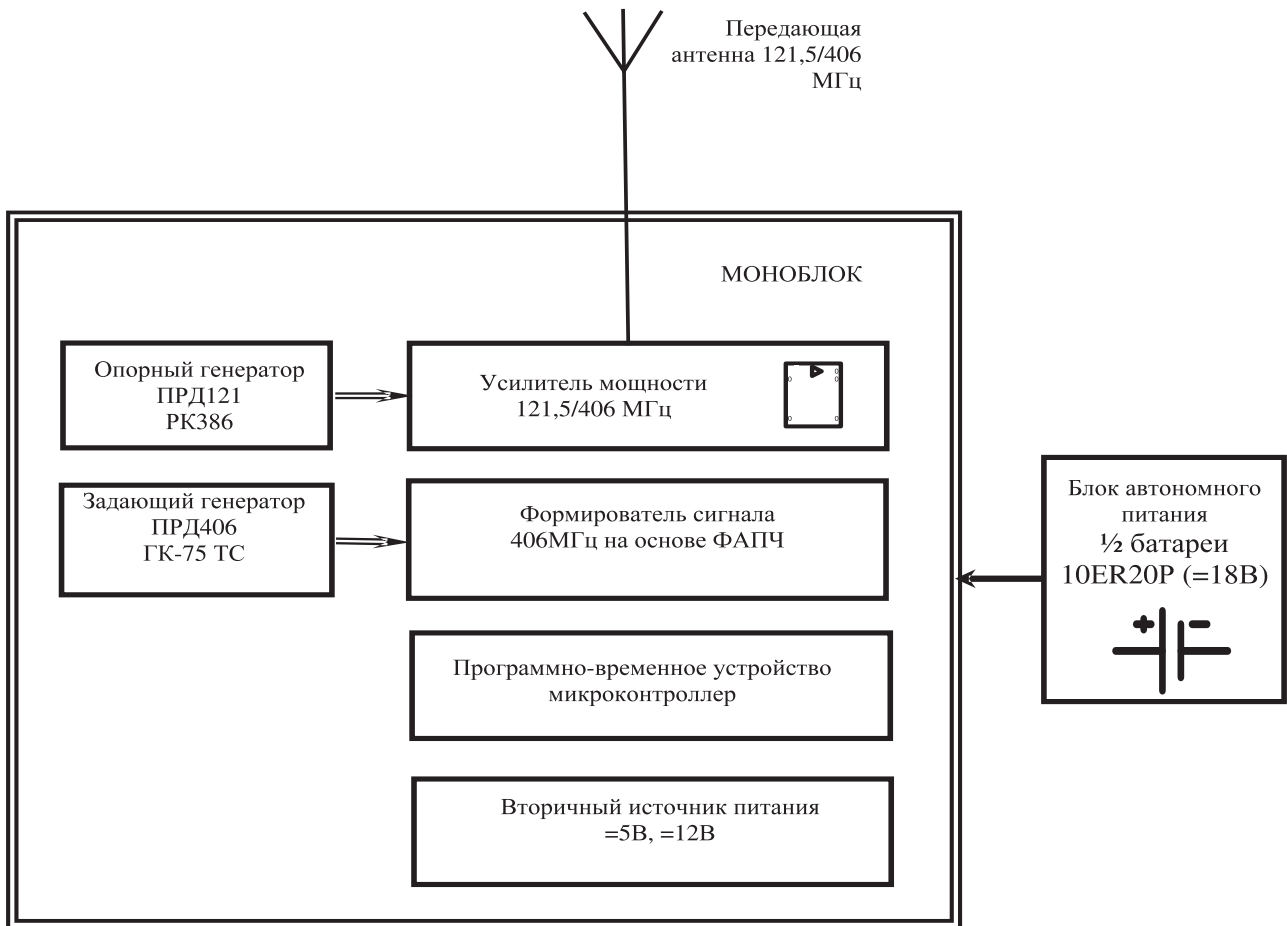


Рисунок 1. Структурная схема аварийного радиобуя типа АРБ-ТНС

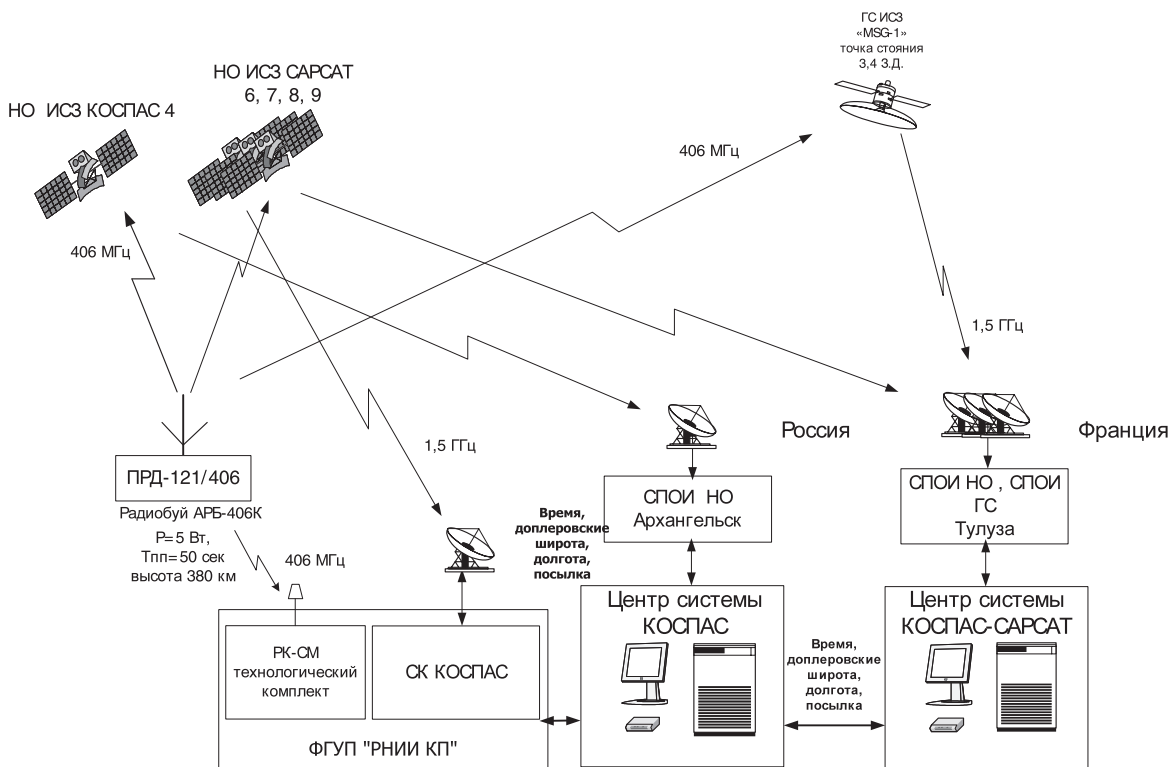


Рисунок 2. Состав средств низкоорбитальной и геостационарной спутниковой системы КОСПАС-САРСАТ, задействованной в эксперименте с АРБ-ТНС



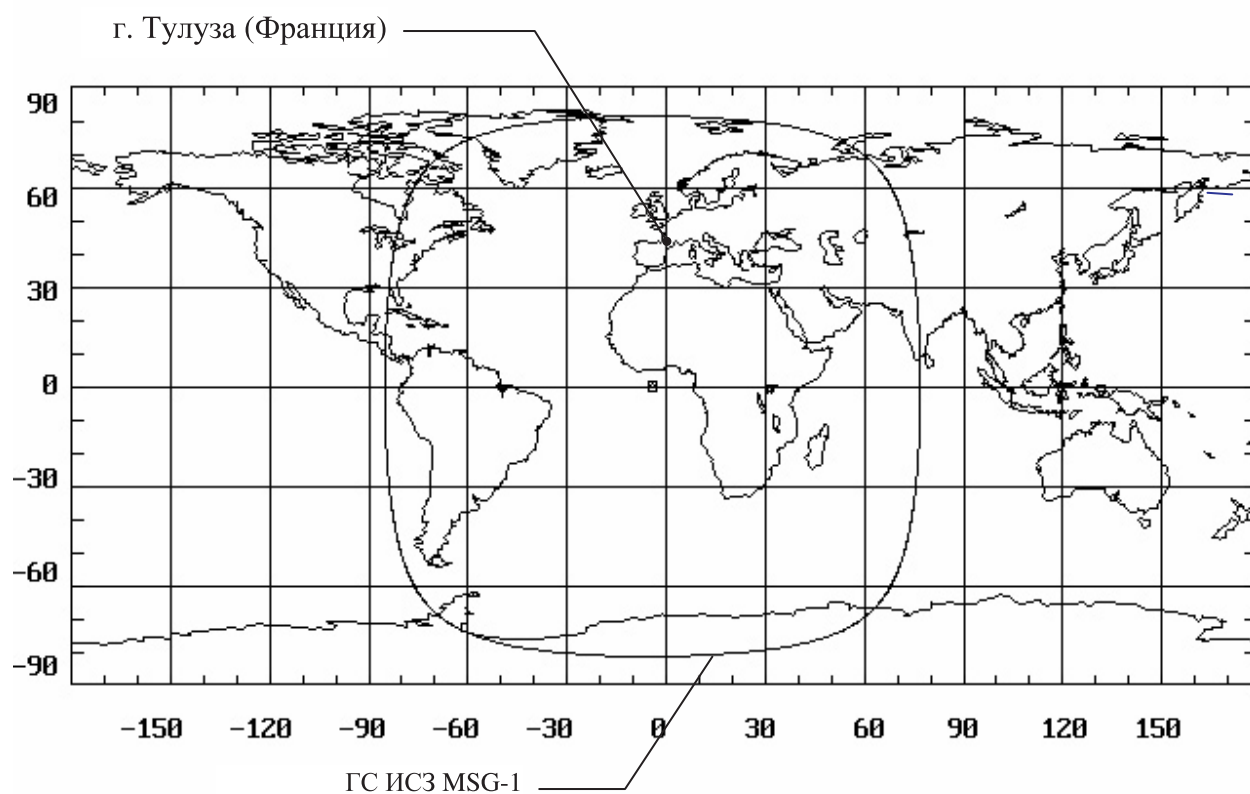


Рисунок 3. Зона видимости ГС ИСЗ «MSG-1»

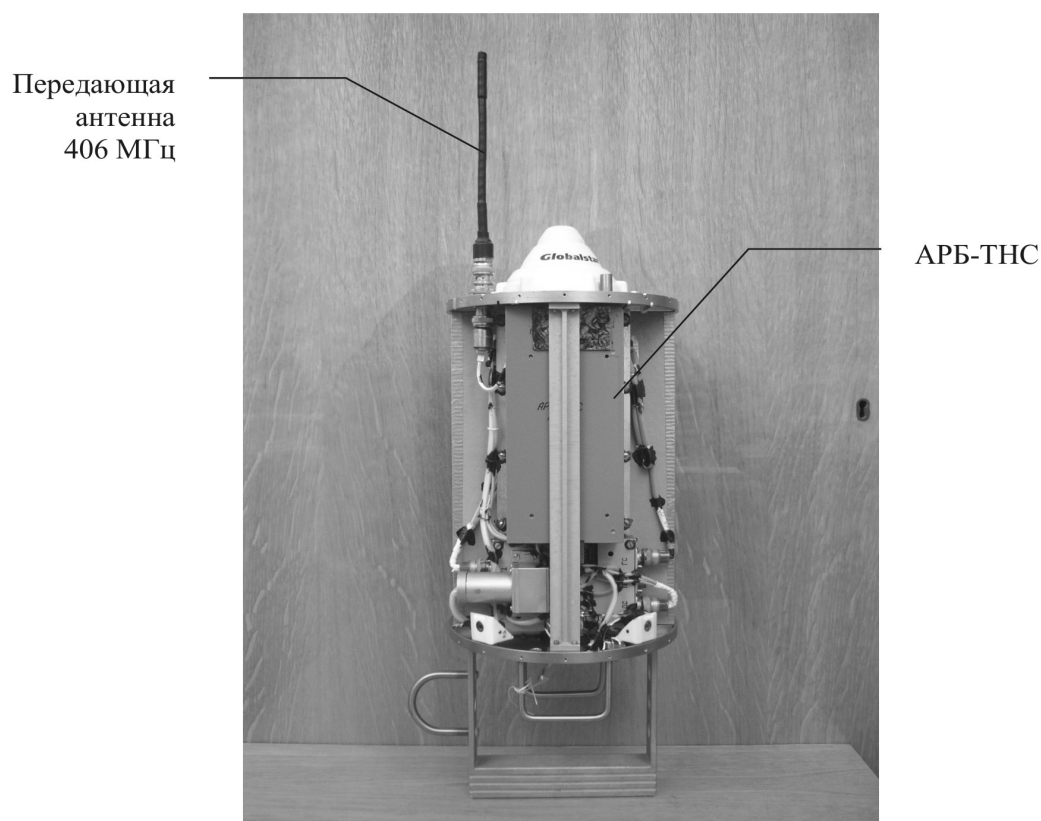


Рисунок 4. Аварийный радиобуй АРБ-ТНС, запущенный на круговую орбиту 28 апреля 2005 г.

Зона совместной видимости ГС ИСЗ «MSG-1» и МКС, в которой обеспечивается достоверный прием сообщения от АРБ-ТНС по одной посылке

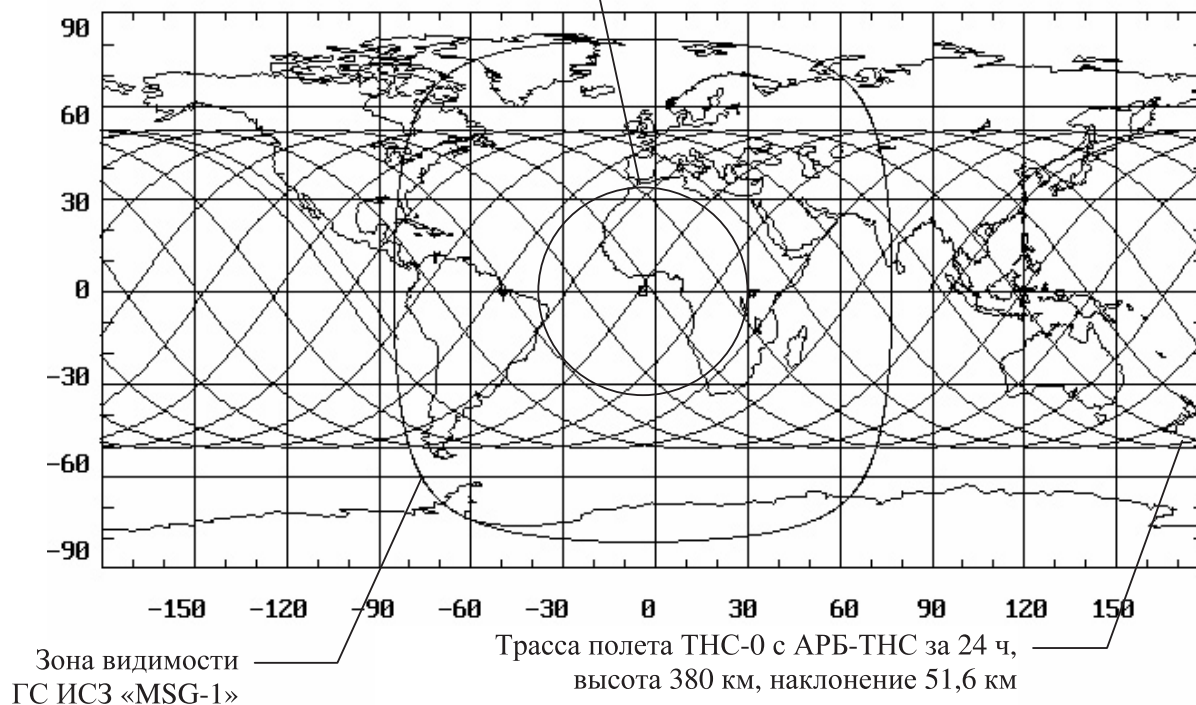


Рисунок 5. Зона достоверного приема посылок АРБ-ТНС, ретранслированных ГС ИСЗ «MSG-1» за 24 ч

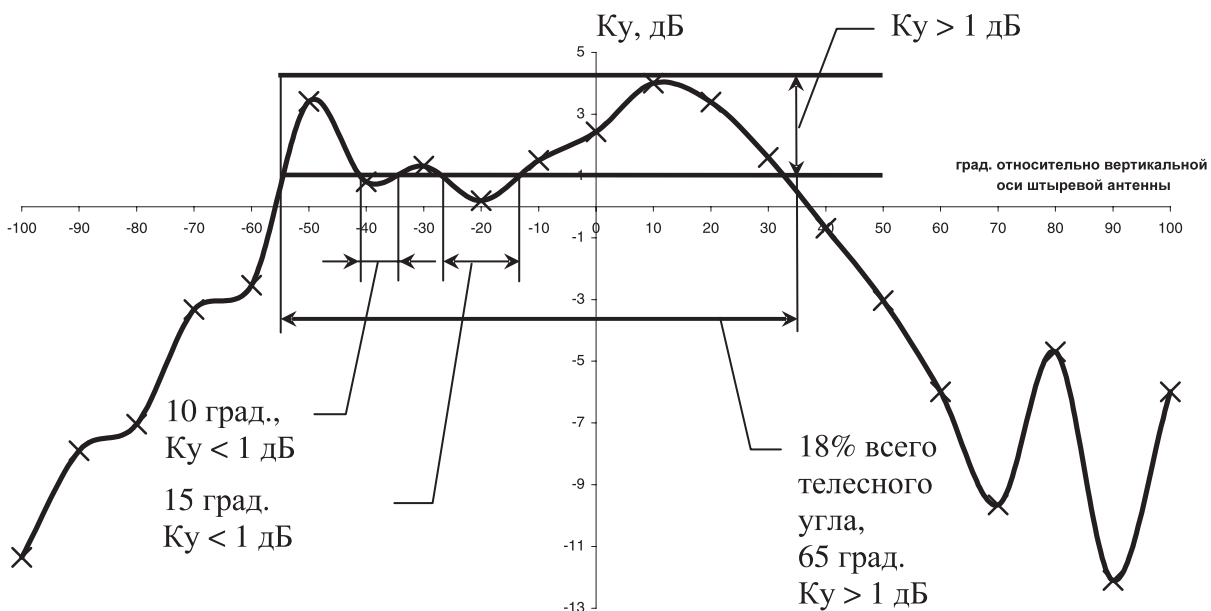


Рисунок 6. Телесный угол, в котором коэффициент усиления антенны АРБ-ТНС превышает 1 дБ



**ЖУРНАЛ «НАВИГАЦИЯ»  
ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ США  
ТОМ 52 № 2, ЛЕТО 2005 г.  
NAVIGATION JOURNAL OF THE  
INSTITUTE OF NAVIGATION  
VOL. 52, NO. 2, SUMMER 2005**

Журнал открывается статьей «Анализ чувствительности и рабочих характеристик контуров слежения за несущей с использованием доплеровского сдвига в приемниках GPS», авторы которой показывают преимущества использования данных доплеровского сдвига сигнала GPS от устройства оценки, использующего систему инерциальной навигации, для улучшения чувствительности приемников GPS. Известно, что при этом повышается устойчивость приемника к активным и пассивным помехам за счет сужения полосы пропускания шума в контуре слежения. Аналитическими средствами доказывается, что в приемнике без использования доплеровского сдвига контур слежения теряет сигнал при уровне его мощности 26 дБ-Гц, а при использовании доплеровского сдвига при 22 дБ-Гц.

Следующая статья носит название «Влияние многолучевости и затенения сигнала на навигацию по GPS вблизи Международной космической станции». Ранее проводились исследования по относительной навигации по GPS для космических кораблей, осуществляющих стыковку с Международной космической станцией (МКС). Однако в них не учитывалось ухудшение характеристик GPS за счет многолучевости и затенения сигнала. Авторы провели моделирование работы приемника OP8 вблизи МКС. Моделирование затенения показывает необходимость использования OP8 при приближении к МКС на 60 м и ближе. Моделирование многолучевости показывает ожидаемую зависимость погрешностей измерения дальности от угла возвышения спутника GPS, расстояния до МКС, количества отраженных лучей и эффективной поверхности отражения МКС.

В статье «Сравнение приемника с прямой выборкой на ВЧ с обычным приемником ГНСС» авторы представили анализ, результаты испытаний и сравнения обычного приемника с супергетеродинным ВЧ трактом с новым приемником с прямой выборкой на ВЧ. Частота выборки намного ниже несущей частоты, но более чем вдвое превышает полосу пропускания сигнала. Полосовой фильтр стоит до аналого-цифрового преобразователя, что позволяет избежать потери чувствительности. Полученные результаты показывают, что мощность и фаза сигнала при прямой выборке на ВЧ заметно не меняются.

Автор статьи «Измерение отношения сигнал-шум для слабого сигнала GPS в условиях сильных помех» рассматривает проблему измерения отношения плотности мощностей несущей и шума как способа контроля синхронизации контура слежения за кодом и несущей и работы приемника в условиях малых значений отношения сигнал-шум, а также прогнозирования рабочих характеристик приемника. Однако в условиях сильных помех и слабого сигнала эти измерения часто бывают сильно зашумлены. Путем теоретического анализа и моделирования проведены исследования трех методов проведения таких измерений: методов установленного отношения узкополосной-широкополосной мощности, сравнения корреляторов и статистики выходных данных дискриминатора. При большом времени усреднения все методы оказались приемлемы для условий низкого отношения сигнал-шум.

В статье «Замечание о явлении групповой задержки и набега фазы при распространении сигнала GPS в ионосфере» дается объяснение явлению задержки сигнала кода и опережения сигнала несущей путем распространения производной Иорженсена на эффекты ионосферы в сигнале несущей с одночастотной синусоидальной модуляцией.

Статья «О надежности целого разрешения неопределенности» посвящена важной проблеме обеспечения быстрого и точного местоопределения в ГНСС. В ГНСС наблюдения фазы несущей неопределенны на неизвестное целое число циклов. Эти неопределенные целые числа нужно разрешить, прежде чем использовать наблюдения фазы несущей в качестве очень точных измерений псевдодальности. Для оптимальной оценки нужно провести сложное отображение оценок в наименьших квадратах действительных величин на целые числа, что следует делать только при полной уверенности в наличии целого решения. Поэтому важно иметь критерии, по которым можно судить о надежности разрешения неопределенностей. Таким критерием может служить частота успеха. Если она близка к 1, неопределенности целых чисел могут считаться исключенными. Поскольку точные вычисления невозможны, в статье дается оценка верхнего и нижнего пределов частоты успеха разрешения в наименьших квадратах целых чисел, а также оцениваются используемые детерминистические тесты и дается общее теоретическое обоснование.

В статье «Усовершенствованный метод Найта на основе суженного пространства поиска для мгновенного определения положения в пространстве по GPS» рассматривается применение алгоритма Найта для мгновенного разрешения неопределенностей

целых чисел, который значительно ускоряет поиск за счет пропуска наименее вероятных кандидатов на целое решение. Однако надежность разрешения зависит от объема пространства поиска. Используя приближенное знание пространственного положения, можно уменьшить пространство поиска. В статье предложен новый метод сужения этого пространства путем учета геометрического ограничения видимых спутников. Этот метод формулируется как рекурсивная процедура, поэтому рекомендуется вносить ее в контур поиска по методу Найта. Эксперименты подтверждают эффективность предложенного метода.

**ЖУРНАЛ GPS WORLD  
ЯНВАРЬ 2006 г.  
GPS WORLD  
JANUARY 2006**

Январский номер журнала развивает тему, которой посвящен отчет Специальной группы Комитета по науке в области обороны Офиса заместителя министра обороны по закупкам, технологиям и поставкам «Будущее Глобальной системы местоопределения». Автор статьи под заголовком «Нездоровая, недооцениваемая, плохо понимаемая – состояние нашей системы», сотрудник офиса замминистра обороны США, анализирует выводы Специальной группы. Специальная группа отметила отсутствие общего понимания роли GPS. При широком использовании системы рядовыми потребителями для определенных целей очень немногие до конца осознают значение GPS для национальной безопасности и экономики ее участие в национальных критических инфраструктурах. Ряд проблем возникает из-за диспропорции в управлении системой, что приводит к нарушению слаженной работы всех ее элементов. Отмечается усиленное внимание к спутникам за счет функций оперативного управления и аппаратуры потребителя, ежегодные колебания финансирования, плохое планирование оснащения Вооруженных сил современной аппаратурой потребителя, что свидетельствует о непонимании общей роли GPS в выполнении боевых задач. Неполная возможность использования гражданских сигналов, неопределенность политики и распределения ответственности являются симптомами недостаточной ответственности на самом верху. Выводы Специальной группы доступны для всех и опубликованы на сайте [www.acq.osd.mil/dsb/reports/2005-10-GPS\\_Report\\_Final.pdf](http://www.acq.osd.mil/dsb/reports/2005-10-GPS_Report_Final.pdf).

Под заголовком «Аппаратно/программные средства для изучения GPS. Часть I» журнал помес-

тил статью о создании на базе микромодуля фирмы Zarlink аппаратных средств обучения принципам работы и проектированию приемников GPS. В следующем номере журнала планируется публикация второй части статьи о создании программных средств для этого комплекса. Впервые такие средства обучения начали разрабатывать в 1995 г. Сейчас ими оснащены некоторые университеты США. Авторы описывают типы приемников и рассматривают этапы проектирования.

В статье «Роботы-истребители приходят по GPS» описывается моделирование операций беспилотных истребителей. Путем моделирования проведены испытания по одновременному управлению четырьмя беспилотными ЛА. GPS в ЛА используется для выполнения многих функций: местоопределения, посадки, навигации, управления полетом, наведения на цель. Истребители базируются на авианосцах, имеют потолок 30000 футов и дальность полета 1300 морских миль.

В статье «Найти телефон или персонального ассистента» высказываются идеи по интеграции приемников ГНСС и универсальных мобильных систем телекоммуникаций (УМСТ) для обеспечения бесперебойной навигации внутри и вне помещений. По мнению авторов, наличие на рынке комбинированных приемников Галилео/GPS с возможностью местоопределения по сети радиосвязи станет большим шагом вперед в становлении Галилео.

В статье «Стандартная и прецизионная служба местоопределения» представлен новый сравнительный анализ проблем использования стандартного и точного сигнала GPS в военной обстановке.

**ФЕВРАЛЬ 2006 г.  
FEBRUARY 2006**

После запуска первого спутника Галилео в конце 2005 г. февральский номер журнала опубликовал много статей о Галилео и ГНСС.

Редакционная статья озаглавлена «Олимпиада ГНСС». За небольшой отрезок времени были запущены новые спутники ГЛОНАСС, выведен на орбиту первый спутник Галилео и начал работать первый модернизированный спутник GPS. Спорт полагается на физическую силу и постепенно совершенствуемые снаряды. Однако со временем и спортсмены, и тренеры все яснее понимают важность менталитета и стратегии подготовки к соревнованиям. Определение местонахождения и времени с помощью спутников, очевидно, зависит от аппаратуры. Приемники уменьшились до маленьких плат. Но теперь основная сила в обработке, и на первый план выхо-

дит программное обеспечение. Совершенствование программного обеспечения — это точность, адаптивность и слаженная работа всей аппаратуры.

В заметке «Галилео — здесь и сейчас» дан общий обзор ситуации. Выведенный на орбиту в конце прошлого года первый спутник Галилео Giove-A начал в январе излучать сигналы. Это позволяет сохранить за Галилео выделенные МСЭ частоты и начать проверку важных элементов, например, самых точных атомных часов. Позже будет запущен второй спутник. Мысли о создании европейской спутниковой навигационной системы зародились еще в начале 90-х годов. К середине 90-х сложилась концепция ЕГНОС в дополнение к GPS. Четыре года потребовалось на разработку проекта и еще четыре года на создание службы. Сегодня ЕГНОС находится на пороге ввода в эксплуатацию, и одновременно создается европейская ГНСС. Галилео по многим аспектам может быть названа «первой»: как европейская инфраструктура, доступная для всего мира, как первая совместная система Европейской Комиссии (ЕК) и Европейского космического агентства (ЕКА), как первый совместный проект частного и государственного капитала. Именно в плане финансирования возникло много сложностей. Решения принимались ЕК и ЕКА, причем обе организации приняли новых членов. Экономика Европы развивается медленнее, чем в США, поэтому принятие решений проходило сложнее, чем в 70-е годы при создании GPS. Впереди подписание контракта на концессию, принятие государствами-членами ЕС концепции общественной службы и выработка политики плодотворного сотрудничества с США, Китаем и другими неевропейскими партнерами.

Под заголовком «Галилео предоставляет равное игровое поле для международной промышленности» помещено интервью Пола Верхоефа, руководителя отдела Галилео и интеллектуальных транспортных систем директората транспорта и энергетики Европейской комиссии, который в декабре 2005 г. принимал активное участие в разделе полномочий и задач в последнем раунде финансирования Галилео государствами-членами Европейского Союза (ЕС). На вопрос, что означает для ЕС, Европейской Комиссии (ЕК) как исполнительного органа ЕС и Европейского космического агентства (ЕКА) успешный запуск первого спутника Галилео, он ответил, что нынешнее состояние программы очень важно для всех. Этот запуск означает, что будут проверены критичные технологии, протестированы первые сигналы и подтверждена заявка на выделенные частоты. Началось реальное воплощение программы. На уровне ЕК в течение полугода будут вестись переговоры для заключения договоров на концессию.

ЕКА начинает проверку запущенного спутника на орбите и готовит запуск второго спутника. Под контролем ЕКА промышленность запустит еще четыре спутника и комплекс наземных средств для проверки концепции. Затем предприятия самостоятельно запустят остальные 26 спутников. Ведутся переговоры с зарубежными партнерами. 2006 год критичен для программы как год перехода от разговоров к реализации и становлению системы. Этот запуск важен и для промышленности. Она показала, что владеет технологиями, необходимыми для запуска в действие всей системы. Декабрьские соглашения представителей промышленности о разделе ответственности и сфер даст возможность создать внутреннюю структуру и оформить ее юридически. Промышленность может перейти к организационному планированию и проведению необходимых исследований. Мир индустрии ждет спецификаций на систему, а также официальной публикации правил лицензирования, чтобы приступить к разработке приемников для новых применений. Здесь круг интересов очень широк — от комплексных применений до небольших простых устройств. Ряд американских предприятий уже является субподрядчиками ведущих европейских фирм. Заканчивается подготовка документации по структуре сигнала; эта документация и правила лицензирования будут обсуждаться с потенциальным концессионером. После его утверждения они будут опубликованы и создадут равные правила участия для всех желающих.

Под рубрикой «Рынок ГНСС» журнал публикует выступления представителей многих фирм, работающих на рынке интегрированной приемной аппаратуры.

Статья «Галилео, ГЛОНАСС и GPS» Джавада Ашджее, главы фирмы Javad, рассматривает Галилео с новой точки зрения. Конкуренция — это двигатель прогресса, чему примером может служить совершенствование приемников GPS. Выгоды от создания Галилео есть уже в том, что, по мнению автора, это привело к отмене селективной доступности, модернизации GPS и ускоренному восстановлению ГЛОНАСС. С самого начала Галилео имеет преимущества использования многолетнего опыта работы двух систем-предшественниц и, кроме того, пользуется международной поддержкой, тогда как ГЛОНАСС создавалась в эпоху «холодной войны». С другой стороны, GPS и ГЛОНАСС создавались как военные системы, а конкуренция в этой сфере ускоряет продвижение вперед. Кроме того, решения в отношении этих систем принимались одной стороной. Галилео является частично военным, частично коммерческим проектом и поводом для гордости. Решения по этой системе принимаются коллеги-

ально и носят затяжной характер. С технической точки зрения между Галилео и GPS или ГЛОНАСС различий меньше, чем между GPS и ГЛОНАСС, хотя расхождения в структуре их сигналов удалось преодолеть. Поэтому перед разработчиками и промышленностью сейчас очень большие перспективы и впереди конкурентная борьба.

Статья «Появляется глобальная система» провозглашает, что скоро начнется новый большой этап развития ГНСС. Первый этап начался с развертывания в 1978 г. Глобальной системы местоопределения GPS, которая дала всем тем, кто мог позволить приобрести приемник, возможность определения местонахождения с точностью в десятки метров и измерения времени с точностью до микросекунд. Сейчас система имеет миллионы потребителей по всему миру и множество областей применения. Второй этап развития, который проходит сейчас, связан с созданием локальных, региональных и глобальных систем передачи поправок к сигналам GPS. Точность местоопределения улучшилась до сантиметров, а время измеряется до пикосекунд. Третий этап развития служб местоопределения, навигации и времени начинается сейчас и будет проходить в ближайшие годы, поскольку Галилео даст новые независимые сигналы для определения дальности и времени. Это гарантирует целостность системы, более высокое качество сигнала в пространстве и более эффективную работу в неблагоприятных условиях.

Представитель фирмы NovAtel (Канада) в статье «Больше не говорить — делать» рассказывает о работе по программе Галилео. Европейское космическое агентство работает над космическим сегментом и сектором наземного управления, Европейская Комиссия через Совместное предприятие GJU обеспечивает финансирование разработки технологий и приложений сигналов Галилео. Фирма NovAtel является членом ЕКА и с 2000 года принимает участие, в том числе и финансовое, в программе Галилео. Фирма давала технико-экономическое обоснование по ряду вопросов, разработала тестовый приемник GPS/Галилео в 2005 году, а в 2006 году предложит коммерческий приемник GPS/Галилео и будет принимать участие в разработке сегмента наземного управления.

Автор заметки «Попасть в основной поток» является сотрудником фирмы SiRF. Он анализирует весь перечень вопросов, которые волновали и продолжают волновать общественность в связи с развертыванием системы Галилео. Есть ли политический стимул и экономическое оправдание ее созданию? Она лучше GPS, конкурирует или дополняет ее? Ставит ли она США против остального

мира? Постепенно по многим вопросам ситуация проясняется, но гармонизацию систем нужно продолжать, не забывая, что на этот процесс могут повлиять и другие, наземные технологии определения дальности, которые потенциально по доступности могут превосходить космические системы. Это важно иметь в виду для создания надежной системы ГНСС. Технические спецификации на Галилео должны быть максимально открыты для всеобщего доступа, тогда будет реализована основная идея техники местоопределения как коммунального средства для потребителей.

Автор статьи «Три лучше, чем одна или две» развивает тему значения запуска спутников Галилео для такой области применения, как точное местоопределение. Запуск первого спутника Галилео, который последовал сразу же за запуском трех спутников ГЛОНАСС, открывает возможности перехода к технологиям глобального местоопределения нового поколения и, что более важно, при более высокой целостности на глобальном уровне. В настоящее время в ряде регионов применение техники местоопределения по ГНСС ограничено из-за неполной доступности спутников. С развертыванием системы Галилео плюс к спутникам GPS и ГЛОНАСС индустрия местоопределения получит гарантированное мгновенное точное определение местонахождения на постоянной основе в любой точке независимо от условий местности при наличии приемников, которые могут принимать все сигналы GPS, ГЛОНАСС и Галилео (G3). Фирма TTC (Topcon Technology Center) в Москве разработала первый чип G3, который представляет собой прорыв в технике местоопределения для отраслей сельского хозяйства и строительства.

Представитель фирмы Trimble в заметке «Выгоды для пользователей» также рассматривает перспективы использования ГНСС. Первая космическая система GPS предназначалась для морской и авиационной навигации и в меньшей степени для суши. При введении наземных функциональных дополнений при точности измерений на уровне метров возникло направление разведки нефтяных ресурсов и научных исследований. Создание системы WAAS на базе радиомаяков с сантиметровым уровнем точности позволило перейти в сельское хозяйство и строительство. Ни одно из этих направлений не рассматривалось создателями системы GPS. Развертывание системы Галилео значительно расширит потребительские возможности и, очевидно, позволит найти новые применения сигналов системы Галилео, которые сейчас еще невозможно предсказать.

В заметке «Темех отсчитывает время на Гали-

лео» рассказано о новом атомном стандарте частоты, который находится на борту первого спутника Галилео, запущенного на орбиту в конце прошлого года. Эти атомные часы фирмы Temex (Швейцария) имеют стабильность  $5 \times 10^{-14}$  за 10000 секунд и  $3 \times 10^{-10}$  за год. Срок службы рубидиевой ячейки более 12 лет. С такими часами система Галилео будет работать точнее, чем спутники GPS IIR, но могут уступить спутникам GPS III. Второй спутник, который будет запущен летом этого года, будет иметь на борту пассивные атомные мазеры.

В заметке «Контроль отклонения моста до миллиметра» рассказано о проведенных исследованиях трехмерных отклонений моста в Шотландии с помощью двух высокоточных приемников с модулированием по коду и фазе несущей. Полученные данные измерений совпали с данными, полученными моделированием.

### МАРТ 2006 г. MARCH 2006

В заметке «Точность GPS повышается» сообщается о том, что Офис объединенных программ GPS ВВС США при участии фирмы Lockheed Martin, Национального агентства геокосмической разведки, Аэрокосмической корпорации и лабораторий прикладных исследований Техасского университета осуществил модернизацию программного обеспечения обработки и моделирования GPS, дав ВВС новые возможности мониторинга спутников GPS и повысив точность системы по всему миру на 10-15 %. За счет этих мер, носивших название «Официальная инициатива повышения точности» (Legacy Accuracy Improvement Initiative – L-AII), удвоен объем навигационной информации, собираемой и выдаваемой операторам ВВС. Модернизация позволяет интегрировать информацию с 14 станций мониторинга Национального агентства геокосмической разведки и 6 действующих станций мониторинга GPS. Повышение точности даст выигрыш в научной сфере: в области численных стандартов, изучения потенциала земли, смещения станций мониторинга, приливных колебаний вращения Земли, тропосферных задержек, давления.

Статья «Галилео с желанием продвигается» сообщает, что Европейское космическое агентство (ЕКА) подписало договор с Galileo Industries на 950 млн. евро на разработку и изготовление четырех первых спутников космической группировки, части наземной инфраструктуры управления и проведение испытаний. Этап приемки орбитальной составляющей предполагает испы-

тания спутников в реальных условиях. До 2008 года будет поставлено четыре спутника – это минимальное количество, требуемое для проверки точности сигналов местоопределения. При распределении заказов были учтены настойчивые претензии Германии на большую долю в программе. При распределении ролей штаб-квартиру концессии Галилео решено было разместить в Тулузе (Франция), компанию-оператора в Лондоне (Великобритания), два центра управления (космической группировкой и ЦУП) – в Германии и Италии, а Испания отвечает за резервный центр управления. Опытный спутник GIOVE-A продолжает излучать сигналы, но пока результаты тестирования не оглашаются.

Статья японских авторов «Вызовите мне такси – сеть объединяет GPS и системы мониторинга транспорта» рассказывает о работе в Японии по интегрированию общественного транспорта, в частности, железных дорог, со службой такси, которая играет весьма важную роль, сравнимую с ролью частного автотранспорта. В статье обсуждаются проблемы диспетчерской связи и управления парком такси, решение которых позволит приблизить такси у городскому транспорту.

В статье «GPS + модернизированная GPS + Галилео» посвящена проблеме отличия новых сигналов GPS и будущих сигналов Галилео от действующих сигналов GPS. Навигационные и временные решения по GPS базируются на измерениях псевдодалности, которые производятся путем корреляции копии сигнала, генерируемой приемником потребителя, и сигналов, передаваемых спутниками GPS. Когда характеристики сигнала идентичны, смещения повторяются по всем каналам приемника, компенсируются и принимаются как постоянные смещения для решений времени и анализа влияния атмосферы. Новые сигналы GPS и Галилео потребуют новых способов учета сдвигов. В следующем десятилетии потребители смогут получить значительное повышение рабочих характеристик с помощью новых сигналов GPS – гражданского сигнала L2 (L2C) и сигналов М-кода L1/L2, которые начнут передавать спутники Блока GPS IIR-M. Третий сигнал, L5, будет излучаться с запуском спутника Блока IIF. Для полной реализации преимуществ новых сигналов нужно лучше понимать аппаратные групповые задержки и оценивать их влияние на рабочие характеристики приемников.

**БЮЛЛЕТЕНЬ «НОВОСТИ  
ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ США»  
ТОМ 15, № 3, ОСЕНЬ 2005 г.  
NEWSLETTER OF THE INSTITUTE  
OF NAVIGATION  
VOL. 15, NO 3, FALL 2005**

В заметке «В Стенфорде создается новый научный центр» сообщается о создании в Стенфордском университете Центра исследований местоопределения, навигации и времени, который будет заниматься исследованием новых областей применения GPS. Повышение точности, доступности и помехозащищенности системы позволят применять ее при посадке самолетов, ликвидации неразорвавшихся снарядов и в других новых областях. К Центру присоединятся факультеты с отделений астронавтики, аэронавигации, прикладной физики, электротехники, механики и физики. В центре будут проводиться исследования влияния препятствий и помех на характеристики сигналов, использования сигналов ГЛОНАСС, Галилео, QZSS, прецизионной посадки самолетов по автопилоту, расчет антенн, ослабляющих активные помехи, создание ИС для интегрирования GPS с телевидением и «Лоран-С». Ожидается участие промышленности в работе Центра.

Заметка «Подождите секунду!» посвящена так называемой проблеме «лишней секунды». За счет постепенного замедления вращения Земли земные сутки становятся длиннее суток в системе времени UTC и в течение нескольких лет накапливаются лишние секунды. Периодически к времени UTC добавляется по одной секунде, в частности, это было сделано 31 декабря 2005 г. Однако время в системе GPS никогда не менялось, и сейчас отличается от времени UTC на 14 секунд. Нынешняя корректировка может стать последней, так как США настаивают на ее отмене.

В заметке «Плата за Галилео» автор анализирует четыре выступления на конференции ГНСС института навигации США, которая состоялась летом 2005 г. В этих докладах рассматривались проблемы создания, финансирования и самоокупаемости системы Галилео в четырех разных аспектах. В одном из докладов Галилео (и в целом ГНСС) рассматривается как технология общего назначения типа Интернета со всеми вытекающими проблемами. Второй доклад посвящен проблемам партнерства частного и государственного капитала с точки зрения техники и бизнеса, оценки рисков. В двух других докладах рассматриваются вопросы рынка Галилео до 2025 г. и экономические преимущества использования ГНСС на транспорте.

Далее в статье «Внутри ГНСС» дается полный обзор этой конференции и сопровождавшей ее выставки. По мнению обозревателя, несмотря на наличие двух действующих космических навигационных систем (GPS и ГЛОНАСС) и одной в стадии создания (Галилео), конференция показала, что пройдет много лет, прежде чем человечество сможет пользоваться всеми благами ГНСС. «Новая эра», как показали более чем 300 докладов, открывает самые широкие возможности, что характерно для начала нового цикла технического перевооружения. Планы по развитию GPS: создание Блока III будет разделено на два контракта по спутникам и наземному управлению, которые планируется подписать летом 2006 г.; запускается спутник Блока IIR-M (сентябрь 2005 г.); первый запуск Блока IIF переносится на 2007 г.; спутники Блока III с третьим гражданским сигналом планируют запускать с 2013 г. Что касается Галилео, официальные лица признают, что система не сможет полностью вступить в эксплуатацию раньше 2011 г., то есть примерно на два года позже. Теперь на повестке дня стоит вопрос о публикации интерфейсного контрольного документа (ИКД). По высказываниям докладчиков, готово примерно 90% документации, и она передана в соответствующие стандартизирующие организации. После установления прав собственности ИКД будет опубликован в открытой печати. По мнению обозревателя, единственной системой, которая развивается согласно официальным планам, является ГЛОНАСС. Осуществляются запуски спутников ГЛОНАСС-M, к началу 2008 г. Россия планирует иметь 18 спутников, а к 2010 г. полную группировку из 21 спутника. Далее, на конференции был представлен доклад о японской системе спутников в квази-зените (QZSS), которая будет создана к 2008-2009 году и будет иметь не менее трех спутников на геосинхронной орбите. По мнению обозревателя, система ГНСС в чистом виде может иметь ограниченное применение, но она имеет большие перспективы при интегрировании с другими датчиками, что наглядно продемонстрировали доклады и выставка.

**ЖУРНАЛ «ГНСС ИЗНУТРИ»  
ТОМ 1, № 1, ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ  
2006 г.  
INSIDE GNSS  
VOL. 1, NO. 1, JANUARY-FEBRUARY  
2006**

Журнал «ГНСС изнутри» - это новое издание, главным редактором которого является Плен Гиббонс, бывший главный редактор журнала «Мир



GPS». Тематика журнала — политические, технические аспекты и смежные проблемы глобальных навигационных спутниковых систем. В первом номере рассматриваются проблемы взаимодействия и развития ГНСС. Следующие выпуски запланировано посвятить специальным темам: связи, военной составляющей GPS, созданию Галилео, интегрированию датчиков для ГНСС, новым программным продуктам, проблемам модернизации GPS/ГНСС, саммиту ГНСС и рынку аппаратуры потребителей. Октябрьский номер журнала должен быть посвящен ГЛОНАСС.

После редакционной статьи, в которой изложена суть нового журнала, и представления редакционной коллегии помещены обзорные материалы. Первый из них под заголовком «Первый спутник Галилео начинает вещание» рассказывает о запуске первого спутника Галилео, его создании и назначении. В настоящее время бортовая аппаратура спутника последовательно генерирует и излучает различные типы сигналов; затем последует этап оценки радиации на средних орбитах и точности работы бортовых часов. Излучение ведется одновременно по двум каналам, тогда как второй спутник, который готовится к запуску, будет передавать сигналы одновременно по трем каналам. Такая схема работы позволяет выполнить требование МСЭ — если спутник начал излучать сигналы, он не должен прерывать свою работу более чем на четыре месяца.

Вторая заметка носит название «GPS работает на частоте L2C». С запуском спутника Блока IIR (IIR-14M) с 16 декабря прошлого года началось излучение сигнала на этой частоте. Сообщество геодезистов уже планирует воспользоваться преимуществами добавления к приемникам формата автономного обмена (RINEX), с помощью которого можно комбинировать прецизионные данные местоопределения от разных типов приемников GPS. Военные потребители получают доступ к двум версиям нового военного M-кода с помощью примерно 50 тысяч новых приемников фирмы Rockwell Collins.

В заметке «Россия запускает трио ГЛОНАСС» рассказано о последнем российском запуске спутников, из которых два относятся к ГЛОНАСС-М. Отмечается отсутствие спутников во второй орбитальной плоскости. Продолжение темы в статье «ГЛОНАСС: Однажды и навсегда ГНСС». В ней излагается история создания ГЛОНАСС, проблемы переходного периода и пересмотр политики в области ГЛОНАСС. Отмечается поставленная Президентом России задача ускорения восстановления системы, проблемы с аппаратурой потребителя и создание фирмами Javad и Topcon комбинированных приемников. Анализируются вопросы урегу-

лирования используемых частот, финансирования ГЛОНАСС, точностные характеристики, уступающие GPS (7-8 метров против 1 метра). Отмечается, что Россия осуществляет программу повышения точности, совершенствования структуры навигационного сообщения, улучшения наземного управления и повышения точности бортовых часов при заметном общем повышении статуса проблемы в России.

Следующая статья носит название «Решения ГНСС: системы координат, лишняя секунда в UTC и приемники L2C?». В ней рассматривается проблема приема новых сигналов GPS действующими приемниками. Сделано заключение, что владельцы приемников старого образца смогут измерять псевдодальность и фазу несущей новых спутников, однако не смогут реализовать все преимущества новых сигналов. Рассказано о причинах корректировки времени UTC и о дискуссиях на эту тему, а также о способе решения проблемы в GPS. В отношении систем координат рассмотрены расхождения в WGS-84 и системе координат Галилео GTRF.

Статья «Успех навредит GPS?» посвящена проблемам становления и дальнейшего развития системы. С самого начала GPS работала лучше, чем от нее ожидали, и поэтому всегда испытывала финансовые ограничения. Космическое командование ВВС прогнозирует уменьшение орбитальной группировки в наихудшем случае на 20-40 % в период 2007-2010 гг., тогда как Специальная группа (Комитета по науке в области обороны) считает целесообразным увеличить количество спутников до 30. Однако все понимают, что нельзя терять главенствующую роль в такой сфере. По бюджету 2006 г. на GPS III выделено 87 млн. долларов, а в почти завершенном бюджете на 2007 год запланировано 237 млн. долларов, хотя отставание наземного сегмента означает, что оперативное управление этими новыми сигналами может быть сформировано не ранее 2009 г. На ближайшие пять лет намечена обширная программа модернизации системы и расширения спектра гражданских сигналов. Изменена и политическая структура управления. Вместо малоэффективного Межведомственного исполнительного комитета GPS создан Национальный исполнительный комитет местоопределения, навигации и времени, во главе которого стоят заместители министра обороны и транспорта.

Статья «Минусы (и плюсы) Галилео» рассказывает об истории создания системы и ее нынешних проблемах. 19 января 2006 г. состоялось подписание договора на сумму 950 млн. евро между Европейским космическим агентством (ЕКА) и консорциумом, объединяющим более сотни субподрядчиков, на развертывание космической мини-группировки

из четырех спутников. К минусам относилось длительное противостояние между Германией и другими членами Европейского Союза (ЕС) относительно распределения контрактов, которое закончилось 5 декабря прошлого года распределением полномочий и заказов. Следующим сложным моментом станет подписание соглашения с консорциумом компаний на развертывание и эксплуатацию космического и наземного сегментов на 20 лет. Нужно отметить, что между GPS и ГЛОНАСС, с одной стороны, и Галилео, с другой, существует большая разница. Полностью гражданский контроль, партнерство государственного и частного капитала в развертывании и эксплуатации системы, соединение финансовых, политических интересов и юридических правил игры 25 государств-членов ЕС и трех сторонних членов ЕКА – все это требует от Европы достижения нового уровня политических возможностей внутри и вне ЕС.

В следующей статье рассказывается о создании в США новой трехмерной звуковой системы ориентирования и слежения за сложной обстановкой в виде головных наушников для пилота.

Статья «Серьезный совет: специальная группа Комитета по науке в области обороны о GPS» анализирует подготовленный группой серьезный документ объемом свыше 100 страниц, опубликованный в начале декабря прошлого года. Подготовка такого отчета продиктована боязнью проиграть Галилео и осознанием отставания GPS в ряде моментов. Группа ведущих экспертов сделала следующие рекомендации: исключить селективную доступность в будущей системе; перейти на трехплоскостную орбитальную группировку из 30 спутников вместо 24 нынешних; «избирательно» вводить технических представителей частных компаний в процесс мониторинга и управления на базе ВВС Шривер; подготовиться к обсуждению с членами НАТО возможности использования служб Галилео для военных целей; потребовать от каждого рода войск в США профинансировать собственные НИОКР по использованию информации о местоположении и времени; сосредоточить ответственность за всю политику GPS и надзор в одних руках в министерстве обороны; ограничить вес спутников GPS III для одновременного запуска двух спутников одной ракетой среднего размера.

В статье «Комбинирование сигнала PRS Галилео и сигналов М-кода GPS» рассмотрены некоторые технические проблемы при выполнении этой задачи. Галилео имеет кодированные сигналы, включая сигналы службы общественного регулирования (PRS), которые излучаются на частоте вблизи военных сигналов с М-кодом GPS. В Галилео предпола-

ется использовать кодированные сигналы для нужд полиции, таможни и других правительственных служб. Военное применение Европейским Союзом не рассматривается, однако ряд государств-членов ЕС настаивают на их военном применении. В статье анализируется техническая сторона этой задачи.

Автор статьи «Взаимодействие ГНСС: создание глобальной системы систем или все должно быть одинаковым?» анализирует сходства и различия GPS, ГЛОНАСС, Галилео и QZSS. Из сводной таблицы очевидно, что ГЛОНАСС отличается доступом к сигналу – частотное уплотнение против кодового в других системах; Галилео планируется (пока) только для гражданского использования и имеет систему финансирования с партнерством частного и государственного капитала. Исходя из того, что концессионный договор по Галилео еще не подписан, остается одна помеха полному интегрированию систем в будущем – тип уплотнения каналов в ГЛОНАСС. При этом следует уточнить, что взаимодействие может пониматься в широком смысле – на уровне систем и в более предпочтительном варианте – на уровне взаимодействия сигналов пространстве, когда обычный приемник может обрабатывать все сигналы ГНСС. В случае ГЛОНАСС возможно лишь взаимодействие систем. При оценке взаимодействия систем нужно учитывать их системы координат и времени. Международным стандартом гражданской системы координат является Международная сухопутная система ITRF. Между этой системой и системой координат GPS WGS84 расхождение менее 2-3 см, а с системой координат Галилео GTRF – менее 3 см. Международным гражданским стандартом времени является UTC. Расхождения между временем GPS и Галилео и системой UTC будут лежать в пределах наносекунд и будут легко определяться аппаратурой потребителя. Можно сделать вывод, что GPS и Галилео взаимодействуют на уровне сигналов на частотах L1 и L5/E5a и на уровне бесплатных служб. Дальнейшее согласование систем станет предметом широких обсуждений и вызовет конкуренцию на рынке.

**ЕВРОПЕЙСКИЙ ЖУРНАЛ ПО  
НАВИГАЦИИ  
ТОМ 3, № 4, НОЯБРЬ 2005 г.  
EUROPEAN JOURNAL OF  
NAVIGATION  
VOL. 3, NO. 4, NOVEMBER 2005**

Ноябрьский номер журнала открывается интервью с руководителем Национальной службы управления воздушным движением Великобрита-

нии (NATS). Среди обсуждавшихся тем прогресс в создании Галилео и участие NATS в этом проекте, какие новые возможности даст Галилео, роль общественного наблюдателя за системой, отношение к системе регулирующих организаций и разных групп потребителей, механизмы возмещения затрат и пр.

В статье «Palinuro — приемник GPS на одной плате» описывается новое изделие фирмы STMicroelectronics (Великобритания), которое объединяет в себе приемник GPS с выдачей координат в диапазоне от ВЧ до NMEA и даже с выходом на модем GSM/GPRS. Доклад об этой разработке, представленный на конференции NAV05 в Великобритании, получил первое место, как наиболее интересный.

Статья «Проект MARGAL. Внедрение Галилео в морских отраслях» раскрывает цель нового проекта, направленного на раскрытие и исследование возможных применений Галилео в морском секторе — в портах и внутренних водах. Проект частично финансируется Совместным предприятием Галилео (GJU) и ставит своей задачей гармонизировать технологии обслуживания портов, прибрежных зон и внутренних водных путей, ознакомить сообщество морских потребителей с услугами Галилео. В консорциуме, работающем по проекту, принимают участие Норвегия, Германия, Франция, Великобритания, Швеция, Словакия и другие страны.

Авторы статьи «Измерения на суше для оценки безопасности навигации» рассказывают о своем методе исследования техники морского судоходства. В отличие от общепринятого моделирования польские исследователи использовали современные методы геодезии, основанные на измерениях с помощью лазерного дальномера. Однако представленный метод применим для дискретных измерений низкодинамичных объектов, поэтому он должен поддерживаться математическим моделированием.

Статья «Потребность в аварийной радиотехнической службе местоопределения E-112 для Европейского Союза» пытается дать ответ на вопрос, как можно существенно улучшить быстродействие и эффективность обслуживания и аварийные операции по номеру 112 и, в частности, усовершенствовать инфраструктуры телекоммуникаций, навигации, местоопределения, службы времени? Для ответа на эти вопросы авторы статьи анализируют обзор документов и дискуссий на тему необходимости и создания аварийной системы E-112 в Европейском Союзе по типу системы E-911 в США.

Статья группы авторов из Нидерландов «Проверка, оценка и обеспечение безопасности ГНСС» рассказывает об объединении четырех ведущих организаций космического направления Нидерландов

для участия в программе Галилео с целью использования ранее накопленного опыта по другим программам ГНСС. Группа планирует создать центр сертификации и аккредитации инфраструктуры и служб ГНСС, куда будут входить Галилео и связанные с ней элементы

Статья «ГНСС и «Лоран-С»» профессора Уэльского университета Дэвида Ласта является журнальным вариантом его выступления на Информационном дне для пользователей ГНСС и «Лоран-С», который проходил в Париже 1 июля 2005 г. Автор отметил большие заслуги Франции, как пионера космической навигации в Европе и как создателя уникальной полностью автоматической системы «Лоран-С», которая появилась до создания системы НЕЛС. И сейчас именно Франция снова стала лидером в попытке принести в Европу высокоточную и надежную интегрированную космическую/наземную навигацию. Автор упоминает известный доклад Центра Волпе об уязвимости GPS и приводит несколько случаев реального подавления сигналов GPS источниками помех, которые удалось найти с большим трудом. Американцы оценили уязвимость GPS и приняли решение модернизировать «Лоран-С» для использования ее в качестве резерва. На эту модернизацию Конгресс США выделил 140 млн. долларов. Европа признает уязвимость GPS, но считает, что Галилео будет более устойчивой к помехам, хотя это очень сомнительно, по мнению автора. К тому же Галилео — пока проект, а реальность для Европы — это GPS. Однако, в отличие от США, которые приостановили разработку приемников после известного решения о закрытии «Лоран-С», Европа продолжала разработки и сильно вырвалась вперед, в том числе и благодаря внедрению Еврофикс. Все это дает Европе шанс, но автор сетует, что нет соответствующего политического решения.

В статье «Текущая фиксация» авторы рассматривают метод вычисления координат местоположения по измерениям навигационных параметров местоположения, которые получены не одновременно. Такой метод приемлем для интегрированных навигационных систем или гибридных приемников, например, GPS/Галилео.

Автор статьи «Практика регулирования осадки судов в Финляндии» рассказывает о новой системе и практике определения клиренса для судоходных путей в прибрежных и внутренних водах Финляндии в связи со сложным рельефом прибрежной местности и береговой линии

Статья под заголовком «Машина Боннербергера» рассказывает об истории создания гироскопа.

Статья «Исследования и разработка средств обеспечения безопасности ГНСС» подготовлена

итальянской фирмой Quascom, которая специализируется на создании таких средств. В настоящее время Европа и США занимаются созданием и модернизацией спутниковых навигационных систем, которые станут основой новых систем обслуживания гражданских потребителей. Некоторые из них должны будут иметь сертифицированные уровни целостности и защиты информации. Ситуация аналогична той, что сложилась ранее на рынке информационных технологий. Сейчас в системах ИТ используются стандартные элементы защиты от пожаров, несанкционированного доступа, действуют установленные протоколы криптографии и т.д. В этом же направлении, считает фирма Quascom, будет со временем развиваться и рынок средств обеспечения безопасности ГНСС.

Статья «Европейская навигационная конференция ГНСС 2005» представляет собой обзор международной конференции по навигации ENC-GNSS 2005, которая проходила 19-22 июля 2005 года в Мюнхене (Германия). На открытии конференции прозвучало сожаление по поводу закрытия Северо-западного европейского соглашения «Лоран-С» (HELIC), а также по поводу «молчания» Европейской Комиссии (ЕК) после получения предложений для проекта Европейского радионавигационного плана (отчета фирмы Helios-Technology). Г-н Пол Верхоеф, который отвечает за Галилео в Комиссии по транспорту и энергетике ЕК, рассказал о перспективах участия в программе Галилео третьих стран – Израиля и Китая. В связи с последним обстоятельством могут возникнуть трудности во взаимодействии с США, так как там действует запрет на распространение «ноу-хау», если они могут попасть в Китай и быть использованы в военных целях. Далее были представлены доклады по Галилео, ЕГНОС, ГЛОНАСС. Впервые прозвучало сообщение о спутниках ГЛОНАСС КМ, которые появятся после 2015 г. Обзор докладов из США позволяет сделать выводы о том, что основным средством навигации в воздушном пространстве США для всех фаз полета будет GPS+WAAS; первая аппаратура потребителя была сертифицирована в октябре 2003 г.; WAAS будет модернизироваться и к 2008 г. покроеет 64% территории Северной Америки. На развитие «Е-Лоран» Конгресс США выделил 25 млн. долларов и бюджета Правительства. Система отвечает требованиям аэронавигации и передачи времени и частоты; есть проблемы с требованиями по заходу в порты, но они будут выполняться дифференциальной системой «Лоран». К 2008 г. Правительство США примет решение относительно будущего «Е-Лоран». Комбинированные приемники есть на рынке по обоим берегам Атлантики. Много докладов было

сделано о Галилео. На сайте Совместного предприятия (GJU) помещен интерфейсный контрольный документ для частоты L1 Галилео. Процесс сертификации и стандартизации в результате приведет к принятию системы в ИМО, РТСМ и МСЭ. На море сигналы ДГНСС теперь можно принимать от маяков МАМС, SBAS, AIS, RTK и Еврофикс. МАМС проводит технико-экономическое обоснование нескольких служб на базе Галилео. Было представлено много докладов по исследованиям новых применений Галилео, а также по разработке приемников ГНСС на одном чипе. Среди них награду за лучшую презентацию получил материал о приемнике GPS на одной плате Palинго (см. выше).

**ЖУРНАЛ «НАВИГАЦИЯ»  
КОРОЛЕВСКОГО  
ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ  
ВЕЛИКОБРИТАНИИ  
ТОМ 59, № 1, ЯНВАРЬ 2006 г.  
THE JOURNAL OF NAVIGATION  
OF THE ROYAL INSTITUTE OF  
NAVIGATION  
VOL. 59, NO. 1, JANUARY 2006**

Журнал открывается статьей на историческую тему «Наблюдение против огней: некоторые моменты темной истории навигационных огней». До середины XIX века парусники не выставляли огни при плавании в ночное время. В статье анализируются причины такой практики и и рассказывается о создании навигационных огней, которое завершилось выработкой требования оснащения ночными огнями как парусных судов, так и пароходов.

В статье «Зависимость времени простоя под загрузку в арктических оффшорах от направления дрейфа льдов» анализируются четыре варианта загрузки судов в Печорском бассейне за период 1995-1998 г.г.

Статья «Новый метод прокладки маршрутов по растровой сетке с учетом поворотов и предотвращением столкновений» предлагает новый алгоритм минимизации изменений направления движения в маршруте судна. Описаны две схемы для плавания в ограниченных водах. По первой схеме предлагается политика приоритетов для службы VTS, которая может стать более удобной, чем действующие международные правила. По второй схеме в условиях действий по схеме VTS устанавливается кратчайший безопасный путь в пункт назначения.

В статье «Восстановление маршрута полета голубей и его достоверность: пилотаж с 25 км?» авторы анализируют способы запоминания и восстановления маршрутов полета голубей к гнезду.

Статья «Риск продольного столкновения в системах слежения УВД: модель опасного события» предлагает модель риска столкновений и принципы организации продольного эшелонирования воздушных судов для сопровождения самолетов в системе УВД зоны Северной Атлантики.

В статье «Оптимизация интегрирования навигации по опорным точкам на местности с ИНС и GPS» рассматривает возможность калибровки ИНС по опорным точкам в периоды отсутствия доступа к сигналу GPS из-за помех или других причин. Сравняются четыре способа использования фиксаций по местности для калибровки ИНС: наилучшая фиксация, взвешенная фиксация, с вероятностным ассоциативным фильтром, одно- и мульти-гипотетические версии итеративной гауссовой смешанной аппроксимации апостериорного значения. Моделирование показало, что наилучший баланс точности, надежности и эффективности обработки дает одно-гипотетическая версия итеративной гауссовой аппроксимации (single-hypothesis Iterative Gaussian Mixture Approximation of Posterior, IGMAP).

Статья «Новые технологии местоопределения для современных интеллектуальных навигационных систем» рассказывает о расширении возможностей местоопределения по ГНСС и счисления пути. Интегрирование с такими технологиями особенно актуально для навигации внутри помещений и при переходе с улицы в помещение. Дан обзор новых технологий местоопределения и рассмотрены два случая: повышение безопасности сухопутного транспортного средства с помощью техники «усиления реальности» и служба пешеходной навигации для посетителей университетов.

В статье «Высокоточный и эффективный метод прогнозирования «дыр» RAIM» предложен простой и экономичный по вычислительным затратам метод прогнозирования случаев недостаточного количества спутников для работы приемника RAIM (менее пяти), которые носят название «дыр» RAIM.

Статья «Летные испытания системы определения пространственного положения ЛА с помощью нескольких антенн GPS» описывает разработку и испытание системы определения ориентации для недорогих небольших самолетов типа Cessna.

В статье «Пешеходная навигационная система на базе МЭМС» описана система местоопределения, основанная на микроэлектронном механическом устройстве, и алгоритмы ее работы.

В статье «Зависимость позиционных решений по звездам для случая наблюдение-пробег-наблюдение. Часть I» рассматриваются и сравниваются известные методы учета пробега при допущении постоянного курса движения судна.

**«НОВОСТИ НАВИГАЦИИ»  
ЖУРНАЛ КОРОЛЕВСКОГО  
ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ  
ВЕЛИКОБРИТАНИИ  
НОЯБРЬ/ДЕКАБРЬ 2005 Г.  
NAVIGATION NEWS  
THE MAGAZINE OF THE ROYAL  
INSTITUTE OF NAVIGATION  
NOVEMBER/DECEMBER 2005**

Заметка под заголовком «Рабочее заседание Технического комитета», которая открывает номер, рассказывает о планах развития Королевского института навигации. По мнению президента института, отрасль навигации претерпела значительные изменения. Если много лет назад навигацией занимались профессионалы-практики, то сейчас больше стало «пользователей», то есть людей, которые лишь применяют достижения навигационной техники, не имея никаких профессиональных навыков. Если институт навигации будет и далее ориентироваться на высококвалифицированных специалистов, то он обречен на исчезновение. Поэтому он должен адресоваться растущему числу пользователей и разработчиков систем и служб и активно заниматься пропагандой своих знаний и тех преимуществ, которые он может дать рядовому пользователю. Секции института, которые организуют мероприятия, встречи и дискуссии, должны расширить программу мероприятий и привлекать этим новых членов. Предполагается изменить работу Технического комитета. Для обмена мнениями нужно организовать проведение однодневных конференций, дебатов, семинаров и подготовить перечень насущных тем для навигации и смежных областей.

В заметке «Модернизация сигнала GPS – проект L1C» излагаются основные пункты программы внедрения новых гражданских сигналов GPS L2C и L5 и новых военных сигналов с кодом M. В спутниках Блока III для улучшения обслуживания гражданских потребителей будет добавлен сигнал на частоте L1 – L1C. Группа разработчиков создала метод повышения скорости обработки данных и сокращения времени до первой фиксации при сохранении возможности чтения сообщения при самом низ-

ком уровне сигнала. Структура сигнала обозначена CNAV-2. Детальное описание сигнала и формата сообщения дано на сайте ftp://lldata@mavericks.gps.caltech.edu/ (Пароль chestnut).

В заметке «Галилео рождает спутник Giove-A» рассказывается о представлении общественности первого спутника Галилео и подготовке его запуска с космодрома Байконур. Всего на этапе испытаний запланировано запустить два спутника; второй спутник готовится на фирме Alenia Spazio в Италии. Грядущий этап проверки на орбите завершится после развертывания космической группировки из четырех спутников и сети наземных станций. Этап развертывания системы предусматривает дополнительный запуск 26 спутников и создание наземного сегмента из большого числа станций управления и центров обслуживания.

Статья «По АИС в Стамбул» по существу является путевыми заметками путешествия на яхте из Саутгемптона (Англия) в Турцию с помощью приемника АИС НАСА. Автор отмечает многочисленные достоинства приемника и некоторые его недостатки, обнаруженные им на пути длиной в 3000 миль.

В заметке «Счисление пути по датчику вращения колес» специалисты фирм Spirent Federal и Spirent Communications рассматривают сложности навигации автомобилей по системе GPS. Как альтернативу системам счисления пути на базе гироскопов для дополнения GPS в транспортных средствах с интеллектуальной навигацией авторы предлагают использовать индивидуальные датчики вращения передних и задних колес для расчета изменений скорости рысканья. Такие датчики являются основным элементом незапирающихся тормозных систем, которые являются стандартным оборудованием большинства новых машин.

Заметка «Вокруг часов» посвящена 50-й годовщине создания атомных часов. Рассказана история их создания и показана роль времени в глобальном местопределении. Описан принцип действия оптических лазерных методов измерения времени, которые в будущем будут использоваться для определения времени для спутников.

Статья «Обман постановщиков помех» рассказывает о создании имитатора навигационной борьбы в рамках международной программы защиты военной навигационной информации от постановщиков активных помех сигналам GPS и закрытия гражданских навигационных сигналов для недружественных сил. Он может использоваться для моделирования любых сценариев воздействия преднамеренных помех и электромагнитных воздействий для различных типов местности, меняющейся

динамики платформы, затенения сигналов GPS и пр. Разработанная концепция имитатора и его алгоритмы работы используются в настоящее время в дискуссиях по подготовке стандартизированного имитатора навигационной борьбы для НАТО.

## НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАВИГАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ 2006 г. NATIONAL NAVIGATION LOGBOOK 2006

Институт навигации Австралии выпустил обзорный журнал по навигации за 2005 год. Это первый выпуск журнала такого рода, и Институт навигации планирует издавать обзоры регулярно один раз в год. Выпуск открывается представлением Института навигации Австралии, который существует уже 56 лет и провел 500 заседаний. Вторым опубликовано приветствие председателя Международной федерации гидрографических обществ на открытии Конференции по гидрографии 2005 г. Hydro 2005. В заметке «Будущее глобальных навигационных спутниковых систем» дается общее описание и перспективы развития GPS, ГЛОНАСС и Галилео. Следующая статья называется «Операции авиации при низкой видимости — Обзор» и рассматривает категории посадки и условия взлета самолетов в плохих метеоусловиях. Следующая статья посвящена использованию навигационных систем на железных дорогах Австралии. В заметке «Восстановление с помощью спутников» рассказано о восстановительных работах после добычи минеральных ресурсов с помощью GPS. Опубликованы обзоры состояния авиации общего назначения в Австралии в 2005 г., паромного транспорта, разведки углеродных ресурсов, разработки систем электронных карт и отображения информации, работы над созданием аэробуса A380.



## Состояние орбитальной группировки ГЛОНАСС

Состояние орбитальной группировки ГЛОНАСС по данным Компьютерного бюллетеня КНИЦ МО РФ на 10.03.2006 г. характеризуется следующей таблицей:

Номер ГЛОНАСС	Номер Космос	Пл-ть/точка	Номер частоты	Дата запуска	Дата ввода	Состояние НКА	Дата вывода
712	2411	1/07	04	26.12.2004	22.12.2005	выведен	01.03.06
789	2381	1/03	12	01.12.2001	04.01.2002	в системе	
711	2382	1/05	02	01.12.2001	15.04.2003	в системе	
794	2402	1/02	01	10.12.2003	02.02.2004	в системе	
795	2403	1/04	06	10.12.2003	30.01.2004	в системе	
701	2404	1/06	01	10.12.2003	09.12.2004	в системе	
796	2413	1/01	02	26.12.2004	06.02.2005	в системе	
797	2412	1/08	06	26.12.2004	06.02.2005	в системе	
787	2375	3/17	05	13.10.2000	04.11.2000	в системе	
783	2374	3/18	10	13.10.2000	05.01.2001	в системе	
792	2395	3/21	05	25.12.2002	31.01.2003	в системе	
791	2394	3/22	10	25.12.2002	10.02.2003	в системе	
793	2396	3/23	11	25.12.2002	31.01.2003	выведен	27.02.2006
798	2417	3/19		25.12.2005	22.01.2006	в системе	
714	2419	3/		25.12.2005			
713	2418	3/24		25.12.2005			
788	2376	3/24	03	13.10.2000	21.11.2000	выведен	13.12.2005

[www.glonass-center.ru](http://www.glonass-center.ru)

#### Первый спутник Галилео передает навигационные сигналы

Первый спутник Галилео GIOVE A (Galileo In-Orbit Validation Element A), ранее известный как GSTB-V/2A и запущенный 28.12.2005 г. с космодрома Байконур ракетой-носителем «Союз» с разгонным блоком «Фрегат», 12.01.2006 г. начал передавать первые навигационные сигналы, которые успешно приняты и декодированы. Спутник массой 600 кг и стоимостью 28 млн. евро создан фирмой SSTL, Guildford, UK. Его запуск должен решить следующие задачи: проверка безопасности выделенных частот, демонстрация готовности в дальнейшем использовать критические технологии и проверка радиационных условий на орбитах, предназначенных для космических аппаратов (КА) Галилео (высота 23260 км).

Спутник будет излучать сигналы на частотах, предназначенных для передачи сигналов Галилео E2, L1, E1, E5, E6. Прием и оценка сигналов осуществляются в Великобритании (Chilbolton Observatory Facilities for Atmospheric and Radio Research) и в Бельгии (станция Redu Европейского космического агентства). Экспериментальный приемник сигналов создан известной бельгийской фирмой

Septentrio. Спутник оборудован двумя малогабаритными резервированными рубидиевыми часами, созданными швейцарской фирмой Temex Neuchatel Time. Уход часов 10 нс в сутки.

К концу года будет также запущен КА GIOVE B с более широким набором передаваемых сигналов. Далее предполагается в 2008 г. запустить четыре рабочих КА, по которым можно будет осуществлять первые полные навигационные определения. Полная группировка (30 КА) будет создана к 2010 г.

First Galileo Satellite Begins Broadcasts, Inside GNSS, N 1, 2006.

#### О новом гражданском сигнале GPS L2C

Как уже сообщалось, 26 сентября 2005 г. был запущен первый навигационный космический аппарат (НКА) GPS Блок- IIR-M (GPS IIR-M1), который должен передавать новые военные сигналы с M-кодами на частотах L1 и L2, а также второй гражданский сигнал L2C. В настоящее время этот сигнал излучается по-прежнему только одним КА и может приниматься потребителем «на свой страх и риск». В то же время ряд фирм начал осваивать создание соответствующих приемников (Trimble R7, R8, Septentrio's PolaRx2C, Novatel's OEMV family, Topcon Paradigm G3 chipset, Javad Navigation Systems

GeNiuSS chip), а фирма Spirent создала имитатор сигналов GSS7700, который может генерировать сигнал L2C.

GPS L2C is on the Air, Inside GNSS, N 1, 2006.

### О системах координат GPS и Галилео

Спутниковые навигационные системы GPS и Галилео имеют в своей основе общую Международную наземную опорную систему ITRS (International Terrestrial Reference System). Однако при непосредственной реализации GPS использует WGS-84, а Галилео – GTRF (Galileo Terrestrial Reference Frame). Различие между этими тремя системами координат находится на уровне нескольких сантиметров, и для пользователей, работающих с кодовыми измерениями, это различие совершенно не ощутимо. В то же время его следует принимать во внимание при проведении прецизионных геодезических определений.

J. Swaan, Will GPS and Galileo have the same or interoperable reference systems? Inside GNSS, N 1, 2006.

### GPS/ Галилео приемник

Фирмой Septentrio (Бельгия) разработан 54-канальный приемник GeNeRx1, который предназначен для приема сигналов L1, E5a, E5b, E5 (Alt-BOC), E6. Приемник может работать как в комбинированном режиме GPS/ Галилео, так и в режиме приема только сигналов Галилео. Габариты устройства 235×315×205 мм, оно работает с источником питания 11-28 В (постоянный ток) и 110-220 В (переменный ток) и потребляет мощность 20 Вт. Сообщаемая точность 1,9 м по вертикали, 1, 1 – в плане (номинальный режим); 1,2 м/0,7 м – SBAS; 1,1 м/0,6 м – DGPS и 2 см+2ppm/1см+1ppm RTK. Время входа в режим слежения 5 с.

Inside GNSS, N 1, 2006.

### Запуск MTSAT-2

18 февраля 2006 года ракетой H-2A с космодрома Танегашима был запущен второй многофункциональный транспортный спутник (MTSAT-2) японской широкозонной дифференциальной подсистемы GPS MSAS. Этот запуск знаменует собой новый этап высокоточной аэронавигации и управления воздушным движением в западной части Тихого океана. Пятитонный космический аппарат (КА) будет работать на круговой геостационарной орбите. Первый спутник MTSAT-1R подсистемы MSAS был запущен на орбиту годом ранее. По завершении испытаний MTSAT-2 будет размещен вблизи точки 145° восточной долготы над регионом Микронезии. Каждый MTSAT представляет собой геостационарный КА со сроком существования 10

лет. Он будет выполнять аэронавигационные и метеорологические функции, обеспечивать экипажи ВС и авиадиспетчеров информацией автоматического зависимого наблюдения (АЗН), обеспечивать передачу данных и голосовую связь. Как элемент системы широкозонного дополнения GPS, MTSAT будет излучать GPS-подобный сигнал и передавать информацию контроля целостности и корректирующую информацию, состав которой аналогичен составу передаваемой информации в системах WAAS и EGNOS.

### Новые разработки приемников сигналов ГЛОНАСС

Фирма NovAtel, Canada, Alberta, Calgary, добавила канал ГЛОНАСС к семейству приемников GPS OEMV. Модели OEMV-2 и OEMV-3 будут в качестве опции поддерживать прием и обработку двухчастотных сигналов ГЛОНАСС. В будущем предполагается включить полные операции по определению места, в том числе в режиме RTK. В добавление к режиму ГЛОНАСС в линии OEMV предполагается реализовать прием сигналов GPS на частотах L2C и L5.

В свою очередь американская фирма Trimble, Sunnyvale, California, никогда ранее не занимавшаяся аппаратурой ГЛОНАСС, создала серию приемников, использующих новые сигналы как GPS на частотах L2C и L5, так и ГЛОНАСС. Эта серия включает 72- канальный приемник на чипе (Advanced Trimble Maxwell Custom Survey GNSS Chip), принимающий сигналы GPS L1 C/A-code, L2C, L1/L2/L5 с полным устранением многозначности при слежении за фазой несущей, L1 и L2 (СТ и ВТ) также с полным устранением многозначности при слежении за фазой несущей L1/L2. Эти приемники могут также работать в широкозонных системах типа WAAS и EGNOS.

Разработка аппаратуры осуществляется в ответ на последовательные усилия России по воссозданию орбитальной группировки ГЛОНАСС. Использование сигналов КА ГЛОНАСС в приемниках GPS позволяет повысить точность и надежность навигационных определений в условиях ограниченной видимости спутников («каньоны» улиц городов, глубокие карьеры и т.д.).

Inside GNSS, March 2006.





**Семинар «Проблемы функционирования Единой системы навигационно-временного обеспечения»  
Workshop “Problems of the Operation of the Unified System of Position/Time Support”**

20 января 2006 года в ЦУП ЦНИИмаш состоялось очередное заседание семинара «Проблемы функционирования Единой системы навигационно-временного обеспечения» при Координационном Совете Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система».

Присутствовали 45 человек из организаций Роскосмоса, Министерства обороны России, РАН, в том числе: ОАО «Российский институт радионавигации и времени» (РИРВ), ФГУП НТЦ «Интернавигация», ИНАСАН РАН, РНИИ КП, ВНИИФТРИ (г. Менделеево), ЦНИИГАиК, 32 ГНИИИ МО РФ, Марийский государственный университет, ГНИИНГИ МО РФ, 4 ЦНИИ МО РФ, НПО им. С.А. Лавочкина, ЦУП ЦНИИмаш.

Внимание слушателей были представлены три доклада:

1. Домнин Ю.С. (ВНИИФТРИ) «Цезиевый фонтан ВНИИФТРИ: состояние и перспективы развития».

2. Пальчиков В.Г. (ВНИИФТРИ) «Оптические стандарты частоты на холодных атомах».

3. Костромин В.П. (ВНИИФТРИ) «Государственная служба времени и частоты на современном этапе развития».

В ходе работы семинара были заслушаны доклады Домнина Ю.С. и Пальчикова В.Г. о состоянии работ по эталонам времени в России и за рубежом и доклад Костромина В.П. (руководителя института метрологии, времени и пространства ВНИИФТРИ) о состоянии и задачах Российской государственной службы времени, частоты и определения ПВЗ. По материалу докладов была развернута дискуссия, в ходе которой состоялось плодотворное критическое обсуждение докладов и была дана оценка доложенной информации, научно-техническим идеям и предложениям авторов. В выступлениях прозвучала также озабоченность участников в связи с имеющимися упущениями и отставаниями в данной важнейшей научно-технической отрасли от передовых западных стран и развиваемых там технологий, а также с положением дел по модернизации оборудования ГЭСВЧ РФ. Было указано, что при наличии высокого научного и интеллектуального потенциала в данном направлении исследований и разработок основной причиной указанного отставания является недостаточное их финансирование.

В докладе В.П. Костромина рассмотрена важная государственная проблема состояния Государственной службы времени и частоты. Она заключает-

ся в том, что необходимым условием, обеспечивающим конкурентоспособность национальной единой системы навигационно-временного обеспечения с зарубежным аналогом, является не только наличие полной группировки ГНСС ГЛОНАСС, но и состояние основных составляющих Фундаментального сегмента системы, в том числе и государственной службы времени и частоты (ГСВЧ).

Национальная ГСВЧ, созданная Правительством СССР в 1947 г., все последующие годы интенсивно развивалась, выполняя задачи в интересах космической отрасли. По своей значимости ГСВЧ входит в ряд основных жизнеобеспечивающих служб государства, но в настоящее время требует интенсивного развития.

В это же время за рубежом был сделан крупный прорыв в точности эталонирования мер времени, пространства, частоты и других физических величин на основе атомных технологий и в сфере синхронизации эталонов времени. Во Франции, Германии, США созданы атомные часы с глубоким охлаждением атомов («Фонтан»), позволившие поднять точность воспроизведения единиц времени до 10–15.

Отмечается, что имеющиеся в стране научно-технические заделы, а также возможности отечественной промышленности при соответствующем финансировании ГСВЧ позволяют в ближайшие годы на отечественных предприятиях разработать современную прецизионную аппаратуру, что даст ГСВЧ возможность выйти на планируемые (в том числе перспективные) требования к фундаментальному сегменту ЕС НВО.

Участниками семинара было выражено единодушное мнение, что восстановление ГСВЧ до уровня, обеспечивающего выполнения всех задач, предъявляемых к ней ЕС КНВО, является одной из приоритетных задач развития ГНСС.

\*\*\*

**Международный промышленный форум  
GEOFORM+2006**

**International Industrial Forum GEOFORM+2006**

14–17 марта в Москве в Культурно-выставочном центре «Сокольники» состоялся 3-й Международный промышленный форум GEOFORM+2006. На открытии форума с приветственным словом выступили заместитель Министра транспорта РФ Мишарин А.С. и Руководитель Федерального агентства геодезии и картографии Бородко А.В. Форум объединил четыре самостоятельные специализированные выставки. В организации выставки GeoWAY «Интеллектуальные транспортные системы и спутниковая навигация» активное участие принимала

Ассоциация транспортной телематики (АТТ), г. Москва. В тематике выставки нашли отражение новые разработки по спутниковым технологиям, новое в навигации и системах связи на морском, речном, железнодорожном, автомобильном транспорте и в авиации, новейшие интеллектуальные транспортные системы (ИТС), а также оборудование и диспетчерские системы управления транспортом. Особое внимание было уделено теме «Интеллектуальные транспортные системы».

В рамках выставки 15 марта с.г. состоялась научно-практическая конференция «Интеллектуальные транспортные системы и технологии телематики в транспортном комплексе» под председательством президента АТТ д.т.н. В.М. Власова (зав. кафедрой МАДИ) и сопредседателя – вице-президента к.т.н. В.М. Царева (директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация»), на которой с интересными докладами по актуальным проблемам этого направления и по вопросам применения спутниковой навигации выступили специалисты различных предприятий и организаций:

- Шмудевич М.М. «Опыт внедрения региональных навигационно-информационных систем» (МНИЦ РНИИ КП, г. Москва);
- Финько В.И. «Применение навигационно-связной аппаратуры в управлении городским транспортом» (НПП «Транснавигация», г. Москва);
- Михалкин К.С. «Интеграционно-информационные системы» (ООО «Текнол», г. Москва);
- Носова Е.Г. «Программа создания ИТС в Санкт-Петербурге» (Научно-исследовательский и проектный институт территориального развития и транспортной инфраструктуры, г. С-Петербург);
- Глотов В.Д. «О создании Прикладного потребительского центра для информационной поддержки различных потребителей по вопросам спутниковой навигации на базе Центров Роскосмоса и Минобороны РФ» (ЦУП ЦНИИмаш, г. Королев, МО);

- Денисенко О.К. «О создании в России элементов системы сертификации навигационной аппаратуры потребителей космических навигационных систем ГЛОНАСС и GPS» (32 ГНИИИ МО РФ, г. Москва).

Необходимость подобной встречи, обмена опытом в этой области обусловлена быстрым развитием информационных технологий и ИТС. Во всем мире, в том числе и между общественными организациями европейского информационного автотранспортного сообщества (ERTICO), в состав которого с 2003 г. входит Россия, происходит интенсивный обмен накопленным опытом и знаниями. Активное участие в этом процессе принимает Ассоциация транспортной телематики, созданная как некоммерческая организация. Начиная с 2003 г. члены АТТ принимали участие во всех европейских выставках, конференциях и симпозиумах, посвященных интеллектуальным транспортным системам. Президент Ассоциации В.М. Власов установил конструктивные деловые отношения с европейской транспортной ассоциацией ERTICO, а с 2005 г. Ассоциация транспортной телематики представляет Россию в составе ERTICO. Руководством ERTICO было принято решение о совмещении очередного заседания ERTICO с выставкой GeoWAY в России, и 16 марта с.г. в конференц-зале Культурно-выставочного центра «Сокольники» состоялось выездное заседание ERTICO, на котором выступил с докладом президент АТТ В.М. Власов.

В настоящее время к деятельности ассоциации проявляют активный интерес представители различных областей деятельности транспортной сферы: структуры управления, производственные предприятия транспорта, производители техники и научные учреждения.



# К ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В МИНИСТЕРСТВЕ ТРАНСПОРТА РОССИИ В 1991 – 2000 гг. ЧАСТЬ I

*В.Б. Ефимов, А.Н. Коротоношко*

*В статье дан исторический обзор развития отечественной системы обеспечения безопасности воздушного движения и создания современной структуры обеспечения безопасности полетов Министерством транспорта России.*

## ON THE BACKGROUNDS OF THE AIR TRAFFIC SAFETY SYSTEM DEVELOPMENT IN THE MINISTRY OF TRANSPORT OF RUSSIA IN 1991- 2000. PART I

*V.B. Yefimov, A.N. Korotonoshko*

*The paper presents the history and backgrounds of the development of the national Air Traffic Control System and the establishment of the present structure of the air traffic provision in the Ministry of Transport of Russia.*

Формирование Министерства транспорта России как первой государственной структуры, объединяющей руководство всеми видами транспорта (кроме российских железных дорог), поставило перед ним, как государственным органом, ряд новых принципиальных задач.

Так, при своем создании в 1991 году Минтранс России наряду с другими подразделениями воздушного транспорта получил в свое ведение систему обеспечения безопасности полетов воздушных судов (ВС) гражданской авиации и все связанные с этой системой проблемы и вопросы.

Основными такими проблемами на тот момент были:

- создание российской организационной структуры обеспечения безопасности полетов;
- обеспечение в новых экономических условиях финансирования деятельности системы безопасности, ее поддержание и развитие;
- поддержание и развитие технической инфраструктуры системы обеспечения безопасности полетов;

– повышение уровня безопасности полетов за счет внедрения новых технологий, разрабатываемых Международной организацией гражданской авиации – ИКАО.

Далее рассматривается, как решались эти новые задачи.

### **Создание организационной структуры Единой системы организации воздушного движения и использования воздушного пространства (ЕС ОВД и ИВП) России**

Советская предыстория. Главной особенностью системы обеспечения безопасности полетов Советского Союза и России является то обстоятельство, что эта система всегда была и остается по настоящее время военно-гражданской, то есть обеспечивает полеты в Российском воздушном пространстве как гражданской авиации, так и государственной (в первую очередь военной) авиации. В силу этого взаимоотношение военных и гражданских органов контроля полетов авиации всегда определяло как структуру, так и техническое построение ЕСОВД и ИВП.

Ефимов Виталий Борисович – д.т.н., академик Российской академии транспорта, Министр транспорта РФ в 1991–1996 гг.

Коротоношко Анатолий Николаевич – к.т.н., академик Международной академии информатизации, заместитель Министра транспорта – Руководитель генеральной дирекции по модернизации ЕС ОВД РФ в 1992–1996 гг.

Единая система управления воздушным движением (ЕС УВД) была создана в 1973 году постановлением ЦК и СМ СССР № 130-49 от 16.02.73 г. Создание системы предопределил ряд инцидентов с воздушными судами, такими как Львовская авиакатастрофа, произошедшая по вине несогласованности действий военного и гражданского диспетчеров, катастрофа Ил-62 в аэропорту Шереметьево, произошедшая как по ряду организационных причин, так и по причине недостаточного технического оснащения системы. Как следствие последнего фактора, вышеуказанным постановлением кроме создания ЕС УВД, как организационной структуры, был предусмотрен ряд мероприятий в Министерстве гражданской авиации и промышленности по созданию и внедрению новых технических средств обеспечения безопасности полетов, первичных и вторичных радиолокаторов, систем посадки, автоматизированных систем УВД, средств связи и документирования.

Кроме того, в постановлении был предусмотрен и ряд организационных мер — были созданы Госавиарегистр и Научно-экспериментальный центр по УВД (впоследствии — институт ГосНИИ «Аэронавигация»); укреплены центральные аппараты Министерства гражданской авиации и радиопромышленности, в которых были созданы специальные управления по созданию и внедрению средств безопасности полетов. Последующие постановления Правительства РФ от 23.02.78 г. № 168-60 и от 30.07.81 г. № 740-211 определили конкретные сроки разработки и внедрения средств автоматизации управления, навигации и посадки.

Все эти принятые решения и меры позволили к 1983 году завершить организацию ЕС УВД. Положение об этой системе было утверждено постановлением Правительства от 01.12.83 г. № 1126. В эти же годы были введены первые АСУ УВД «Старт» в аэропорту Пулково, импортные системы ТЕРКАС в Московской зоне и в аэропортах Киева и Минеральных вод.

В целом на момент перехода в российское ведение система УВД СССР имела следующие характеристики:

обслуживаемая территория (млн. кв. км) — 25,  
 протяженность воздушных трасс (тыс. км) — 600,  
 количество магистральных аэродромов — 400,  
 количество обслуживаемых в сутки полетов — 7500,  
 количество автоматизированных систем УВД — 10,  
 численность персонала — 40000.

Эта созданная в СССР Единая система управления воздушным движением позволила на основе

автоматизации управления повысить уровень безопасности полетов воздушных судов и способствовать более рациональному использованию воздушного пространства. Значительная часть этой системы в результате перехода оказалась впоследствии в ведении Российской Федерации.

Вместе с тем принятый в ЕС УВД ведомственный подход к организации управления воздушным движением приводил к нерациональному использованию технических средств и распылению капитальных вложений, замедлял развитие указанной системы и не обеспечивал дальнейшее повышение эффективности и безопасности полетов.

Поэтому Правительство СССР постановлением № 430 от 30.04.90 г. образовало вневедомственную Государственную комиссию по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением при Совете Министров СССР (Госаэронавигация СССР) и возложило на эту комиссию решение организационных вопросов по переходу от ведомственных принципов формирования и функционирования ЕС УВД к вневедомственным, а в последующем с 01.04.92 г. — обеспечение практического руководства указанной системой и полную ответственность за ее функционирование.

Этим постановлением были предусмотрены все необходимые организационные мероприятия и технические меры, связанные с переходом от Единой системы УВД к Государственной вневедомственной системе, которые должны были быть завершены в 1-м квартале 1992 года.

В силу совершившегося развала Советского Союза и перехода к российской государственности эти организационные мероприятия и технические меры не были реализованы, и Россия получила ЕС УВД, работающую в основном по старым организационным принципам, и нереализованные заделы по переходу к новым принципам функционирования системы. Соответственно перед Минтрансом России стояла проблема не только воспринять российскую часть ЕС УВД, но и определить свое отношение к возможному переходу к Государственной системе.

#### **Создание организационной структуры обеспечения безопасности полетов**

Первым директивным документом, создавшим российскую структуру безопасности полетов, был Указ Президента Российской Федерации

от 27.02.92 г. № 200, который образовал Комиссию по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением при Правительстве Российской Федерации (Росаэронавигация) и установил, что Росаэронавигация является правопреемником бывшей Комиссии СССР по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением в вопросах, касающихся интересов Российской Федерации, а также установил, что до принятия нормативных актов Российской Федерации по вопросам использования воздушного пространства и управления воздушным движением сохранялся установленный порядок функционирования и финансирования органов Единой системы управления воздушным движением, расположенных на территории России, а также их юридический статус, включая права, льготы и преимущества работников этих органов (в том числе военнослужащих).

Кроме того, указанным документом были даны поручения Правительству Российской Федерации об утверждении Положения о Комиссии и определении структуры, численности и порядка финансирования Комиссии, а также условий социально-бытового обеспечения ее работников.

На основании этого Указа Правительство Российской Федерации своим постановлением от 24.04.92 г. № 271 определило все параметры Росаэронавигации как государственного органа: численность 150 человек, в том числе 30 офицеров вооруженных сил (с разрешением прикомандирования), фонд финансирования, численность заместителей руководителя и членов Коллегии, права руководителя и т.д. Правительство РФ решило также вопросы размещения и поручило ускорить разработку Положения о Комиссии.

Как видно из изложенного выше, первый российский орган по безопасности полетов представлял собой вневедомственный орган, соответствующий по своему статусу Госаэронавигации, созданной постановлением Правительства СССР № 430. Ввиду того, что указанный орган плохо соответствовал структуре центральных органов новой федеральной исполнительной власти и со стороны Правительства РФ невозможно было организовать какое-либо управление этим органом, Указом Президента РФ от 30.09.92 г. № 1148 Комиссия по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением при правительстве Российской Федерации была реорганизована в Комиссию по регулированию воздушного движения (Росаэронавигация) в виде самостоятельного под-

разделения (не входящего в состав Департамента воздушного транспорта) центрального аппарата Министерства транспорта РФ.

С этого момента следует считать, что системы безопасности движения воздушных судов вошли в ведение Минтранса России. Для обеспечения возможности выполнения новых функций Минтрансу постановлением правительства РФ от 08.09.93 г. № 533 была увеличена численность центрального аппарата на 100 человек (в том числе 8 военнослужащих) с соответствующим фондом оплаты труда. Руководителем Росаэронавигации был назначен Шелковников В.Г., статус руководителя Росаэронавигации был приравнен к статусу заместителя Министра транспорта.

#### **Взаимодействие с Министерством обороны России**

Взаимодействия Министерства транспорта и Министерства обороны России в вопросах ЕС ОВД и ИВП, права и обязанности Минтранса России и Росаэронавигации указанными выше российскими директивными документами определены не были. Ими было только предписано «... до утверждения Положения Комиссии о Росаэронавигации руководствоваться Временным положением о Комиссии СССР по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением в части, не противоречащей законодательству Российской Федерации...», сохранив порядок функционирования и финансирования ЕС ОВД до выхода соответствующих российских нормативных актов. Но указанное «Временное Положение» не соответствовало основным принципам Единой военно-гражданской системы УВД и поэтому для обеспечения функционирования были выпущены постановление Правительства РФ от 23.07.93 г. № 698 и постановление Правительства РФ от 6.10.94 г. № 1148.

Этими постановлениями была образована Межведомственная комиссия по использованию воздушного пространства и управления воздушным движением (МВК), определены ее задачи и утвержден состав. В состав МВК вошли 14 представителей Минобороны, 9 представителей Минтранса, 5 представителей других гражданских ведомств, по одному представителю от ФСК и МВД, 3 представителя от общественных организаций. Было установлено, что председателем МВК является Главнокомандующий Военно-Воздушными силами. Были также утверждены: Положение о ЕС УВД Российской Федерации и Положение о МВК. Была поруче-

на разработку и представление на утверждение положения по использованию воздушного пространства и УВД.

Одновременно развивались отношения Минтранса России с другими видами Вооруженных сил Минобороны, в частности, с войсками ПВО Страны. Эти взаимоотношения также начались в советский период, когда постановлением ЦК и СМ СССР от 26.01.88 г. и решением ВПК от 18.05.88 г. № 178 было задано создание единого радиолокационного поля в интересах ПВО страны, других видов Вооруженных Сил и МГА СССР и поручена разработка комплексного проекта по этому вопросу.

Решением ВПК от 29.05.91 г. № 90 задано создание фрагмента (опытного участка) такого единого радиолокационного поля в северо-западном регионе СССР. Работы по созданию участка из-за ограничения финансирования не завершены до настоящего времени.

После образования Российской Федерации Указом Президента от 14.01.94 г. № 146с было поручено создать Федеральную систему разведки и контроля воздушного пространства (ФСР и КВП) Российской Федерации в качестве первого этапа создания единого радиолокационного поля России.

Постановлением Правительства РФ от 30.04.93 г. № 403 Министерству обороны было поручено утвердить перечень подразделений двойного назначения ПВО и Гражданской авиации, которые должны использоваться в ЕС ОВД и системе ПВО. Экономические взаимоотношения Минтранса и Минобороны при организации системы управления воздушным движением были определены следующими документами:

- в части обеспечения эксплуатации систем ОВД – Положением о ЕС УВД РФ, утвержденным постановлением Правительства РФ № 1148 от 6.10.94 г., предусматривающим доленое участие Минтранса и Минобороны в материально-техническом обеспечении органов ЕС. Доленое участие должно определяться соглашениями, которые заключаются военными и гражданскими руководителями органов (центров) системы в соответствии с «Положением о центрах ЕС УВД СССР»;

- в части развития системы – постановлением Правительства СССР от 23.02.78 г. № 168-60, которое установило для головных разрабатываемых систем УВД (а постановление Правительства СССР от 30.07.81 г. № 740-211 подтвердило) принципы финансового участия Минобороны в создании всех серийных систем УВД.

Эти принципы заключались в следующем:

- головным заказчиком работ является Гражданская авиация;

- Минобороны оплачивает 30 % оборудования и 50 % строймонтажа при создании АС УВД, финансируя тем самым военную часть системы;

- оплата дооснащения и функционирования подразделений двойного назначения Минтранса (Росаэронавигации), Минобороны (ПВО) должна производиться обеими сторонами в соответствии со специальными соглашениями.

#### **Как осуществлялось создание организационной структуры ЕС ОВД России**

На начало 1993 года были решены основные вопросы о принципах создания ЕС ОВД и ИВП России и верхнего звена руководящих органов этой системы. Вместе с тем к этому времени выявились основные проблемы, связанные с практической реорганизацией органов управления движения:

- нерешенность вопросов об источниках финансирования эксплуатации и развития системы;

- неопределенность с правовой-юридической основой системы;

- отсутствие четкой принадлежности предприятий системы. Большинство их существовало в виде подразделений региональных управлений гражданской авиации или подразделений авиапредприятий и аэропортов;

- отсутствие четких нормативных актов по статусу и условиям работников служб ИВП и УВД, что приводило к забастовкам, недопустимым в сфере безопасности полетов.

Для разрешения этих проблем, а также проблем, связанных с технологическим оснащением, было выпущено постановление Правительства РФ от 30.04.93 г. № 403, которым, в частности, было поручено Минтрансу России и ряду других министерств разработать порядок образования и функционирования специального Аэронавигационного фонда за счет средств от сборов за аэронавигационное обслуживание полетов иностранных и отечественных воздушных судов над территорией Российской Федерации для финансирования работ по ЕС ОВД, а также обеспечить в установленном порядке выделение из состава предприятий гражданской авиации подразделений, осуществляющих функции организации использования воздушного пространства и управления воздушным движением в Российской Федерации, и образование на их основе государственных организаций, а Минобороны России раз-

работать совместно с Минтрансом и утвердить до 1 октября 1993 г. перечень радиотехнических подразделений Войск противовоздушной обороны и Военно-Воздушных Сил, которые могут быть использованы в качестве подразделений двойного назначения. Было поручено разработать статус этих подразделений, порядок их комплектования и содержания и до утверждения указанного перечня приостановить сокращение радиотехнических Войск противовоздушной обороны и Войск связи и радиотехнического обеспечения Военно-Воздушных Сил в районах Севера, Сибири, Дальнего Востока и других районах России для обеспечения полетов воздушных судов на международных авиатрассах. Последнее поручение выполнено не было, и указанные районы остались без средств радиолокационного контроля.

Выделение предприятий по ИВП и УВД гражданской авиации из состава авиапредприятий и аэродромов проходило со значительными трудностями, тем не менее Росаэронавигация за период с сентября 1993 г. по март 1995 г. создала 33 государственных предприятия по ИВП и УВД, которые обеспечили работу 82 районных центров УВД с охватом 85 % воздушного пространства России.

Таким образом, была создана организационная основа российской системы обеспечения безопасности полетов. Вместе с тем реализация всех принятых мер в области создания российской ЕС ОВД не принесла видимых результатов по следующим причинам:

- дублирование и пересечение функций трех подразделений Минтранса — Департамента воздушного транспорта, Росаэронавигации и Генеральной дирекции по модернизации ЕС ОВД;
- большой дефицит финансирования деятельности служб системы;
- возложение на Росаэронавигацию как на государственный орган несвойственных хозяйственных функций;
- несовершенство принципов взаимодействия гражданских и военных органов ОВД, отсутствие у гражданских органов прав для гибкого использования воздушного пространства в мирное время;
- несовершенство сложившихся форм взаимодействия аэродромных служб и предприятий ИВП и УВД, приводящих к размыванию прав и ответственности между ними.

Кроме того, в новых экономических условиях обострилась проблема «Хозяина неба России»,

то есть проблема органа или организации, которая должна получать плату за аэронавигационное обслуживание и регулировать вопросы коммерческого использования воздушного пространства Российской Федерации. На роль такой организации выдвигался ряд претендентов. Но основной идеей была идея создания «Государственной корпорации по ИВП и УВД» под прямым руководством Правительства РФ, которая выполняла бы функции государственной коммерческой организации по обеспечению безопасности полетов и использованию воздушного пространства России.

К этому моменту назрела необходимость в совершенствовании всей системы государственного управления транспортным комплексом России, и Указом Президента от 15.03.96 г. № 382 на основе существующих департаментов Минтранса России были организованы Федеральные службы по видам транспорта, в том числе Федеральная авиационная служба (ФАС) России.

Постановлением Правительства России от 14.05.96 г. № 583 Комиссия Росаэронавигация и Генеральная дирекция по модернизации ЕС ОВД были переданы из центрального аппарата Минтранса России в Федеральный аппарат ФАС, где превратились в соответствующие управления, т.е. ликвидированы как самостоятельные государственные органы. Таким образом, было покончено с дублированием и пересечением функций государственных органов, и в России появилась полноценная национальная авиационная администрация, предусмотренная нормативами и стандартами ИКАО. Работы по этому направлению в ФАС возглавил зам. генерального директора Галкин В.Я.

Одновременно постановлением № 583 в целях формирования централизованной хозяйственной системы управления воздушным движением и регулирования использования воздушного пространства была создана Государственная корпорация по ИВП и УВД, как федеральное унитарное предприятие по организации воздушного движения, основанное на праве хозяйственного ведения.

Таким образом, были завершены работы по созданию хозяйственно-организационной части системы. Далее были продолжены работы по уточнению правовой и нормативной базы взаимодействия Минобороны и Минтранса России в области государственного регулирования и организации использования воздушного пространства Российской Федерации. В этих вопро-

сах Правительство Российской Федерации Постановлением от 18.06.98 г. № 605 установило, что государственное регулирование использования воздушного пространства в Российской Федерации осуществляют:

– Министерство обороны Российской Федерации (Управление по использованию воздушного пространства и управлению воздушным движением) – полное государственное регулирование использования воздушного пространства;

– Федеральная авиационная служба России (Управление государственного регулирования организации воздушного движения) – государственное регулирование деятельности по использованию той части воздушного пространства, которая в установленном порядке определена для воздушных трасс (внутренних и международных), местных воздушных линий, районов авиационных работ, гражданских аэродромов и аэропортов.

Были утверждены также новая редакция Положения о Единой системе организации воздушного движения Российской Федерации, Положение о Межведомственной комиссии по использованию воздушного пространства Российской Федерации и ее состав.

Этим постановлением была окончательно утверждена действующая в России система управления и обеспечения ЕС ОВД и ИВП.

#### **Обеспечение в новых экономических условиях финансирования деятельности ЕС ОВД, ее поддержание и развитие**

Финансовое обеспечение эксплуатации и технического развития органов ЕС ОВД в советский период осуществлялось за счет государственного бюджета и собственных средств Министерства гражданской авиации.

В новых экономических условиях, введенных в стране, финансирование из этих источников значительно сократилось и не могло обеспечить даже минимальное поддержание системы.

Особенно сложным было положение в начальный период становления Российской гражданской авиации в 1991 году. Из-за общей либерализации цен и инфляции, падения покупательной способности населения резко сократился объем пассажироперевозок, при этом у вновь создаваемых авиакомпаний резко сократились оборотные средства, одновременно возросли цены на авиатопливо.

Все это требовало экстренных, чрезвычайных мер. Такими первоочередными мерами должны быть расширение международной деятельности

российских авиакомпаний и увеличение притока средств за обслуживание международного авиатранспорта в российском воздушном пространстве.

Кроме того, в целом финансовое обеспечение эксплуатации и технического развития ЕС ОВД и служб управления воздушным движением аэропортов требовало своего законодательного разрешения. Оно могло осуществляться из следующих основных источников:

– плата, взимаемая с пользователей воздушного пространства за предоставляемые услуги по аэронавигационному обслуживанию (аэронавигационные сборы);

– плата, взимаемая за аэронавигационное обеспечение взлета и посадки воздушных судов;

– кредитные средства (государственные кредиты, кредиты российских и зарубежных банков);

– средства региональных (местных) бюджетов;

– средства федерального бюджета, выделяемые Минтрансу, Минобороны и Миноборонпрому России.

При этом основными реальными источниками финансирования ЕС ОВД могли стать средства аэронавигационных сборов, а обеспечения служб УВД аэропортов – сборы за обеспечение взлета-посадки воздушных судов.

Это объяснялось тем, что практика кредитного финансирования развития ЕС ОВД и УВД аэропортов из средств свободных (банковских) кредитов или государственных кредитов в это время практически отсутствовала, а средства федерального бюджета ЕС ОВД не выделялись, начиная с января 1993 года, средства региональных (местных) бюджетов на развитие служб УВД аэропортов также практически не выделялись.

Главной причиной недостаточности финансовых средств ЕС ОВД были неплатежи авиакомпаний за предоставляемые услуги по аэронавигационному обслуживанию.

Все это было следствием того, что отсутствовали какие-либо правовые основы организации сборов за аэронавигационное обслуживание.

Министерство транспорта не имело никаких юридических прав в части сборов платы за аэронавигационное обслуживание. Правовая неопределенность была разрешена постановлением Правительства от 03.05.94г. № 424, которое установило, что аэронавигационное обслуживание пользователей воздушного пространства Российской Фе-



дераций осуществляется на основании соглашений, заключаемых от имени государства России (Росаэронавигацией) с этими пользователями (за исключением Министерства обороны Российской Федерации в части специальных полетов). Постановление определило Минтранс госзаказчиком и отнесло аэронавигационное обслуживание к федеральным государственным нуждам.

Было установлено, что средства, получаемые в качестве платы за аэронавигационное обслуживание, направляются на оплату услуг предприятий аэронавигационного обслуживания, финансирование развития системы ЕС ОВД и погашение кредитов.

В соответствии с этим постановлением Минтранс России приказом от 26.05.94 г. № 34 утвердил и ввел в действие плату за аэронавигационное обслуживание (АНО) полетов ВС на территории России для иностранных и отечественных пользователей и определил перечень ведомств и предприятий, освобождаемых от платы за АНО.

Кроме того, Росаэронавигацией было заключено соглашение с Международной ассоциацией авиаперевозчиков (ИАТА) о реализации механизма взимания платы за АНО с иностранных пользователей воздушного пространства России. В результате всех этих мер был отработан финансовый механизм действия системы ОВД, в котором определены все связи, ответственность и права всех субъектов системы: Минтранса России (Департамента воздушного транспорта, Росаэронавигации, Гендирекции ЕС ОВД), органов УВД (ГЦ ЕС УВД, МЦ АУВД, службы УВД, ЭРТОС авиапредприятий и предприятий по ИВП и УВД).

Все это позволило в 1995 году, по сравнению с предыдущим годом, утроить объем финансовых средств, получаемых за АНО. Вместе с тем недополученные средства составляли еще около 30 % от планируемых объемов, в основном за счет неплатежей внутренних гражданских пользователей и пользователей государств СНГ. По этой причине полученные доходы не компенсировали суммарные расходы (эксплуатация и развитие) предприятий ЕС ОВД. На 1995 год дефицит составил 75 %.

#### **История поддержания и развития технической структуры системы ЕС ОВД**

Советская предыстория. Началом истории государственного управления создания автоматизированных средств управления полетами граж-

данской и военной авиации, а также АСУ ПВО можно считать 1960 год.

Тогда постановлением ЦК и СМ СССР от 15.08.60 г. № 217/311 было задано создание комплексных автоматизированных систем управления ПВО — «Электрон», и управления полетами воздушных судов — «Барометр». Были определены головные организации по этим направлениям — МНИИПА и ВНИИРА, и назначены ответственные генеральные конструкторы промышленности. За весь комплекс средств и систем управления полетами воздушных судов (навигации, посадки и АСУ ВД) отвечал ВНИИРА (г. Ленинград), генеральным конструктором которого был назначен Пахолков Г.А.

В составе системы «Барометр» были начаты разработки гражданских и военных средств УВД, навигации и посадки. В течение первого десятилетия было создано первое поколение средств, специально предназначенных для управления полетами воздушных судов. До этого использовались в основном военные радиолокаторы и процедурные методы управления движением. Все эти средства были специализированы по видам управляемой авиации, гражданской или военной, и были мало совместимыми между собой. Гражданские средства разрабатывались с ориентацией на международные стандарты ИКАО, а военные ориентированы на свои специальные требования. Поэтому одновременно с созданием ЕС УВД постановлением ЦК и СМ СССР № 130-49 от 16.02.73 г. был предусмотрен ряд мер по унификации и совместимости ее технического оснащения и задана разработка планов оснащения системы следующим поколением средств навигации, посадки и автоматизированного управления движением. Были утверждены планы внедрения средств второй радиолокации и систем инструментальной посадки.

Были заданы разработки радиолокаторов для систем УВД «Скала» и «Онега» и АСУ ВД «Старт», «Стрела» и «Трасса». Одновременно для ускорения оснащения системы ЕС УВД средствами АСУ в Политбюро ЦК КПСС было принято решение о срочной закупке за рубежом автоматизированной системы для Московского района УВД и аэродромов Киева и Минеральных вод.

К работам по созданию районных АСУ УВД («Стрела» и «Трасса») были подключены институты, ранее работавшие только над автоматизацией военных систем — МНИИПА (г. Москва) и НИИСА (г. Минск), а также создана широкая коопе-

рация разработчиков, включающая в себя ОКБ ЛЭМЗ (г. Москва) – радиолокаторы УВД, НПО «Полет» (г. Челябинск) – системы посадки, радиолокаторы аэродромной зоны и радиопеленгаторы, КБ «Компас» (г. Москва) – радиоконпасы, а также ряд заводов промышленности.

Далее постановлениями ЦК КПСС и СМ СССР № 740-211 от 31.07.81 г. были уточнены планы внедрения АС УВД, предусматривающие к 1990 году ввести 10 мощных районных систем «Стрела», 17 районных систем среднего уровня автоматизации «Трасса» и 18 аэродромных систем «Старт» и «Старт-2». В дальнейшем эти планы были уточнены рядом постановлений в 1988 году.

Одновременно были приняты правительственные решения о назначении генеральных конструкторов систем автоматизации УВД. Генеральными конструкторами были назначены Громов Г.Н. – ВНИИРА (вместо умершего Пахолкова Г.А.), Грибов А.В. – МНИИПА, Гончаров В.И. – НИИСА.

Необходимость таких мер объяснялась сложностью конструкторско-технологических проблем создания высокоэффективных средств АС УВД. Для таких систем требовалось радиоэлектронное оборудование с высокими эргономическими характеристиками и с высочайшей степенью надежности. Такое оборудование (цветные крупноформатные дисплеи, устройства оцифровки и передачи радиолокационных сигналов, вычислительные машины и системы гарантированно-

го электроснабжения) в основном производилось зарубежными фирмами, и советской (а далее и российской) промышленности необходимо было работать в тесной кооперации с иностранными производителями оборудования.

В результате выполнения всех этих планов к моменту перехода системы в ведение Российской Федерации на территории бывшего Союза были развернуты и введены в эксплуатацию импортные системы ТЕРКАС для Московской зоны УВД, аэродромных зон Киева и Минеральных вод, 11 отечественных систем «Старт» для важнейших аэродромов страны (главный конструктор Анищенко П.М.), а также создана (развернута) система «Стрела» (главный конструктор Асафьев Ю.В.) в ростовском районе УВД, аэродромная система «Старт-2» в аэропорту Пулково (г. Ленинград), были введены 14 мощных трассовых РЛК «Утес» и «Скала» (главный конструктор Рабинович Г.Л.).

Все это позволило довести налет воздушных судов под управлением АСУ ВД до 27 % от общего налета ВС (в США и западной Европе такой налет в это время составлял 100 %).

Остальная масса аэродромов и районных центров УВД обеспечивала полеты с использованием неавтоматизированных вторичных и первичных радиолокаторов и так называемых средств малой автоматизации.



## ГЕОРГИЮ ФЕДОСЕЕВИЧУ МОЛОКАНОВУ – 85!



21 января 2006 г. исполнилось 85 лет известному педагогу и специалисту в области аэронавигации, заслуженному деятелю науки и техники РСФСР, действительному члену Академии навигации и управления движением, профессору, доктору технических наук, генерал-майору авиации Г.Ф. Молоканову.

Георгий Федосеевич Молоканов родился в г. Ашхабаде. После окончания школы и Военного авиационного училища штурманов проходил службу в качестве штурмана звена самолетов ДБ-3. Окончив Военную академию командного и штурманского состава ВВС Красной Армии (ВВА им Ю.А. Гагарина), как штурман самолета-бомбардировщика «Бостон» принимал участие в боевых действиях 8-й воздушной армии (ВА) 4-го Украинского фронта. За освобождение Чехословакии удостоен звания «Заслуженный военный летчик ЧССР».

В качестве помощника и затем заместителя главного штурмана ВА по радионавигации занимался активным внедрением и освоением радионавигационных средств, а осенью 1946 г. поступил в адъюнктуру Военно-воздушной академии по кафедре самолетовождения и штурманской службы. Начальником штурманского факультета в ту пору был опытный педагог А.В. Беляков, известный штурман чкаловского экипажа, совершившего первый в мире полет через Северный полюс. В 1948 г. Г.Ф. Молоканов принимал участие в испытаниях первой отечественной радиодальномерной системы «РЫМ» и на основе полученных результатов в 1949 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Затем почти 40 лет занимался педагогической деятельностью. С 1954 по 1974 гг. – начальник кафедры. В 1961 г. в ЛВВИА им. А.Ф. Можайского защитил докторскую диссертацию. С 1974 по 1988 г. – начальник штурманского факультета ВВА им. Ю.А. Гагарина. Под руководством Г.Ф. Молоканова защищено большое количество кандидатских диссертаций и подготовлено 5 докторских работ. Автор более 200 научных трудов, в том числе 5 учебников и 9 монографий. Удостоин ряда правительственных наград.

С 1988 г. и по настоящее время работает ведущим научным сотрудником 30 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны РФ. Большинство последних работ посвящено исследованию вопросов управления полетом ЛА и истории аэронавигации. Более 10 статей опубликовано в «Известиях АН СССР (РАН)», серия «Техническая кибернетика» (сейчас «Теория и системы управления»). Получили широкую известность книги Г.Ф. Молоканова «Штурманским курсом» (2001 г.) и «История штурманской службы» (2004 г.).

Г.Ф. Молоканов проводит активную общественную работу, участвуя в деятельности совета по присуждению ученых степеней и совета Российского общественного института навигации. Постоянный автор журнала «Новости навигации».

Межгосударственный совет «Радионавигация», НТИЦ «Интернавигация», Исполком Российского общественного института навигации и редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют Георгия Федосеевича с 85-летним юбилеем и желают ему доброго здоровья и дальнейших успехов в научной и педагогической деятельности.

# КАЛЕНДАРЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН НА 2006 – 2007 гг.

**APRIL 4–6 2006**

**CERGAL 2006**

International Symposium on Certification of Galileo Systems and Services

Braunschweig, Germany. DGON, tel. +49-(0)228-20197.0, fax +49-(0)228-20197.19. e-mail: schulze-thesing.dgon.bonn@t-online.de

[www.dgon.de](http://www.dgon.de)

**APRIL 25–26 2006**

**IEEE/ION PLANS 2006**

Position location and navigation symposium jointly sponsored by the IEEE and the ION. Coronado, San Diego, California, USA. Contact: tel. +1 703-383-9688, fax +1 703-383-9689. [www.plans2006.org](http://www.plans2006.org)

**MAY 1–2 2006**

**Joint Navigation Conference**

Las Vegas, NV, USA The 2006 annual conference on the tri-service organization that focuses on guidance, navigation and control.

[www.jointnavigation.org/](http://www.jointnavigation.org/)

**MAY 7–9 2006**

**ITS AMERICA**

ITS America's annual meeting and exposition with the entire realm of intelligent transportation systems.

[www.itsa.org/annualmeeting.html/](http://www.itsa.org/annualmeeting.html/)

**MAY 7–10 2006**

**ENC/GNSS**

European Navigation Conference and Exhibition. EUGIN/RIN, Manchester International Convention Centre, Manchester, UK. RIN: 1 Kensington Gore, London, SW7 2AT. Tel. +44 (0) 20 7591 3130, fax +44 (0)20 7591 3131, [conference@rin.org.uk](mailto:conference@rin.org.uk)

[www.enc2006.org.uk](http://www.enc2006.org.uk)

**MAY 7–12 2006**

**RTCM Annual Assembly**

Newport Beach, Calif. Contact: Mr. Robert Markle  
Tel: +1 703-527-2000 Fax: +1 703-351-9932

[www.rtcn.org](http://www.rtcn.org)

**МАЙ 29–31 2006**

**XIII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам**

ГНЦ РФ «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, ул. Малая Посадская, д. 30, тел. (812) 238-82-10, (812) 238-81-57, факс (812) 232-33-76, e-mail [elprib-onti@telros.net](mailto:elprib-onti@telros.net)

**JULY 11–12 2006**

**EURAN 2006**

European Radio-Navigation Systems and Services  
Munich, Germany.

[www.dgon.ru](http://www.dgon.ru)

**SEPTEMBER 19–20 2006**

Symposium on Gyro Technology

Shtuttgart, Germany.

[www.dgon.ru](http://www.dgon.ru)

**SEPTEMBER 20–22 2006**

**ISIS 2006**

International Symposium Information on Ships  
Hamburg, Germany.

[www.dgon.ru](http://www.dgon.ru)

**SEPTEMBER 26–29 2006**

**ION GNSS 2006**

Fort Worth Convention Center, Fort Worth, Texas.  
Contact: ION National Office, 3975 University Drive  
Suite 390 Fairfax, VA 22030 Phone: 703.383.9688 Fax:  
703.383.9689 e-mail: [meetings@ion.org](mailto:meetings@ion.org),

[www.ion.org](http://www.ion.org)

**SEPTEMBER 2006**

**Symposium on Air Transport Liberalisation**

12th World Route Development Forum in  
conjunction with the World Route Development Forum,  
ICAO. Hosted by Dubai International Airport

**OCTOBER 18–20 2006**

**12th IAIN World Congress**

Korean ION, Busan, Jeju, Korea. [www.iainav.org](http://www.iainav.org)

**OCTOBER 18–20 2006**

**2006 International Symposium on GPS/GNSS**

Korean Institute of Navigation and Port Research  
(KINPR), Busan, Jeju, Republic of Korea  
email: [jkinpr@mail.hhu.ac.kr](mailto:jkinpr@mail.hhu.ac.kr)

**SEPTEMBER 25–28 2007**

**ION GNSS 2007**

3975 University Drive Suite 390 Fairfax, VA  
22030 Phone: 703.383.9688 Fax: 703.383.9689 e-mail:  
[meetings@ion.org](mailto:meetings@ion.org),

[www.ion.org](http://www.ion.org)



«ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования». Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд-во «Радиотехника»

Изложены принципы построения спутниковой радионавигационной системы (СРНС) ГЛОНАСС, даны ее системные характеристики и основные характеристики подсистем космических аппаратов, наземного контроля и управления и навигационной аппаратуры потребителей, а также дифференциальных дополнений СРНС. Рассмотрены направления совершенствования технологий спутниковой навигации, включая перспективы совершенствования космического и наземного сегментов, контроля целостности, использования высокоточных фазовых измерений, интегрирования с инерциальными системами навигации и использования пространственной обработки сигналов. Для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой, производством и эксплуатацией аппаратуры потребителей СРНС ГЛОНАСС. Может быть полезна студентам, аспирантам и преподавателям высших учебных заведений при изучении дисциплин радиотехнического профиля.

www.radiotec.ru

\*\*\*

**П. Пржибыл и М. Свитек «Телематика на транспорте».** В книге детально рассмотрен международный опыт применения телематики на транспорте для обеспечения экономичности, удобства и безопасности его функционирования. Подробно освещены сферы применения телематики в автотранспортном комплексе и на городском пассажирском общественном транспорте. Книга рекомендуется для специалистов транспортной отрасли, руководителей городских и местных администраций, а также для широкого круга читателей, интересующихся достижениями в сфере управления транспортом. Перевод с чешского. Под ред. проф. В.В. Сильянова. — М.: МАДИ (ГТУ), 2003. — 540 с. Книгу можно приобрести во ФГУП НТЦ «Интернавигация». Справки по тел. (495) 626-25-01, Прохорова Татьяна Михайловна.

\*\*\*

К проведенной 23–25 мая 2005 г. в г. Санкт-Петербурге, в Государственном научном центре Российской Федерации Федеральном государственном унитарном предприятии Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор», **XII Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам** выпущены книги-сборники докладов на русском и английском языках. Заинтересованным лицам обращаться по адресу: 197046, Санкт-Петербург, Малая Посадская, 30, Тел: (812) 499-82-10, (812) 499-81-57, Факс: (812) 232-33-76, e-mail: elprib@online.ru

\*\*\*

**R.M. Rogers, Rogers Engineering & Associates Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems, Second Edition.** AIAA Education Series 2003, 326 pp, Mixed media, ISBN: 1563476568. AIAA Winter/Spring Publications Catalog 2005. www.aiaa.org

\*\*\*

**P. Zarchan and H. Musoff, C.S. Draper Laboratory. Fundamentals of Kalman Filtering: A Practical Approach, Second Edition.** Progress in Astronautics and Aeronautics Series, Vol. 208, 2005, 746 pp, Mixed media, ISBN: 1563476940. AIAA Winter/Spring Publications Catalog 2005. www.aiaa.org

\*\*\*

**Titterton D.H., Weston J.L. Strapdown Inertial Navigation Technology, Second Edition.** Progress in Astronautics and Aeronautics Series, Vol. 207, 2004, 574 pp, Hardback, ISBN: 1563476932. AIAA Winter/Spring Publications Catalog 2005. www.aiaa.org

\*\*\*

**Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС.** — М.: Горячая линия. — Изд. «Телеком», 2005. — 272 с. ISBN : 5-93517-218-6.

\*\*\*

**Бакулев П.А., Сосновский А.А. Радионавигационные системы.** Учебник для вузов. — М.: Радиотехника, 2005. — 320 с., ил.

С единых позиций изложены принципы построения традиционных и перспективных средств радионавигации. Рассмотрены методы измерения координат объектов, используемые сигналы и их обработка. Показаны пути повышения точности радионавигационных систем и устройств.

Для студентов радиотехнических специальностей вузов.

\*\*\*

**Кондратенков Г.С., Фролов А.Ю. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли.** — М.: Радиотехника, 2005.

Содержит систематическое изложение необходимых сведений для изучения радиолокационных систем дистанционного зондирования Земли. Основное внимание уделено принципам построения авиационных и космических радиолокационных систем с синтезированной апертурой антенны (РСА), предназначенных для детального наблюдения (радиовидения) земных объектов естественного и искусственного происхождения.

Предлагаемая книга может быть широко использована в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных спе-

циалистов 654200 «Радиотехника», а также для подготовки специалистов по направлению 080800 «Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами», может быть полезна для инженеров и научных работников, занимающихся проблемами радиовидения Земли.

<http://www.radiotec.ru>

E-mail: [iprzhr@online.ru](mailto:iprzhr@online.ru)

\*\*\*

Дмитриев С.П., Пелевин А.Е. *Задачи навигации и управления при стабилизации судна на траектории*. — СПб.: «Электроприбор», 2004. — 158 с. ISBN: 5-900780-55-4.

В книге рассматривается проблема управления в виде двух взаимосвязанных задач — синтеза закона управления и построения фильтра для обработки навигационных измерений. Несмотря на то, что теоретические вопросы, решаемые в работе, порождены актуальной прикладной задачей (стабилизация морского судна на траектории), они имеют общий характер и развивают известные методы теории синтеза управления и обработки информации в стохастической постановке. Книга предназначена для инженерно-технических и научных работников, занимающихся вопросами навигации и управления движением, а также для преподавателей, студентов вузов и аспирантов соответствующих специальностей.

\*\*\*

Меркулов В.И., Чернов В.С., Саблин В.Н., Дрогалин В.В. и др. *Авиационные системы радиоуправления*. Монография. В 3-х книгах. Кн. 3. Авиационные системы радиоуправления. — М.: Радиотехника, 2004.

Излагаются принципы построения и особенности функционирования современных и перспективных авиационных командных, автономных и комбинированных систем радиоуправления.

\*\*\*

*Оценивание дальности и скорости в радиолокационных системах*. Часть 1. Коллективная монография. Под ред. А.И. Канащенкова и В.И. Меркулова. — М.: Радиотехника, 2004.

Рассмотрены теоретические основы синтеза и анализа радиолокационных измерителей на основе представления процессов и систем в многомерном пространстве состояний в рамках математического аппарата теорий оптимального управления, фильтрации и идентификации.

Журнал «Космонавтика и Ракетостроение», вып. № 4 (41), 2005.

В журнале опубликован ряд статей по навигационной тематике, которые могут представлять интерес.

1. «Основные положения концепции единой системы навигационно-временного обеспечения Российской Федерации». Климов В.Н., Персев В.С. (Роскосмос), Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. (ЦНИИмаш).

2. «Навигационно-временное обеспечение: термины, определения, комментарии». Климов В.Н., Персев В.С. (Роскосмос), Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. (ЦНИИмаш).

3. «Основная формула навигационно-временного обеспечения». Почукаев В.Н. (ЦНИИмаш).

4. «Потребительская система навигационно-временного обеспечения». Почукаев В.Н. (ЦНИИмаш).

5. «Единая система навигационно-временного обеспечения — назначение, структура, этапы становления и формирования». Климов В.Н., Персев В.С. (Роскосмос), Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. (ЦНИИмаш).

6. «Особенности использования межспутниковых измерений в модернизируемой ГНСС с целью повышения точности и надежности эфемеридно-временного обеспечения». Баранков П.А., Игнатович Е.И., Щекутев А.Ф. (ЦНИИмаш).

7. «Простейшая модель поведения шкалы времени, основанная на высокостабильном атомном генераторе, с учетом белого шума частоты». Щекутев А.Ф. (ЦНИИмаш).

8. «Анализ устойчивости орбитальной структуры навигационных систем ГЛОНАСС, GALILEO и GPS». Малышев В.В. (МАИ), Занин К.А. (ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина).

9. «Анализ влияния орбитальной группировки космической навигационной системы на точность и доступность навигационного обеспечения потребителя». Игнатович Е.И., Сердюков А.И., Щекутев А.Ф. (ЦНИИмаш).

10. «Об одном подходе к описанию поля КНС — радиосигналов как источника информации о векторе состояния их потребителя». Баранков П.А. (ЦНИИмаш).

11. «Мобильная лаборатория для испытания приемников ГНСС/ГЛОНАСС/GPS». Аболь В.В., Бермишев А.А. (ЦНИИмаш), Итин П.Г., Лапшин В.Л. (НПП «Термотех»).

12. «Предпроектные исследования — этап формирования модели потребителя КВО «авиация — АОН»». Севко В.Ю. (ООО «НПП «Техноприбор-Секунда»).



## УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка на журнал «Новости навигации». Подписка оформляется через редакцию журнала. Юридические и физические лица могут приобрести издаваемый журнал, оформив подписку либо заказ на конкретный номер журнала, а также за наличный расчет. Время оформления подписки не ограничено.

В стоимость подписки входит оплата 4-х номеров журнала. Стоимость подписки с учетом почтовых расходов и НДС – 1000 руб.

Заполните прилагаемый бланк-заказ на оформление подписки, и один экземпляр вместе с копией исполненного платежного поручения перешлите в редакцию по адресу:

Россия, 109028, Москва, Б. Трехсвятительский пер., 2,

ФГУП «НТЦ СНТ «Интернавигация».

Контактный телефон: (095) 926-25-01, факс: (095) 926-28-83

E-mail: [internavigation@rgcc.ru](mailto:internavigation@rgcc.ru).

Предлагаем также рассмотреть возможность сотрудничества в издании журнала, публикации на его страницах рекламной и другой информации, касающейся вашего предприятия.

Расценки на публикацию рекламы:

2, 3 стр. обложки и вкладки (формат А4):	цветная реклама (4 цвета)	–700 у.е.
	одноцветная реклама	–350 у.е.

Главному редактору

журнала «Новости навигации»

109028, Москва, Б. Трехсвятительский пер., 2

Бланк-заказ

Просим оформить подписку на \_\_\_\_\_ экз. журнала «Новости навигации».

Стоимость подписки в сумме \_\_\_\_\_ руб. перечислена на расчетный счет

ФГУП «НТЦ современных навигационных технологий «Интернавигация» в Межгосударственном банке г. Москвы, ИНН 7736022670,

р/с № 40502810000000000001, БИК 044525362, к/с 30101810800000000362.

Платежное поручение № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200 г.

(Следует приложить к заказу копию платежного поручения).

Заказ направить по адресу:

индекс п/о \_\_\_\_\_, область (край, респ.) \_\_\_\_\_

город, улица, дом \_\_\_\_\_

Кому \_\_\_\_\_

(полное название организации или ФИО заказчика)

## Требования к оформлению рукописей для публикации в журнале «Новости навигации»

1. Представляемый материал (статьи, монографии, рецензии, лекции) должен являться оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.

2. Рукопись должна содержать:

- название на русском и английском языках;
- инициалы и фамилии авторов на русском и английском языках;
- аннотацию на русском и английском языках;
- текст статьи;
- список литературы.

Страницы рукописи не нумеруются. Отдельно представляются сведения об авторах: контактные телефоны, факсимиле, адрес электронной почты.

3. Объем текста теоретического характера, как правило, должен быть не более 1 усл. печ. листа, а практического – 2/3 усл. печ. листа.

4. Для выделения отдельных пунктов в тексте или графическом материале необходимо использовать только арабскую нумерацию.

5. Рукопись должна быть представлена в виде файла формата MS Word (\*.doc) на магнитном или оптическом (CD) носителе и распечатки в двух экземплярах. После рецензирования при наличии замечаний рукопись с дискетой возвращается автору на доработку. В отдельных случаях возможен обмен отредактированными материалами по электронной почте.

6. При наборе текста необходимо использовать следующие шрифты: “Times New Roman” и “Symbol”. Размер шрифта для заголовков статей – 16, ФИО авторов – 14, подзаголовков – 12, текста – 12, для сносок – 10, интервал – множитель с коэффициентом 1,3.

7. Иллюстративный и графический материал представляется в виде файлов формата MS Word, предпочтительно в портретной ориентации, в черно-белом цвете. Не допускается использование сканированных рисунков и формул. Математические формулы оформляются через редактор формул «Equation Editor».

8. В зависимости от тематики статьи при необходимости к представленному материалу должно прилагаться экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати.