

**НОВОСТИ  
НАВИГАЦИИ  
№ 1, 2010 г.**

**Научно-технический  
журнал  
по проблемам навигации  
УДК 621.78:525.35**

*Редакционная коллегия:*

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

*Члены редакционной коллегии:*

Баринов С. П., к. т. н.;  
Белгородский С. Л., д. т. н., проф.;  
Верещако В. А.;  
Власов В. М., д. т. н., проф.;  
Донченко С. И., д. т. н.;  
Зубов Н. П., д. в. н., проф.;  
Коротышко А. Н., к. т. н.;  
Переляев С. Е., д. т. н., проф.;  
Писарев С. Б., д. т. н.;  
Почукаев В. Н., д. т. н., проф.;  
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) 626-25-01,  
Факс: (495) 626-28-83  
109028, Россия, г. Москва,  
Б. Трехсвятительский пер., дом 2  
E-mail: internavigation@rgcc.ru  
<http://www.internavigation.ru>  
<http://internavigation.ru>

**СОДЕРЖАНИЕ**

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ) «ОБ ОСНАЩЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
И СИСТЕМ АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, АВИАЦИОННО-  
КОСМИЧЕСКОГО ПОИСКА И СПАСАНИЯ АППАРАТУРОЙ СПУТНИКОВОЙ  
НАВИГАЦИИ ГЛОНАСС ИЛИ ГЛОНАСС/GPS»..... 3

МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ЕВРОПЕЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ  
РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЛОРАН И ЧАЙКА..... 4

В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

ЗАСЕДАНИЯ СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО  
ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ ..... 6

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

ЛЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ  
ИНФОРМАЦИИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ И РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ..... 8  
Е. Г. Харин, И. А. Копылов, В. А. Копелович, Е. В. Клабуков

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПАКТНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ  
АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ  
ОРИЕНТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ..... 18  
С. П. Ковита, Р. Л. Козлов, А. В. Немов, Д. Ю. Тюфтяков

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ  
В АВИАЦИОННОМ ПРИЕМОИНДИКАТОРЕ  
И ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ. .... 27  
И. Е. Кинкулькин

ГЛОБАЛЬНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ GPS ..... 31  
Ю. А. Соловьев, В. М. Царев

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ..... 38

КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ ..... 51

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

ВОЕННО-ВОЗДУШНОЙ КРАСНОЗНАМЕННОЙ  
ОРДЕНА КУТУЗОВА АКАДЕМИИ ИМЕНИ Ю. А. ГАГАРИНА 70 ЛЕТ..... 53  
К 60-ЛЕТИЮ ОАО «ЗАВОД «НАВИГАТОР» ..... 55

НОВОСТИ РЫНКА РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ

ОТЧЕТ «МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА  
СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ГЛОБАЛЬНОГО  
ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ  
(НАП ГНСС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO) В 2004 – 2009 гг.» ..... 58

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ ..... 61

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ ..... 65

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

Дизайн и компьютерная верстка: **Г. Б. Маравин**  
Типография ООО «Принт Форс Паблицинг» Москва, Рязанский пр-т, д. 28

---

---

# Contents

---

---

## OFFICIAL DOCUMENTS

RF MINISTRY OF TRANSPORT REGULATION ON INSTALLATION OF GLONASS OR GLONASS/GPS EQUIPMENT ON TRANSPORT AND COSPAS/SARSAT AIDS .....	3
---	---

## INTERNATIONAL ACTIVITIES

EUROPEAN eLORAN/eCHAYKA MEETING.....	4
--------------------------------------	---

## IN THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION

SESSIONS OF THE RPIN AIR TRANSPORT SECTION .....	6
--	---

## SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

IN-FLIGHT TESTING OF ALGORITHMS FOR THE INTEGRATED PROCESSING OF INERTIAL AND RADIONAVIGATION SYSTEMS DATA .....	8
E. G. Kharin, I. A. Kopylov, V. A. Kopelovich, E. V. Klabukov	

USING OF COMPACT NAVIGATION ANTENNA SYSTEMS FOR AIRCRAFT ATTITUDE DETERMINATION.....	18
S. P. Kovita, R. L. Kozlov, A. V. Nemov, D. Yu. Tyuftyakov	

SOME ASPECTS OF DETERMINING ANGULAR PARAMETERS IN AIRCRAFT RECEIVER AND EVALUATION OF MEASUREMENT ACCURACY .....	27
I. E. Kinkulkin	

GLOBAL DIFFERENTIAL GPS SUBSYSTEMS.....	31
Yu. A. Soloviev, V. M. Tsarev	

<u>OPERATING INFORMATION</u> .....	38
------------------------------------	----

<u>CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS</u> .....	51
---	----

## FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

70 <sup>th</sup> ANNIVERSARY OF THE GAGARIN AIR FORCE ACADEMY .....	53
---	----

60 <sup>th</sup> ANNIVERSARY OF THE NAVIGATOR ENTERPRISE.....	55
---	----

## RADIONAVIGATION EQUIPMENT MARKET NEWS

GLONASS/GPS/GALILEO USER EQUIPMENT MARKET INVESTIGATION (2004 – 2009).....	58
---	----

<u>NEW BOOKS AND MAGAZINES</u> .....	61
--------------------------------------	----

<u>PLANS AND CALENDARS</u> .....	65
----------------------------------	----

# ПРИКАЗ

## МИНИСТЕРСТВА ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (МИНТРАНС РОССИИ)

от 1 февраля 2010 г. № 23, г. Москва

Зарегистрирован в Минюсте РФ 19 февраля 2010 г. Регистрационный № 16466.

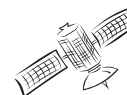
### «ОБ ОСНАЩЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И СИСТЕМ АЭРОНАВИГАЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ, АВИАЦИОННО- КОСМИЧЕСКОГО ПОИСКА И СПАСАНИЯ АППАРАТУРОЙ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ ГЛОНАСС ИЛИ ГЛОНАСС/GPS»

#### RF MINISTRY OF TRANSPORT REGULATION ON INSTALLATION OF GLONASS OR GLONASS/GPS EQUIPMENT ON TRANSPORT AND COSPAS/SARSAT AIDS

Во исполнение постановления Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641 «Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2008; № 35, ст. 4037) и в целях повышения безопасности и эффективности обслуживания воздушного движения и организации авиационно-космического поиска и спасания приказываю.

- Установить, что оснащению аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS подлежат средства, обеспечивающие синхронизацию времени:
- автоматизированных систем (комплексов средств автоматизации, автоматизированных рабочих мест) обслуживания воздушного движения;
  - систем (средств) радиотехнического обеспечения полетов, авиационной электросвязи и объективного контроля;
  - автоматизированных систем летного контроля систем (средств) радиотехнического обеспечения полетов и авиационной электросвязи;
  - технических средств и систем наземных функциональных дополнений к глобальным навигационным спутниковым системам;
  - средств авиационно-космического поиска и спасания.

*Министр И. Левитин*  
Российская газета, [www.rg.ru](http://www.rg.ru)



# ЕВРОПЕЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ ЛОРАН И ЧАЙКА

EUROPEAN eLORAN/eCHAYKA MEETING

Европейское совещание по перспективам развития, совершенствования и применения радиотехнических систем дальней навигации «Чайка» и «Лоран» проходило 15 – 16 февраля 2010 г. в г. Осло по приглашению Департамента Арктики и международных морских дел Министерства рыбного хозяйства и береговых дел Норвегии. Данное совещание явилось очередной встречей представителей европейских стран, заинтересованных в развитии наземной радионавигации. Впервые на совещание была приглашена делегация от Российской Федерации.

В совещании приняли участие:

## Франция:

- Жак Маншар, заместитель директора по безопасности на море, заместитель начальника подразделения морских средств навигации и маяков, директорат морских дел, Генеральный директорат по инфраструктуре
- Седрик Кивурон, менеджер проекта Лоран, директорат морского строительства

## Республика Ирландия:

- Колин Дей, инженер-конструктор по электротехнике, Комиссариаты маяков Ирландии

## Норвегия:

- Кирстен Ульбек Селвиг, генеральный директор, департамент Арктики и международных морских дел, Министерство рыбного хозяйства и береговых дел
- Вилли Грестад, старший советник, департамент Арктики и международных морских дел, Министерство рыбного хозяйства и береговых дел
- Кристофер Бьорклунд, советник, департамент Арктики и международных морских дел, Министерство рыбного хозяйства и береговых дел
- Рогер Аармо, начальник отдела, служба информации и коммуникаций Управления логистикой Вооруженных сил Норвегии
- Трон Эрик Томтум, служба информации и коммуникаций Управления логистикой Вооруженных сил Норвегии
- Одд Торе Якобсен, начальник станции, служба информации и коммуникаций Управления логистикой Вооруженных сил Норвегии

- Турид Веттерен, сотрудница, департамент Арктики и международных морских дел, Министерство рыбного хозяйства и береговых дел

– Даг Клаастад, переводчик

## Российская Федерация:

- В. И. Куваев, начальник отдела, Министерство промышленности и торговли Российской Федерации
- В. М. Царев, директор, ФГУП «НТЦ «Интернавигация»
- В. Н. Редкозубов, заместитель директора, ФГУП «НТЦ «Интернавигация»
- Е. Г. Цикалова, начальник подразделения внешних связей, ФГУП «НТЦ «Интернавигация»

## Соединенной Королевство Великобритании и Северной Ирландии:

- Салли Баскер, директор по исследованиям и радионавигации, Единая маячная служба Соединенного Королевства и Ирландии
- Джордж Шо, главный инженер-конструктор по исследованиям и радионавигации, Единая маячная служба Соединенного Королевства и Ирландии

## Чешская Республика:

- Ян Сафар, аспирант, Чешский технический университет в Праге

Целью совещания явилось обсуждение текущего состояния систем наземной радионавигации в странах-участницах и перспективы их развития в более совершенные системы, необходимые для выполнения функций поддержки глобальных навигационных спутниковых систем.

Председатель совещания генеральный директор департамента Арктики и международных морских дел госпожа Кирстен Ульбек Селвиг во вступительном слове сказала, что в последнее время ситуация в наземной радионавигации несколько изменилась, и теперь можно констатировать, что системы Лоран-С и Чайка становятся региональными и в перспективе вряд ли станут глобальными. Однако региональный характер этих систем не снижает их роли, так как они сконцентрированы в Северном полушарии, которое признано уязвимым для спутниковой навигации в силу воздействия полярного сияния. В связи с климатическими изменениями



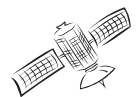
и наблюдающимся таянием льдов в Арктическом регионе возрастает значение Северного морского пути, что должно повлечь за собой усиление работ по оснащению региона средствами навигации наземного/берегового базирования в качестве автономных средств навигации и в качестве резерва и дополнения к космическим навигационным системам. Департамент Арктики и международных морских дел Министерства рыбного хозяйства и береговых дел Норвегии планирует усилить сотрудничество с Российской Федерацией в этом регионе.

Участники совещания сделали сообщения о политике стран, которые они представляют, по затронутой теме и обменялись информацией о техническом состоянии действующих навигационных систем «Лоран-С» и «Чайка», о проведенных и ведущихся работах по их модернизации. Обсудили содержание технических характеристик усовершенствованных перспективных навигационных систем дальней радионавигации «еЧайка» и «еЛоран», отвечающих современным требованиям потребителей различных категорий. Представители делегаций пришли к общему мнению о необходимости разработки единых требований к перспективным системам «еЧайка» и «еЛоран» с целью обеспечения возможности их гармонизации в единую систему.

Большая заинтересованность была проявлена к информации представителей Соединенного Королевства Великобритании и Северной Ирландии и Российской Федерации о современных

технологиях, позволяющих расширить перечень услуг усовершенствованных систем «еЛоран» и «еЧайка», и новых образцах комплексированной приемной аппаратуры, позволяющей принимать навигационные сигналы от космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS (Галилео) и от наземных систем «Чайка/Лоран». Участники совещания приняли решение провести очередное совещание по политическим и техническим проблемам во Франции и еще одно чисто техническое совещание в Великобритании с целью ознакомления с действующей станцией Лоран, построенной в соответствии с представлениями об усовершенствованной системе Лоран (еЛоран) навигационной службой Соединенного Королевства.

Представители делегации Российской Федерации — начальник отдела Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации Куваев В.И. и директор НТЦ «Интернавигация» Царев В.М. довели информацию о работе совещания и его итогах до Чрезвычайного и полномочного посла Российской Федерации в Королевстве Норвегия Андреева С.В. при встрече в Посольстве Российской Федерации 17 февраля. В посольстве также прошло обсуждение предстоящей в апреле в г. Москве двухсторонней встречи Норвегии и России по реализации межправительственного соглашения о создании объединенной радионавигационной службы в Баренцевом море.



# ЗАСЕДАНИЯ СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ

## SESSIONS OF THE RPIN AIR TRANSPORT SECTION

24 ноября 2009 г. по адресу г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, в ГосНИИ «Аэронавигация» под руководством профессора Белгородского С.Л. состоялось заседание Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации (РОИН) с повесткой дня:

1. Доклад Веремеенко К. К. (МАИ), Кошелева Б. В. (МАИ), Соловьева Ю. А. (РОИН) «**Анализ состояния разработок в области интегрированных инерциальных и спутниковых навигационных систем**».
2. Доклад Харина Е. Г., Копеловича В. А., Копылова И. А. (ЛИИ им. М. М. Громова) «**Результаты летных испытаний инерциально-спутниковых навигационных систем**».

В первом докладе было обращено внимание аудитории на состояние теоретического и практического уровня разработок инерциальных и интегрированных навигационных систем у нас в стране и за рубежом. В докладе приведен анализ основных схемных решений, принятых в настоящее время, показана элементная база, доступная разработчикам, отражен достигнутый уровень отечественных и зарубежных разработок.

Второй доклад был построен на авторских материалах летных испытаний отечественных инерциально-спутниковых систем. Показаны их практическая точность на основе проведенных летных испытаний.

### **Участники заседания отметили:**

Интеграция бортовых навигационных систем становится обязательным условием успешного функционирования всего бортового комплекса оборудования подвижных объектов и воздушных судов, в частности. Наиболее перспективным направлением интеграции является создание инерциально-спутниковых систем. Входящие в их состав инерциальные навигационные системы базируются на использовании гироскопических датчиков (динамически настраиваемых, лазерных, волоконно-оптических, микромеханических и др.), разработка которых требует решения большого числа научных и технологических проблем.

Современные технологии интеграции инерциальных и спутниковых навигационных систем успешно осваиваются рядом российских предприятий. Созданные в последние годы образцы систем являются подтверждением начала практического внедрения разработок. Несмотря на существенный прогресс в этой области, многие отечественные инерциальные датчики (например, микромеханические акселерометры и гироскопы) не обладают необходимой точностью, надежностью, приемлемыми

масштабными и энергетическими характеристиками. Это затрудняет или даже делает невозможным их использование в интегрированных навигационных системах. Поэтому во многих случаях отечественные малогабаритные интегрированные навигационные системы строятся на импортных микромеханических датчиках.

Существенно продвинулись разработки, связанные с внедрением более совершенных методов и алгоритмов обработки навигационной информации, таких как нелинейные фильтры и адаптивные фильтры, построенные на использовании аппарата нечеткой логики и нейросетей, алгоритмов параллельной и иерархической обработки и др. Одной из центральных задач при возрастающей сложности бортового программно-математического обеспечения становится его унификация и сертификация.

Возрастающее значение, особенно для целей обеспечения посадки и руления, приобретают вопросы контроля целостности навигационной информации. Несмотря на возрастающее внимание к этому вопросу, он все еще не находит должного практического решения.

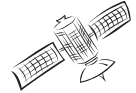
### **Участники семинара рекомендуют:**

1. Интенсифицировать работы по созданию отечественных инерциальных датчиков с характеристиками, отвечающими перспективным требованиям и не уступающим лучшим мировым образцам (кольцевых лазерных, волоконно-оптических, твердотельных и микромеханических гироскопов, акселерометров различного типа, включая микромеханические).
2. Поддерживать работы по исследованиям, испытаниям и организации в России серийного производства на отечественных датчиках (гироскопах и акселерометрах) интегрированных навигационных систем различного класса точности, гарантирующих различное обеспечение на уровне перспективных международных требований.
3. Усилить исследования и практические работы по созданию математической и аппаратной среды для обеспечения контроля целостности навигационной информации всеми бортовыми средствами.
4. Стимулировать исследовательские, прикладные работы в области синтеза новых структур интегрированных систем и их программно-математического обеспечения с целью поиска эффективных средств борьбы с помехами спутниковым навигационным системам и методов идентификации погрешностей инерциальных навигационных систем и датчиков.

26 января 2010 г. по адресу г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, в ГосНИИ «Аэронавигация» под руководством профессора Белгородского С.Л. состоялось заседание Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации (РОИН) с повесткой дня:

1. Доклад Лобазова В. Я. (НИЦ «Геодинамика») «Комплексное геодезическое обеспечение полетов на аэродромах и воздушных трассах гражданской авиации России».

2. Доклад Корчагина В. А., Иовенко Ю. А. (ГОСНИИ «Аэронавигация») «Результаты работы в ИКАО группы экспертов по навигационным системам (NSP) в 2008 – 2009 гг.».
3. Доклад Малевинского Ю. А., Савченко Ю. П. (а/к «Волга-Днепр») «Результаты SWOT-анализа состояния системы обеспечения аэронавигационной информацией».



## НАШИ СОБОЛЕЗНОВАНИЯ



10 марта 2010 г. на 79 году жизни скончался Заслуженный штурман СССР, Отличник Аэрофлота, Главный штурман МГА СССР **Киселев Виталий Филиппович**.

Вся жизнь Виталия Филипповича была отдана гражданской авиации нашей страны. Работал штурманом корабля, штурманом-инструктором, старшим штурманом-инспектором Главной инспекции МГА и в течение 18 лет (1973 – 1990 гг.) возглавлял штурманскую службу гражданской авиации. Являлся руководителем по разработке нормативных документов, связанных с подготовкой летного состава и аэронавигационным обеспечением полетов.

Виталий Филиппович внес большой вклад в развитие аэронавигации при выполнении внутренних и международных полетов. Руководил подготовкой экипажей по заданиям Правительства для полетов во Вьетнам, специальных перевозок в страны СЭВ. Организовывал и обеспечивал полеты в Антарктиду на самолетах

Ил-18 и Ил-76. За время летной работы освоил полеты на самолетах Ан-2, Ли-2, Ил-14, Ту-104, Ту-114, Ил-62. Его безаварийный налет составил более 14 тыс. часов.

Виталия Филипповича отличали высокий профессионализм, широта мышления, дисциплинированность, преданность Родине и авиации, настойчивость и целеустремленность, порядочность, интеллигентность и доброжелательное отношение к людям.

Виталий Филиппович являлся лауреатом премии Совета Министров СССР, доктором Российской Академии транспорта, награжден Орденом Трудового Красного Знамени, медалью «Ветеран труда» и другими наградами.

Руководство гражданской авиации, Российский общественный институт навигации, коллеги и друзья будут помнить Виталия Филипповича как хорошего человека, отзывчивого и заботливого руководителя и выражают искренние соболезнования всем родным и близким.



# ЛЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ И РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Е. Г. Харин, И. А. Копылов, В. А. Копелович, Е. В. Клабуков<sup>1</sup>*

*Созданные в ЛИИ им. М. М. Громова алгоритмы комплексной обработки информации (КОИ) обеспечивают в послеполетной обработке определение действительных значений параметров траекторного движения летательного аппарата при любых его эволюциях. Поставлена задача разработки бортовых алгоритмов КОИ с использованием в качестве корректора различных радионавигационных систем. В статье представлены результаты отработки КОИ в случае, когда в качестве корректирующих данных используются координаты, вычисленные по данным спутниковых навигационных систем (СНС) или по дальностям до двух наземных дальномерных радиомаяков DME*

## IN-FLIGHT TESTING OF ALGORITHMS FOR THE INTEGRATED PROCESSING OF INERTIAL AND RADIONAVIGATION SYSTEMS DATA

*E. G. Kharin, I. A. Kopylov, V. A. Kopelovich, E. V. Klabukov*

*The integrated information processing (IIP) algorithms developed at M. M. Gromov Flight Research Institute are used in the postflight processing to determine actual values of aircraft trajectory motion parameters for any aircraft evolutions. The task aimed at developing on-board IIP algorithms using various radionavigation systems as a corrector has been set. The paper presents the results of IIP working-out when coordinates computed based on the SNS data or on the ranges to two DME ground radiobeacons are used as the corrector*

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ требований и материалов летных испытаний современных комплексов бортового оборудования (БО) показал необходимость широкого внедрения алгоритмов комплексной обработки информации (КОИ) инерциальных (ИНС) и радионавигационных (РНС) систем в бортовые вычислители БО.

Разработанные в ЛИИ им. М. М. Громова алгоритмы КОИ обеспечивают в постобработке определение действительных значений параметров траекторного движения летательного аппарата (ЛА) на основе КОИ ИНС + СНС (программные комплексы (ПК) «Эталон», «Коинс») при любых эволюциях ЛА. ПК «Эталон» обеспечивает, кроме того, разделение и анализ погрешностей инерциальных и радионавигационных систем. На основе этих ПК для режима ИНС + СНС в комплексе бортовых траекторных измерений (КБТИ) реализованы и апробированы в полетах бортовые алгоритмы.

Поставлена задача разработки бортовых алгоритмов КОИ с использованием различных корректоров кроме СНС — радионавигационных систем (систем дальней и ближней навигации, радионавигационных посадочных систем и др.). В статье представлены результаты КОИ в случае, когда в качестве корректора используются координаты, вычисленные по данным СНС или по дальностям до двух наземных дальномерных радиомаяков DME. Несмотря на достаточно значительные погрешности определения координат по двум дальностям DME (порядка 200...300 м)

и отсутствие информации о дальности от двух DME на отдельных участках полета, в результате КОИ выделяются инструментальные погрешности ИНС и погрешности ее навигационных параметров, что позволяет осуществлять эффективный прогноз и компенсацию этих погрешностей. Такой подход повышает безопасность самолетовождения при полете в зоне аэродрома, где требование выдерживания заданного коридора ( $\pm 1$  мор. миля или  $\pm 1,85$  км) накладывает жесткие требования к точности и непрерывности определения координат местоположения самолета.

С целью создания бортовых алгоритмов КОИ с использованием различных корректоров в работе проведены:

- анализ использования ПК «Эталон» и «Коинс» для обеспечения траекторными измерениями летных испытаний летательных аппаратов и систем пилотажно-навигационного комплекса (ПНК);
- анализ использования ПК «Эталон» для определения характеристик инерциальных и радионавигационных систем по материалам летных испытаний в темпе полета и в послеполетной обработке;
- исследование по разработке в бортовых вычислителях алгоритмов КОИ, использующих сигналы РНС.

### Программный комплекс «Эталон»

Программный комплекс построен на основе оптимальной обработки избыточной навигационной

<sup>1</sup> Харин Е.Г., Копылов И.А., Копелович В.А., Клабуков Е.В — сотрудники ФГУП «ЛИИ им. М.М. Громова»



информации, зарегистрированной в ходе полета. В качестве алгоритма оценки используется фильтр Калмана, осуществляющий оптимальную обработку разностей параметров (географических координат и составляющих скорости), измеренных инерциальной навигационной системой (ИНС) и каким-либо из корректоров – спутниковой навигационной системой (СНС), радиотехническими системами ближней (РСБН) и дальней (РСДН) навигации, доплеровским измерителем скорости и угла сноса (ДИСС) и др. [1, 2].

Алгоритм позволяет разделить погрешности ИНС и корректоров на составляющие, т.е. провести анализ характеристик выходных сигналов систем. При использовании информации от ИНС и СНС появляется возможность иметь высокоточную эталонную информацию по координатам, составляющим скорости и курсу. Исходными данными ПК «Эталон» являются параметры навигационных систем, зарегистрированные на борту в ходе летного эксперимента.

Исходная информация подвергается предварительной обработке, которая включает в себя:

- синхронизацию и контроль параметров;
- предварительное сглаживание и прореживание.

В ходе дальнейшей обработки информация ИНС функционирует как основная, а данные остальных систем используются в качестве дополнительной информации для оценки погрешностей ИНС.

Действительные значения траекторных параметров формируются на основе данных ИНС путем исключения из ее параметров полученных оценок погрешностей.

Схема организации КОИ ИНС и РНС в бортовом и наземном вычислителях на основе ПК «Эталон» представлена в [1, 4].

**Программный комплекс «Коинс»**

В том случае, когда не требуется определять инструментальные погрешности ИНС, и ставится задача определения координат и составляющих вектора скорости самолета с точностью, соответствующей точности параметров дифференциального режима СНС, в любой произвольный момент времени, включая динамические участки полета, используется алгоритм комплексной обработки информации «Коинс».

В алгоритме «Коинс» используется метод наименьших квадратов. Изложим алгоритмы комплексной обработки информации приемника СНС и бортовой ИНС для послеполетной обработки и для реального времени.

Модель погрешности скорости ИНС

$$\Delta V(t) = C(t - t_k) + \Delta + \xi(t),$$

где  $t$  – время;  $t_k$  – момент, на который известны параметры СНС;  $C, \Delta$  – параметры линейного тренда;  $\xi(t)$  – шум.

Метод наименьших квадратов для нахождения параметров  $C, D$

$$G = \sum_i \alpha_i [V^{CHC}(t_i) - V^{ИНС}(t_i) + \Delta V(t_i)]^2 \rightarrow \min$$

Система уравнений для определения коэффициентов модели погрешностей

$$\begin{cases} \frac{\partial G}{\partial C} = 0 \\ \frac{\partial G}{\partial D} = 0 \end{cases}$$

На интервале времени  $(t_k; t_{k+1})$  вычисляются скорости

$$V(t_k + \Delta t), V(t_k + 2\Delta t), \dots, V(t_k + m\Delta t); (m\Delta t = t_{k+1} - t_k).$$

Интегрированием скорости вычисляются координаты  $X(t_k + \Delta t), X(t_k + 2\Delta t), \dots, X(t_k + m\Delta t)$ .

Окончательно координата  $X$  на интервале времени  $(t_k; t_{k+1})$  формируется с помощью невязки

$$\begin{aligned} \Delta X &= X^{CHC}(t_{k+1}) - X^*(t_{k+1}) \\ X(t_k + i \Delta t) &= (1 - \beta) X^*(t_k + i \Delta t) + \beta \Delta X_i / m, \\ (i &= 1, 2, \dots, m), \beta = 0,15. \end{aligned}$$

Основная идея алгоритма «Коинс» заключается в следующем. На достаточно коротком интервале времени длительностью не более 4 минут по имеющейся информации приемника СНС методом наименьших квадратов определяются параметры линейной модели погрешности ИНС для каждой из трех составляющих вектора скорости и каждой из трех координат. Построенная модель используется для получения из сигналов ИНС с требуемой частотой навигационных параметров, по точности сравнимых с параметрами приемника СНС.

**Обеспечение определения действительных значений параметров траекторного движения ЛА с использованием ПК «Эталон» и «Коинс»**

Технологии летных исследований и испытаний ПНК летательных аппаратов построены на основе

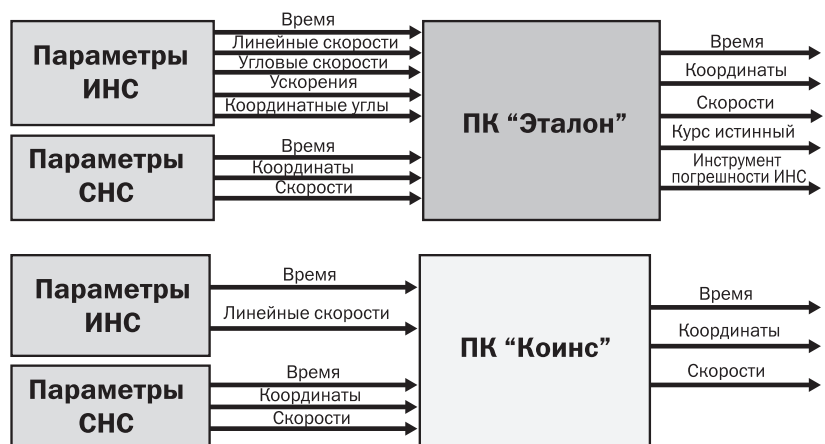


Рис. 1. Блок – схемы алгоритмов КОИ «Эталон», «Коинс»

применения комплекса бортовых траекторных измерений (КБТИ) [3], который обеспечивает траекторные измерения с использованием спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS: определение траекторных параметров движения ЛА (погрешности ( $2\sigma$ ) координат – 0,7 м, скорости – 0,05 м/с, курса – 5 угл. мин), синхронизацию эталонных и проверяемых параметров (погрешность 1 мс), регистрацию информации.

Траекторные параметры формируются на основе комплексной обработки данных СНС и ИНС. Отработаны бортовые и наземные алгоритмы КОИ «Эталон», «Коинс» (см. рис. 1).

Эффективность ПК «Эталон» продемонстрируем на примере материалов одного из испытательных полетов маневренного самолета (рис. 2÷4). На протяжении 40 минут полет проходил на высоте 5000 м. При маневрах самолета значения угла крена превышали по абсолютной величине 100°, значения угла тангажа – 40° (рис. 2). Данные стандартного режима СНС формировались с частотой 1 Гц на протяжении практически всего полета. Данные ИНС регистрировались в полете с частотой 8 Гц. Траекторные параметры, полученные с помощью ПК «Эталон», использовались для оценивания погрешностей координат и скоростей ИНС. На рис. 3 и 4 показаны погрешности параметров ИНС, выделенные соответственно с помощью данных стандартного режима СНС и ПК «Эталон». Значения разностей параметров ИНС и СНС совершают «скачки» на относительно большие величины. Частота появления «скачков» существенно возрастает на динамических участках полета. Величины «скачков» свидетельствуют об уровне погрешностей навигационных параметров стандартного режима СНС на динамических участках полета. Погрешности параметров ИНС, вычисленные

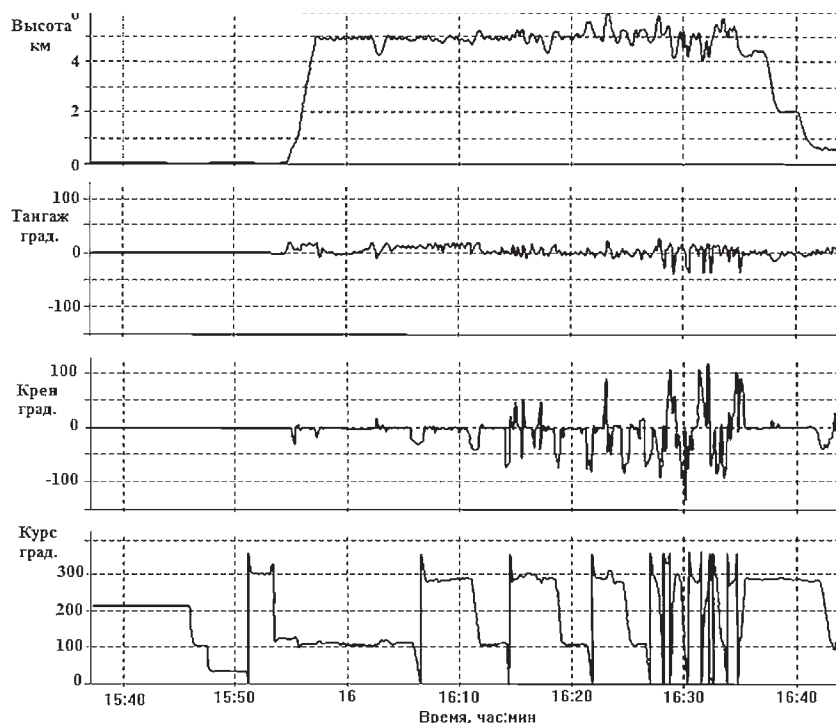


Рис. 2. Параметры полета маневренного самолета

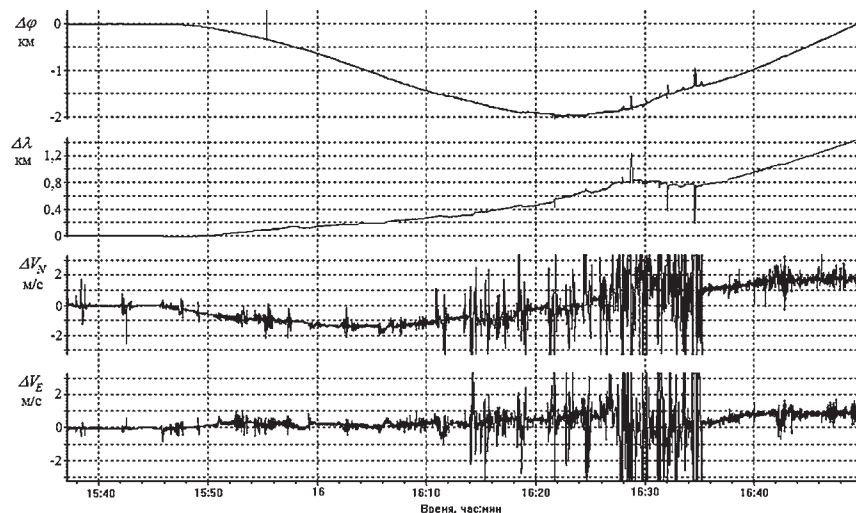


Рис. 3. Погрешности координат и скоростей ИНС, оцененные по данным стандартного режима СНС

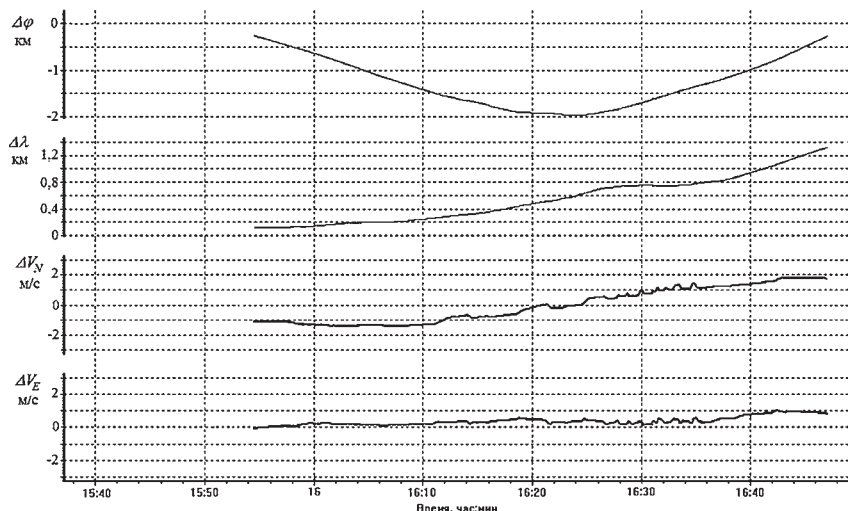


Рис. 4. Погрешности координат и скоростей ИНС, полученные с помощью ПК «Эталон»

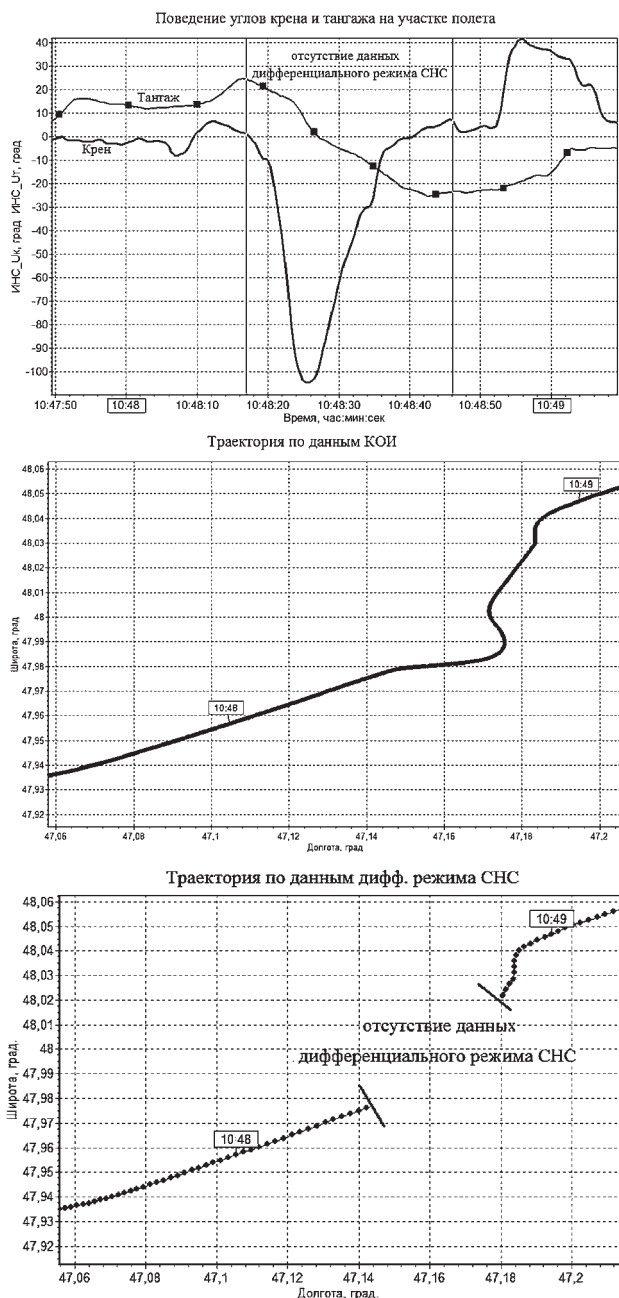


Рис. 5. Эффективность применения ПК «Коинс»

с помощью ПК «Эталон», в зависимости от времени являются относительно гладкими кривыми. Представленные материалы свидетельствуют также о выделении с помощью ПК «Эталон» погрешностей в параметрах СНС.

Эффективность применения «Коинс» продемонстрирована на рис. 5. На одном из участков полета маневренного самолета угол крена превышал 100°. Данные дифференциального режима СНС из-за снижения количества видимых спутников не сформировались. Применение ПК «Коинс» позволило восстановить траекторные параметры ЛА на рассматриваемом динамическом участке. Кроме того, в отличие от данных дифференциального режима СНС, частота формирований которых равна 1 Гц, параметры КОИ получены с частотой 10 Гц.

**Преимущества КОИ:**

- повышение достоверности данных;
- получение траекторных параметров для всего полета, включая динамические участки с большими углами крена и тангажа;
- формирование данных с требуемой частотой.

**Анализ характеристик инерциальных систем и корректоров с использованием ПК «Эталон»**

ПК «Эталон» позволяет произвести оценивание погрешностей ИНС, включая инструментальные ошибки датчиков первичной информации [4]. На рис. 6 приведены графики погрешностей параметров ИНС, полученные в испытательном маршрутном полете. Здесь представлены погрешности в определении составляющих координат и скорости (в осях виртуальной гиросплатформы), погрешности в определении курса и вертикали, дрейфы гироскопов и смещение нуля акселерометров.

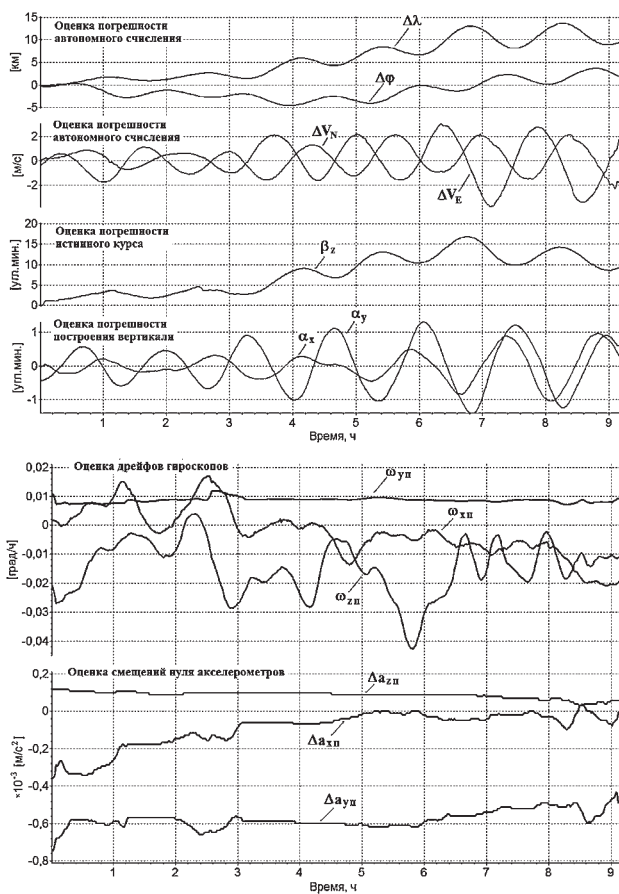


Рис. 6. Погрешности параметров ИНС

В ПК «Эталон» предусмотрен режим сглаживания – производится расчет по фильтру Калмана в обратном времени. Такой подход позволяет компенсировать переходные процессы, возникающие в начале полета.

**Реализация ПК «Эталон» и «Коинс» в КБТИ в реальном времени для режима КОИ ИНС+СНС**

Алгоритмы КОИ реализованы и в КБТИ. Во время полета по информации бортовой ИНС и данным

стандартного режима СНС в КБТИ вычисляются траекторные параметры, которые используются для оценивания в темпе полета характеристик систем пилотажно-навигационного комплекса ЛА. Оператор КБТИ во время полета имеет возможность наблюдать за ходом выполнения полетного задания и погрешностями параметров бортовых навигационных систем в табличном и графическом видах.

Для проведения КОИ необходимо обеспечить синхронизацию параметров бортовых систем (в частности ИНС) и информации приемника СНС. В КБТИ на основе синхроимпульса приемника СНС формируются значения гринвичского времени, которое регистрируется вместе с параметрами бортовых систем.

### Реализация ПК «Эталон» в КБТИ

Положительный опыт применения ПК «Эталон» в процессе автоматизированной обработки материалов летных испытаний, а именно, надежное функционирование ПК, не требующее серьезной интерактивной настройки, позволил применить его алгоритмы (за исключением алгоритма сглаживания) в бортовом программном обеспечении. Назовем условно бортовую реализацию ПК «Эталон» – программный комплекс – бортовой «Эталон» (сокращенно ПК-БЭ).

Алгоритм оптимальной обработки информации ПК-БЭ, дополненный специальными блоками инициализации на случай длительного перерыва дополнительной информации, реализован в КБТИ.

Оценка точности определения параметров программным комплексом ПК – БЭ и метрологическая аттестация КБТИ в режиме КОИ выполнялись в маршрутных полетах, в которых определялись точностные характеристики режима КОИ при работе СНС GPS в стандартном режиме, и в полетах в зоне аэродрома при работе СНС GPS в дифференциальном режиме.

Реализованный в КБТИ режим КОИ по данным ИНС и СНС обеспечивает непрерывное определение действительных значений траекторных параметров (координат  $j, l, H$ , составляющих скорости  $V_N, V_E$  и истинного курса  $\gamma$ , самолета) от взлета до посадки, в т. ч. при пропадании данных от СНС на время до 10 мин.

В дифференциальном режиме работы СНС бортовой алгоритм КОИ был существенно доработан в связи с высокими точностными характеристиками данных этого режима:

- проведена компенсация запаздывания в сигналах ИНС;
- введено счисление координат по составляющим скорости и углу платформы ИНС с целью компенсации погрешностей в координатах из-за разрядной сетки (погрешность до 9 м).

В результате проведения метрологической аттестации установлено, что погрешности измерений действительных значений географических координат и высоты полета составляют (на уровне  $2\sigma$ )

по широте – 4,6 м; по долготе – 3,4 м; по высоте – 3,9 м; погрешности измерения скоростей  $V_N, V_E$  составляют 0,1 м/с; погрешности измерения курса – 4 угл. мин.

В качестве примера на рис. 7 и 8 приведены погрешности ИНС в определении вертикали и оценки постоянных дрейфов гироскопов ИНС. Для сравнения представлены:

- оценки погрешностей ИНС в определении вертикали и азимутального угла (курса), полученные в реальном времени полета и в режиме послеполетного сглаживания (рис. 7);
- оценки постоянных дрейфов гироскопов ИНС, полученные в реальном времени полета и в режиме послеполетного сглаживания (рис. 8).

Как видно из представленных графиков, длительность переходных процессов составляет 15 – 20 мин, поэтому при создании оптимальных алгоритмов для бортовых вычислителей необходимо принять специальные меры по уменьшению длительности переходных процессов.

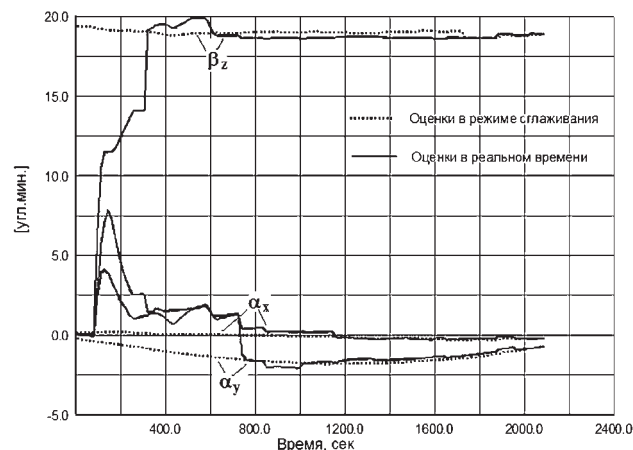


Рис. 7. Погрешности ИНС в определении вертикали

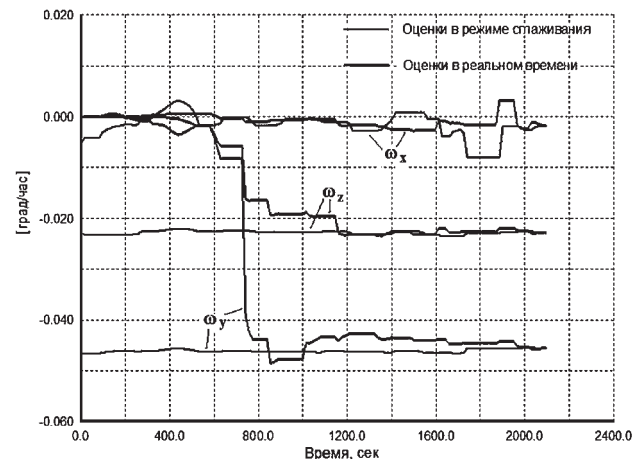


Рис. 8. Оценки постоянных составляющих дрейфов гироскопов ИНС

В режиме «Прогноз» действительные значения навигационных параметров формируются на основе данных ИНС путем исключения из них оценок погрешностей ИНС, полученных до начала режима «прогноз» с использованием информации СНС. При этом изменение погрешностей ИНС с течением времени определяется с учетом модели погрешностей

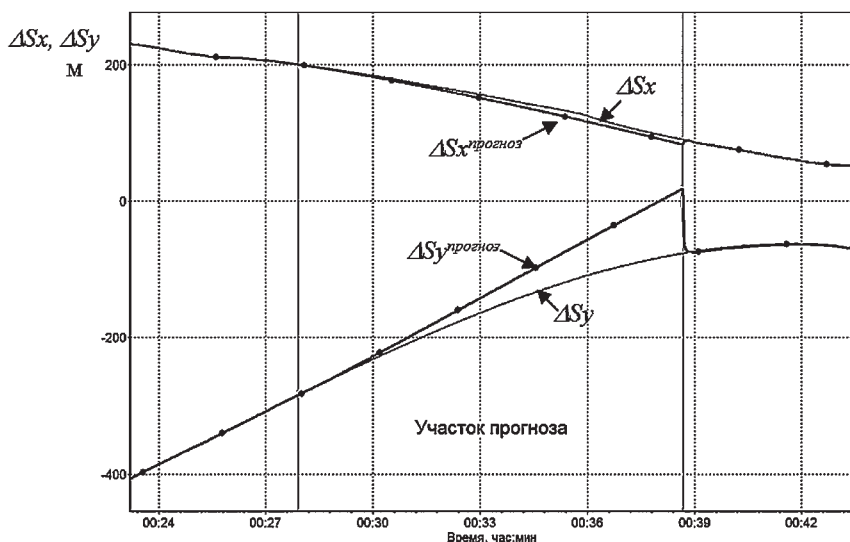


Рис. 9. Погрешности ИНС в определении координат по данным КОИ в режиме «прогноз»

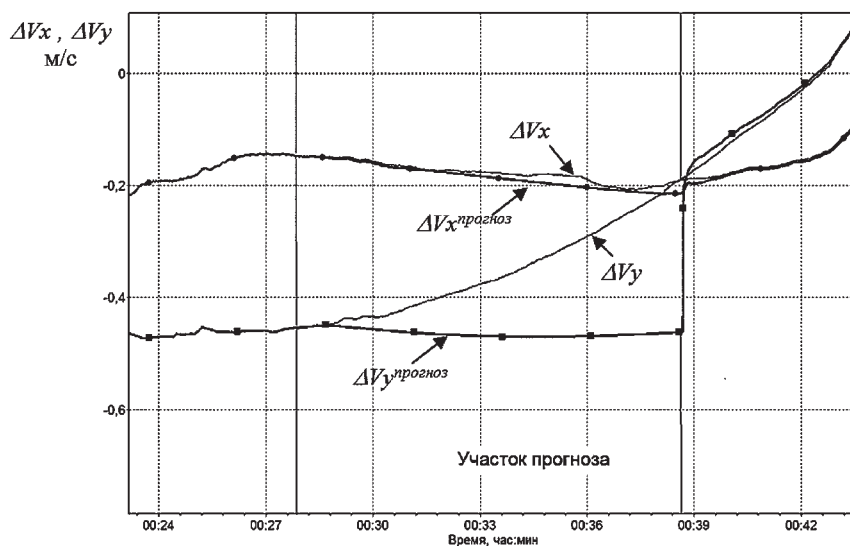


Рис. 10. Погрешности ИНС в определении составляющих скорости по данным КОИ в режиме «прогноз»

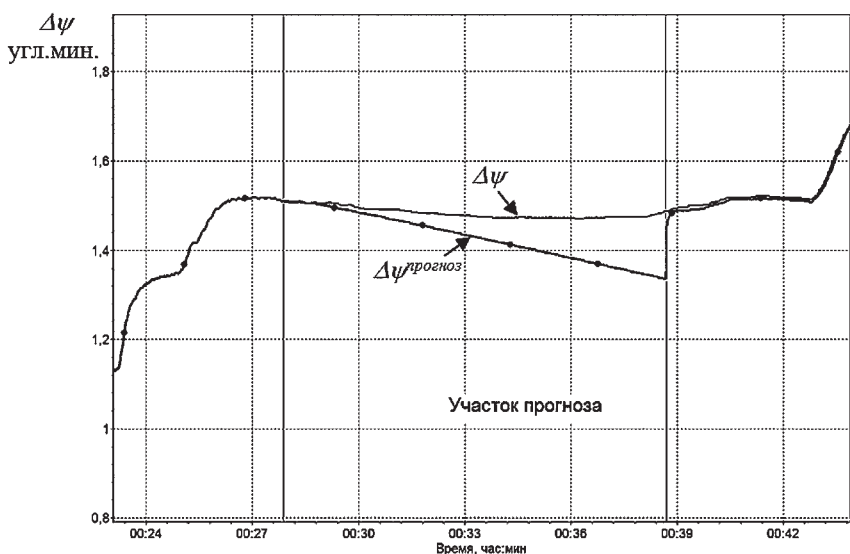


Рис. 11. Погрешности ИНС в определении истинного курса по данным КОИ в режиме «прогноз»

ИНС. Погрешности КОИ в режиме «прогноз» определяются погрешностями оценок ошибок ИНС на этапе работы фильтра Калмана до начала режима «прогноз» и возрастают с увеличением его длительности. Эффективность режима «прогноз» продемонстрирована на рис. 9, 10, 11. При обработке данных на участке длительностью 10 минут полета транспортного самолета искусственно был выставлен признак недостоверности данных СНС. Для оценивания работы фильтра в режиме «прогноз» была также проведена обработка данных полета без удаления данных СНС. Результаты такой обработки также представлены на рис. 9÷11. Согласно полученным результатам в режиме «прогноз» длительностью 10 минут погрешности действительных значений координат не превышают 100 м, погрешности по скорости не превышает 0,25 м/с, по курсу – 0,25 угл. мин.

### Реализация ПК «Коинс» в КБТИ

Основная задача бортового алгоритма – получение координат объекта и составляющих его вектора скорости в произвольный текущий момент времени. Точность вычисляемых навигационных параметров не должна уступать точности соответствующих параметров приемника СНС.

По каждой из трех составляющих вектора скорости обработка производится по одним и тем же соотношениям и независимо от двух других. Обозначим одну из составляющих вектора скорости точки  $O$  объекта, совпадающей с местом расположения чувствительных элементов ИНС, через  $V$ ; скорость ИНС по этой составляющей обозначим через  $V^{ИНС}$ ; скорость приемника СНС, пересчитанную к точке  $O$ , – через  $V^{СНС}$ . Погрешность инерциальной скорости  $V^{ИНС}$  будем обозначать через  $\Delta V$ . Значения каждой переменной, относящейся к моменту времени  $T_i$  будем помечать нижним индексом  $i$ .

Параметры приемника СНС используются в КОИ только при наличии не менее 5 видимых рабочих навигационных спутников с хорошим геометрическим фактором. Погрешность  $\Delta V$  скорости ИНС является медленно меняющейся функцией времени. На интервале времени порядка 1 минуты погрешность скорости ИНС изменяется незначительно. Поэтому погрешность скорости ИНС между двумя соседними выдачами информации приемником СНС принимается в алгоритме постоянной величиной. Константа  $\Delta V$  определяется следующим образом. Пусть две соседние выдачи приемника СНС происходят в моменты времени  $T_i$  и  $T_{i+1}$ . Значения траекторных параметров в них относятся на моменты времени  $T_i^C$  и  $T_{i+1}^C$  соответственно (рис. 12).



Рис. 12. Расположение моментов выдачи пакетов приемника СНС на временной оси

Значения времени  $T_i^C$  и  $T_{i+1}^C$  имеют нулевую дробную часть секунды. В КБТИ для каждого обновления параметров ИНС определяется текущее гринвичское время. Обозначим через  $\Delta T^{ИНС}$  временной интервал между двумя соседними обновлениями параметров ИНС. Значение скорости  $V^{ИНС}$ , время прихода  $T^{ИНС}$  которого имеет дробную часть секунды, не превосходящую  $\Delta T^{ИНС}$ , запоминается. В момент времени  $T_i$  прихода информации приемника СНС становятся известными его траекторные параметры, относящиеся на момент времени  $T_i^C$ . В том числе становится известной скоростью  $V_i^{СНС}$  на момент времени  $T_i^C$ . Моменты времени  $T_i^C$  и  $T^{ИНС}$  близки между собой ( $0 < T^{ИНС} - T_i^C < \Delta T^{ИНС}$ ). Поэтому полагается, что скорости  $V_i^{СНС}$  приемника СНС и  $V^{ИНС}$  ИНС относятся к одному моменту времени. Их разность  $\Delta V_i = V^{ИНС} - V_i^{СНС}$  используется для формирования результирующей скорости на интервале времени от  $T_i$  до  $T_{i+1}$ , т.е. до прихода следующего информационного пакета от приемника СНС. Результирующая скорость на указанном интервале получается вычитанием из скорости ИНС при каждом ее обновлении величины погрешности  $\Delta V_i$ , вычисленной на момент времени  $T_i^C$ . Погрешности вычисляются для каждой из трех составляющих вектора скорости ИНС. Вычисленное значение  $\Delta V_i$  содержит в себе набор погрешностей, основной вклад в который вносят случайная составляющая погрешности вычисления скорости СНС и погрешности скорости ИНС из-за ограниченности разрядной сетки выдаваемых ею параметров.

По проекциям вектора скорости с помощью интегрирования вычисляются координаты объекта. На моменты времени, когда известны координаты приемника СНС, координаты объекта вычисляются с помощью соотношения:

$$X = \gamma X^- + (1-\gamma)X^{СНС}$$

Здесь  $X$  – одна из трех координат (широта, долгота, высота);  $X^-$  – координата объекта, полученная интегрированием скорости;  $X^{СНС}$  – соответствующая координата приемника СНС;  $\gamma$  – весовой коэффициент. В алгоритме «КОИНС-Б», реализованном в КБТИ, величина  $\gamma$  выбрана постоянной,  $\gamma = 0,2$ .

Изложенный алгоритм предназначен для получения навигационных параметров в реальном времени в произвольный момент. Точность параметров не уменьшается даже при пропадании сигналов приемника СНС на интервалах времени порядка 40 – 60 секунд, сравнимых с характерной длительностью динамических участков полета. Алгоритм был апробирован на материалах летных испытаний различных самолетов.

### Исследования по созданию бортовых алгоритмов КОИ с использованием в качестве корректоров радиотехнических навигационных систем

#### Структура фильтра

Построение бортового алгоритма КОИ будем осуществлять на основе бортового варианта ПК «Эталон». Рассматриваем вариант построения для бесплатформенной ИНС. Вектор состояния модели погрешностей ИНС будет  $(12 \times 1)$ :

$$\Delta X_{мод}^T = [\Delta S_x, \Delta S_y, \Delta V_x, \Delta V_y, \alpha_x, \alpha_y, \beta_z, \gamma_{1s}, \gamma_{2s}, \gamma_{3s}, \Delta f_1, \Delta f_2]$$

где  $\Delta S_x, \Delta S_y$  – погрешности в определении координат в осях платформы,  
 $\Delta V_x, \Delta V_y$  – динамические составляющие погрешности ИНС в определении относительной скорости,  
 $\alpha_x, \alpha_y$  – ошибки построения вертикали,  
 $\beta_z$  – ошибка вычисленной ориентации в азимуте,  
 $\gamma_{is} (i = 1, 2, 3)$  – постоянные составляющие дрейфов гироскопов,  
 $\Delta f_i (i = 1, 2)$  – ошибки нулей акселерометров.

При этом в случае пропадания сигналов корректора будет обеспечено эффективное прогнозирование и компенсация погрешностей ИНС в определении координат, составляющих скорости и курса.

Исследования проведем на примере одного из полетов, в котором работали радионавигационные системы СНС и два наземных радиомаяка DME. В дальнейшем изложении режим DME/DME обозначим как режим 2D.

В начале работы проводится предварительная обработка информации. Используется информация от следующих средств: инерциальной системы; радиотехнических дальномерных систем измерения азимута и дальности (VOR/DME); системы воздушных сигналов.

Контроль информации в алгоритме организован в два этапа. На первом этапе проводится допусковый контроль входной информации. На втором этапе контроль входной информации производится на основании информации от фильтра Калмана.

### Формирование вектора измерений

Порядок вычислений:

- вычисляются погрешности ИНС в определении географических координат по данным СНС или DME –  $\Delta\varphi_{ис}, \Delta\lambda_{ис}$ ;
- производится перепроектирование этих погрешностей на оси гиросплатформы –  $\Delta S_{xис}, \Delta S_{yис}$ ;
- вычисляются погрешности ИНС по данным СНС в определении северной и восточной составляющих скорости  $\Delta V_{Nис}, \Delta V_{Eис}$ ;
- производится перепроектирование этих погрешностей на оси гиросплатформы –  $\Delta V_{xис}, \Delta V_{yис}$ ;
- формируется вектор измерений размерностью (4x1)

$$Z^m = [\Delta S_{xис}, \Delta S_{yис}, \Delta V_{xис}, \Delta V_{yис}]. \quad (1)$$

Формирование вектора измерений производится в следующем порядке:

- при наличии информации от СНС формируется вектор измерений (1);
- если информация от СНС отсутствует, но имеется информация от двух DME, то формируется вектор измерений в виде  $Z^m = [\Delta S_{xис}, \Delta S_{yис}, 0, 0]$ ;
- при наличии информации от СНС и двух DME в качестве замеров погрешностей ИНС в определении координат формируются средневзвешенные погрешности по данным СНС и DME.

Фильтр может работать в любом из этих вариантов (ИНС+СНС, ИНС+DME, ИНС+СНС+DME) в зависимости от задачи самолетоуправления. Как правило, алгоритм работает в варианте ИНС+СНС.

На рис. 13, 14 представлено поведение погрешностей параметров ИНС при работе бортового алгоритма ПК-БЭ в режиме ИНС+СНС. Поскольку спутниковая система была включена в полете, то фильтр Калмана начал свою работу, имея ненулевые начальные условия, в результате чего возникли переходные процессы настройки модели погрешностей ИНС.

Для дальнейшего анализа все расчеты приведены для отрезка времени полета, на котором имеется информация от двух маяков DME. Расчет по бортовому алгоритму ПК-БЭ для режима ИНС+2D начинается с момента появления информации DME. В этом случае

составляющие вектора состояния равны 0. Отметим, что информация от DME поступает с перерывами.

На рис. 15 представлены оценки погрешностей ИНС в определении координат, проекций вектора скорости в осях платформы (рис. 16) и угла истинного курса (рис. 17), вычисленные с помощью КОИ в режиме ИНС+2D. Для сравнения на тех же рисунках показаны погрешности ИНС в определении соответствующих параметров, вычисленные с помо-

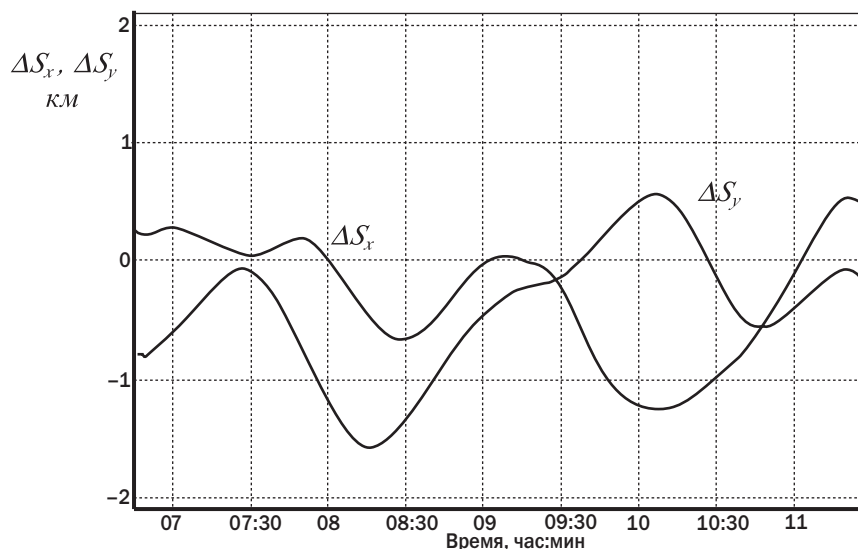


Рис. 13. Погрешности ИНС в определении координат на протяжении всего полета

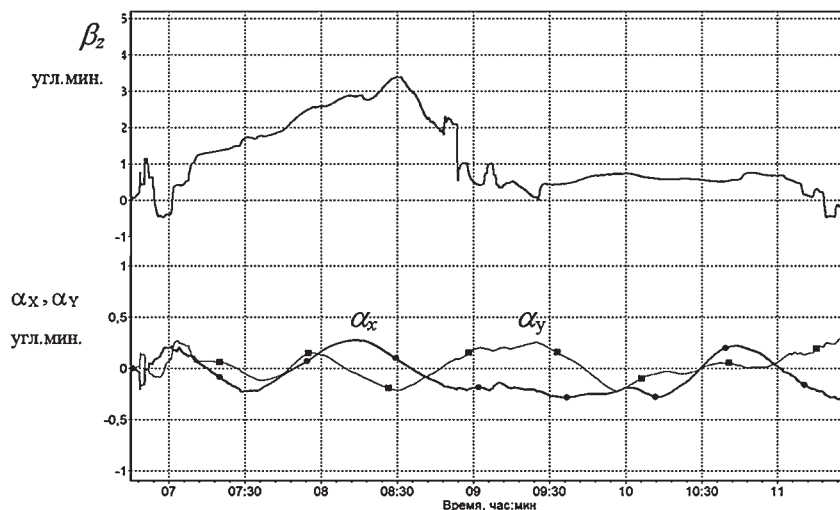


Рис. 14. Ошибки вычисления ориентации в азимуте и построения вертикали

щью КОИ ИНС+СНС. Отметим, что качественно поведение погрешностей параметров ИНС совпадает для двух различных вариантов обработки. Заметное ухудшение выделения погрешности при коррекции в режиме 2D вызвано рядом обстоятельств.

- Данные от двух маяков DME появляются на участках полета, где в зоне видимости находятся два или более наземных маяков DME. Как правило, данные от двух маяков DME поступают лишь на отдельных участках полета. При «пропадании» данных одного из наземных маяков или смене маяка

возникают временные участки, на которых отсутствуют данные корректора, и КОИ переходит в режим «прогноза», что влияет на выделение ошибок ИНС.

- Данные СНС присутствовали на протяжении всего полета от взлета до посадки. На начальном участке работы КОИ ИНС+СНС происходили настройки фильтра. Длительность переходных процессов (настройки фильтра) составляет временной интервал порядка 20...25 минут. К моменту появления данных от двух DME в полете переходные процессы в КОИ ИНС+СНС уже завершились. Работа КОИ ИНС+2D начинается с момента появления данных от двух маяков DME. На рисунках проявляются результаты переходного процесса, на протяжении которого происходит настройка фильтра. Длительность переходного процесса КОИ ИНС+2D увеличивается из-за наличия интервалов пропадания данных от двух маяков DME.

- Точность определения координат с помощью двух дальностей DME уступает точности определения координат объекта по измерениям СНС. При вычислении координат с помощью двух дальностей DME существенный вклад в погрешность вносит медленно меняющаяся составляющая, значение которой может скачкообразно измениться при смене рабочей пары наземных радиомаяков.

Несмотря на отмеченные недостатки оценки параметров, полученных с помощью двух дальностей DME, при проведении КОИ ИНС+2D погрешности ИНС выделяются и компенсируются, что повышает точность определения координат, составляющих скорости и курса. Для стабильной работы алгоритма КОИ в любом режиме необходимы значительные доработки алгоритма КОИ в части ликвидации

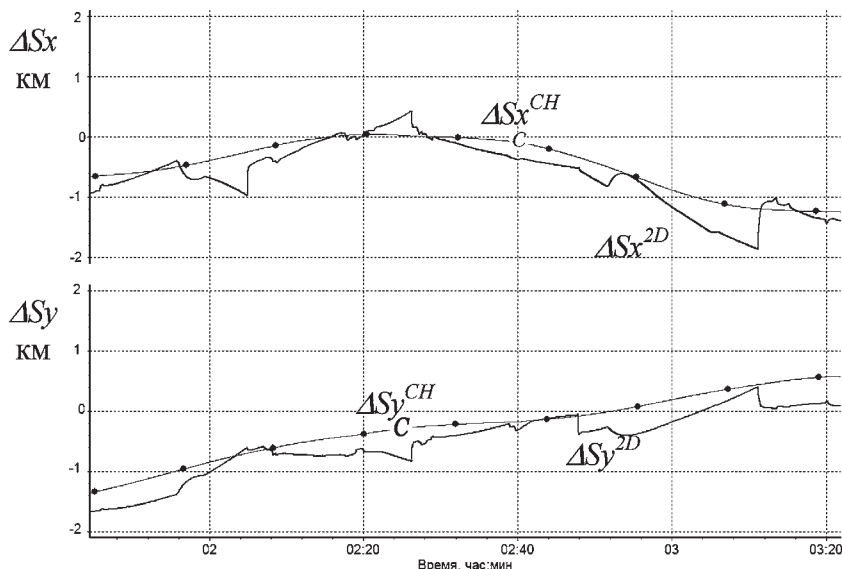


Рис. 15. Оценки погрешностей ИНС в определении координат при коррекции по данным DME (2D) и для сравнения – при коррекции по данным СНС

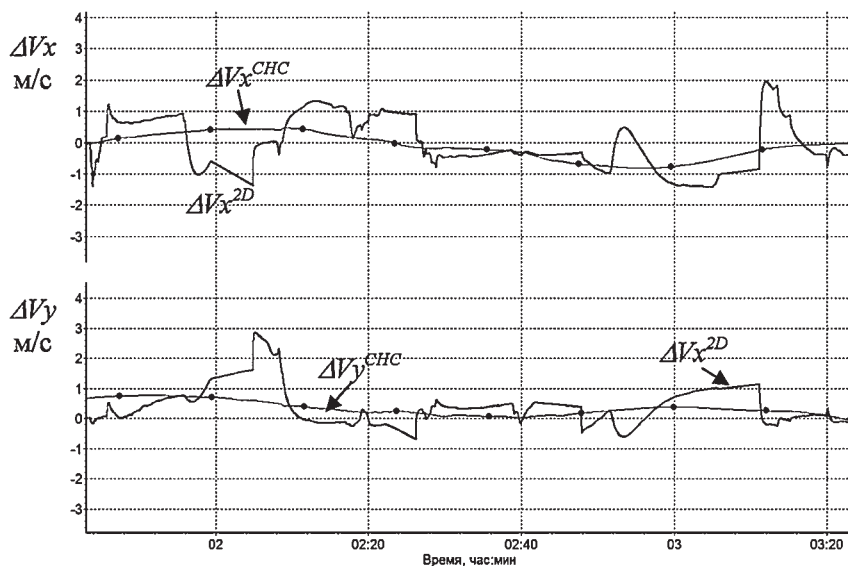


Рис. 16. Оценки погрешностей ИНС в определении проекций скорости при коррекции по данным DME (2D) и для сравнения – при коррекции по данным СНС

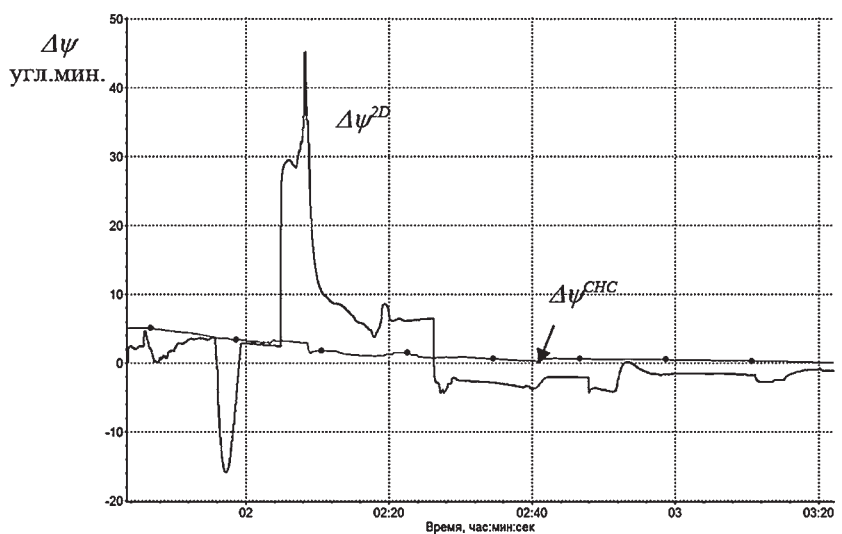


Рис. 17. Оценки погрешностей ИНС в определении истинного курса при коррекции по данным DME (2D) и для сравнения – при коррекции по данным СНС



переходных процессов, оценки систематических составляющих погрешностей в определении координат по данным DME.

В качестве одного из способов предлагается до поступления вектора измерений на вход фильтра Калмана в блоке анализа входной информации производить следующие логические операции:

- если имеется информация от СНС в момент включения ИНС в рабочий режим (на земле, при подготовке полета), то сразу начинается работа фильтра Калмана;
- если информация от СНС или DME появляется в процессе полета, то для уменьшения переходных процессов необходимо в течение 2-3х минут усреднить замеры и ввести в качестве начальных условий в вектор состояния погрешности в определении координат и составляющих скорости.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

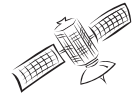
- 1) КОИ ИНС+СНС обеспечивает проведение высокоточных траекторных измерений при летных

испытаниях летательных аппаратов и систем пилотажно-навигационного оборудования. КОИ СНС + ИНС позволяет произвести анализ характеристик инерциальных и радионавигационных систем по материалам летных испытаний как в темпе полета, так и в послеполетной обработке. Соответствующие программные комплексы реализованы в КБТИ и средствах наземной обработки и анализа материалов летных испытаний.

- 2) Реализация в вычислителях пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов КОИ ИНС + РНС обеспечивает получение навигационных параметров на протяжении всех фаз полета.
- 3) Несмотря на значительные погрешности определения координат по двум дальностям DME (порядка 200...300 м), в результате КОИ выделяются инструментальные погрешности ИНС и погрешности ее навигационных параметров, что позволяет осуществлять эффективный прогноз и компенсацию этих погрешностей..

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Харин Е. Г., Масленников В. Г., Вавилова Н. Б., Копылов И. А., Староверов А. Ч. Оптимальная обработка информации от инерциальных и спутниковых навигационных систем при анализе после полета. «Радиотехника», 2001, № 1. С. 44 – 52.
2. Харин Е. Г. Комплексная обработка информации навигационных систем летательных аппаратов. Опыт многолетнего практического применения. (Учебное пособие). Московский авиационный институт, Технический университет, 2002 г. 154 с.
3. Копылов И. А. Применение комплекса бортовых траекторных измерений для обеспечения летных испытаний пилотажно-навигационных комплексов летательных аппаратов. «Радиотехника», 2008, № 1. С. 91 – 98.
4. Харин Е. Г., Копелович В. А., Клабуков Е. В., Копылов И. А., Якушев А. Ф. Результаты летных испытаний и сертификации инерциальных и инерциально-спутниковых навигационных систем. Новости навигации, 2009, № 2. С. 10 – 19



# ПРИМЕНЕНИЕ КОМПАКТНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ АНТЕННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

*С. П. Ковита, Р. Л. Козлов, А. В. Немов, Д. Ю. Тюфтяков<sup>1</sup>*

*Приведены модель и соотношения для высокоточной оценки пространственной ориентации воздушного судна по данным многоканальных частотно-фазовых измерений в спутниковом бортовом радиоэлектронном оборудовании глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), оснащенном компактной антенной решеткой. Даны результаты проведенного на модели анализа погрешности и надежности определения ориентации*

## USING OF COMPACT NAVIGATION ANTENNA SYSTEMS FOR AIRCRAFT ATTITUDE DETERMINATION

*S. P. Kovita, R. L. Kozlov, A. V. Nemo, D. Yu. Tyuftaykov*

*The problem of unambiguous evaluation of dynamic GPS/GLONASS user attitude is decided using extended Kalman filtration. Phases and Doppler shifts differences data from specific antenna array are utilized in a multichannel equipment. The analysis of errors and reliability of the attitude determination is given*

### ВВЕДЕНИЕ

Оснащение навигационно-пилотажных комплексов (НПК) воздушных судов (ВС) и летательных аппаратов (ЛА) аппаратурой глобальных спутниковых радионавигационных систем (ГНСС), позволяет применять бесплатформенные инерциальные навигационные системы (БИНС) со спутниковой коррекцией по положению [1].

Однако стоимость авиационных БИНС с высококачественными лазерными датчиками ориентации (дрейф менее 0,01 град/час) типа LGN-101 фирмы «Northrop-Grumman», HG 1150 фирмы «Honeywell» или БИНС-85, применяемых, например, на новейших ТУ-204–300, высока [2,3]. Поэтому имеет смысл применять более экономные средней точности лазерные, волоконно-оптические или микромеханические датчики ориентации с дрейфом от 0,01 до 1,0 град/час, комплексируя их также по углу (для компенсации потери точности) [4] со спутниковыми интерферометрическими датчиками ориентации, имеющими точность (среднеквадратическая ошибка, СКО) оценивания угла 0,2°...0,5°.

Для легкомоторной, малой и беспилотной авиации экономически возможно использовать НПК, выполненные полностью на основе расширенной спутниковой навигационной аппаратуры потребителей (НАП), минимально применяя инерциальные датчики.

В настоящее время намечается тенденция оснащения НПК ЛА и ВС компактными адаптивными навигационными антенными решетками (АР) для удовлетворения увеличивающихся требований

к помехоустойчивости авиационной НАП и целостности местоопределения [5]. Компактной называем АР, у которой расстояния между приемными резонаторами меньше длины волны. Естественно воспользоваться этими же АР для сопутствующего измерения ориентации.

Ниже определены возможности и предложена технология высокоточного измерения ориентации ЛА и ВС по сигналам ГНСС, принятым компактной АР.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Расчет ориентации в НАП ГНСС [4,6] удобно производить по измеренным разностям фаз на пространственных базах посредством оценки матрицы направляющих косинусов на навигационные космические аппараты (НКА)  $\hat{S}$  [4] в связанной с планером ВС системе координат (ССК) с использованием точно предвычисленной матрицы  $S$  в базовой системе координат (БСК) и матрицы вращений  $T$ , элементы которой суть тригонометрические функции от трех параметров ориентации — углов Эйлера-Крылова: курса  $h$ , крена  $r$  и тангажа  $p$  (рис. 1).

В общем случае система для измерения ориентации — бортовой интерферометр представляет собой многомерную АР, состоящую из  $M$  векторов баз. Одна из антенн назначается опорной. Относительно принимаемого в ней системного сигнала осуществляется измерение  $M$  разностей фаз, для чего достаточно иметь  $M+1$  антенну.

Оси ССК расположим параллельно конструкционным осям объекта в положительном направлении.

<sup>1</sup> С.П. Ковита - начальник отделения ОАО «РИРВ», г. Санкт-Петербург, тел. 577-10-83, адрес электронной почты office@rirt.ru; Р.Л. Козлов - магистрант СПбГЭТУ; А.В. Немов - кандидат технич. наук, ст.научн. сотр. СПбГЭТУ, тел. 577-10-79; Д.Ю. Тюфтяков - аспирант СПбГЭТУ, все сотрудники ОАО «РИРВ», адрес электронной почты office@rirt.ru

Начало БСК перенесем в начало ССК. В качестве БСК может быть выбрана американская WGS-84 [4 – 6], международная ITRF, российская ПЗ-90.02, какая-либо военная, местная или другая декартова система координат.

Ориентацию планера ВС определим как ориентацию ССК относительно БСК и параметризуем углами Эйлера-Крылова, задающими последовательное вращение объекта вокруг оси аппликат ССК на угол курса или рысканья, вокруг оси ординат ССК, совпадающей с левым траверзом (смотреть по направлению оси абсцисс, совпадающей с продольной осью ЛА), на угол тангажа и вокруг оси абсцисс ССК на угол крена или дифферента. На рис. 1 изображена опорная (относительная геоцентрическая)  $x'y'z'$  и связанная с ВС  $xzy$  декартовы системы координат.

Тогда матрица преобразования  $T$ , определяемая данной последовательностью вращений [4], равна произведению матриц трех описанных вращений:

$$T = \begin{bmatrix} \cos(r) \cos(p) \\ -\cos(r) \sin(p) \sin(h) + \cos(h) \sin(r) \\ -\cos(r) \sin(p) \cos(h) - \sin(h) \sin(r) \\ -\cos(p) \sin(r) \\ \sin(r) \sin(p) \sin(h) + \cos(r) \cos(h) \\ \cos(h) \sin(r) \sin(p) - \sin(h) \cos(r) \\ \sin(p) \\ \cos(p) \sin(h) \\ \cos(p) \cos(h) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Матрица  $T$  преобразует базисные векторы БСК в базисные векторы ССК,  $T^{-1} = T^T$ , элементы  $T$  нормированы по строке или столбцу к 1.

Обозначим через  $N$  число НКА в рабочем созвездии,  $M$  число баз,  $r$  метрику пространства измерения ориентации,  $r = 3$ ; тогда  $\hat{S}$  – оценка матрицы состояния интерферометра (направляющих косинусов) размерностью  $N \times r$ , состоящая из векторов-строк с компонентами – измеряемыми координатами радиус-векторов НКА в ССК, нормы радиус-векторов равны 1;  $k$  – минимальная размерность пространства задания матрицы  $\hat{S}$  (при  $r = 3$   $k = 2$ );  $B$  – известная матрица баз размерностью  $M \times r$ , состоящая из векторов-строк баз с компонентами – координатами антенн в ССК, выраженными в длинах волн используемого спутникового сигнала;  $\Psi$  – матрица размерностью  $M \times N$ , элементом

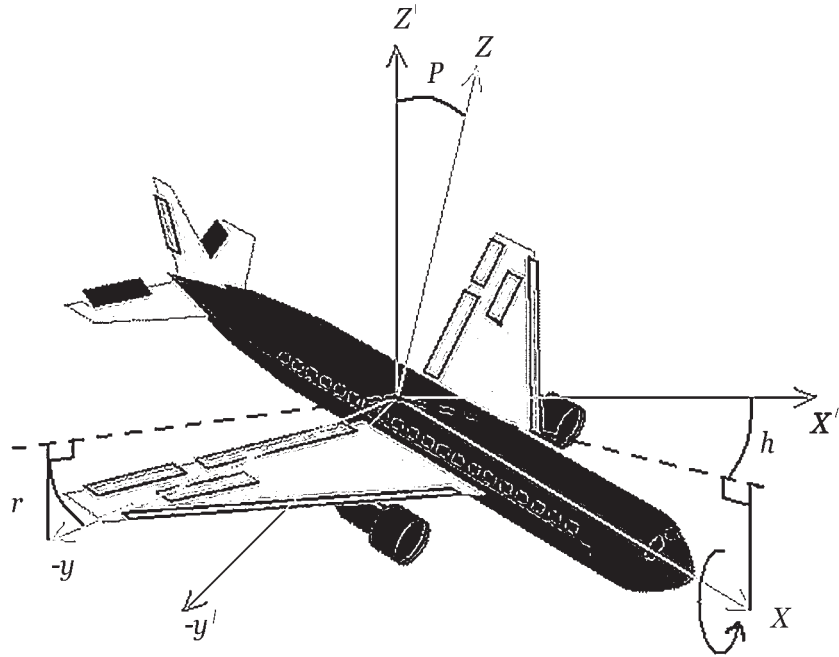


Рис. 1. Ориентация планера ВС в пространстве

$\Psi_{ij}$  которой является полная, отнесенная к  $2\pi$  разность фаз, измеренная на  $i$ -й базе по сигналу  $j$ -го НКА. Псевдофаза  $\phi_{ij}$  (нормированная к  $2\pi$ ) измеряется в пределах 1-го периода колебаний и усредняется во временном интервале, определяемом постоянной времени фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) (для авиационных приемников 5...15 мс [6,7]),  $\Psi_{ij} = \phi_{ij} + n_{ij}$ , где  $\phi_i$  – дробные части фаз,  $n_{ij}$  – значения элементов вектора неоднозначности (ВН). Предполагается независимость погрешности оценивания  $\Psi_{ij}$  от номера НКА.

Современные СБИС цифровых корреляторов-процессоров НАП (ЦКП), оснащенные интерфейсом «сырых» данных, поддерживают измерение интегральной (полной) фазы или пропорциональной ей интегрированной частоты Доплера, а также самой частоты Доплера.

Если использовать интегральные фазы, то при соответствующей начальной инициализации в принципе возможны однозначные определения ориентации при длинах баз интерферометра, превышающих величину  $\lambda/2$  (см. геометрию АР, рис. 2). Однако для динамичных объектов, таких как ВС, вероятны затенения приемных резонаторов АР, имеет место эффект «слипания» целых значений периодов в полной фазе. Поэтому необходимо оперативное разрешение фазовой неоднозначности, которое в случае компактной АР от редуцированного перебора  $n_{ij} \subset N_H$  [7] сводится к коррекции вектора неоднозначности  $N_H$  фазовых измерений, чем сокращается количество операций примерно в 25 раз.

Полагаются доступными оценки  $\psi_{ij}$ , формируемые с точностью до единичных отклонений  $n_{ij}$ , и оценки разностной частоты Доплера  $F_{ij}$ .

Поскольку фазовые измерения в вышеупомянутом смысле неоднозначны, а частотные измерения

с точностью до шумовых выбросов принципиально однозначны, спутниковый интерферометр выполнен в виде комплексного расширенного фильтра Калмана (ФК), основанного на интеграции оценок  $\varphi_{ij}$  и  $F_{ij}$  и однозначно формирующего оценку  $h, r, p$ .

**СХЕМА ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

Упрощенное изображение конструкции бортовой АР приведено на рис. 2.

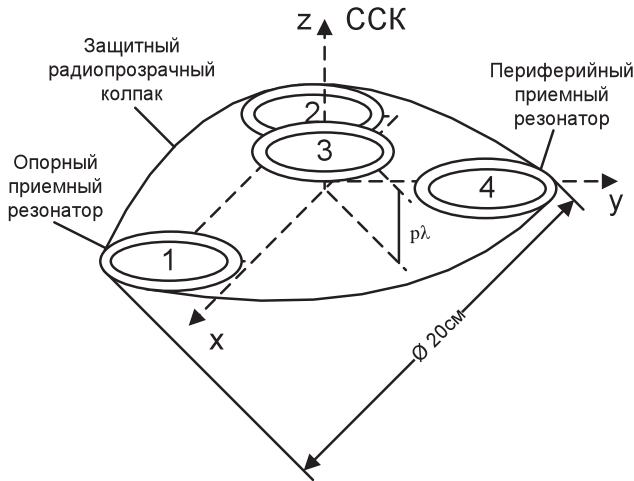


Рис. 2. АР, образующая 3 пространственные базы

Необходимо отметить, что АР является трехмерной: 3-й элемент приподнят над остальными на величину  $r\lambda$ , где  $r$  – коэффициент, меньший 1. Длины баз не превышают  $0,87\lambda$ . Одна из антенн АР (№ 1)

назначается опорной и относительно принимаемых ею сигналов осуществляется измерение  $M$  разностей фаз и  $M$  одинарных разностей частот Доплера. В описываемом случае  $M = 3$ . Измерения производятся с помощью ФАПЧ, входящих в состав СБИС ЦКП.

Структурная схема расширенной НАП в конфигурации режима измерения ориентации изображена на рис. 3. НАП использует СБИС ЦКП32–035 производства ОАО «РИРВ» (Санкт-Петербург).

Таблица 1.

**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ НА РИС. 3**

АВК	Амплитудный квантователь
ОГ	Общий гетеродин
РПЧ	Радиопреобразователь частоты
СБИС	Сверхбольшая интегральная схема
ЦК	Цифровой коррелятор
ЭКВ	Эквалайзер

Амплитудно-временной квантователь формирует  $n$ -уровневый сигнал ( $n = 3,4$ ). Эквалайзеры служат для коррекции временных задержек в приемных каналах. Цифровые корреляторы и навигационный процессор ARM7, включающий в себя ядро определения координат и ядро определения ориентации, реализованы на упомянутой СБИС.

**МЕТОД ФИЛЬТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОРИЕНТАЦИИ**

Уравнение наблюдения разностей фаз [4]:

$$\Psi = \mathbf{B}\hat{\mathbf{S}}^T + \xi_\Psi = \mathbf{B}\mathbf{A}\mathbf{S}^T + \xi_\Psi \quad (2)$$

где –  $M \times N$  матрица с элементами  $\psi_{ij}$  – оцененные полные нормированные разности фаз на  $i$ -й базе по  $j$ -му НКА,  $M$  – количество баз,  $N$  – количество НКА в созвездии.

Выражение (2) удобно переписать в виде:

$$\Psi = \mathbf{E}\mathbf{a} + \xi_\Psi,$$

где  $\mathbf{a} = [t_{11} \ t_{12} \ t_{13} \ t_{21} \ t_{22} \ t_{23} \ t_{31} \ t_{32} \ t_{33}]^T$  – вектор, составленный из элементов  $\mathbf{T}$ , матрица  $\Psi$  перестроена в вектор  $\Psi = [\Psi_{11} \ \Psi_{12} \ \dots \ \Psi_{ij} \ \dots \ \Psi_{MN}]^T$  – вектор полных нормированных разностей фаз;  $\mathbf{x}_\Psi$  – вектор гауссовых шумов разностей фаз с дисперсией  $\sigma^2_\Psi$  и корреляционной матрицей  $\mathbf{r}_\Psi = \bar{\Psi}\bar{\Psi}^T$ , имеющей при используемой схеме измерений вид:

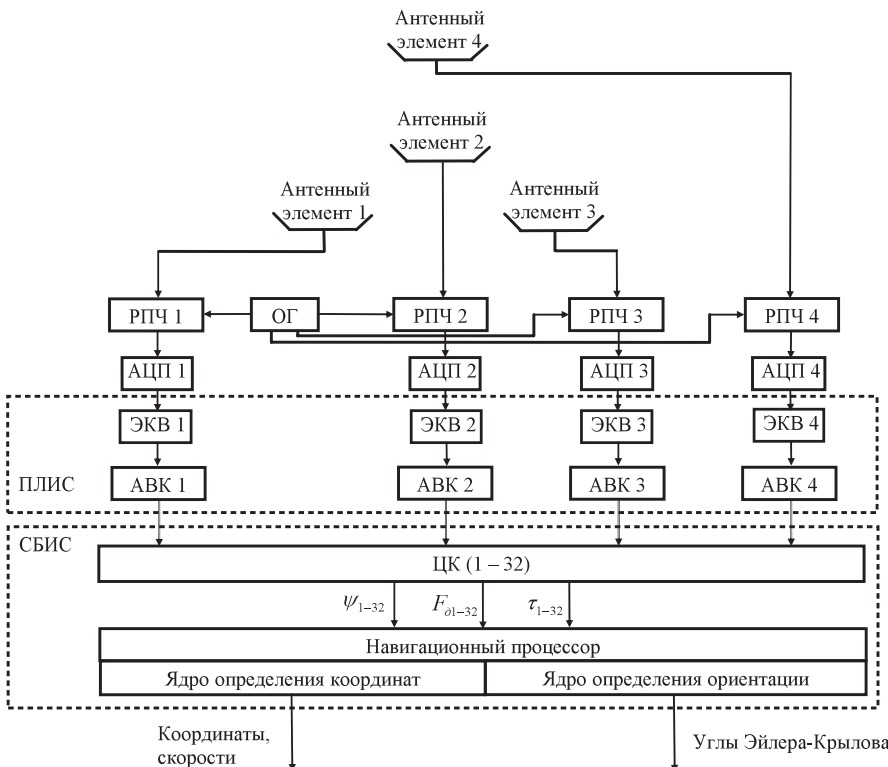


Рис. 3. Структурная схема расширенной НАП

$$\mathbf{R}_\psi = \sigma_\psi^2 \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 1 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 & 1 \end{bmatrix} & & & & & & \\ & & & 0 & & & \\ & & & & & \ddots & \\ & & & & & & \begin{bmatrix} 1 & 0,5 & 0,5 \\ 0,5 & 1 & 0,5 \\ 0,5 & 0,5 & 1 \end{bmatrix} \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$\mathbf{E}$  – инвариантная к ориентации  $NM \times 9$  матрица, вычисляемая как произведение Кронекера матрицы опорных векторов и матрицы баз  $\mathbf{E} = \mathbf{S} \otimes \mathbf{B}$ .

Уравнение наблюдения разностей частот Доплера:

$$\Omega_n = \begin{bmatrix} F_{11} \\ F_{21} \\ \vdots \\ F_{MN} \end{bmatrix} = \mathbf{E} \frac{d\mathbf{x}}{dt} + \xi_F,$$

где  $\mathbf{F} = [F_{11} \ F_{12} \dots \ F_{ij} \dots \ F_{MN}]^T$  – вектор разностей частот Доплера;  $\xi_F$  – вектор гауссовых шумов разностей частот с дисперсией  $\sigma_\psi^2$  и корреляционной матрицей.  $\mathbf{R}_F = \mathbf{F}\mathbf{F}^T$  Матрица аналогична (3) с той разницей, что  $\sigma_\psi$  заменяется на  $\sigma_F$ , где  $\sigma_F$  – СКО шумов измерения разностной частоты в полосе слежения ФАПЧ F.

Ниже приведен расчет дисперсии шумов измерения частоты и фазы, а также динамического диапазона маневра объекта, в пределах которого возможны измерения. При отношении сигнал/шум по мощности в единичной полосе по входу, равном  $q$ , дисперсия измерения разности частот –  $\sigma_F^2 = \Delta F^2 / 3q$ , а дисперсия измерения разности фаз –  $\sigma_\psi^2 = 1 / (2\pi)^2 q$ . Значения и для различных величин энергетических потенциалов (ЭП) и  $\Delta F$  сведены в таблицу 2.

**СКО ИЗМЕРЕНИЯ РАЗНОСТИ ЧАСТОТ И РАЗНОСТИ ФАЗ НА БАЗАХ ИНТЕРФЕРОМЕТРА**

	ЭП=29дБГц ΔF=5Гц	ЭП=29дБГц ΔF=10Гц	ЭП=39дБГц ΔF=5Гц	ЭП=39дБГц ΔF=10Гц	ЭП=49дБГц ΔF=5Гц	ЭП=49дБГц ΔF=10Гц
$\sigma_F$ , Гц	0,2290	0,6478	0,0724	0,2048	0,0229	0,0648
$\sigma_\psi$ , доли цикла	0,0126	0,0178	0,0040	0,0056	0,0013	0,0018

Таблица 3.

**МИНИМАЛЬНАЯ ДОПУСТИМАЯ СКОРОСТЬ ВРАЩЕНИЯ АНТЕНН ИНТЕРФЕРОМЕТРА ОТНОСИТЕЛЬНО ОПОРНОЙ АНТЕННЫ (ГРАД/С), ПРИ КОТОРОЙ ДОПЛЕРОВСКИЙ СДВИГ ЧАСТОТЫ НЕ МЕНЬШЕ ПОРОГА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЯ ЧАСТОТЫ**

	ЭП=29дБГц ΔF=5Гц	ЭП=29дБГц ΔF=10Гц	ЭП=39дБГц ΔF=5Гц	ЭП=39дБГц ΔF=10Гц	ЭП=49дБГц ΔF=5Гц	ЭП=49дБГц ΔF=10Гц
$l=0,17м$	14,45	40,89	4,57	12,93	1,44	4,09

За порог чувствительности доплеровского канала приемника<sup>2</sup> выберем вышеопределенную погрешность измерения частоты. Чем больше эта погрешность, тем большую угловую динамику должно иметь ВС для того, чтобы доплеровский фильтр

реально работал. Если базу интерферометра вращать вокруг опорной антенны в одной плоскости с НКА, плечо вращения  $l$ , то с учетом известного соотношения для частоты Доплера  $F = \frac{V_r \cdot F_{нec}}{c}$ , где  $F_{нec}$  – несущая частота сигнала НКА, условно равна 1602 МГц,  $c$  – скорость света. Тогда зная, что  $\Omega = \frac{V_r}{l}$ , получим  $\Omega_{min} = \frac{F \cdot c}{l \cdot F_{нec}}$ , в качестве  $F$  подставим сюда порог чувствительности доплеровского канала приемника, равный  $\sigma_F$ . Значения  $\Omega_{min}$  для различных ЭП,  $F$  и  $l$  сведены в таблицу 3.

В таблице 3  $l = 0,17м$  соответствует компактной АР с диаметром 0,2м.

Уравнения расширенного комплексного ФК, разработанного для оценивания вектора параметров ориентации  $\mathbf{x} = [h \ r \ p]^T$  при наблюдении разностей фаз и частот, приведены в [8]. Фильтруется вектор состояния системы  $\mathbf{X} = [h \ r \ p \ h' \ r' \ p']^T$ , где  $h' = dh/dt$ ,  $r' = dr/dt$ ,  $p' = dp/dt$  – скорости изменения параметров ориентации; В обновляющем процессе ФК для наблюдения фаз используется оценка ВН от ФК для наблюдения частот:

$$\hat{\mathbf{n}}(\mathbf{k}) = \mathbf{J}\mathbf{E}\mathbf{a}(\hat{\mathbf{x}}_{F1}, \hat{\mathbf{x}}_{F2}, \hat{\mathbf{x}}_{F3}), \quad (8)$$

где  $\mathbf{J}$  – знак выделения целой части,  $\hat{\mathbf{x}}_{F1}, \hat{\mathbf{x}}_{F2}, \hat{\mathbf{x}}_{F3}$  – оценки первых 3-х компонент вектора  $\mathbf{X}$ , полученные с помощью доплеровского фильтра. Использована модель с экспоненциально коррелированной скоростью изменения параметров ориентации<sup>3</sup>,  $\sigma_v = \Omega_{min}$ . Будем считать, что на границах переходов элементов вектора истинных значений фаз  $\Psi_0(k)$  через зону однозначности возможны аномальные оценки ВН не только из-за погрешностей доплеровского фильтра, но и в силу специфики операции

Таблица 2.

<sup>2</sup> Предполагается, что дискретность измерения частоты много меньше полной погрешности.

<sup>3</sup> Данная модель описывает сложную летную ситуацию раскачивания ВС с возрастающей амплитудой и соответственно дает заниженные по точности оценки ориентации расширенным фильтром Калмана относительно моделей с более простой динамикой

фаз  $\varphi_i(k)$  из-за влияния шумов несколько (не более чем на  $\Delta\varphi < 1/2$  цикла) меньше истинного значения  $\varphi_{oi}(k) = 1$ . При диапазоне изменения  $\varphi_i(k)$  (0, 1) это означает, что фактически  $\psi_i(k) = n_{oi}(k) - 1 + \varphi_i(k)$ , т.е.  $\psi_i = n_{oi} - 1$ , а отклонение полной фазы от истинного значения равно  $\Delta\psi_i$ . Следовательно, подставляя в (8) в качестве восстановленной фазы  $\varphi_i(k) + \hat{n}_i(k)$ , будем иметь истинное значение  $\psi_i = \varphi_i(k) + \hat{n}_i(k) = n_{oi}$ , но погрешность восстановленной полной наблюдаемой фазы  $\Delta\psi_i < 0,5 < \Delta\psi_{i\text{исост}}$ .

Поэтому будем использовать в (8) не оценку ВН  $\hat{n}_i(k)$ , а оценку  $\check{n}_i(k)$ , уточненную по принципу максимального приближения восстановленной полной фазы к пересчитанной полной фазе доплеровского фильтра:

$$\varphi_i(k) + \check{n}_i(k) - [\mathbf{E}\hat{\mathbf{a}}(k)]_i = \min_{\check{n}_i} \Rightarrow \check{n}_i(k) = [\mathbf{E}\hat{\mathbf{a}}(k)]_i - \varphi_i(k), i=1...MN, \quad (9)$$

где  $[\mathbf{E}\hat{\mathbf{a}}(k)]_i$  – пересчитанный в  $i$ -й элемент вектора полных фаз оценка ориентации от доплеровского фильтра.

Отметим, что отклонение  $\Delta_n$  оценки ВН  $\check{n}_i(k)$  от  $n_{oi}$  в среднем меньше отклонения оценки. Этот факт объясняется некоррелированностью оценок фазы и частоты в один и тот же момент времени, благодаря чему вероятны разнополярные отклонения  $\varphi_i(k)$  и дробной части  $[\mathbf{E}\hat{\mathbf{a}}(k)]_i$  от истинного значения, при которых ошибка определения ВН в (9) может скомпенсироваться, при однополярных же отклонениях и больших разнополярных ошибках ВН не увеличивается.

Для уменьшения ошибки оценки ВН при снижении угловой динамики баз интерферометра следует производить дополнительный ограниченный перебор элементов ВН  $\check{n}_i(k)$  в процедуре обратного расчета матрицы баз. При сравнении рассчитанной матрицы баз  $\mathbf{V}_b(k)$  с истинной  $\mathbf{V}$  принимается решение о переборе ВН ( $\check{n}_i(k) = \check{n}_i(k) \pm 1$ ) или оставлении ВН без изменения. Матрица  $\mathbf{V}_b(k)$  определяется следующим образом:

$$\mathbf{V}_b(k) = \Psi(k) [\mathbf{S}^T]^{-1} \mathbf{A}_B^{-1}(k) = \Psi(k) [\mathbf{S}^{-1}]^T \mathbf{T}_B(k),$$

где –  $M \times N$  матрица оценок нормированных полных фаз с элементами  $\psi_{ij}$ .

Если  $\Delta_\epsilon = \sum_{i=1}^M |l_{bvi} - l_{bi}| \geq 1/2N, i... MN$ , где  $l_{bi}, l_{bvi}$  – элементы истинной и восстановленной матриц баз, то имеет место ошибка больше, чем в половину целой части фазы хотя бы в одном компоненте вектора фаз, которую устранил операция ограниченного перебора, в которой определяется  $\check{n}_i(k) \Rightarrow \Delta_\epsilon = \min_{\check{n}_i=0,\pm 1}$ .

Если чувствительность измерителя частоты Доплера соответствует заданной динамике ориентации (см. таблицу 2), перебор ограничивается 3-я значениями ВН:  $\check{n}_i(k) = \check{n}_i(k), \check{n}_i(k) = \check{n}_i(k) + 1$  и  $\check{n}_i(k) = \check{n}_i(k) - 1$ .

## СИСТЕМА ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Комплексный фильтр (ядро оценки ориентации) реализуется на СБИС совместно с корреляторами и ядром определения координат. В СБИС ЦКП32–035 эмулировано ядро процессора ARM7, в котором собственно и производится определение координат и ориентации. Структурная схема комплексного фильтра (ядра определения ориентации) изображена на рис. 4.

Комплексный фильтр состоит из 3-х ФК: основного ФК для разностей фаз, ФК для разностей частот Доплера и дублирующего ФК для разностей фаз.

Требуется пояснения ряд моментов работы комплексного фильтра.

Если НКА в составе рабочего созвездия из  $N$  НКА до текущего шага фильтрации не выходили из радиовидимости, то параметры дублирующего фильтра устанавливаются равными параметрам основного фильтра. Критерий состава рабочего созвездия следующий. Все НКА выбираются по признаку минимума суммы квадратов оцененных в ССК направляющих косинусов из строк матрицы  $\hat{\mathbf{S}}$ , т.е. наименьших значений параболоидов  $Z_i = S_{ix}^2 + S_{iy}^2 = \min_i$ ,  $i$  – номера НКА над плоскостью AP BC ( $1 \leq i \leq N$ ), что гарантирует минимальные погрешности измерения фаз. В процессе работы выходящие из поля радиовидимости AP НКА заменяются лучшими НКА, которым соответствуют наименьшие значения  $Z_i$  среди еще не вошедших в рабочее созвездие НКА.

При выходе НКА <sub>$i$</sub>  из видимости до введения схемой выбора рабочего созвездия нового НКА в дублирующем ФК используется дублирование пропавшего НКА <sub>$i$</sub>  лучшим из оставшихся в рабочем созвездии НКА <sub>$j$</sub>  ( $1 \leq j \leq N$ ). Матрица предвычисленных направляющих косинусов дублирующего ФК приобретает следующий вид:

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ \dots & \dots & \dots \\ S_{j1} & S_{j2} & S_{j3} \\ S_{j1} & S_{j2} & S_{j3} \\ \dots & \dots & \dots \\ S_{N1} & S_{N2} & S_{N3} \end{bmatrix},$$

причем в матрице  $\mathbf{S}$  дублируются соответствующие строки, а в матрице наблюдаемых фаз  $\Psi$  – столбцы. В основном ФК для фаз матрицы  $\mathbf{S}$  и  $\Psi$  обновляются данными лучшего из видимых НКА, который и вводится в рабочее созвездие.

Основной ФК использует оценку ВН от частотного ФК. Для уменьшения влияния ошибок оценки ВН при изменении созвездия сравниваются оценки ориентации основного и дублирующих фильтров, и, если они различаются на величину, не превышающую установленный порог, за окончательную оценку ВН принимается результат основного фильтра, а параметры

дублирующего устанавливаются равными параметрам основного фильтра. Таким образом, новый НКА окончательно вводится в рабочее созвездие.

Пока новый НКА не введен в рабочее созвездие, используется оценка ориентации  $\hat{x}_d = [h \ r \ p]^T$  от дублирующего фильтра, причем если упомянутый порог превышался менее 4-х раз подряд, то используется только экстраполированная оценка из дублирующего фильтра, иначе – обычная оценка из дублирующего фильтра.

Основные характеристики ядра ARM7:

- 32-разрядный RISC процессор (32-разрядные шины данных и адреса) с производительностью 17 MIPS при тактовой частоте 25 МГц (пиковая производительность 25 MIPS).
- Напряжение питания 3,3 и 5 В.
- Малое потребление 0,6 мА/МГц, при изготовлении по CMOS технологии с топологическими нормами 0,8 мкм.

Динамика изменения ориентации соответствует для выбранных значений ЭП и  $\Delta F$  минимальным значениям (таблицу 2), при которых функционирует ФК, наблюдающий частоты Доплера. Шаг по времени при  $\Delta F = 5$  Гц составляет 0,2 с. Используются двойные разности фаз, для которых матрица  $R_\psi$  (3) удваивается. Ненадежными считаются оценки, отклонения которых от истинного значения превышают 3 СКО закона распределения оценки. Под средней суммарной ошибкой подразумевают усредненную по количеству испытаний суммарную погрешность оценки ВН по всем антенным базам AP.

Предполагается, что инициализация системы обеспечена, т.е. начальные состояния фильтров соответствуют истинной ориентации (ВС на рулежной дорожке).

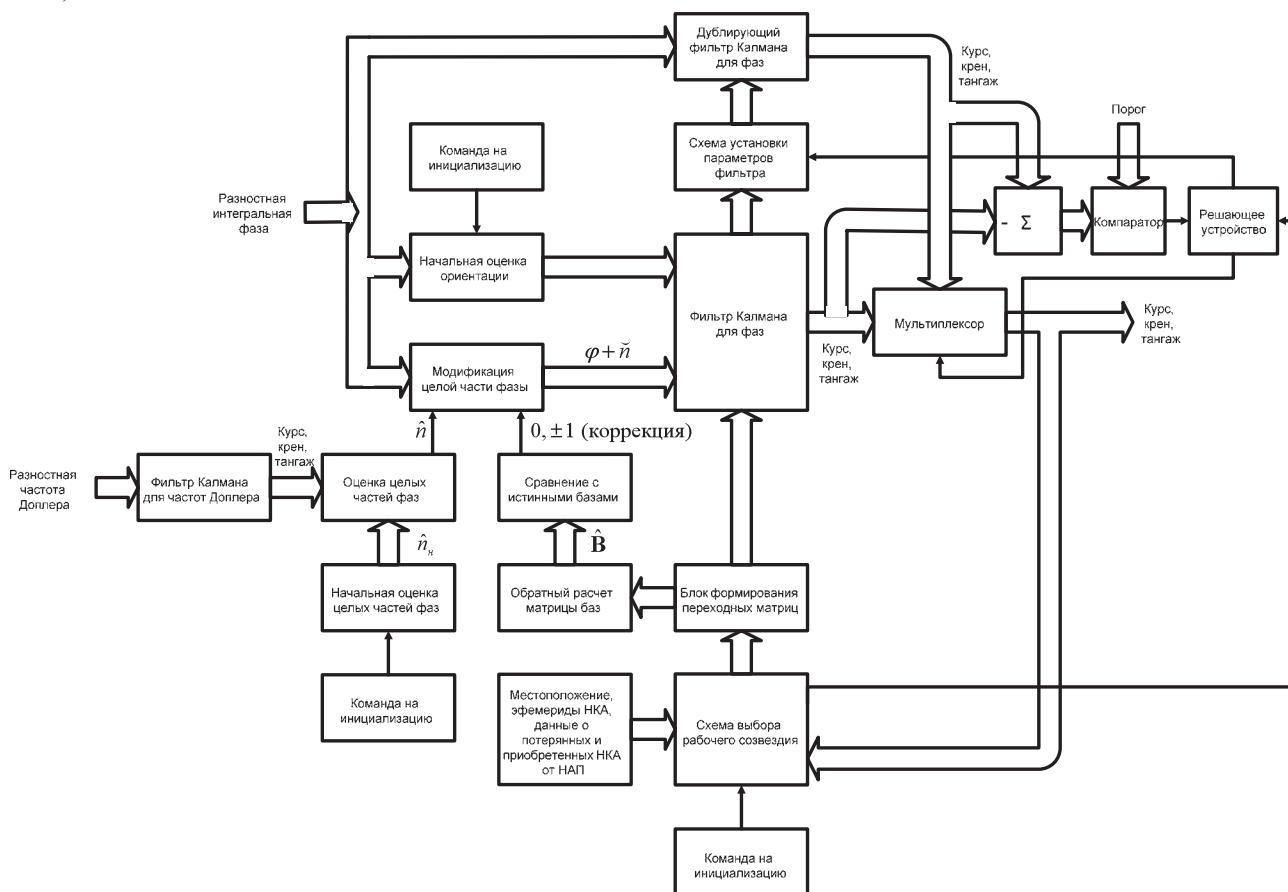


Рис. 4. Структурная схема ядра определения ориентации

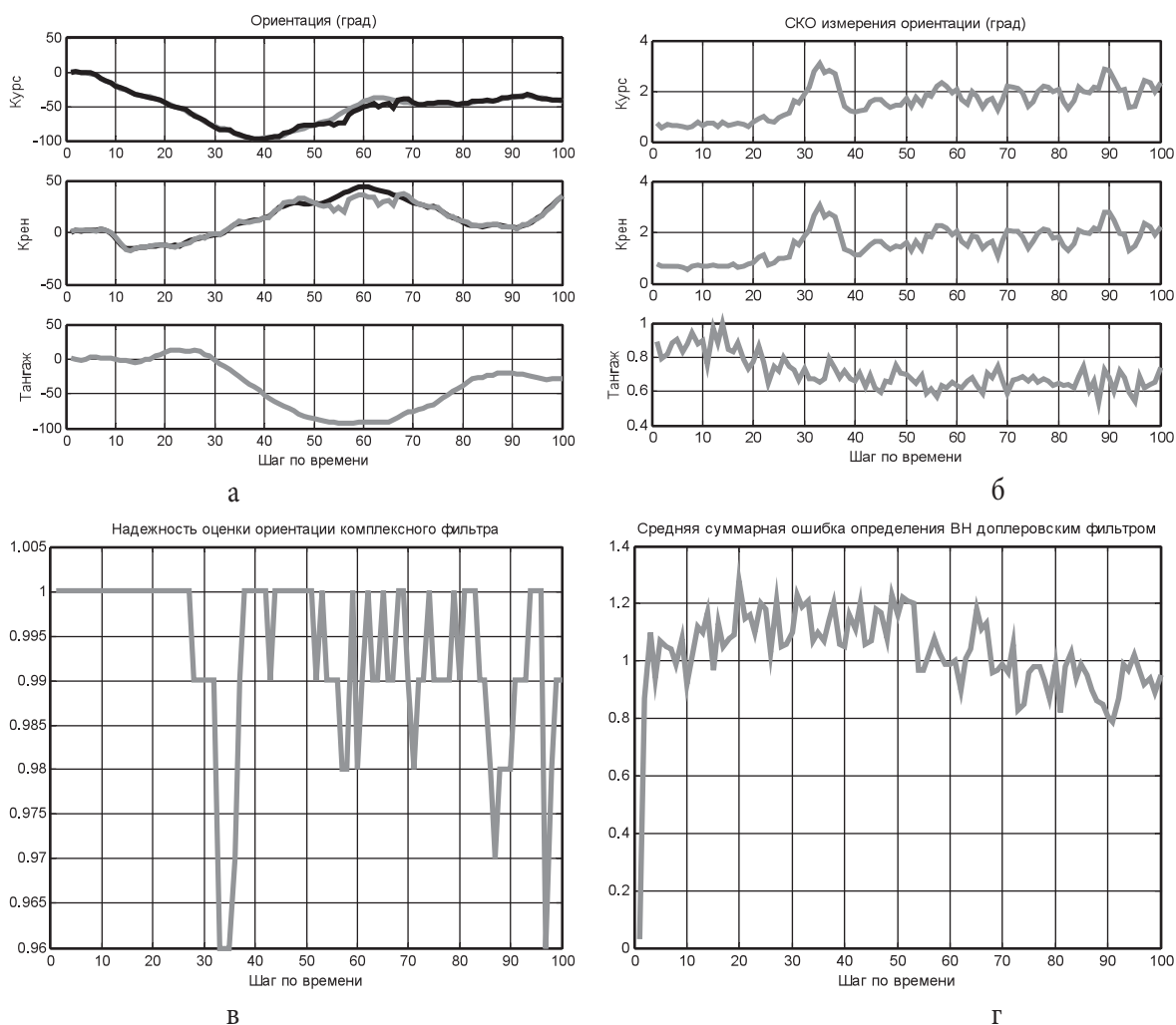
### ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРИЕНТАЦИИ

Вследствие высокой сложности модели оценка точности доступна численными методами (моделирования) на примерах.

На рис. 5 – 7 приведены результаты моделирования – примеры траектории, графики рассеяния и надежности оценивания ориентации по 100 испытаниям при раскрыве AP 0,2 м (рис. 2).

### ВЫВОДЫ

- Обоснована возможность измерения ориентации маневрирующего ВС по однозначным оценкам разностей доплеровских сдвигов несущих частот НКА и неоднозначным оценкам разностей фаз на компактной AP с раскрывом 0,2 м.
- Традиционная переборная процедура оценки ВН по максимуму правдоподобия не применяется, поэтому алгоритм определения ориентации



Соответствует ситуации  $M = 3$ ,  $N = 6$ , СКО скорости изменения траектории  $14,45$  град/с, для всех НКА ЭП =  $29$  дБГц, темп выдачи данных  $5$  Гц;

а) траектория ориентации (град.);

б) СКО оценки ориентации (град.);

в) надежность оценки ориентации;

г) средняя суммарная ошибка оценки ВН доплеровским фильтром (равна 1, если один элемент ВН оценен с ошибкой в 1 период).

С 30-го по 100-й шаг фильтрации рабочее созвездие оперативно изменяется.

Рис. 5. Результаты моделирования

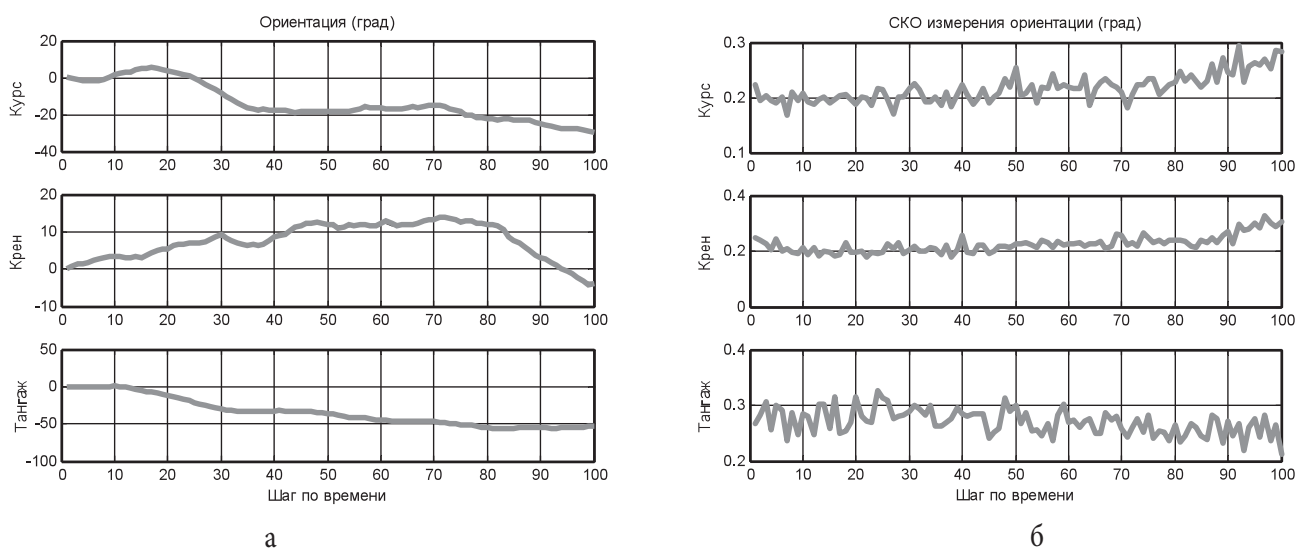
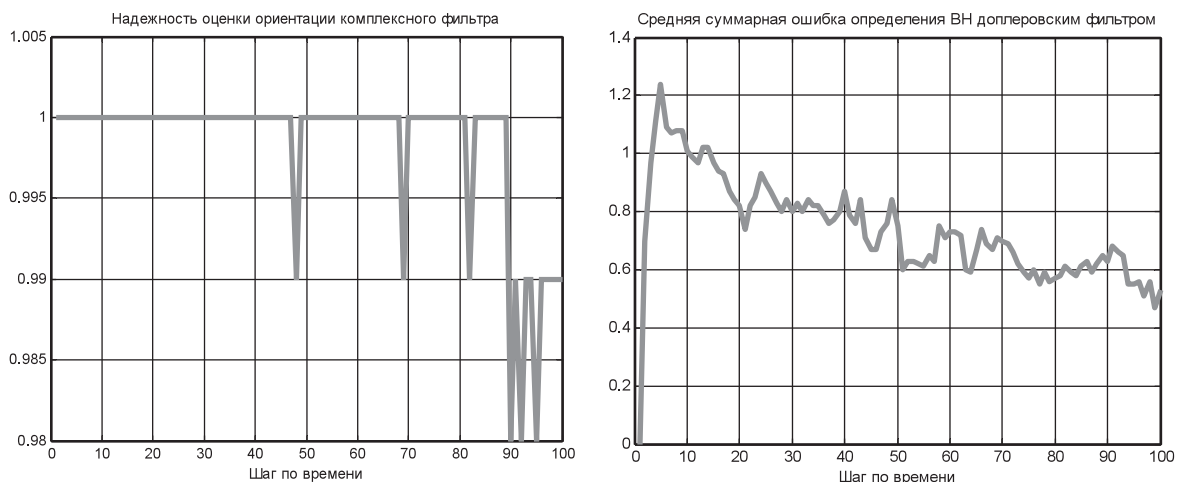


Рис. 6. Результаты моделирования



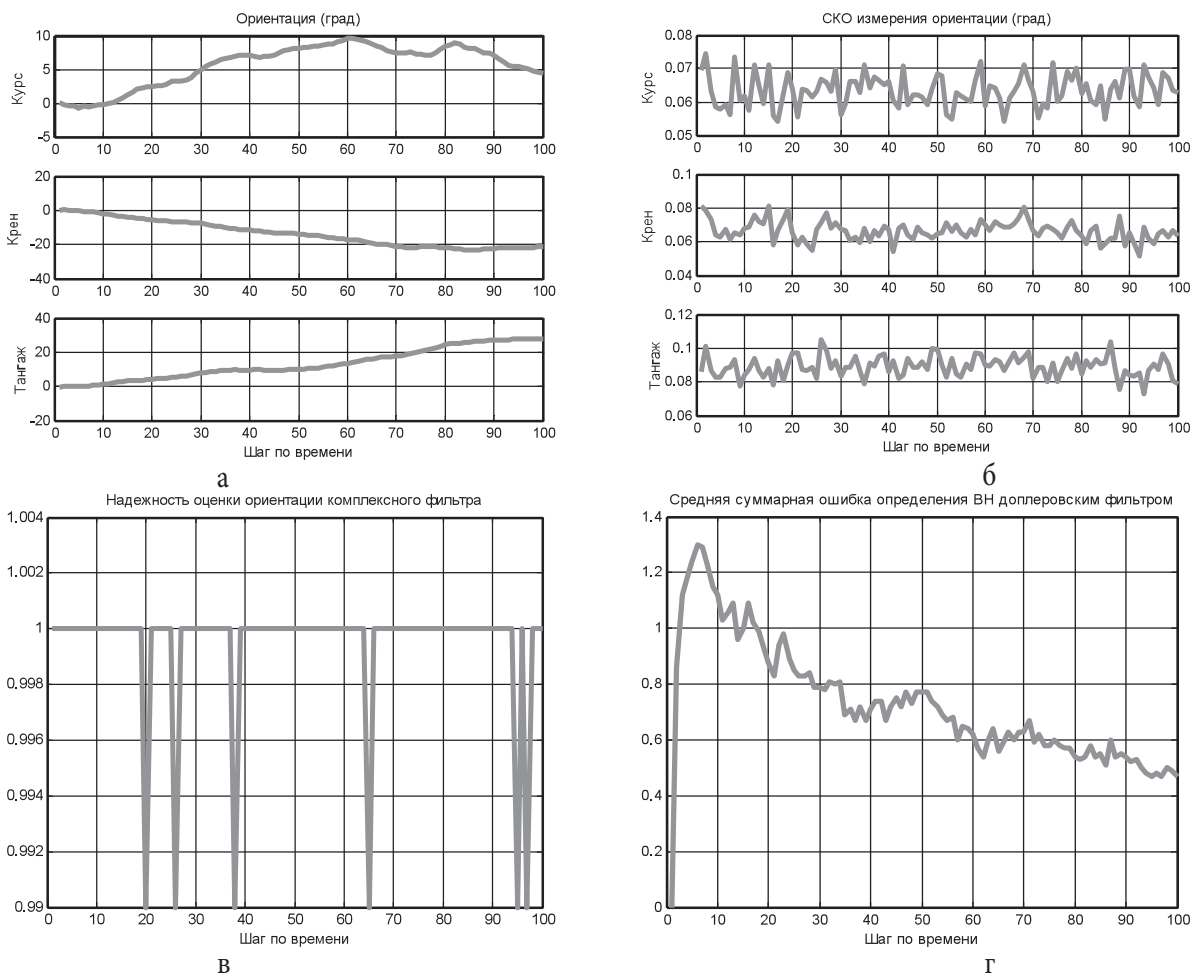


В

Г

Соответствует ситуации  $M = 3$ ,  $N = 6$ , СКО скорости изменения траектории 4,57 град/с, для всех НКА ЭП = 39 дБГц, темп выдачи данных 5 Гц; а) траектория ориентации (град.); б) СКО оценки ориентации (град.); в) надежность оценки ориентации; г) средняя суммарная ошибка оценки ВН доплеровским фильтром. На шагах фильтрации 48, 69, 82 и 90 – 100 происходят выходы спутников из рабочего созвездия с его последующей перестройкой.

Рис. 6. Результаты моделирования



В

Г

Соответствует ситуации  $M = 3$ ,  $N = 6$ , СКО скорости изменения траектории 1,44 град/с, ЭП = 49 дБГц, темп выдачи данных 5 Гц; а) траектория ориентации; б) СКО оценки ориентации (град.); в) надежность оценки ориентации; г) средняя суммарная ошибка оценки ВН доплеровским фильтром. На шагах фильтрации 20, 26, 38, 64, 95, 97 оперативно изменяется рабочее созвездие НКА.

Рис. 7. Результаты моделирования

- возможно реализовать на процессоре средней производительности (17 MIPS).
- Надежность оценивания ориентации практически равна 1, погрешности составляют 0,05...2 град.
  - Описанную компактную АР можно применять при средних и малых значениях темпа выдачи информации (не более 5 Гц), средних и больших значениях ЭП НКА (более 39 дБГц).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Фомичев А. Российская интегрированная лазерно-спутниковая навигационная система //Мир связи. Connect! 1998, № 2.
2. Основные технические материалы. Пассажирский самолет ТУ-204-300 /www.aviastar-sp.ru/aviastar\_ru/aircraft/tu204300/tu204300.htm
3. Baumker M., Hullenkremmer M., Lehmann A. Integration of a Fibre Optical Gyro Attitude and Heading Reference System with Differential GPS //2nd International Conference on Gyroscopic Technology and Navigation. St. Petersburg, 22 – 24, May 1995.
4. Немов А. В. Возможности двухсистемного датчика ориентации летательных аппаратов //Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика, 2001, № 10. С. 58 – 61.
4. Слюсар В. Цифровые антенные решетки для решения задач GPS/ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, технология, Бизнес. 2009, № 1. С. 74 – 78.
5. Мищенко И. Н. и др. Использование системы НАВСТАР для определения угловой ориентации объектов //Зарубежная радиоэлектроника, 1989, № 1. С. 46 – 54.
6. Казаринов Ю. М., Немов А. В., Никехин А. А. Измерение ориентации динамичных платформ по спутниковым радионавигационным системам 2-го поколения //Оборонная техника. 1998, № 6, 7. С. 31 – 35.
7. Немов А. В., Кирсанов И. Ю. Частотно-фазовый метод определения трехмерной ориентации динамичных пользователей GPS и ГЛОНАСС //Известия вузов России. Радиоэлектроника, 1998, вып. 2. С. 89 – 100.



# НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ В АВИАЦИОННОМ ПРИЕМОИНДИКАТОРЕ И ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

И. Е. Кинкулькин<sup>1</sup>

*В статье рассматриваются некоторые вопросы определения угловых параметров авиационными приемоиндикаторами (АПИ) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Основная цель статьи: предоставление информации специалистам, принимающим решение относительно того, каким требованиям должен отвечать АПИ ГНСС, используемый на летательных аппаратах различного типа*

## SOME ASPECTS OF DETERMINING ANGULAR PARAMETERS IN AIRCRAFT RECEIVER AND EVALUATION OF MEASUREMENT ACCURACY

I. E. Kinkulkin

*The paper considers some aspects of determining angular parameters by aircraft GNSS receivers. The paper is aimed at presenting the information to specialists that are responsible for decision-making in the area of requirements that a GNSS receiver used on various types of a/c must meet*

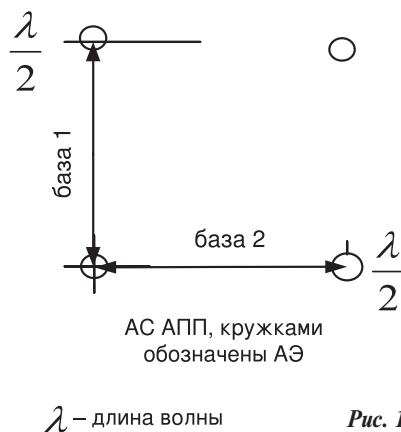
### 1. Введение

Возможность определения угловых параметров (УП) по сигналам космических аппаратов (КА) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) была известна с самого начала развития ГНСС (70-е гг. XX века). Однако только в последнее десятилетие, благодаря появлению новых радиоэлектронных технологий, стало возможным создание авиационных приемоиндикаторов (АПИ), обеспечивающих определение УП без существенного увеличения их стоимости.

Опыт последних разработок показал, что в отличие от широко распространенного мнения, антенный подавитель помех (АПП) является функционально простым, недорогим и компактным устройством, встраиваемым в основной блок АПИ. Поэтому следует ожидать, что он в ближайшее время получит очень широкое, может быть, всеобщее распространение. При этом, стало очевидным, что аппаратная часть АПП без усложнений и дополнений может быть применена для определения УП.

### 2. Использование антенной системы подавителя помех для определения угловых параметров летательного аппарата

Антенно-фидерная система и тракты усиления сигнала АПП АПИ летательного аппарата (ЛА) полностью отвечают требованиям определения УП. Действительно, длины баз антенной системы (АС), которая может быть использована для определения УП, не превышают  $\frac{1}{2}$  длины волны. Поэтому



выполняется важнейшее требование однозначного измерения разностей фаз. На рис. 1 схематически показан один из вариантов антенной системы АПП, где кружками обозначены антенные элементы (АЭ) АС.

Для определения УП в АПИ должны быть решены следующие проблемы.

Проблема измерения разностей фаз — основная проблема определения УП. Результат измерения разности фаз сигналов, принимаемых от различных антенных элементов, не должен зависеть от качества сопровождения по несущей сигнала, от проскоков циклов. Оценка разности фаз должна быть несмещенной. На процесс измерений не должна влиять передача цифровой информации. Влияние компоненты шум-шум должно быть пренебрежимо малым.

Методы измерения разности фаз, отвечающие этим требованиям, известны и апробированы. При выполнении этих требований среднеквадратическую ошибку (СКО) оценки разности фаз  $ско_{PH}$ , выраженную в долях фазового цикла, можно вычислить по формуле:

$$ско_{PH} = \frac{10^{-Q/20}}{2\pi\sqrt{T}}, \quad (1)$$

Здесь  $Q$  — отношение сигнала к шуму в дБ, Гц,

$T$  — время оценки в секундах. Это соотношение используется при моделировании.

**Алгоритм определения угловых параметров.** В измерителе УП может быть использовано несколько

<sup>1</sup> И.Е. Кинкулькин - к.т.н., главный конструктор ОАО МКБ "КОМПАС".

антенных баз. Для определения истинного курса и траекторного угла достаточно одной базы, расположенной в плоскости симметрии ЛА. Алгоритм тривиален. Для определения всех угловых параметров требуется минимально две базы. Алгоритмов вычисления угловых параметров по измеренным разностям фаз предложено много. По нашему мнению, самым эффективным (обеспечивающим минимальный геометрический фактор, понимаемый как отношение СКО оценки УП к СКО оценки разности фаз), а также наиболее простым в реализации и наиболее универсальным является следующий:

- по измеренным разностям фаз определяется положение баз в системе координат (СК), связанной с Землей;
- координаты баз в СК объекта известны;
- связь между положением баз в СК, связанной с Землей и в СК объекта определяется матрицей Эйлера-Крылова, которая вычисляется непосредственно;
- элементы вычисленной матрицы Эйлера-Крылова используются для вычисления угловых параметров [1,2].

Этот алгоритм применен при моделировании в настоящей статье.

При этом было установлено, что оценка УП является несмещенной. Поэтому математическое ожидание (МО) определяемых параметров не зависит от состояния орбитальной группировки. Минимальное число сигналов ГНСС – три. Дисперсия оценки УП тем меньше, чем больше сигналов КА ГНСС используется.

**Устранение многозначности фазовых измерений.** Автор в течение 40 лет работал в области разработки фазовых систем. Опыт работы убеждает, что неправильное устранение многозначности (УМ), даже если вероятность его ничтожна, недопустимо. Летчик (штурман) не будет доверять такой аппаратуре, которая, будучи исправна, может выдать катастрофическую ошибку.

Существует несколько методов УМ [3]:

- применение баз, длины которых не превосходит 0,5 длины волны;
- применение нескольких частот (например, L2 и L3 в ГЛОНАСС); в этом случае длина базы может быть выбрана так, что она не должна превосходить  $\frac{1}{2}$  длины волны, соответствующей разностной частоте (например, разности частот L2 и L1 ГЛОНАСС соответствуют примерно 0,42 м, разности частот L2 и L3 – примерно 3,5 м);
- применение старейшего метода с использованием баз различной длины (короткой и длинной) [3,4].

**Аппаратные погрешности и их частичное устранение.** Имеются несколько источников аппаратных погрешностей на ЛА:

- 1) погрешности неточного измерения разности фаз, вызванные разными фазовыми сдвигами в антенно-фидерной системе, и разными фазовыми сдвигами в приемниках;

- 2) влияние неточного знания координат фазовых центров излучения АЭ в объектовой СК.

В последнем случае следует различать два источника неточного знания координат фазовых центров:

- 1) конструктивные допуски на изготовление и размещение антенных элементов;
- 2) зависимость фазовых центров излучения от азимута и угла возвышения КА ГНСС;
- 3) электромагнитные связи между антенными элементами;
- 4) отражения от вертикальных частей хвостового оперения ЛА.

Погрешности, вызванные шумами измерений, как будет показано ниже, много меньше, чем погрешности, вызванные радиофизическими факторами и производственными допусками.

Многими авторами были предложены методы уменьшения погрешностей измерений путем калибровки аппаратуры. Некоторые из них были нами проверены. Однако мы пессимистически оцениваем возможность в условиях серийного производства значительной компенсации погрешностей, особенно тех, которые вызваны неконтролируемым смещением фазовых центров и электромагнитными связями между АЭ.

При моделировании мы исходили из следующего:

- среднеквадратическое значение остаточной ошибки фазовых измерений: 0,5 град. фазы;
- среднеквадратическое значение остаточной ошибки определения координат фазовых центров, вызванных размещением антенных элементов и производственными допусками при их изготовлении, 0,25 мм;
- среднеквадратическое значение смещения (относительное расхождение для разных АЭ) координат фазовых центров в зависимости от азимута и угла возвышения КА ГНСС: 0,5...2,5 мм.

Это главный источник погрешностей при измерении УП на ЛА. Его устранение требует проведение трудоемких и дорогостоящих работ с имитатором сигнала в безэховых камерах, которые обычно отсутствуют в производственных цехах заводов.

Влияние всех радиофизических факторов может быть сведено к эффекту смещения координат фазовых центров. При моделировании было принято, что к каждой из трех координат фазового центра каждого АЭ прибавляется гауссова случайная величина с определенным среднеквадратическим отклонением (СКО).

### 3. Точность определения УП ЛА с антенной системой подавителя помех

Методом Монте-Карло было выполнено моделирование с целью определения точности УП. Результаты даны в таблицах 1 и 2. В таблице 1 приведены зависимости погрешностей измерения в градусах от среднеквадратического значения изменений координат фазовых центров в миллиметрах. Число принимаемых КА было принято равным 8. Угол маски 5°.

Таблица 1.

**ЗАВИСИМОСТИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ**

СКО координат фазовых центров в мм		0	0,5	1,0	1,5
Погрешности измерения в градусах ( $1\sigma$ )	по курсу	0	0,206	0,532	0,824
	по тангажу	0	0,272	0,543	0,722
	по крену	0	0,306	0,509	0,832

Второй источник погрешностей – это шумы измерений. В таблице 2 приведены среднеквадратичские значения погрешностей, вызванных шумами измерений, в зависимости от отношения сигнала к шуму  $Q$  (время оценки  $T=1$  с).

Таблица 2.

**СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ, ВЫЗВАННЫЕ ШУМАМИ ИЗМЕРЕНИЙ**

Отношения сигнала к шуму в дБ_Гц		44	36	27
Погрешности измерения в градусах ( $1\sigma$ ) при 6 КА	по курсу	0,066	0,226	0,566
	по тангажу	0,065	0,120	0,415
	по крену	0,064	0,117	0,417
Погрешности измерения в градусах ( $1\sigma$ ) при 12 КА	по курсу	0,058	0,124	0,335
	по тангажу	0,030	0,096	0,285
	по крену	0,031	0,098	0,275

Таким образом, при обычных отношениях сигнала к шуму ( $Q \geq 36$  дБ\_Гц) СКО определения УП, вызванные шумами измерений, будут порядка 0,1 градуса, т.е. много меньше погрешностей, вызванных неточным знанием координат фазовых центров излучения АЭ.

Итак, установлено, что реальная точность измерителя УП будет порядка 1 градуса, т.е. его точность будет того же порядка, что и точность некоторых существующих средств определения УП. Поэтому, такой навигационный прибор вряд ли целесообразно применять для определения УП ЛА.

Высокую точность определения УП можно получить только при увеличении длин баз. Вопрос об использовании антенно-фидерной системы подавителя помех в случае работы с удлиненными базами будет рассмотрен далее.

**4. Об одном важном применении короткобазисной системы подавителя помех**

Специалисты в области радиоэлектронной борьбы высказывают мнение, что наиболее опасными являются имитационные помехи. Имитационная помеха может являться точной копией сигналов, излучаемых НС. Таких помех может быть множество. Учитывая, что мощность полезного сигнала очень мала, имитационная помеха должна иметь сопоставимую с сигналом мощность, и поэтому ее создание представляет собой простую техническую задачу. Противодействие помехам имитационного типа требует выполнения в АП анализа принимаемых сигналов в части

принадлежности их к множеству сигналов ГНСС и отбраковки ложных сигналов. При этом крайне желательным было бы проводить эту отбраковку непосредственно в процессе поиска сигналов.

Так как сигнал имитационной помехи может быть идентичным полезному сигналу, то его единственное отличие от последнего – место излучения. Этот сигнал не излучается в космосе, а излучается с земной поверхности или на относительно небольшой высоте над землей. Азимут точки излучения и угол ее возвышения практически никогда не будут совпадать с азимутом и углом возвышения КА ГНСС, значение которых с высокой точностью вычисляются в АП всех типов по данным альманаха.

Азимут и угол возвышения источника имитационной помехи может быть определен, если известны приблизительные значения УП ЛА. Алгоритм определения азимута и угла возвышения источника сигнала с помощью короткобазисной антенной системы подавителя помех представляет собой элементарную задачу (решение системы из двух уравнений с двумя неизвестными). При этом в режиме поиска требуются только три канала коррелятора, и для идентификации азимута и угла возвышения источника сигнала требуется время оценки, не превышающее  $T=0,1$  с, что практически не увеличивает времени поиска.

Как будет показано, точность определения азимута высокая. Точность оценки угла возвышения при его малых значениях сильно зависит от неточного знания координат фазовых центров излучения. При этом на погрешность оценки угла возвышения при его малых значениях и в том случае, если источник излучения расположен на меньших высотах, чем ЛА, сильное влияние оказывает металлическая поверхность корпуса ЛА. В таблице 3 приведены СКО определения азимута и угла возвышения источника сигнала при  $T=0,1$  с и угле возвышения  $15^\circ$  в зависимости от среднеквадратичной ошибки априорного знания координат фазовых центров в миллиметрах.

Таблица 3.

**СКО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗИМУТА И УГЛА ВОЗВЫШЕНИЯ ИСТОЧНИКА СИГНАЛА**

СКО априорного знания координат фазовых центров в мм		0	0,5	1,0	1,5
Погрешности измерения в градусах ( $1\sigma$ )	по курсу	0	0,33	0,65	0,966
	по углу возвышения	0	1,25	2,64	4,21

Таблица 4.

**СКО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗИМУТА И УГЛА ВОЗВЫШЕНИЯ ИСТОЧНИКА СИГНАЛА**

Отношения сигнала к шуму в дБ_Гц		44	36	27
Погрешности измерения в градусах ( $1\sigma$ )	по курсу	0,277	0,698	1,95
	по углу возвышения	1,03	2,82	7,70

Таблица 6.

СКО ОПРЕДЕЛЕНИЯ УП ПРИ T=1 с

Отношения сигнала к шуму в дБ_Гц		44	36	27
Погрешности измерения в градусах ( $\sigma$ ) при 6 КА	по курсу	$1,410 \times 10^{-2}$	$3,790 \times 10^{-2}$	$1,124 \times 10^{-1}$
	по тангажу	$7,691 \times 10^{-3}$	$1,921 \times 10^{-2}$	$5,673 \times 10^{-2}$
Погрешности измерения в градусах ( $\sigma$ ) при 12 КА	по курсу	$1,116 \times 10^{-2}$	$2,543 \times 10^{-2}$	$7,055 \times 10^{-2}$
	по тангажу	$7,155 \times 10^{-3}$	$1,792 \times 10^{-2}$	$5,439 \times 10^{-2}$
	по крену	$4,586 \times 10^{-3}$	$1,163 \times 10^{-2}$	$3,437 \times 10^{-2}$
	по крену	$5,680 \times 10^{-3}$	$1,472 \times 10^{-2}$	$4,066 \times 10^{-2}$

В таблице 4 приведены СКО определения азимута и угла возвышения источника сигнала при T=0,1 с и угле возвышения 15° в зависимости от отношения сигнала к помехе.

**5. Определение угловых параметров с повышенной точностью**

Для определения угловых параметров с повышенной точностью необходимо увеличить длину баз. При рассмотрении указанного вопроса будем по-прежнему исходить из того положения, что на ЛА установлен антенный подавитель помех, который содержит все необходимые компоненты для оценки УП.

Для определения УП с повышенной точностью дополним антенно-фидерную систему АПП двумя АЭ (рис. 2).

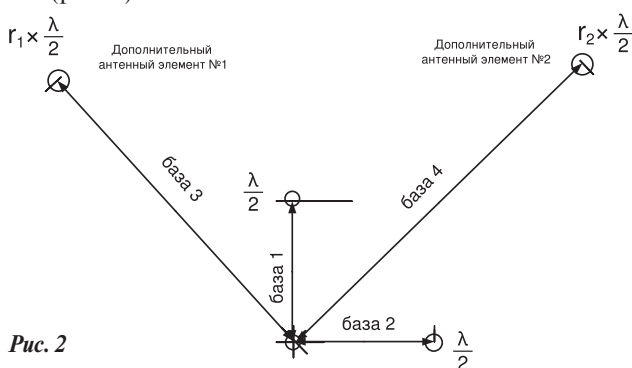


Рис. 2

Эти АЭ можно располагать произвольным образом, однако желательно, чтобы угол между двумя дополнительными базами находился в пределах 60...120°. Длины баз характеризуются множителями  $r_1$  и  $r_2$ . При моделировании использовались значения  $r_1$  и  $r_2$ , не превышающие 10...12.

Таблица 5.

Зависимости погрешности измерения УП

СКО координат фазовых центров в мм		0	0,5	1	2
Погрешности измерения в градусах ( $\sigma$ )	по курсу	0	0,0401	0,0795	0,155
	по тангажу	0	0,0401	0,0791	0,152
	по крену	0	0,0411	0,0801	0,172

В таблице 5 приведены результаты моделирования – зависимости погрешности измерения в градусах от среднеквадратического значения изменений координат фазовых центров в мм. Число принимаемых КА было принято равным 8,  $r_1=r_2=8$ , в таблице 6 приведены результаты моделирования, позволяющие оценить влияние шумов измерения.

Таким образом, погрешности от шумов измерений – это сотые доли градуса. Главным источником ошибок является несовершенство антенно-фидерной системы. Со значительной степенью уверенности можно полагать, что СКО оценки УП на ЛА будет порядка 0,1°...0,2°.

**6. Некоторые задачи, которые могут быть решены с применением измерений УП с повышенной точностью**

В заключение укажем, что измерение УП с повышенной точностью ( $\approx 0,1^\circ \dots 0,2^\circ$ ) позволяет решить ряд задач, в том числе:

1. Осуществлять начальную выставку БИНС как перед взлетом, так и после взлета.
2. При совместном использовании упрощенной бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС), изготовленной по технологии микроэлектромеханических систем (МЭМС), и измерителя УП по сигналам ГНСС можно создать точное, недорогое и легкое устройство для определения вертикали на дистанционно-пилотируемых ЛА (ДПЛА).
3. Появляется заманчивая перспектива создания надежных, дешевых и простых радионавигационных комплексов для малой авиации, включая вертолеты, на основе упрощенной БИНС на МЭМС-технологии и АП ГНСС с измерением УП и применением тесносвязанного комплексирования [5,6].
4. Если азимут и угол возвышения постановщика помех определить с повышенной точностью, то на ДПЛА, при измеренной высоте, можно вычислить с хорошей точностью координаты постановщика имитационных помех. Определение места мощных постановщиков задач – более простая задача, и здесь не рассматривается.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения.– М.: Эко-Трендз, 2003
2. Salychev O. S. Applied Inertial Navigation: Problems and Solutions.– М.: VMSTU Press, 2004.
3. Кинкулькин И. Е., Рубцов В. Д., Фабрик М. А. Фазовый метод определения координат. Под ред. Кинкулькина И. Е.– М.: Сов. радио, 1979.
4. [http://www.azimuth.co.il/pdf/Comet\\_IMU.pdf](http://www.azimuth.co.il/pdf/Comet_IMU.pdf)
5. [http://www.rockwellcollins.com/ecat/BR/Pro\\_Line\\_21.html](http://www.rockwellcollins.com/ecat/BR/Pro_Line_21.html)
6. [http://www.rockwellcollins.com/ids/pdf/AHS-3000\\_1000-DS.pdf](http://www.rockwellcollins.com/ids/pdf/AHS-3000_1000-DS.pdf)



# ГЛОБАЛЬНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ GPS

Ю. А. Соловьев, В. М. Царев

*В статье анализируются принципы построения, характеристики и предварительные результаты использования глобальных дифференциальных подсистем GPS: GDGPS и GSBAS StarFire™*

## GLOBAL DIFFERENTIAL GPS SUBSYSTEMS

Yu. A. Soloviev, V. M. Tsarev

*The paper presents analysis of the principle configuration, performance and first operating results of the GPS global differential subsystems: GDGPS and GSBAS StarFire™*

Начало нового тысячелетия ознаменовалось созданием нового класса дифференциальных подсистем (ДПС) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) — глобальных ДПС (ГДПС) ГНСС. К настоящему времени практически созданы две такие системы для GPS: Глобальная дифференциальная GPS (GDGPS) и Глобальная система космического базирования (GSBAS) StarFire™.

Задачей настоящей статьи является анализ принципов построения, характеристик этих систем и предварительных результатов их использования, а также обзор соответствующих научно-технических публикаций.

### 1. Глобальная дифференциальная GPS

Одним из наиболее впечатляющих результатов использования принципов дифференциальной навигации и содружества спутниковых радионавигационных систем с информационными технологиями является построение с использованием Интернет Глобальной дифференциальной системы GPS (GDGPS), которая находит применение для решения многих практических, исследовательских и других задач [1 – 4]. Работа выполнена специалистами Лаборатории реактивного движения Калифорнийского технологического института США (Caltech's Jet Propulsion Laboratory, JPL).

#### 1.1 Описание GDGPS

GDGPS первоначально основывалась на 15 – 18 геодезически точно привязанных контрольных станциях (КС), принадлежащих Национальному аэрокосмическому агентству (НАСА), разбросанных по всему миру и используемых JPL (рис. 1.1)<sup>1</sup> [1, 2].

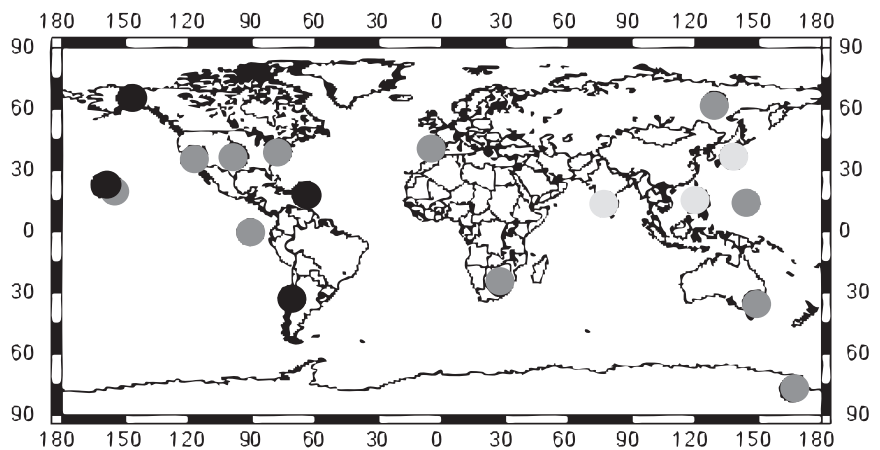


Рис. 1.1. Контрольные станции GDGPS 2000 г.

КС сети GDGPS использовали: приемники GPS типа AOA-ACT Benchmarks, Turbo-Rogues и Ashtech Z-12 [1], кодовые и фазовые двухчастотные (L1 и L2) измерения которых по каналам Интернет в реальном времени передаются в JPL по адресу <http://igsceb.jpl.nasa.gov>, и компьютеры со специальным математическим обеспечением, работающим также в реальном времени (Real-Time GPSY, RTG). Для передачи измерений с частотой 1 Гц используются средства Real-Time Net Transfer (RTNT) и протокол User Datagram Protocol (UDP), что позволяет передать более 98% данных за время, меньшее 2 с [1].

В GDGPS для обработки измерений КС существуют 3 оперативных центра GDGPS (GOC) (октябрь 2006, [4]). Все GOC связаны между собой каналами Frame Relay или T1.

Дифференциальные коррекции потребитель может получить через TCP сервер по адресу <ftp://sideshow.jpl.nasa.gov/pub/tjm/jplGdGPS/>. Каждое корректирующее сообщение передается с частотой 1 Гц, имеет объем 560 бит и содержит данные коррекции координат X, Y, Z орбиты и синхронизации «часов» НКА. Для коррекции (инициализации) орбитальных данных 32 НКА требуется время порядка 8 с [1].

<sup>1</sup> Предварительно материалы по этому вопросу освещались в книге: Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: Эко-Трендз, 2003. Стр. 247.

Время задержки между приемом данных измерений и выработкой дифференциальных поправок не превышает 5 с [4]. Для обеспечения мониторинга и контроля целостности такая задержка может быть уменьшена.

Проведенными испытаниями показано, что при использовании таких дифференциальных корректирующих сообщений точность (СКО) определения координат и высоты двухчастотным приемником GPS может составить 8 и 20 см соответственно. Среднеквадратическая сферическая ошибка (3D RMS) определения орбиты спутника GPS составляет 30 – 40 см [1]. Предполагалось развивать сеть КС для снижения указанных ошибок. При этом могут меняться и процедуры доступа в систему [1]. В 2001 г. сеть GDGPS уже насчитывала не менее 23 КС [3].

К настоящему времени сеть Глобальной дифференциальной GPS состоит из 70 двухчастотных опорных станций GPS [4]. Для общественности доступны следующие измерения: необработанные данные от следящей сети GDGPS (каждый час), высоты морской поверхности от спутника океанической высотометрии Jason (приблизительно каждые 3 часа), картины глобального распределения полного содержания электронов в ионосфере (в реальном масштабе времени) и, наконец, состояние созвездий GPS, метрики глобальных характеристик и оценки ситуации (в реальном масштабе времени) [1]. Передача данных обеспечивается через Интернет, в том числе VPN, каналы T1, Frame Relay, модемы и через спутниковое вещание [4] (рис. 1.2).

Система GDGPS также передает данные в Международную службу GPS, сейчас GNSS – Глобальной навигационной спутниковой системы (IGS). Служба IGS придерживается политики обеспечения открытости данных и равноправного доступа. Международная служба GPS была официально основана в 1993 году Международной ассоциацией по геодезии и начала работу с 1 января 1994 года.

Национальное аэрокосмическое агентство (НАСА) США финансирует Центральное бюро IGS, которое размещается в Лаборатории реактивного движения (JPL), и Глобальный центр данных, размещенный в Центре космических полетов им. Годдарда (GFSC). В течение более чем 10 лет IGS развилась до скоординированной сети, включающей более чем 350 следящих станций GPS, которые принадлежат примерно 200 организациям-участникам из 80 стран. Среди принимающих участие в этой системе ведомств и организаций США необходимо отметить Национальную администрацию по океану и атмосфере США (NOAA), Национальную геодезическую службу, Военно-морскую обсерваторию США, Национальное агентство геокосмической разведки (NGA) и Национальный научный фонд (NSF). Назначение этой службы заключается в предоставлении данных и измерений высочайшего качества в соответствии со стандартами Глобальной

навигационной спутниковой системы (GNSS) для исследований в области землепользования, межотраслевых научных приложений и образования, а также для использования в других приложениях. Примерно 100 станций IGS предоставляют отчеты с задержкой не более 1 часа [5].



Рис. 1.2. Структурная схема GPS

Возможность достичь указанного выше уровня точности открывает дорогу к многочисленным научным экспериментам, недоступным при современном уровне технологий, например, океанография и картография.

Планы НАСА на будущее включают разработку спутникового дополнения на основе сети спутников-ретрансляторов для слежения и связи (TDRSS) [4 – 7]. Эта система получила название TASS и предназначена для передачи сообщений дифференциальных коррекций в реальном масштабе времени GDGPS на спутники Земли, для обеспечения возможности точного автономного определения орбит, выполнения научных работ и планировании операций на орбите Земли.

Сигнал системы TASS будет передаваться в диапазоне S с принадлежащих НАСА спутников TDRSS. Он также обеспечит сигнал определения дальности, синхронизированный с сигналами GPS [4 – 7].



Работа GDGPS поддерживается четырьмя национальными организациями, обеспечивающими точное время. Среди них в первую очередь необходимо отметить Военно-морскую обсерваторию США (United States Naval Observatory, USNO). GDGPS отличается большой избыточностью, что обеспечивает ее невосприимчивость к различного рода возмущениям [4]. Ее работа обеспечивается мощными средствами разработанного в JPL программно-математического обеспечения (ПМО), основанного на языке С. Это ПМО включает следующие основные модули [4]:

1. Модуль RTNT (Real Time Net Transfer), который управляет сбором данных измерений, выполняя попутно их редактирование, компрессию, аутентификацию и пакетирование для передачи по каналам связи в GOC. В последних происходит сортировка и декомпрессия данных.
2. Системный модуль Real Time GIPSY (RTG). Он используется для обработки измерений GPS, поступающих из глобальной сети. При этом получают в реальном времени оценки орбит и временных параметров спутников также как и оценки времени, положения и условий наблюдения на контрольных станциях сети. ПМО используется также для получения и форматирования многих других данных более высокого уровня и внутренних параметров GDGPS.
3. Модуль пользователя Real Time GIPSY (RTG). Он используется для выполнения в реальном времени точечных определений места и параметров орбит для одного конкретного приемника. Результаты этого модуля используются внутри системы для получения некоторых оценок и для контроля качества. Они также предлагаются тем пользователям, которые захотят получить более высокие точностные характеристики дифференциальных поправок.
4. Модуль ионосферы в реальном времени Real Time Ionosphere (RTI), который используется для получения глобальных карт общей электронной концентрации (total electron content, TEC). Эти карты используются для получения дифференциальных поправок одночастотных пользователей в любом месте Земного шара [8]. Глобальные карты TEC являются также отдельным продуктом GDGPS, который может использоваться для контроля погоды и предсказывать ионосферные бури. Модуль RTI включает фильтр Калмана, который объединяет во времени и пространстве показатели электронной концентрации для каждой пары «приемник — спутник».

Результаты использования ПМО GDGPS отражены в работах Федеральной авиационной администрации США по созданию широкозонной системы WAAS, а также в работах НАСА по космическим технологиям.

В целом систему отличает высокий уровень автоматизации. ПМО применимо для использования

с операционными системами VX Works, Linux, Unix, PowerPC, Windows NT и RogueOS. Работы могут выполняться со многими типами геодезических приемников: TurboRogue, Benchmark ACT, Ashtech Z-12, Trimble NetRS и др. В то же время обеспечивается приспособляемость к использованию новых типов аппаратуры. Система обеспечивает высококачественное отображение характеристик сети мониторинга в реальном времени и внутренний контроль качества.

В таблице 1.1 приводятся характеристики ожидаемой точности определения координат потребителем при использовании данных GDGPS [4].

Таблица 1.1.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ (в см)

Тип потребителя	Двухчастотный приемник	Одночастотный приемник*
Стационарный	<1...5	~10...20
Мобильный	<5...15	~25...50
Воздушный	<10...20	~25...50

\*Особенности ионосферы являются основным источником погрешностей для одночастотных приемников. В низких широтах и при ионосферных бурях ошибки определения места могут быть больше приведенных выше.

### 1.2. Использование GDGPS

GDGPS имеет широкие возможности в части использования как непосредственных ее результатов, так и вторичных продуктов.

Так, выше уже сообщалось о создании глобальных карт общей электронной концентрации TEC, которые могут быть применены для получения дифференциальных поправок одночастотных пользователей в любом месте Земного шара. В работах [8,9] проведено исследование этого вопроса. Экспериментально показано, что в городских и морских условиях может быть получен дециметровый и субметровый уровень точности определения координат одночастотными приемниками [9].

В работе [10] приведены результаты аналогичных исследований, проведенных специалистами известной компании SiRF Technology, Inc., специализирующейся на выпуске дешевых массовых одночастотных приемников и соответствующих чипов. Выявлено, что использование дифференциальных поправок GDGPS и рассчитанных по ионосферным картам GDGPS поправок на ионосферу позволяет повысить точность определения координат в плане примерно в 2...2,5 раза. Исследовалось для одной точки ухудшение точности коррекции при старении корректирующей информации. Оказалось, что при старении на 30 мин ухудшение точности составляет не более 10%. Подтверждена также высокая пространственная корреляция ошибок. Следует отметить, что приведенные результаты относятся к наблюдениям на открытой местности. В условиях городской застройки они могут быть не такими впечатляющими.

Одним из первых применений GDGPS было определение орбит различных спутников с использованием ее данных. Так, в работе [3] приведены результаты исследования возможностей определения орбит низковысотных спутников. В ней показано, что достижимая точность при этом может находиться на уровне 23...26 см. Для передачи корректирующей информации в этой работе предполагалось использовать геостационарные космические аппараты (КА) типа Inmarsat.

В работе [11] исследовались возможности определения в реальном времени орбит непосредственно на борту КА SAC – С и CHAMP с использованием ПМО JPL's Real-Time GIPSY. Достижимая точность при этом находится на уровне 30 см (3D RMS).

Отметим также, что ускоренное определение орбит с использованием данных GDGPS осуществлялось для обеспечения решения задач радиолокационной топографии Shuttle (Shuttle Radar Topography Mission, SRTM) и определения состояния морской поверхности с помощью спутника Jason-1 [4].

Проведен также ряд работ в подтверждение возможности использования GDGPS для высокоточного определения координат в реальном времени на борту таких объектов как AirSAR (самолет DC-8) для проверки целевых систем и калибровки и UAV-SAR (самолет G-3) для автономного повторного контроля траектории полета [4]. Возможности использования данных GDGPS оценивались также в работе [12].

Дополнительно GDGPS осуществляет в реальном времени формирование и передачу корректирующей информации для орбит и времени системы ГЛОНАСС. При этом используются данные от глобальной сети, включающей более чем 40 пунктов наблюдения. Обеспечивается субметровый уровень точности определения места объектов исключительно по данным ГЛОНАСС (без GPS). Ключевые характеристики продукта приведены в таблице 1.2 [4].

Таблица 1.2.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЛОНАСС

Параметр	Характеристика
Точность определения орбит времени псевдодальности	< 20 см (3D RMS) < 50 см (СКО) < 50 см (СКО)
Запаздывание при определении орбит и времени	1 мин
Задержка коррекции	6 сек
Формат коррекций	принадлежит JPL
Частота коррекций	1 Гц
Режим доступа к корректирующей информации	UDP
Режим доступа к файлу	sFTP
Формат файла	SP3c

Дифференциальные коррекции доступны в качестве потока двоичных данных, следующих с частотой 1 Гц и обеспечивающих каждую секунду каждый спутник. Коррекции соотнесены с передаваемыми эфемеридами ГЛОНАСС, которые доступны в виде отдельного продукта.

Данные по орбитам и времени ГЛОНАСС доступны в виде защищенных одноминутных файлов FTP, имеющих одноминутную задержку. Все эти данные привязаны к системе координат ITRF2005 и времени GPS. Они полностью совместимы с GPS продуктами GDGPS.

Предполагается, что по мере роста созвездия ГЛОНАСС и уплотнения сети контрольных пунктов (станций) характеристики определения орбит ГЛОНАСС в реальном времени приблизятся к уровню точности определения орбит GPS.

## 2. Глобальная ДПС GPS космического базирования StarFire™

В источниках [13,14] описываются принципы построения, работы и характеристики глобального функционального дополнения космического базирования (GSBAS) StarFire™. Эта система является развитием широкозонной ДПС StarFire, о которой появились первые публикации в начале двухтысячных годов.

Так, в работе [15] сообщалось о создании совместными усилиями фирм NavCom Technology Inc. и Precision Farming Group of John Deere специализированной широкозонной дифференциальной подсистемы (ШДПС) StarFire, которая выводит потребителей на принципиально новый уровень точности определения положения объекта на Северо-Американском континенте.

ШДПС StarFire использует сравнительно недорогие высококачественные двухчастотные приемники как на опорных станциях, так и у потребителя. В приемниках используется специально разработанный метод расширенного фазового сглаживания, который позволяет использовать измерения со скомпенсированной рефракционной составляющей погрешностей приемников опорной станции и подвижного объекта. Система оказывается свободной от двух весьма существенных погрешностей: ионосферной и обусловленной многолучевостью.

Был разработан также новый спутниковый связной приемник, способный принимать сигналы КА Inmarsat L-диапазона на частотах 1525 – 1565 МГц, а также многофункциональная антенна, служащая для приема сигналов как GPS, так и Inmarsat. Разработаны специальные алгоритмы коррекции, позволяющие обеспечить потребителя более «гладкими» поправками для Северо-Американского континента. Они предполагают более централизованную обработку и более высокую степень надежности, доступности и целостности обслуживания.

Архитектура StarFire (рис. 2.1) напоминает архитектуру ШДПС WAAS. Отличие состоит в том,

что в системе StarFire не передаются ионосферные поправки. Необходимость последних отпадает для двухчастотных приемников, в которых ионосферные погрешности компенсируются известными методами.

ШДПС StarFire в 2000 г. включала 7 опорных (контрольных) станций, две главных станции и одну земную станцию для передачи и закладки поправок в ГКА Inmarsat [15]. Существенно также то, что поправки передавались не в GPS-подобном сигнале Inmarsat (как в WAAS), а в сообщении Inmarsat диапазона 1525 – 1565 МГц, для приема которого нужен специальный приемник. В комплект аппаратуры потребителя входили двухчастотный приемник сигналов GPS NCT2000D, связанный со связным приемником через стандартные последовательные порты RS-232, связной приемник, общая антенна и пульт управления. Выходные данные приемника GPS передавались через порт RS-232 и специальную шину. Приемник NCT2000D имеет 10 полных двухчастотных каналов GPS и два канала WAAS.

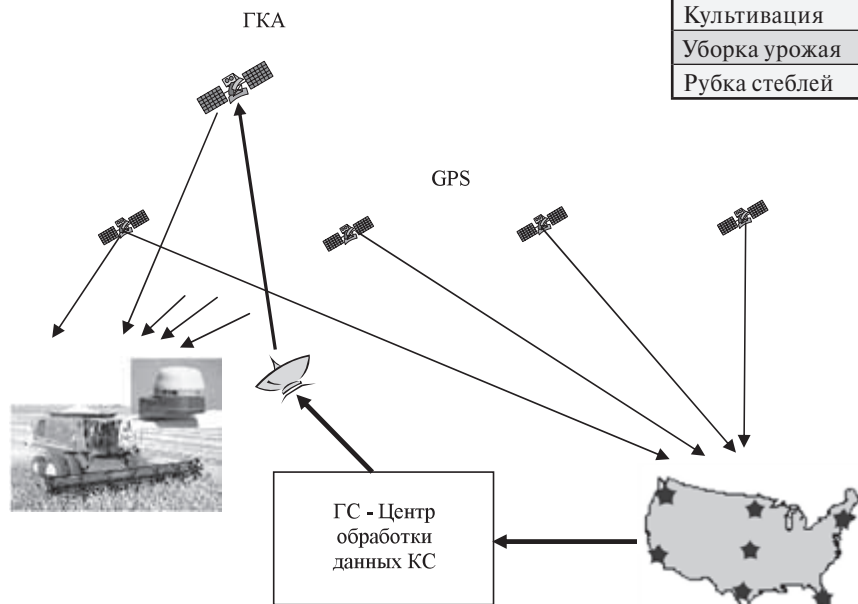


Рис. 2.1. Архитектура StarFire

Проведенные испытания точности определения места потребителя за 24 часа показали, что ошибки (СКО) определения координат в направлениях «Восток-Север-вверх» составили соответственно 0,14, 0,19 и 0,41 м.

Система использовалась для ряда сельскохозяйственных применений, таких как съемка карт, документирование состояния полей, автоматическое и полуавтоматическое управление техникой, например, комбайном и т.д.

Демонстрировалось, как показания приемника GPS используются при управлении комбайном на жатве с документированием в реальном времени характеристик получаемого урожая. При этом получаемые данные далее передавались на компьютер для обработки и нанесения на карту с помощью

специального программного картообеспечения John Deere™s Jdmap.

Специальный пульт управления с дисплеем позволял, в частности, индцировать отклонения комбайна от заданной траектории и таким образом управлять его движением в соответствии с определенными координатами.

Дальнейшие возможности использования системы вытекают из сравнения полученных точностных характеристик с требуемыми точностными показателями определения координат при проведении ряда сельскохозяйственных работ (табл. 2.1) [15].

Таблица 2.1.

ТРЕБУЕМАЯ ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ

Вид полевых работ	Требуемая точность (2 СКО) определения координат по горизонтали, см
Удобрение	30...46
Обработка земли	30...46
Посадка растений	25
Опрыскивание	46
Культивация	5
Уборка урожая	25
Рубка стеблей	25

Необходимо отметить, что с середины 90-х годов компания Deere заказала NavCom разработку глобальной сети с тем, чтобы услуги и продукты ее производства на взаимно выгодных условиях были доступны по всему миру. В 2001 г. NavCom оформила историческое соглашение с Jet Propulsion Laboratory [14,16,17]. Это партнерство позволило объединить StarFire с технологиями JPL's RTG (Real Time GIPSY), лежащими в основе GDGPS, с целью получения в дальнейшем уникальных возможностей и характеристик

для этой сети. Кроме того, была достигнута договоренность с JPL об использовании NavCom сети контрольных станций JPL [16,17], которая в 2001 году насчитывала уже 23 КС. Причем две из них были в России: в Москве и Якутске. В результате появилась глобальная дифференциальная подсистема GPS космического базирования GSBAS StarFire™ [14,16,17].

В настоящее время согласно [14] авторизованная служба StarFire™ в реальном времени обеспечивает точность определения координат лучше 10см глобально в диапазоне от 76° северной широты до 76° южной широты. При этом используется сеть из более чем 60 опорных станций с двухчастотными приемниками, размещенных по всему миру, два центра обработки (Toरणce, США, и Moline, США) и ряд каналов связи для обеспечения передачи данных наблюдений

и корректирующих поправок. Здесь в отличие от более ранней технологии корректирующая информация вычисляется для орбиты и «часов» каждого спутника GPS.

Соответствующие поправки передаются посредством трех геостационарных КА Inmarsat в L диапазоне частот, обеспечивающих глобальное покрытие и точную навигацию в реальном времени (рис. 2.2).

реализовать точность местоопределения лучше 0,5 м [18]. LN-120G, способная также определять курс с точностью 20 угл. сек, является весьма важным средством при решении задач наблюдения и разведки. Фирма Northrop Grumman предполагает расширить использование StarFire™ в своей продукции. В частности, StarFire™ предполагается использовать

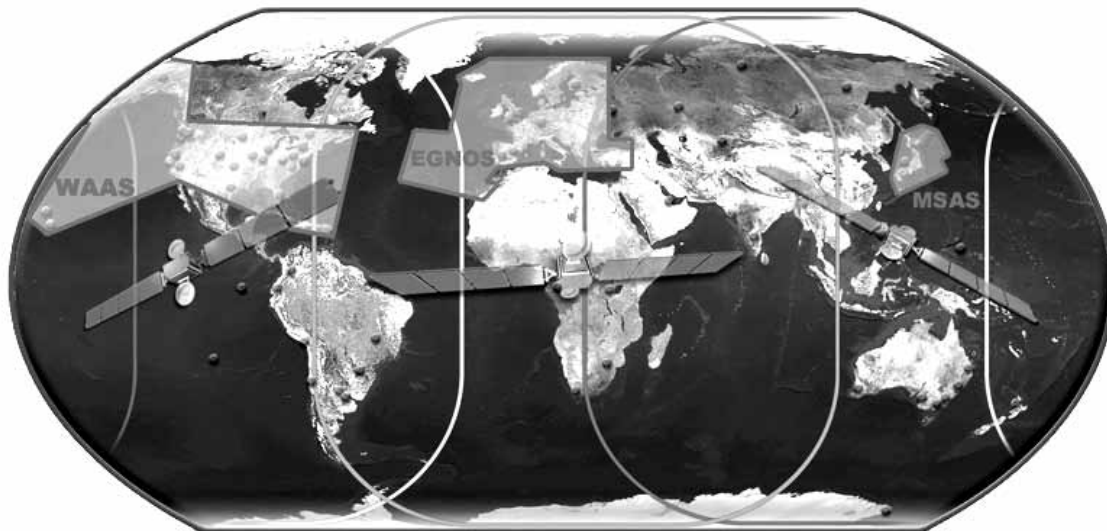


Рис. 2.2. Область действия StarFire™ [14]

Потребитель, имея двухчастотный приемник GPS, с вероятностью 99,999% обеспечивается необходимой информацией даже в случае выхода из строя ряда КС и систем, что достигается резервированием и избыточностью оборудования. При этом ионосферные погрешности выделяются непосредственно в двухчастотном приемнике, а тропосферные ошибки компенсируются при использовании специальной модели.

Имеется публикация [14] NavCom от 13 июня 2008 г. о путях дальнейшего развития системы StarFire™. Сообщалось, в частности, о возможности использования для передачи корректирующей информации не трех, а шести КА, а также о поддержке ультравысокоточных режимов определения положения Ultra RTK (Real-Time Kinematic) с реализацией точности на уровне 0,5 см + 1 ppm на удалениях до 40 км от базовой станции.

Основными областями использования системы StarFire™ помимо точного земледелия являются наземная съемка, определение местоположения в открытом море, аэрофотограмметрия и лазерное сканирование местности, геоинформационные системы и картографирование, управление машинами и др.

Предполагается также использование системы StarFire™ в авиации. Так, в представлении [18] фирмой Northrop Grumman (США) астроинерциальной системы LN-120G отмечается ее интеграция с приемником GPS, способным работать с системой StarFire™. В режиме работы с этой системой предполагается

при развитии инерциально-спутниковой системы LN-251 на волоконно-оптических гироскопах. При этом также рассчитывают получить точность определения места на уровне 0,5 м при использовании дифференциального режима GPS, обеспечиваемого StarFire™ [19].

### Заключение

Создание глобальных дифференциальных подсистем GPS GDGPS и GSBAS StarFire™ является значительным достижением современной науки и техники.

Достигнутые типичные точности определения места на уровне единиц десятков сантиметров делают эти системы серьезным конкурентом для ряда региональных и локальных дифференциальных подсистем при решении задач точного земледелия, съемки, наблюдения, разведки, определения местоположения в открытом море, аэрофотограмметрии и лазерного сканирования местности, обеспечения геоинформационных систем и картографирования, решения научных задач, управления машинами и др.

В то же время отсутствие достаточных материалов по обеспечению контроля целостности не позволяет рекомендовать использование этих систем для управления транспортом.

Опыт создания систем GDGPS и GSBAS StarFire™ представляется весьма полезным при построении новых широкозонных дифференциальных подсистем ГНСС ГЛОНАСС, ГАЛИЛЕО И КОМПАСС.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Muellerschoen R. J., et al. An Internet-Based Global Differential GPS System, Initial Results, Proc. ION National Technical Meeting, Anaheim, CA, Jan, 2000.
2. Muellerschoen R. J., et al. Results of an Internet-Based Dual-Frequency Global Differential GPS System, Proc. of the IAIN World Congress in Association with the U. S. ION Annual Meeting, 26 – 28 June 2000, San Diego, CA.
3. Muellerschoen R. J., et al. Orbit Determination with NASA's High Accuracy Real-Time Global Differential GPS System, Proc. of ION GPS-2001, Salt Lake City, UT, September 2001.
4. <http://www.gdgps.net>
5. 2005 Federal Radionavigation Plan, DOD, DHS, DOT, USA, 2005.
6. 2008 Federal Radionavigation Plan, DOD, DHS, DOT, USA, 2008.
7. Bar-Sever Y., et al. The NASA Global Differential GPS System (GDGPS) and The TDRSS Augmentation Service for Satellites (TASS), Presentation at the ESA 2nd Workshop on Navigation Equipment, Noordwijk, The Netherlands, December 2004.
8. Muellerschoen R. J., et al. Real-Time Point-Positioning Performance Evaluation of Single-Frequency Receivers Using NASA's Global Differential GPS System, Proc. ION GNSS 17th International Technical Meeting of the Satellite Division, 21 – 24 Sept. 2004, Long Beach, CA.
9. Gao Y., Zhang Y., Chen K. Development of a Real-Time Single-Frequency Precise Point Positioning System and Test Results, Proc. ION GNSS 19th International Technical Meeting of the Satellite Division, 26 – 29 September 2006, Fort Worth, TX.
10. Raman S., Garin L., Performance Evaluation on of Global Differential GPS (GDGPS) for Single Frequency C/A Code Receivers, Proc. ION GNSS 2005, Long Beach, CA, USA, Sept. 2005.
11. Reichert A., Meehan T., Munson T. Toward Decimeter-Level Real-Time Orbit Determination: A Demonstration Using the SAC – C and CHAMP Spacecraft, Proc. ION GPS Meeting, Portland OR, September, 2002.
12. Armatys M., et al. Demonstration of Decimeter-level Real-time Positioning of an Airborne Platform, Proc. ION NTM-2003, Anaheim, CA.
13. Dixon K. StarFire™: A Global SBAS for Sub-Decimeter Precise Point Positioning, Proc. ION GNSS 19th International Technical Meeting of the Satellite Division, 26 – 29 September 2006, Fort Worth, TX.
14. <http://www.navcomtech.com/StarFire/>
15. Sharpe T., et al. John Deere's StarFire System: WADGPS for Precision Agriculture, Proc. ION GPS 2000, 19 – 22 September 2000, Salt Lake City.
16. Hudson J. R., Sharp T. Globally Corrected GPS (GcGPS): C-Nav GPS System, Dynamic Positioning Conference, September 18 – 19, 2001, <http://www.navcomtech.com/StarFire/White Paper>
17. Sharpe T., et al. StarFire and Real -Time GIPSY: A Global High-Accuracy Differential GPS System, October 2002, <http://www.navcomtech.com/StarFire/White Paper>
18. <http://www.northropgrumman.com/>
19. Volk Ch., Lincoln J., Tazartes D. Northrop Grumman's Family of Fiber-Optic Based Inertial Navigation Systems. [http://www.es.northropgrumman.com/by\\_division/navigationssystem/whitepapers/assets/FOGINS\\_Paper\\_Final.pdf](http://www.es.northropgrumman.com/by_division/navigationssystem/whitepapers/assets/FOGINS_Paper_Final.pdf)



**СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КА ГЛОНАСС НА 06.04.2010 г.**

(по анализу альманаха от 17:00 06.04.10 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ)

№ пл.	№ точки	№ лит.	НКУ	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Факт. суш. (мес.)	Пригодность КА по сообщениям		Примечание
								альманаха	эфемерид (UTC)	
I	1	01	730	14.12.09	30.01.10		3.7	+	+ 15:59 06.04.10	Используется по ЦН
	2	- 4	728	25.12.08	20.01.09		15.4	+	+ 16:45 06.04.10	Используется по ЦН
	3	05	727	25.12.08	17.01.09		15.4	+	+ 17:31 06.04.10	Используется по ЦН
	4	06	733	14.12.09	24.01.10		3.7	+	+ 17:31 06.04.10	Используется по ЦН
	5	01	734	14.12.09	10.01.10		3.7	+	+ 17:30 06.04.10	Используется по ЦН
	7	05	712	26.12.04	07.10.05		63.4	+	+ 15:59 06.04.10	Используется по ЦН
	8	06	729	25.12.08	12.02.09		15.4	+	+ 15:59 06.04.10	Используется по ЦН
II	9	- 2	722	25.12.07	25.01.08		27.4	+	+ 15:59 06.04.10	Используется по ЦН на частоте L1
	10	- 7	717	25.12.06	03.04.07		39.4	+	+ 15:59 06.04.10	Используется по ЦН
	11	00	723	25.12.07	22.01.08		27.4	+	+ 16:15 06.04.10	Используется по ЦН
	13	- 2	721	25.12.07	08.02.08		27.4	+	+ 17:30 06.04.10	Используется по ЦН
	14	- 7	715	25.12.06	03.04.07		39.4	+	+ 17:30 06.04.10	Используется по ЦН
	15	00	716	25.12.06	12.10.07		39.4	+	+ 17:34 06.04.10	Используется по ЦН
III	17	04	718	26.10.07	04.12.07		29.4	+	+ 15:59 06.04.10	Используется по ЦН
	18	- 3	724	25.09.08	26.10.08		18.3	+	+ 15:59 06.04.10	Используется по ЦН
	19	03	720	26.10.07	25.11.07		29.4	+	+ 15:59 06.04.10	Используется по ЦН
	20	02	719	26.10.07	27.11.07		29.4	+	+ 16:00 06.04.10	Используется по ЦН
	21	04	725	25.09.08	05.11.08		18.3	+	+ 17:15 06.04.10	Используется по ЦН
	22	- 3	731	02.03.10	28.03.10		1.2	+	+ 17:30 06.04.10	Используется по ЦН
			726	25.09.08	13.11.08	31.08.09	18.3			КА в резерве
	23	03	732	02.03.10	28.03.10		1.2	+	+ 17:31 06.04.10	Используется по ЦН
		714	25.12.05	31.08.06	19.03.10	51.4			КА в резерве	
24	02	735	02.03.10	28.03.10		1.2	+	+ 17:31 06.04.10	Используется по ЦН	

**Состав группировки КА ГЛОНАСС на 06.04.2010 г.**

Всего в составе ОГ ГЛОНАСС 23 КА. Используются по целевому назначению 21 КА. В орбитальном резерве 2 КА.

## СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КА GPS НА 16.03.10 г.

по анализу альманаха, принятого в ИАЦ

№ пл.	№ точки	ПСП	Номер NORAD	Тип КА	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Акт. суш. (мес)	Примечания
А	1	9	22700	II-A	26.06.93	20.07.93		199.2	
	2	31	29486	II-R-M	25.09.06	13.10.06		41.0	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		146.0	
	4	27	22108	II-A	09.09.92	30.09.92		209.0	
	6	7	32711	II-R-M	15.03.08	24.03.08		23.7	
В	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		84.7	
	2	1	34661	II-R-M	24.03.09				На этапе ввода в эксплуатацию
	3	28	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		115.0	
	4	12	29601	II-R-M	17.11.06	13.12.06		38.9	
	5	30	24320	II-A	12.09.96	01.10.96		160.5	
С	1	29	32384	II-R-M	20.12.07	02.01.08		26.4	
	2	3	23833	II-A	28.03.96	09.04.96		165.8	
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		71.2	
	4	17	28874	II-R-M	26.09.05	13.11.05		50.8	
	5	6	23027	II-A	10.03.94	28.03.94		190.8	
D	1	2	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		63.6	
	2	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		122.4	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		83.0	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		195.7	
	5	24	21552	II-A	04.07.91	30.08.91		219.1	
E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		117.3	
	2	22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		74.1	
	3	10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		162.2	
	4	18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		108.9	
	5	32	20959	II-A	26.11.90	10.12.90		182.8	
	6	5	35752	II-R-M	17.08.09	27.08.09		6.6	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		111.1	
	2	15	32260	II-R-M	17.10.07	31.10.07		28.5	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		145.3	
	4	23	28362	II-R	23.06.04	09.07.04		68.1	
	5	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		211.5	

### Состояние группировки КА GPS на 16.03.10 г.

Всего в составе ОГ GPS 31 КА. Используются по целевому назначению 30 КА. На этапе ввода в систему 1 КА.

### ФАА ОДОБРИЛА ПЕРВУЮ GBAS США

Федеральная авиационная администрация (ФАА) США одобрила авиационную локальную дифференциальную подсистему GPS посадки по стандарту GBAS – Honeywell's Smartpath Precision Landing System. Эта подсистема размещена в аэропорте Мемфиса, штат Теннесси. Она станет работоспособной (operational) в начале 2010 года. Подсистема создавалась фирмой Honeywell при партнерстве с ФАА и австралийской авиакомпанией Airservices Australia. Работы над системой велись с 1999 года. При этом было осуществлено более 1400 успешных посадок.

Система должна обеспечивать операции посадки до высот менее 60м. Как утверждается, размещение системы в типичном аэропорту может привести к экономии ежегодных эксплуатационных расходов до 400000 долларов при сравнении с использованием единственной системы ILS. Система предварительно оценивалась в аэропортах Бремена, Малаги, Атлантик-Сити, Нью-Джерси. В ближайшее время планируется также ее дополнительное размещение в аэропортах США, Азии, Южной Америки и Европы.

<http://www.gpsworld.com/transportation/aviation/news/faa-approves-first-us-ground-based-augmentation-system-8995.5.10.2009>

## RTCM ПОДДЕРЖАЛА СЛУЖБУ LORAN

Радиотехническая комиссия по морским службам (Radio Technical Commission for Maritime Services, RTCM) 02.12.2009 направила письмо Министру внутренней безопасности (Secretary of Homeland Security) США Джанет Наполитано и руководству Береговой охраны США в поддержку служб Loran.

Письмо настоятельно рекомендует продолжение работы станций Loran-C, также как и завершение работ по eLoran и ввод соответствующих систем в эксплуатацию. Считается, что прекращение функционирования станций Loran-C неблагоприятно скажется на безопасности морской навигации. Станции Loran-C, модернизированные в соответствии с решениями eLoran, должны служить в качестве резервных (backup) средств для GPS.

RTCM – это международная некоммерческая, научная, профессиональная и образовательная организация, включающая представителей более чем 120 правительственных и неправительственных организаций, активно занимающихся вопросами стандартизации в области морской радионавигации и радиосвязи.

<http://www.gpsworld.com/gnss-system/augmentation-assistance/news/rtcm-asserts-loran-key-navigation-and-gps-9224>

## КОСМИЧЕСКИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ РОССИИ ОБЪЕДИНИЛИ В НОВУЮ СТРУКТУРУ

В России создали новую космическую структуру, получившую имя в честь головного предприятия – «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» (ИСС). Об этом сообщается на официальном сайте ИСС.

В состав нового объединения включены 9 предприятий Роскосмоса из Москвы, Ростова-на-Дону, Томска и Железногорска. Все они занимаются производством космических аппаратов. Кроме этого в структуру были включены четыре фирмы из Железногорска.

Планируется, что новая организация займется разработкой и производством космических аппаратов. Среди прочих ИСС будет разрабатывать спутники для обеспечения систем связи и глобального позиционирования. Целью объединения является увеличение эффективности предприятия.

В ноябре 2009 года сообщалось о других крупных изменениях в космической отрасли. Тогда в России появилась корпорация «Российские космические системы». Она образовалась на базе унитарного предприятия «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения» («РНИИ КП»).

<http://www.lenta.ru/news/2009/12/23/space/>

## «ГРАЧИ» МОДЕРНИЗИРУЮТСЯ

Как заявил прессе генеральный директор концерн «Штурмовики Сухого» Владимир Бабак, в 2010 году темпы модернизации штурмовиков Су-25 по заказу

российских ВВС снижаться не будут. «В 2009 году было модернизировано 12 строевых штурмовиков в вариант Су-25СМ. В 2010 году не предусматривается снижение темпов модернизации самолетов Су-25 российских ВВС», – сообщил генеральный директор. По его словам, финансирование программы модернизации штурмовиков в 2010 году ожидается в запланированном объеме. Серийная модернизация самолетов Су-25 производится на авиаремонтном заводе № 121 ВВС РФ (Кубинка, Московская область). В результате модернизации точность навигации и боевого применения неуправляемого авиационного вооружения Су-25СМ возросла в 2...3 раза по сравнению с характеристиками Су-25. Точность бомбометания достигла уровня этого показателя управляемых авиационных средств поражения. При бомбометании с горизонтального полета на высоте 200...300 м отклонение составило 10...15 м. Благодаря использованию современной инерциальной навигационной системы достигнута точность определения координат порядка 15 м со спутниковой коррекцией и 200 м – без нее. На модернизированные штурмовики устанавливается новый прицельно-навигационный комплекс ПрНК-25СМ «Барс». Он включает систему обработки и отображения информации, систему спутниковой навигации, станцию радиотехнической разведки, самолетный ответчик, автоматический радиоконпас, цифро-аналоговую систему управления оружием, бортовую систему сбора, обработки и регистрации полетной информации «Карат-Б-25», а также другое оборудование.

[http://nvo.ng.ru/news/2009-12-25/5\\_grashi.html](http://nvo.ng.ru/news/2009-12-25/5_grashi.html)

## ФИРМА SPIRENT ВВОДИТ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ А-GLONASS МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Фирма Spirent создала средства тестирования для А-GLONASS (assisted GLONASS) мобильных устройств и чипсетов UMTS (8100 UMTS Location Technology Solution, ULTS).

<http://www.gpsworld.com/lbs/news/spirent-introduces-a-glonass-testing-mobile-devices-9382> 13.01.2010

## BOEING И ОТО MELARA БУДУТ ВМЕСТЕ ПРОИЗВОДИТЬ БОМБЫ МАЛОГО КАЛИБРА

Итальянская компания Oto Melara и американская Boeing заключили контракт на совместное производство бомб малого калибра (SDB), сообщает Defense Industry Daily. Бомбы будут поступать на вооружение военно-воздушных сил Италии. Общая стоимость сделки оценивается в 34 миллиона долларов.

По условиям контракта, Boeing будет поставлять Oto Melara механические и электронные компоненты для производства бомб, а также оборудование для их испытания. Эти комплектующие будут использоваться для производства 500 бомб, 50



четырёхместных установок для них и сопутствующего оборудования. Кроме того, Boeing примет участие в создании производства на территории Италии.



SDB представляет собой авиационную корректируемую бомбу массой 114 килограммов с системой наведения, использующей данные GPS. Такие бомбы обладают выдвигаемыми крыльями, которые увеличивают их боевой радиус до 60 километров за счет планирования. Точность SDB составляет от пяти до восьми метров.

Предполагается, что SDB совместного производства Boeing и Oto Melara будут обладать совместимостью с оборудованием всех современных истребителей-бомбардировщиков. Кроме того, SDB могут быть установлены во внутренние оружейные отсеки истребителей F-22A и F-35, а также на беспилотные ударные аппараты и стратегические бомбардировщики B-2.

<http://www.lenta.ru/news/2010/01/20/sdb/>

## ЗАПУСК КА СИСТЕМЫ BEIDOU/COMPASS

17 января 2010 года в 0 ч 12 мин Пекинского времени с космодрома Сичан был осуществлен запуск ракеты-носителя Long March-3C с космическим аппаратом (КА) Compass/Beidou на борту. Этот КА является третьим КА второго поколения системы Compass/Beidou (первый КА с обозначением Beidou-2A/Compass-M1 был выведен на среднюю околоземную орбиту 14 апреля 2007 года, а второй с обозначением Beidou-2G/Compass-G2 – на геостационарную орбиту 15 апреля 2009 года). После запуска спутника Compass-G2 специалисты Североамериканского командования воздушно-космической обороны NORAD потеряли спутник на этапе его перемещения с переходной на геостационарную орбиту. Через две недели после запуска NORAD опубликовал элементы орбиты спутника Compass-G2, который в это время находился в орбитальной позиции 84°39 в. д. По состоянию на 1 декабря 2009 года спутник с обозначением Beidou- 2G/

Compass-G2 находился на расстоянии 10° от запланированной геостационарной позиции. По мнению американских специалистов, это может означать, что спутник потерял управление.

Новый КА (обозначение не приводится) также намечалось вывести на геостационарную орбиту. По заявлению Правительства КНР, запуск прошел в штатном режиме.

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/html/db/f?p=201:1:15234469379873373361>

## КИТАЙ ЗАПУСТИЛ ТРЕТИЙ НАВИГАЦИОННЫЙ СПУТНИК СИСТЕМЫ BEIDOU

Китайское правительство объявило о запуске 17.01.2010 третьего навигационного спутника, который является важным шагом на пути создания спутниковой навигационной системы BeiDou/COMPASS. Согласно этому заявлению планируется запустить 5 геостационарных космических аппаратов (КА) и 30 негеостационарных КА для обеспечения глобального покрытия. В соответствии с планом создания первоначально спутниковая система будет обеспечивать навигационными и временными данными наряду с передачей коротких сообщений азиатский регион. Глобальное покрытие предполагается обеспечить к 2020 году.

Заявляется также, что Beidou будет иметь два режима обслуживания: открытый, свободный от оплаты режим, обеспечивающий точность определения места 10м, времени – 10 нс и скорости – 0,2м/с, а также авторизованный режим, предполагающий более высокие точности определения навигационно-временных параметров, специальные функции по передаче данных, а также более высокий уровень целостности. Согласно этому заявлению спутник и ракета-носитель являются собственностью Китайской аэрокосмической научной и технологической корпорации (China Aerospace Science and Technology Corporation). Носитель был из серии Changzheng

<http://www.gpsworld.com> 18.01.2010

## РЕКОНФИГУРАЦИЯ ГРУППИРОВКИ GPS

11 января 2010 года представители Стратегического командования и Космического командования ВВС объявили о решении оптимизировать в течение ближайших двух лет спутниковую группировку системы GPS с целью улучшения глобального покрытия для удовлетворения повышенных требований военных пользователей системы в Ираке и Афганистане. Решение улучшить покрытие, по словам официальных лиц, вызвано необходимостью поддержки военных операций Армии США и союзников в Ираке и Афганистане, где сложные условия рельефа могут ухудшить качество работы системы GPS. Оптимизация группировки не предполагает

изменения числа спутников. Существующая стратегия пополнения спутниковой группировки GPS подразумевает расположение новых спутников в непосредственной близости от устаревающих спутников с целью защиты от возможных сбоев в их работе. Это ограничивает возможности группировки в плане геометрии. Фактически группировка из 30 спутников функционирует как стандартная группировка из 24 спутников. Однако, по мнению специалистов, в настоящее время возможности группировки позволяют рассредоточить спутники и, тем самым, улучшить доступ к системе по всему миру.

По расчетам специалистов, реализация плана по оптимизации группировки займет около 24 месяцев, поскольку перемещение спутников внутри группировки будет осуществляться в зависимости от состояния отдельных спутников системы. Считается, что в течение этого срока пользователи системы, в том числе и гражданские, будут постепенно замечать улучшения, а по прошествии этого срока число спутников, видимых с любой точки поверхности Земли, увеличится, потенциально повышая тем самым точность местоопределения в приемнике.

Крыло GPS и 50-е Космическое крыло объявили о начале реализации плана по реконфигурации группировки и назвали его «24+3» или «Expandable 24» («Расширяемая группировка»). Согласно этому плану, перемещению подлежат спутники с обозначениями SVN-24, SVN-49 и SVN-26. 14 января 2010 года спутник с обозначением SVN-24 был направлен в новую орбитальную точку. Поскольку этот спутник намечается перевести в наиболее удаленную от его текущего местоположения позицию, процесс перемещения этого спутника займет около 12 месяцев. Начало перемещения спутника SVN-49 намечено на 21 января, а завершение — на май 2010 года. 8 февраля планируется начать перемещение спутника SVN-26, которое завершится также в мае 2010 года.

Отмечается, что различные варианты оптимизации группировки обсуждались уже в течение нескольких лет. Настоящее решение стало результатом технико-экономического обоснования, проведенного группой экспертов, итогом которого стала подготовка рекомендаций для Космического командования ВВС. И хотя инициатива позиционируется как средство для повышения эффективности военных действий, очевидно, что ее реализация принесет пользу и гражданским пользователям системы. Например, план «24+3» будет особенно полезен пользователям, работающим в режиме RTK, поскольку для достижения сантиметровой точности определения местоположения, такому пользователю необходимо наличие 6 видимых спутников.

*Inside GNSS, 11.01.2010; GPS World, 11 — 12.01.2010;  
Defense PNT Newsletter, January 2010;  
GPS World, 14.01.2010.*

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=201:1:15234469379873373361>

## В ГРУППИРОВКЕ «ГЛОНАСС» ЗАРАБОТАЛ ЕЩЕ ОДИН СПУТНИК

В группировке «ГЛОНАСС» заработал еще один спутник. В воскресенье, 24 января, ученые ввели в строй второй из запущенных в декабре трех аппаратов «ГЛОНАСС-М», сообщается в пресс-релизе Роскосмоса.

Три спутника «ГЛОНАСС-М» были отправлены в космос 14 декабря на борту ракеты-носителя «Протон-М». Вместе с ними общее число аппаратов «ГЛОНАСС» на орбите составляет 22. По целевому назначению используются 18 спутников. Два аппарата выводятся из системы, один было решено окончательно исключить из орбитальной группировки и еще один пока не введен в эксплуатацию. При этом на сайте системы «ГЛОНАСС» указано, что по состоянию на 26 января на орбите функционируют только 17 спутников.

В сентябре группировка «ГЛОНАСС» должна была пополниться еще тремя аппаратами. Незадолго перед стартом было принято решение демонтировать спутники, так как у специалистов возникли опасения, что аппараты дефектны. Аналогичный трем демонтированным аппаратам спутник «ГЛОНАСС-М» был запущен на орбиту 25 сентября 2008 года, однако до сих пор так и не заработал.

Система спутниковой навигации «ГЛОНАСС» должна представлять собой аналог американской GPS и европейской Galileo. Для того чтобы сигнал «ГЛОНАСС» покрывал всю территорию России, численность орбитальной группировки необходимо довести до 18 аппаратов. Навигация по всему миру станет возможна, если число спутников составит 24.

<http://www.lenta.ru/news/2010/01/26/glonass/>

## КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «ГЛОНАСС-М» ДОСТАВЛЕН НА КОСМОДРОМ БАЙКОНУР

Сегодня на аэродроме «Юбилейный» комплекса «Байконура» совершил посадку самолет Ил-76, который доставил на космодром из Железногорска космический аппарат «Глонасс-М».

После выполнения необходимых таможенных процедур, контейнер со спутником и вспомогательное оборудование были перегружены на транспортную платформу и доставлены в монтажно-испытательный корпус, где космический аппарат будет проходить подготовку к запуску.

С ближайшее время на Байконур будут доставлены еще два космических аппарата. На орбиту «Глонасы-М» доставляются блоком из трех космических аппаратов.

Пуск ракеты космического назначения «Протон-М» с разгонным блоком «ДМ-3» и кластером из трех спутников «Глонасс-М» намечается провести в марте 2010 года.

*Пресс-служба Космического центра «Южный»*  
<http://www.federalspace.ru/main.php?id=2&nid=9081>

## ВВС США РЕШИЛИ ИСКАТЬ АЛЬТЕРНАТИВУ GPS

Вооруженные силы США должны избавиться от зависимости от системы глобального позиционирования GPS. Такое заявление сделал в ходе конференции, организованной Институтом анализа внешней политики, начальник штаба ВВС США генерал Нортон Шварц, пишет DailyTechInfo со ссылкой на сайт Popular Science. По мнению начальника штаба ВВС, несмотря на характеристики и точность GPS, которые полностью удовлетворяют требованиям военных, система глобального позиционирования является весьма уязвимой. Это означает, что вооруженные силы противника, обладающего достаточным потенциалом, могут без особых усилий нарушить функционирование системы GPS.

Например, используя системы противоспутниковой обороны, спутники-охотники за другими спутниками, можно просто уничтожить часть спутников GPS, что сделает невозможным использование позиционирования в определенных районах. Или используя средства радиоэлектронной борьбы и подавления, можно без труда просто заглушить сигналы GPS. А используя более интеллектуальную технику, можно вмешаться в функционирование самой системы и приемников сигналов GPS, исказив навигационные данные.

Чем же чреваты нарушения работы GPS для армии США в настоящее время, задается вопросом DailyTechInfo. Сигналы этой навигационной системы используются практически всеми видами летающих аппаратов, начиная от крылатых ракет и заканчивая самолетами. Даже некоторые «умные» виды боеприпасов уже научились использовать сигналы GPS для обеспечения точности попадания в цель. Конечно, не стоит забывать и о солдатах, действия подразделений которых координируются с использованием той же GPS. В случае краха системы GPS, все это «умное» оружие и тактические системы окажутся совершенно беспомощными и бесполезными, а солдатам придется вспоминать или учиться искусству ориентирования на местности. В глобальном масштабе это может привести к полной или частичной недееспособности армии на достаточно длительный срок.

*По материалам <http://www.gpsearch.org/news/1711.html> 31.01.2010*

*<http://www.federalspace.ru/main.php?id=2&nid=9131>*

## ЗАРАБОТАЛ ПОСЛЕДНИЙ ИЗ ЗАПУЩЕННЫХ НЕДАВНО СПУТНИКОВ ГЛОНАСС

Последний из трех запущенных недавно спутников «Глонасс-М» введен в строй, сообщается на сайте системы ГЛОНАСС. Таким образом, в настоящее время на орбите работают 18 спутников (01.02.2010).

Старт трех спутников «Глонасс-М» был осуществлен 14 декабря с космодрома Байконур. Первый из них заработал 10 января, второй — 24 января. Всего в состав орбитальной группировки ГЛОНАСС входят

22 аппарата. Два из них выведены из системы, еще два находятся на техобслуживании.

Для обеспечения непрерывного покрытия сигналом территории РФ необходимо, чтобы на орбите работали 18 спутников. Навигацию по всему миру при помощи системы ГЛОНАСС можно будет осуществлять, когда в состав группировки войдут 24 функционирующих аппарата.

В сентябре на орбиту должны были быть запущены еще три спутника «Глонасс-М». Незадолго перед стартом было принято решение демонтировать аппараты. У специалистов возникли основания предполагать, что у спутников есть внутренние дефекты. Аналогичный возвращенным на завод-изготовитель аппарат был запущен 25 сентября 2008 года, однако так и не начал функционировать.

*<http://www.lenta.ru/news/2010/02/01/last/>*

## ВДОЛЬ ТРАСС В НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ УСТАНОВИЛИ СТАНЦИИ ГЛОНАСС

В Новосибирской области установили 19 активных базовых станций спутниковой системы ГЛОНАСС.

Как сообщили в облдминистрации, в настоящее время ведутся работы по их подключению к оптоволоконной сети для объединения в единый центр обработки данных, уже подключено 6 базовых станций. Предполагается, что в этом году 60% территории Новосибирской области будет охвачено зоной действия навигационной системы ГЛОНАСС.

По информации областного департамента науки, инноваций, информатизации и связи, станции располагаются в Новосибирском, Искитимском, Колыванском, Коченевском, Барабинском и других районах области, расположенных вдоль основных транспортных магистралей. Станции, оборудование которых позволяет принимать данные со спутников, располагаются по схеме треугольника.

Как отмечают в департаменте, потребность в единой системе координат и точных данных об объектах на территории области очень высока: «Внедрение спутниковой сети позволит кардинально изменить качество, сократить материальные и временные потери при выполнении различного рода геодезических работ, а также позволит определять положение различных объектов с максимальной точностью».

*<http://news.ngs.ru/more/58941>*

*<http://www.federalspace.ru/main.php?id=3&nid=9181> 03.02.2010*

## ГРУППИРОВКА ГЛОНАСС В 2010 ГОДУ ПОПОЛНИТСЯ ДЕВЯТЬЮ НОВЫМИ СПУТНИКАМИ

Группировка российских навигационных спутников системы ГЛОНАСС в 2010 году пополнится девятью новыми аппаратами, сообщил в среду генеральный

директор – генеральный конструктор ОАО «Российская корпорация ракетно-космического приборостроения и информационных систем» Юрий Урличич. Выступая на конференции «Терроризм и безопасность на транспорте» в рамках форума «Технологии безопасности», он напомнил, что на данный момент группировка российских навигационных спутников составляет 22 аппарата, из них 19 в настоящее время функционируют.

«В этом году будет произведено еще три запуска, в которых будет выводиться по три космических аппарата», – сказал он.

<http://www.federalspace.ru/main.php?id=3&nid=9195>  
04.02.2010

### НА СМЕНУ ИМПОРТНЫМ АВТОБУСАМ ВО ВЛАДИВОСТОК ПРИХОДИТ ТРАНСПОРТ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ОБОРУДОВАННЫЙ ГЛОНАСС

В поселок Трудовое будут ходить автобусы, сделанные в Кургане. Первые 12 автобусов из Кургана прибыли во Владивосток. Автобусы КАВЗ-4239 станут первым муниципальным пассажирским транспортом, с тех пор как в городе ликвидировали муниципальные автобусы как вид общественного транспорта. Планируется, что они будут работать, начиная с середины марта, на самой протяженной городской линии – от железнодорожного вокзала до поселка Трудовое.

Всего город закупил 30 автобусов. Пока они не вышли на линию, в салонах ведутся монтажные работы по установке системы спутниковой навигации ГЛОНАСС. Система позволит диспетчерам полностью контролировать соблюдение графиков движения.

*По материалам <http://dv.kp.ru/online/news/611517/>  
<http://www.federalspace.ru/main.php?id=3&nid=9193>*  
04.02.2010

### ПОДГОТОВКА К ЗАПУСКУ «ГЛОНАССОВ» НА БАЙКОНУРЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПО ПЛАНУ

На космодроме Байконур продолжают работы по подготовке к запуску ракеты космического назначения «Протон-М» с разгонным блоком «ДМ-3» и кластером из космических аппаратов «Глонасс-М».

Сейчас на Байконуре находится два космических аппарата «Глонасс-М». Первый из них полностью готов к полету и находится на хранении. Второй космический аппарат проходит пневматические и электрические проверки, сегодня на его двигательную установку монтируют блоки хранения и подачи компонентов топлива.

Сегодня на площадке 81 космодрома расчеты Космического центра «Южный» начали работы по подготовке стартового комплекса к предстоящему приему и пуску ракеты.

Пуск ракеты космического назначения «Протон-М» с разгонным блоком «ДМ-3» и кластером из трех КА «Глонасс-М» запланирован на 2 марта 2010 года.

*Пресс-служба Космического центра «Южный»  
<http://www.federalspace.ru/main.php?id=2&nid=9215>  
05.02.2010*

### СТАВРОПОЛЬСКИЕ АВТОБУСЫ ПОД НАБЛЮДЕНИЕМ ГЛОНАСС

С 5 февраля за городскими автобусами Ставрополя будут наблюдать через спутник. Правда, пока не за всеми, а только за 15, самыми новыми. Ключи от них глава краевого центра Николай Пальцев передал муниципальному автотранспортному предприятию.

Новые машины приобрели благодаря помощи из федерального бюджета. Они оснащены современной системой спутниковой навигации ГЛОНАСС. Такое оборудование позволит диспетчерам предприятия постоянно быть на связи с водителями и в реальном времени видеть – куда и с какой скоростью движется автобус. Это должно помочь наладить в Ставрополе движение общественного транспорта. Удобство езды в новых автобусах уже оценили городские чиновники. А 5 февраля с утра автобусы уже выйдут в рейсы. Особое внимание будет уделено социально-значимым маршрутам.

*По материалам <http://www.stavropolye.tv/society/view/17235>*

### ТРЕТИЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «ГЛОНАСС-М» ОТПРАВЛЕН НА КОСМОДРОМ

10 февраля очередной космический аппарат «Глонасс-М» отправлен на «Байконур». Спутник разработан и изготовлен специалистами ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева». Космический аппарат будет выведен на орбиту вместе с двумя другими спутниками «Глонасс-М» в составе блока №40. Эти КА уже доставлены на «Байконур», и сейчас ведется их подготовка к запуску.

Спутники «Глонасс-М» предназначены для восполнения и модернизации российской глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС и создаются в ИСС имени академика М.Ф. Решетнева в соответствии с Федеральной целевой программой. Предстоящий запуск блока №40 позволит существенно расширить зону покрытия сигналом ГЛОНАСС и повысить точность навигационных определений.

*Пресс-служба ОАО «Информационные спутниковые системы»  
имени академика М.Ф. Решетнева»  
<http://www.federalspace.ru/main.php?id=2&nid=9265>  
10.02.2010*

## О ЗАПУСКЕ ПЕРВОГО СПУТНИКА GPS-III

Первый спутник GPS Block-III на транспортном самолете ВВС США С-17 доставлен 12 февраля 2010 г. из Лос Анжелеса в Центр подготовки спутников GPS на Мысе Канаверел во Флориде (Navstar Processing Facility at Cape Canaveral, Florida). Запуск спутника предполагается осуществить этим летом с помощью ракеты-носителя Delta IV. Новое Block-III поколение спутников будет передавать для потребителей новый гражданский сигнал L5, проверяемый предварительно на спутнике Block-2IIR (M) в прошлом году. Спутник GPS Block-III имеет больший срок жизни (12 лет) и более совершенные бортовые вычислительные средства. За запуском первого спутника должен последовать запуск 11 других космических аппаратов Block-III, за которыми должны последовать спутники поколения GPS III.

<http://www.gpsworld.com/gnss-system/news/talkin-bout-next-generation-iif-9548> 15.02.2010

## ПУТИН ПОТРЕБОВАЛ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Владимир Путин потребовал коммерциализации спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС, чтобы не «держат ее постоянно на федеральном бюджете». Эксперты же считают, что деньги на содержание ГЛОНАСС правительство сможет получить лишь в виде общих налогов с тех предприятий, которые смогут производить конкурентоспособные приемники-навигаторы. Однако вице-премьер Сергей Иванов признал, что Россия серьезно отстает в производстве электронной начинки навигаторов и лишь в конце 2010 года может завершиться подготовка к выпуску новых микросхем.

Российское и советское правительства вкладывают бюджетные средства в спутниковую навигационную систему ГЛОНАСС уже около 40 лет, однако она пока не приносит той отдачи, которую дает американский аналог – система GPS.

Владимир Путин потребовал сократить бюджетное финансирование этой системы. «Нужно последовательно идти к тому, чтобы отечественная система глобального позиционирования ГЛОНАСС внедрялась повсеместно на всей территории Российской Федерации. Иначе мы не сможем держать ее постоянно на федеральном бюджете. Она должна быть коммерциализована. Вот этого нужно добиться», – указал Владимир Путин вице-премьеру Сергею Иванову. В свою очередь, Иванов предложил «жестче проводить работу» с теми региональными властями, которые отказываются закупать отечественные навигаторы ГЛОНАСС. «Это огромный рынок. Как только мы на него выйдем, думаю, плоды ГЛОНАСС станут очевидны не только для органов

власти. И хотелось бы заручиться вашей поддержкой в том, чтобы жестче проводить эту работу с регионами, потому что некоторые регионы активно понимают и внедряют это дело, а некоторые – сдержанно пока относятся», – посетовал премьеру Сергей Иванов.

Однако Путин не поддержал идею о «жесткости». По его мнению, процесс внедрения ГЛОНАСС нужно разделить на два этапа. «Первый – это внедрение на региональном и муниципальном уровне. И здесь нужно говорить не о жесткости, а о привлекательности предлагаемого продукта. И второе – это переход уже к полной коммерциализации на бытовом уровне, и мы на это выйдем во второй половине года», – сообщил премьер.

В то же время разработчики отечественных навигаторов скептически отнеслись к тезису о коммерциализации. «Сигналы ГЛОНАСС и американской GPS распространяются бесплатно. И получать необходимую информацию может любой желающий. Также любой желающий может собрать у себя приемник-навигатор, не заплатив при этом ни копейки ни в российский, ни в американский бюджет», – сообщили «НГ» специалисты Ассоциации разработчиков, производителей и потребителей оборудования «ГЛОНАСС-Форум». По их словам, американская GPS полностью финансируется правительством США, тогда как GPS-премики производятся в Китае или на Тайване, не принося Штатам никакого дохода.

«Полезь для бюджета от систем типа ГЛОНАСС возможна в виде поступления обычных налогов с компаний-производителей, а также в результате сокращения госрасходов после внедрения контрольного оборудования на базе ГЛОНАСС», – говорит замдиректора ассоциации Алексей Пчелинцев.

«Коммерциализация ГЛОНАСС уже идет. Об этом свидетельствуют не только заявления высокопоставленных чиновников, но и то, что российские предприятия заключают контракты по производству навигационного оборудования с Индией, Китаем. Если еще несколько лет назад о совместном производстве микросхем и навигационного оборудования и речи не шло, то теперь очевидно, что без взаимного сотрудничества и привлечения азиатских инвестиций России просто не обойтись», – считает эксперт департамента оценки «2К Аудит – Деловые консультации» Ирина Воробьева. По ее словам, на возведение современного завода по производству современных навигационных модулей и чипсетов требуется не менее 3 млрд. долл. Привлечь под это производство относительно дешевые средства можно только у Китая. Для начала серийного выпуска конкурентоспособных отечественных приемников ГЛОНАСС нужно как минимум несколько лет, считают специалисты.

[http://www.ng.ru/economics/2010-02-16/1\\_glonass.html?mthree=9](http://www.ng.ru/economics/2010-02-16/1_glonass.html?mthree=9)

## МOTOROLA РАЗРАБАТЫВАЕТ МОБИЛЬНИКИ С ПОДДЕРЖКОЙ РОССИЙСКОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

Глава Минкомсвязи Игорь Щеголев рассказал, что достигнута договоренность с компанией Motorola о проведении разработок мобильных телефонов со встроенной поддержкой ГЛОНАСС. Эту информацию также подтвердили и в Минкомсвязи, отметив, что сейчас решается вопрос о размещении производства. Сроки выпуска телефона пока не раскрываются, но, по мнению экспертов, телефон может появиться на российском рынке не ранее конца 2010 года, сообщает РБК-daily. Как заявили в российском представительстве Motorola, ранее компания подписала с российской компанией «Информинвестгруп» меморандум о взаимопонимании в сфере изучения возможностей локализации и производства в России оборудования для сетей 4G, таких как WiMAX, LTE, а также ГЛОНАСС.

<http://hitech.newsru.com/article/16feb2010/glonassmoto>  
<http://www.federalspace.ru/main.php?id=3&nid=9365>  
10.02.2010

## ФРАНЦИЯ ЗАКАЗАЛА ТРИ С ПОЛОВИНОЙ ТЫСЯЧИ «УМНЫХ» БОМБ

Агентство по оборонным закупкам Франции (DGA) заключило с французской компанией Sagem контракт на поставку 3,4 тысячи модульных систем наведения AASM, предназначенных для модернизации свободнопадающих авиационных бомб в высокоточные управляемые боеприпасы. В пресс-релизе Sagem говорится, что в рамках долгосрочного соглашения выделен твердый контракт на поставку 680 модульных систем. Сумма сделки не уточняется. Кроме того, контракт предусматривает разработку и интеграцию модуля спутниковой навигационной системы последнего поколения в AASM. Sagem, входящей в холдинг Safran, также необходимо будет пройти сертификационные испытания, которые в перспективе позволят открыть серийное производство инерциально-лазерной системы наведения для бомб с коррекцией траектории по данным GPS.

Модульная система AASM состоит из набора систем наведения и комплекта увеличения дальности полета авиабомбы (твердотопливный ракетный двигатель). AASM может быть установлена на любую стандартную авиационную бомбу калибра 250 килограммов. В списке продукции Sagem также имеются модульные системы для бомб калибра 125, 500 и 1000 килограммов. Авиабомбы, модернизированные при помощи AASM, способны наносить удары по наземным целям на дальности до 50 километров. При этом в случае перемещения цели AASM будет способна скорректировать траекторию падения

бомбы. AASM может использоваться в качестве вооружения истребителей Mirage 2000 и Rafale.

<http://www.lenta.ru/news/2010/02/19/aasm/>

## ВВС ИЗРАИЛЯ ПОЛУЧИЛИ НОВЫЕ БЕСПИЛОТНИКИ EITAN

Военно-воздушные силы Армии обороны Израиля получили новый беспилотный летательный аппарат (БПЛА) Eitan, сообщает AFP в воскресенье, 21 февраля. БПЛА Eitan («Эйтан») является модернизированной версией беспилотника Heron («Херон»). Размах крыльев Eitan – 26 метров, что сравнимо с габаритами пассажирского самолета Boeing 737. Вес нового беспилотника 4,5 тонны. Высота полета БПЛА Eitan до 13 тысяч метров, аппарат может нести полезную нагрузку до тонны. Eitan может непрерывно находиться в воздухе более 23 часов, что позволяет вести наблюдение за объектами на территории Ирана, отмечает AFP. Eitan оборудован системами спутниковой навигации, аппаратурой слежения и обнаружения целей в оптическом, инфракрасном и радиодиапазонах.

БПЛА Eitan разработан компанией IAI (Israel Aerospace Industries) совместно с ВВС Израиля. Сколько таких беспилотников получают ВВС Израиля, пока не уточняется.

<http://www.lenta.ru/news/2010/02/22/drone/>

## С РАКЕТОЙ-НОСИТЕЛЕМ «ПРОТОН-М» ВЕДУТСЯ РАБОТЫ ПО ГРАФИКУ ПЕРВОГО СТАРТОВОГО ДНЯ



26.02.2010 в 3 часа 30 минут московского времени состоялся вывоз ракеты космического назначения «Протон-М» из монтажно-испытательного корпуса 92А-50 для ее дальнейшей транспортировки на площадку 81 космодрома. Расчеты специалистов

космической отрасли России приступили к интенсивным работам по подготовке к пуску ракеты космического назначения «Протон-М» с кластером из трех космических аппаратов «Глонасс-М» непосредственно на стартовом комплексе.

Пуск ракеты космического назначения «Протон-М» с кластером из трех космических аппаратов «Глонасс-М» запланирован на 0 часов 19 минут мск 2 марта.

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=2&nid=9459>

### **ТРИ КА «ГЛОНАСС-М» ВЫВЕДЕНЫ НА ЦЕЛЕВУЮ ОРБИТУ**

2.03.2010 в 00:19 мск с космодрома Байконур стартовала ракета космического назначения «Протон-М» с разгонным блоком (РБ) ДМ и блоком из трех космических аппаратов «Глонасс-М» Глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС.

После отделения космической головной части (РБ ДМ – 3 КА «Глонасс-М») от третьей ступени ракеты-носителя разгонный блок ДМ продолжил выведение блока космических аппаратов на заданную орбиту. В 03:52 мск в соответствии с программой выведения космических аппаратов произошло штатное отделение блока космических аппаратов от разгонного блока.

*Пресс-служба Роскосмоса*

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=2&nid=9502>

### **КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ «ГЛОНАСС-М» УСПЕШНО ВЫВЕДЕНЫ НА ОРБИТУ**

2 марта с космодрома «Байконур» состоялся успешный запуск тройки навигационных космических аппаратов «Глонасс-М», созданных в ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева». Космические аппараты «Глонасс-М» №31, 32, 35, входящие в состав блока №40, выведены на целевую орбиту ракетой-носителем «Протон-М» с разгонным блоком «ДМ». Специалисты «ИСС имени академика М.Ф. Решетнева», где были разработаны и изготовлены все три спутника, продолжают с ними работу и после запуска. Информационно-вычислительный комплекс предприятия оказывает техническую поддержку в процессе управления космическими аппаратами, которое осуществляется модернизированным ЦУС-У Министерства обороны в г. Краснознаменске. В ходе первого сеанса связи со спутниками была получена телеметрическая информация, подтвердившая, что состояние всех систем космических аппаратов в норме и соответствует программе полета. Эксплуатация космических аппаратов, пополнивших орбитальную группировку глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС, начнется после завершения этапа коррекции приведения в заданные рабочие точки.

Планируется, что все три спутника начнут использоваться по целевому назначению к апрелю этого года.

*Пресс-служба ОАО «ИСС»*

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=3&nid=9506>

### **РОССИЙСКУЮ АЭРОНАВИГАЦИЮ ПЕРЕВОДЯТ НА ГЛОНАСС**

Министерство транспорта РФ обязало оборудовать средства аэронавигационного обслуживания системой ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.

Приказ об этом, подписанный министром Игорем Левитиным, вступит в силу 16 марта. Предусматривается, что отечественной аппаратурой спутниковой навигации должны быть оснащены средства, обеспечивающие синхронизацию времени автоматизированных систем обслуживания воздушного движения, систем радиотехнического обеспечения полетов, авиационной электросвязи и объективного контроля, автоматизированных систем летного контроля, средств авиационно-космического поиска и спасения, и так далее. В министерстве убеждены, что установка российской системы повысит безопасность и эффективность обслуживания воздушного движения.

Согласно принятому в 2008 году постановлению, оснащению аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS подлежат воздушные суда государственной, гражданской и экспериментальной авиации. В 2010 году на реализацию Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система» из казны должно быть выделено 580 млн. рублей.

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=2&nid=9581>

### **В РОССИИ ВВЕДУТ ЗАГРАДИТЕЛЬНЫЕ ПОШЛИНЫ НА GPS-НАВИГАТОРЫ**

Проект заградительных пошлин на автомобильные навигаторы с поддержкой только американской системы GPS (без поддержки российского ГЛОНАСС) будут согласованы уже к концу 2010 года. Об этом пишет газета «Коммерсант» со ссылкой на руководителя федерального оператора ГЛОНАСС ОАО «Навигационно-информационные системы» (НИС) Александра Гурко.

По его словам, сейчас этот документ находится на заключительной стадии согласования. При этом заградительные пошлины не затронут мобильные устройства – телефоны и смартфоны со встроенными чипами GPS. Как отметил Гурко, российским производителям пока нечего предложить на этом рынке, поэтому эффект от высоких пошлин в данном сегменте проявится только в виде более высоких цен, а не в замещении импорта.

При этом к концу года в России начнется массовый выпуск автомобильных навигаторов на базе отечественной платформы с гибридным

чипом, поддерживающим одновременно стандарты GPS и ГЛОНАСС. «Оборудование, созданное на базе новых чипов от «Нависа», появится в продаже в конце этого года либо в начале следующего. Приблизительно тогда можно ожидать и введения заградительных пошлин на оборудование с поддержкой только GPS», — заявил «Коммерсанту» старший аналитик НИС Андрей Ионин. По его словам, пошлины на ввоз устройств с одновременной поддержкой GPS и ГЛОНАСС не изменятся.

Однако эксперты считают, что глобального замещения импорта устройств с поддержкой GPS гибридными навигаторами отечественного производства в 2011 году не будет. «Чипы адекватных размеров только появляются», — считает директор компании «Вобис Компьютер» Михаил Чернышов. — Но не решена проблема антенн (модулям ГЛОНАСС требуется внешняя антенна, — примечание Ленты. Ру). То есть о полноценной компактности речи пока не идет».

В прошлом году в России было реализовано около 500 тысяч автонавигаторов, плюс, еще 800 тысяч мобильных устройств, проданных на российском рынке, были оборудованы чипами GPS.

Напомним также, что первое российское устройство с одновременной поддержкой GPS и ГЛОНАСС появилось на рынке еще в 2007 году и было выпущено ограниченной серией. Стоимость навигатора на момент его появления в продаже составляла 11 тысяч 990 рублей.

В прошлом году о намерении устанавливать навигаторы с поддержкой ГЛОНАСС в качестве базового оборудования говорили представители «АвтоВАЗа», однако пока «Лады» по-прежнему выпускаются без навигационных систем.

<http://auto.lenta.ru/news/2010/03/10/gps/>

## СОГЛАШЕНИЕ МЕЖДУ РОССИЕЙ И ИНДИЕЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЛОНАСС

Россия и Индия по итогам правительственных переговоров двух стран в пятницу подписали ряд соглашений, в частности в области атомной энергии и системы ГЛОНАСС.

Заместитель руководителя Роскосмоса Анатолий Шилев и руководитель департамента космических исследований Коппилил Радхакришнан подписали документ о создании совместного предприятия (СП) по производству (включая совместное производство) навигационного оборудования для гражданских пользователей, навигационного наземного оборудования для приема сигнала российской системы ГЛОНАСС. Об этом сообщили в РИА «Новости».

Как сообщила пресс-службе Роскосмоса Елена Быстрова, PR Директор ОАО «НИС» — ГЛОНАСС», с российской стороны документ подписали также ОАО «Навигационно-информационные системы» (ОАО «НИС»), с индийской — Индийская организация космических исследований (ISRO).

При подписании меморандума стороны руководствовались достигнутыми ранее межправительственными соглашениями о сотрудничестве в области космоса, совместном развитии, эксплуатации и использовании российской системы ГЛОНАСС, мерах по охране технологий при осуществлении долгосрочного сотрудничества, предоставлении Индии доступа к навигационным сигналам ГЛОНАСС в мирных целях.

Для реализации положений меморандума принято решение о создании совместной рабочей группы, в состав которой войдут представители Федерального космического агентства, ОАО «НИС» (с Российской стороны) и ISRO (с Индийской стороны). Рабочая группа разработает план создания СП, задачами которого станут:

- развитие инфраструктуры и предоставления навигационных услуг на территории Республики Индия,
- организация совместного производства телематических терминалов и персонального навигационного оборудования (НАП) на базе ГЛОНАСС/GPS/IRNSS (IRNSS — Indian Regional Navigation Satellite System) в Республике Индия для гражданских пользователей,
- организация в Республике Индии совместного производства чипсетов ГЛОНАСС/GPS/IRNSS для гражданских пользователей, включая производство, продажу и послепродажное обслуживание навигационного оборудования, программного обеспечения и т. д.
- создание сетей передачи данных и определения потребности в частотном спектре для использования навигационных данных и услуг».

По словам генерального директора ОАО «НИС» — Федерального сетевого оператора в области навигационной деятельности — Александра Гурко «работа по созданию совместного предприятия является важным шагом в организации сотрудничества между Россией и Индией в области высоких технологий и развития приложений на основе технологий ГЛОНАСС. Индия — приоритетный рынок для России и стратегический партнер в области совместного развития навигационных технологий. Речь идет о долгосрочном, взаимовыгодном сотрудничестве в навигационной сфере»

<http://www.federalspace.ru/main.php?id=2&nid=9646>  
13.03.2010

## УСТАНОВКА ГЛОНАСС НА АВТОМОБИЛЯХ «КАЛИНА» И «ПРИОРА»

Установка автомобильной системы спутниковой навигации ГЛОНАСС прорабатывается как для выпускаемых моделей «Калина» и «Приора», так и для нового семейства «Лада» класса С (проект 2116). Разработка технических требований и конфигурации системы осуществляется в тесном



сотрудничестве с головной организацией по системе ГЛОНАСС – ФГУП «Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения».  
<http://www.rian.ru/economy/20100315/214442025.html>

### ГУБЕРНАТОР ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ ПОРУЧИЛ ОСНАСТИТЬ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМОЙ ГЛОНАСС АВТОМОБИЛИ БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕГИОНА

Губернатор Томской области Виктор Кресс на прошедшем вчера аппаратном совещании поручил начать работу по оснащению всех автомобилей бюджетных организаций региона навигационными системами в рамках текущего финансирования. Об этом сообщает пресс-служба администрации Томской области.

По мнению губернатора, упорядочить работу государственного служебного транспорта необходимо в целях более эффективного расходования бюджетных средств, чтобы прекратить использование этой техники в личных целях. Оснащение навигаторами предполагается начать с автомобильного парка областной администрации.

<http://www.federalspace.ru/main.php?id=3&nid=9676>  
16.03.2010

### РОССИЙСКИЕ ФИЗИКИ СОЗДАЛИ «СЕРДЦЕ» МИНИАТЮРНЫХ АТОМНЫХ ЧАСОВ

Ученые из Физического института имени Лебедева (ФИАН) РАН закончили разработку квантового дискриминатора – устройства, которое должно стать «сердцем» создаваемых исследователями миниатюрных атомных часов. Об этом сообщается в пресс-релизе института.

Атомные часы – это прибор для измерения времени, в котором в качестве постоянного периодического процесса используются собственные колебания атомов или молекул. Одной из важнейших характеристик атомных часов является их нестабильность. Чем больше это значение, тем большая ошибка набегает в часах за один и тот же промежуток времени.

На сегодняшний день самыми точными атомными часами являются цезиевые. Их нестабильность составляет  $10^{-16}$ . Для большинства применений достаточно более высоких значений нестабильности: так, нестабильность атомных часов на спутниках ГЛОНАСС составляет около  $10^{-13}$ . Для использования на Земле годятся часы с нестабильностью  $10^{-11} - 10^{-9}$ .

Нестабильность часов, создаваемых специалистами ФИАН в сотрудничестве с учеными из Института лазерной физики СО РАН, будет составлять  $10^{-13}$ . При этом объем часов не будет превышать 50 кубических сантиметров.

Исследователи планируют завершить разработку часов к 2012 году. После этого должен быть налажен их промышленный выпуск. По словам авторов, новые часы будут востребованы.

<http://www.lenta.ru/news/2010/03/18/atomic/>

### СЕРДЦЕ МИНИАТЮРНЫХ АТОМНЫХ ЧАСОВ НАЧАЛО БИТЬСЯ

Сотрудники Лаборатории стандартов частоты ФИАН работают над созданием малогабаритных атомных часов нового поколения. В частности, в настоящее время разработан миниатюрный квантовый дискриминатор – «сердце» будущих высокостабильных атомных часов. Несмотря на малый объем квантового дискриминатора – не более  $10\text{ см}^3$  – создающиеся в ФИАНе атомные часы будут настолько точны, что за сутки накопят отклонение всего лишь в одну миллионную часть секунды.



Собранный в ФИАНе прототип квантового дискриминатора объемом  $10\text{ см}^3$

Относительная нестабильность одних из самых точных в мире атомных стандартов частоты и времени (цезиевых фонтанов) достигает  $10^{-16}$ . Такие часы задают время в национальных метрологических лабораториях. Часы с более низкой точностью –  $10^{-13}$  – обеспечивают точное измерение времени на навигационных спутниках, например, на спутниках систем GPS и ГЛОНАСС. В большинстве массовых применений на Земле столь высокая точность не нужна, достаточно  $10^{-11} - 10^{-9}$ . Так, прецизионные кварцевые генераторы, производимые в настоящее время, имеют относительную долговременную нестабильность частоты около  $10^{-9} - 10^{-10}$  за сутки. Традиционные рубидиевые стандарты с объемом порядка тысячи кубических сантиметров, а весом – до килограммов, обладают нестабильностью выходной частоты  $10^{-12}$ .

Физики из ФИАНа (к. ф.-м. н Владимир Величанский, н. с. Виталий Васильев, к. ф.-м. н Сергей Зибров и аспиранты Ольга Козлова и Александр Сивак) в сотрудничестве с Институтом лазерной физики СО РАН (а конкретно, теоретиками д. ф.-м. н В. И. Юдиным и д. ф.-м. н В. А. Тайченачевым) разрабатывают атомные часы нового поколения с относительной нестабильностью  $10^{-11}$ , сочетая ее с миниатюрностью прибора. «Маятником» разрабатываемых часов является атом цезия, в котором взаимная ориентация моментов ядра и электрона меняется

примерно 10 миллиардов раз в секунду. Такие часы рассчитаны на массовое применение и заменят прецизионные кварцевые генераторы, по крайней мере, на порядок превосходя их по долговременной стабильности при меньшем объеме и энергопотреблении. Ожидается, что объем часов не будет превышать  $50 \text{ см}^3$ , а необходимая для потребления мощность – 0,3 Вт.

«На габариты атомных стандартов частоты и времени предыдущего поколения накладывалось ограничение, определяемое длиной волны резонансного СВЧ-поля, взаимодействующего с атомной средой. Поэтому создать прибор с характерными размерами меньше нескольких сантиметров до недавнего времени считалось невозможным. Однако благодаря открытию в 70-х годах эффекта когерентного пленения населенностей (КПН) и разработке миниатюрных диодных лазеров, только в настоящее время эти ограничения удалось устранить. Теперь вместо зондирования метрологического резонанса атомов оптическим и СВЧ полем, используют два оптических поля, и необходимость в громоздком СВЧ резонаторе отпала. Это и открыло путь к миниатюризации» – поясняет научный сотрудник лаборатории Стандартов частоты Виталий Васильев.

«Для оптического возбуждения теперь вместо газоразрядных ламп используются миниатюрные лазеры, что позволяет без ухудшения характеристик в десятки раз уменьшить габариты атомных стандартов с относительной нестабильностью около  $10^{-11}$ , сократить их энергопотребление и стоимость. Это позволит встраивать атомные часы в портативные устройства», – говорит аспирант Александр Сивак.

Область весьма актуальна – разработка подобных атомных часов активно ведется также в США, Франции, Китае, Израиле, Канаде, Швейцарии.

«Наука интернациональна и данный проект подтверждает это особенно наглядно. В Италии обнаружили КПН эффект, в Канаде первыми осуществили чисто оптическое зондирование СВЧ резонанса, мы в ФИАНе в 91 году первыми применили высококогерентные полупроводниковые лазеры для регистрации эффекта, в Германии продемонстрировали возможность использования самого миниатюрного типа полупроводниковых лазеров – лазеров с вертикальным резонатором. Уже в этом веке Национальный Институт Стандартов и Технологии (США) и мощные компании (Honeywell, Symmetricom, Kernko) приступили к разработке технологии для массового производства малогабаритных атомных часов. Мы пока отстаем от США в технологии изготовления атомных часов, поэтому именно в данном направлении сейчас сосредоточены основные наши усилия. Что касается физики эффекта, то наши работы выполнены на мировом уровне», – рассказывает ведущий научный сотрудник Лаборатории стандартов частоты Владимир Величанский.

Одновременно с разработкой соответствующей компактной электронной схемы в ФИАНе работают над дальнейшим уменьшением объема дискриминатора и над новыми технологиями создания его основных узлов. Завершение опытно-конструкторской разработки запланировано на 2012 год, после чего одна из российских компаний приступит к организации в России серийного производства точных и малогабаритных атомных часов. Серийно выпускаемый и доступный прибор позволит значительно увеличить быстродействие потребительских навигационных устройств, развить помехозащищенную широкополосную связь, применить новые методы локализации и многое другое.

*По материалам АНИ «ФИАН-информ»*

**18.03.2010.**



# РАСШИРЕННОЕ СОВЕЩАНИЕ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

MEETING OF RADIOELECTRONICS INDUSTRY AUTHORITIES



17 марта 2010 г. в городе Зеленограде состоялось расширенное совещание руководителей предприятий радиоэлектронной промышленности (РЭП), в работе которого приняли участие директора или их представители от 165 предприятий и организаций отрасли, а также 25 приглашенных лиц от федеральных органов исполнительной власти.

С докладом «**Об итогах деятельности радиоэлектронной промышленности в 2009 году и основных задачах на 2010 г.**» выступил директор Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России Владимир Николаевич Минаев.

Докладчик отметил, что: объём промышленного производства в целом по радиоэлектронной промышленности за 2009 г. в действующих ценах составил 102,8% от уровня прошлого года.

Объём производства продукции специального назначения в действующих ценах вырос на 5,7%. Объём производства гражданской продукции упал на 14,6% от уровня 2008 года. Объём прибыли, полученный успешно работающими предприятиями, составил почти 14,6 млрд. руб. и вырос на 1,4% от уровня прошлого года.

По интегрированным структурам рост объёмов производства продукции составил: ОАО «Концерн «Созвездие» — на 44,2%, ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей» — на 16%, ОАО «Концерн радиостроения «Вега» — на 3,4%.

Несколько улучшилось социально-экономическое положение работников радиоэлектронного комплекса. Среднемесячная заработная плата одного работающего выросла на 11,5% и составила в промышленности 8,8%., в науке — 12,5%..

Общий объём экспорта РЭП в 2009 году снизился на 6,6%. Экспортные поставки осуществлялись почти 148 предприятиями РЭП в страны дальнего и ближнего зарубежья. В 2009 г. на 107 объектах капитального строительства отрасли проводилось техническое

переоснащение и реконструкция. Было освоено более 4 млрд. руб. бюджетных инвестиций, введено в эксплуатацию 2 дизайн-центра.

По состоянию на 01.01.2010 года в сфере деятельности Департамента радиоэлектронной промышленности находилось 371 организация, включенная в Сводный реестр организаций оборонно-промышленного комплекса, в том числе: 93 федеральных государственных унитарных предприятий (ФГУП), 259 акционерных обществ, из них 77 акционерных обществ с государственным участием и 182 без государственного участия, 19 иных и прочих организаций (ЗАО, ООО и др.), а также 1 учреждение (ФГУ), не входящее в Сводный реестр.

172 предприятия и организаций (46,3% предприятий РЭП) переходят в состав Государственной Корпорации «Ростехнологии».

В настоящее время в отрасли действуют несколько крупных интегрированных структур, построенных по принципу холдинговых компаний и объединяющих 236 организаций радиоэлектронной промышленности (в том числе 209 организации, входящих в состав Сводного реестра ОПК). Это — Концерн «ПВО «Алмаз-Антей», Концерн радиостроения «Вега», Концерн «Созвездие», Государственная Корпорация «Ростехнологии».

В Департаменте продолжается работа по созданию интегрированных структур ОАО «Системы управления», ОАО «Концерн «Автоматика», а также по расширению созданной интегрированной структуры ОАО «Концерн «Созвездие».

Осуществляется выполнение плана мероприятий по реализации «Стратегии развития электронной промышленности России на период до 2025 года». В 2009 году оказана государственная поддержка 24 предприятиям на общую сумму более 10 млрд. руб.

Успешно функционирует система информационного обеспечения деятельности Департамента, организуются выставки и конференции, выпускаются специализированные издания.

Об издательской деятельности. В 2009 г. выпущены биографическая энциклопедия «Электроника России», отраслевая книга «Динамика радиоэлектроники — 3» и перекидной настольный именной календарь «Радиоэлектроника России. Деятели отечественной науки, промышленности, военачальники». Готовится его более полное переиздание в конце текущего года на 2011 год. Издана книга «Радиоэлектронные

технологии: состояние и перспективы развития», в которую включены материалы состоявшейся в 2009 году в Воронеже VIII-й научно технической конференции предприятий РЭП.

Успешно работает интернет-портал [www.rosrep.ru](http://www.rosrep.ru) и сайт Департамента радиоэлектронной промышленности интернет – портала Минпромторга России. Растёт число пользователей сайтов, что свидетельствует об оперативности обновления материалов на сайтах. Директор Департамента пригласил руководителей предприятий активнее использовать имеющийся ресурс направлять свои информационные материалы для размещения на сайтах радиоэлектронной промышленности в сети интернет.

Вместе с тем в докладе были отмечены остающиеся нерешенными ряд проблем. Вот некоторые из них:

- недостаточна активность предприятий в освоении современной конкурентоспособной гражданской инновационной продукции для завоевания соответствующих ниш внутреннего рынка;
- недостаточное внимание уделяется работам по обеспечению необходимого качества эксплуатации, ремонта и модернизации военной техники, экспортируемой в рамках военно-технического сотрудничества;
- неритмично финансирование работ как оборонного, так и гражданского назначения, затягиваются конкурсные процедуры и процедуры сдачи-приемки этапов НИОКР и работ в целом;
- имеют место случаи несвоевременного и некачественного представления руководителями предприятий материалов, необходимых для формирования конкурсной документации и приемки выполнения работ;
- остается крайне низким уровень обновления активной части фондов при высоком физическом износе последних, что в значительной мере снижает качество продукции предприятий, эффективность проводимых НИОКР, а также внедрение их результатов в промышленное производство;
- медленно осуществляется реструктуризация РЭП в части создания интегрированных структур.

Директор Департамента радиоэлектронной промышленности поставил перед руководителями предприятий ряд основных задач, от решения которых будет зависеть выполнение основных плановых показателей, намеченных на текущий 2010 год.

Главные из них:

- обеспечить безусловное выполнение заданий государственного оборонного заказа, утвержденных мобилизационных заданий, программ и планов военно-технического сотрудничества и заданий федеральных целевых программ;
- продолжить работу по расширению участия предприятий РЭП в реализации региональных программ социально-экономического развития. При реализации региональных программ использовать разработки продукции на основе двойных технологий, выполняемых в рамках федеральных целевых, ведомственных и межгосударственных программ

как фактор, минимизирующий региональные затраты на их использование для нужд региона;

- обеспечить в 2010 г. систематическую работу по повышению производительности труда, росту объемов выполненных работ, повышению качества выпускаемой продукции, обновлению производственной и научно-технической базы;
- повысить активность и инициативность в решении социальной и кадровой проблем, в т. ч. по повышению уровня оплаты труда, сохранению и привлечению высококвалифицированных кадров и молодых специалистов.
- обеспечить повышение уровня профессиональных знаний руководителей и специалистов радиоэлектронного комплекса, регулярно направлять их на повышение квалификации и переподготовку в учебные центры по перспективным направлениям экономики, новым технологиям, маркетингу и управлению персоналом.



После завершения доклада В. Н. Минаева состоялось его обсуждение. В ходе совещания выступили также приглашенные лица.

В заключение мероприятия был представлен проект решения расширенного совещания, который был в основном одобрен присутствующими участниками. Было определено время на его доработку и последующее доведение до всех предприятий радиоэлектронной промышленности.

Более подробно материалы совещания будут размещаться на Интернет-сайте.

*Департамент Радиоэлектронной промышленности  
Минпромторга России  
17 марта 2010 г.*



# ВОЕННО-ВОЗДУШНОЙ КРАСНОЗНАМЕННОЙ ОРДЕНА КУТУЗОВА АКАДЕМИИ ИМЕНИ Ю. А. ГАГАРИНА 70 ЛЕТ

70<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF THE GAGARIN AIR FORCE ACADEMY



29 марта 1940 года Народный комиссар обороны СССР издал приказ, в котором предписывалось: «Выделить из состава Военно-воздушной ордена Ленина академии имени профессора Н. Е. Жуковского факультеты: оперативный, командный, заочный командный, штурманский и курсы начальствующего состава ВВС в самостоятельную академию и присвоить вновь организуемой академии наименование Военная академия командного и штурманского состава ВВС Красной Армии...».

Всего в Академии на момент ее формирования было четыре факультета (оперативный, командный, заочный командный, штурманский), курсы начальствующего состава ВВС и 15 кафедр. Штатная численность Академии была около 2200 человек.

Для обеспечения летной тренировки слушателей и преподавателей в июне 1940 года создается учебный авиационный полк в составе пяти эскадрилий. Поэтому местом дислокации новой Академии был избран поселок Монино, расположенный в 40 км от г. Москвы, в котором еще с 1928 года находился авиационный гарнизон с аэродромом.

Первым начальником академии был назначен генерал-майор авиации Зиновий Максимович Померанцев, который до этого возглавлял Военно-воздушную академию имени профессора Н. Е. Жуковского.

За годы войны в Академии было подготовлено около 3000 авиационных командиров. Более 100 из них было присвоено воинское звание «генерал».

За героические подвиги, проявленные при защите Отечества, многие выпускники удостоены звания Героя Советского Союза, а генералы Ворожейкин А. В., Рязанов В. Г., Федоров Е. П. этого звания удостоены дважды. Всего с начала существования и по настоящее время в Академии учились более 760 Героев Советского Союза и России, в том числе 43 дважды Героев Советского Союза и один, — И. Н. Кожедуб, — трижды.

18 августа 1945 года указом Президиума Верховного Совета СССР за выдающиеся успехи в подготовке командных кадров ВВС Академия была награждена орденом Красного Знамени. 195 человек профессорско-преподавательского состава были отмечены правительственными наградами.

С 1946 года Академия начала готовить командные кадры для ряда зарубежных стран.

С начала 60-х годов Академия занимается подготовкой летчиков-космонавтов. С 1 декабря 1960 г. и до апреля 1961 г. в составе группы кандидатов в космонавты здесь обучался первый космонавт земли Ю.А. Гагарин. После своего исторического полета 12 апреля 1961 г. Гагарин служил в Центре подготовки космонавтов и часто наведывался в Монино.

После трагической гибели полковника Гагарина в авиационной катастрофе в марте 1968 г. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 15 апреля того же года Академии было присвоено имя летчика-космонавта Героя Советского Союза Юрия Алексеевича Гагарина.

В Академии имеется 26 кафедр, из которых шесть – общеакадемические, семь научно-исследовательских подразделений, современный учебно-тренировочный комплекс, отделы, службы, подразделения обеспечения учебного процесса и жизнедеятельности академии и гарнизона.

Выпускниками Академии являются более 20 отечественных и 3 зарубежных космонавта.

В разные годы ВВА имени Ю.А. Гагарина возглавлялась видными авиационными военачальниками. Так, начальниками Академии были: генерал-лейтенант авиации Петр Павлович Ионов (1945 – 1946 гг.), маршал авиации Федор Яковлевич Фалалеев (1946 – 1950 гг.), генерал-лейтенант авиации Серафим Александрович Пестов (1950–1956 гг.), маршал авиации Степан Акимович Красовский (1956 – 1968 гг.), маршал авиации Сергей Игнатъевич Руденко (1968 – 1973 гг.), маршал авиации Николай Михайлович Скоморохов (1973 – 1988 гг.), генерал-полковник Корольков Борис Федорович (1988 – 1997 гг.), генерал-полковник Виктор Петрович Козлов (1997 – 2002 гг.), генерал-полковник Аркадий Николаевич Барсуков (2002 – 2007 гг.).

В настоящее время Академия размещается на территории закрытого военного городка Монино. Автономное базирование Академии обуславливает значительную численность подразделений обеспечения, занятых обслуживанием академических и гарнизонных объектов жизнеобеспечения.

Академия является ведущим военно-учебным заведением ВВС, крупным учебно-научным центром и предназначена:

- для подготовки авиационных командных кадров;
- выполнения научных исследований по проблемам применения авиационных объединений, тактики родов авиации, управления авиационными соединениями и частями ВВС, организации повседневной деятельности и обеспечения безопасности полетов, навигации и боевого применения средств поражения, организации связи и тылового обеспечения авиации;
- подготовки научных и педагогических кадров;

– переподготовки и повышения квалификации офицерского состава строевых частей и вузов ВВС.

В настоящее время в Академии ведется подготовка в течение двух лет авиационных командных кадров для ВВС, других видов ВС России, министерств и ведомств по профилям: летный, штабной, штурманский, тыловой, связи и радиотехнического обеспечения авиации, командно-инженерный, РЭБ, разведки, АСУ ВВС и др., а также Академия готовит авиационные командные кадры для стран дальнего и ближнего зарубежья.

- ВВА им. Ю.А. Гагарина в разные годы закончили:
- Маршал авиации Шапошников Е. И. – Главнокомандующий ВВС, 1991 г. – Министр обороны СССР, 1991 – 1992 гг. – Главнокомандующий Объединенными Вооруженными Силами СНГ.
  - Маршал авиации Ефимов А. Н. – Главнокомандующий ВВС.
  - Главный маршал авиации Колдунов А. И. – Главнокомандующий ПВО страны.
  - Генерал армии Дейнекин П. С. – Главнокомандующий ВВС.
  - Генерал армии Михайлов В. С. – Главнокомандующий ВВС.
  - Генерал-полковник Зелин А. Н. – Главнокомандующий ВВС.

Выпускники Академии исполняли и сегодня исполняют ответственные должности во всех звеньях ВВС, а также в ряде управлений Министерства обороны России и других стран. Главнокомандующие ВВС СССР и России, начальники главных управлений, командующие объединениями ВВС и ПВО, – все они за редким исключением были выпускниками Академии. Из числа выпускников академии вышли первый вице-президент Российской Федерации и последний Министр обороны СССР.

Таким образом, Военно-воздушная академия внесла и вносит значительный вклад в подготовку командных кадров ВВС.

За выдающиеся успехи в подготовке высококвалифицированных кадров Указом Президиума Верховного Совета СССР от 18 августа 1945 г. Военно-воздушная академия была награждена орденом Красного Знамени, а в феврале 1968 г. к 50-летию Вооруженных Сил – орденом Кутузова I степени. Академия награждена 9 наградами иностранных государств.

Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российский общественный институт навигации и редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют личный состав Академии с юбилеем и желают ей успехов в деле подготовки командных и штурманских кадров, развития навигационного обеспечения отечественной авиации.



# К 60-ЛЕТИЮ ОАО «ЗАВОД «НАВИГАТОР»<sup>1</sup>

## 60<sup>TH</sup> ANNIVERSARY OF THE NAVIGATOR ENTERPRISE

*25 октября ОАО «Завод «Навигатор» исполнилось 60 лет. Именно в этот день в 1949 году на основании Постановления Совета Министров СССР Завод кассовых аппаратов № 152 переименован в Государственный Союзный завод № 275, который стал выпускать радиотехническую аппаратуру. С этого времени и начинается отсчет официальной биографии завода [1]. Сегодня ОАО «Завод «Навигатор» – ведущий производитель систем спутниковой навигации на базе ГЛОНАСС/GPS, производящий аппаратуру системы единого времени, средства дальней навигации, квантовые стандарты частоты, аппаратуру координатно-временного и навигационного обеспечения. С 2007 года ОАО «Завод «Навигатор» является участником Федеральной целевой программы по дальнейшему совершенствованию системы глобального спутникового позиционирования и приступил к организации серийного выпуска спутниковой навигационной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS [1]*

Тем не менее, по данным источников [2, 3] история завода началась раньше, когда в 1925 году в Ленинграде на пр. Щорса появились мастерские ОГПУ по производству негоряемых шкафов. В 1932 г. мастерские были преобразованы в завод по производству спортивного инвентаря, а в 1936 г. – по производству торгового оборудования. С 1941 по 1944 гг. завод выпускал продукцию для нужд фронта, а с 1944 г. вновь был налажен выпуск торгового оборудования.

В 1945 г., по решению ГКО № 8690 от 22.05.45, заводу были переданы: 350 вагонов оборудования, оснастки, незавершенного производства завода «Националь-Крупп» (Берлин) по производству кассовых аппаратов; вторая площадка на Пионерской ул., 32, и выделены инвестиции в сумме 31 млн. руб. на освоение производства. Заводу был присвоен № 152 Министерства торговли СССР. В 1946 – 1948 гг. завод выпускал кассовые аппараты, холодильные шкафы, другое торговое оборудование. Численность персонала достигла 1200 человек. В 1949 г. завод № 152 был передан в ведение Министерства промышленности средств связи и перепрофилирован под производство аппаратуры системы слепой посадки самолетов. Приказом МПСС № 415 от 25.10.49 заводу присвоено наименование Государственный Союзный завод № 275 (п/я 629).

Далее предприятие переходило в подчинение разных инстанций, а в 1966 г. оказалось в ведении Министерства радиопромышленности СССР и приказом МРП № 160 от 24.03.66 получило название «Завод Ленинградского научно-исследовательского радиотехнического института» (Завод ЛНИРТИ, п/я А-3940). Фактически уже с 1959 г. завод осваивает производство аппаратуры разработки ЛНИРТИ. К 1970-м годам сложились 4 основные направления выпуска опытных образцов и серийной продукции:

1. Аппаратура передающих станций систем дальней радионавигации длинноволнового («Тропик-2П»),

(«Тропик-2») и сверхдлинноволнового диапазона («Маршрут»).

2. Аппаратура приемоиндикаторного парка, предназначенная для высокоточного определения координат подвижных объектов («Омар-П», «Ропша», «Кремний», СК ИП и др.), которая по мере отработки передавалась на серийные заводы.
3. Аппаратура «Системы единого времени страны высокой точности» «Сандал», «Самшит», «Кипарис», «Кипарис К», «Миндаль», «Камыш», переданная затем в серийное производство на Производственного объединения «Россия», и аппаратура второго поколения «Цель», переданная Кузнецкому радиозаводу.
4. Высокоточные кварцевые, квантовые, в том числе водородные, стандарты частоты и бортовые синхронизирующие устройства более 40 наименований для решения задач спутниковой навигации, мониторинга окружающей среды, обороны и других («ГЛОНАСС», «Парус», «Надежда» и многие другие), а также контрольно-испытательная аппаратура для них.

В 1978 г. ЦК КПСС и Советом министров СССР было принято решение о дальнейшем развитии завода с перемещением в перспективе на новую площадку. На выделенном в Приморском районе участке площадью 5,6 га в 1982 г. была введена первая очередь (механогаготовительное производство, гараж, склад). С 1987 по 1991 гг. велось строительство второй очереди площадью 28 тыс. кв. м, которое с 1992 г. остановлено из-за отсутствия средств.

В 1991 г., после распада Советского Союза, ликвидации научно-производственного объединения «Русь», в которое завод входил в 1987 – 1991 гг., изменения законодательной базы Заводом 26 декабря 1991 г. был перерегистрирован Устав и изменено название на «Завод «Навигатор».

В 1991 – 2000 гг. завод неоднократно менял подчиненность в связи с реорганизацией вышестоящих

<sup>1</sup> Статья подготовлена редакцией журнала по материалам завода и интернет-источников

органов и с 1999 г. находился в ведении Российского агентства по системам управления. В этот же период приобретает статус федерального государственного унитарного предприятия.

В 2000 г. администрацией был принят план реструктуризации, целью которой является концентрация производства на двух старых площадках, что позволило за счет вырученных средств стабилизировать финансовое положение завода, резко уменьшить издержки производства, провести реконструкцию действующих площадей и оборудования.

За последние годы заводом освоено производство аппаратуры СЕВ третьего поколения, которой оснащены космодром «Свободный» и Центробанк, производство этой аппаратуры для переоснащения автоматизированного центра управления системой СЕВ (АЦУС), центрального синхронизатора (ЦС) СЕВ, контрольно-управляющих пунктов ДВ и СДВ радиостанций, полигонных измерительных комплексов (ПИК), космодрома «Байконур». В производстве находилась и находится значительная часть БСУ, прежде всего для систем «Парус», «Надежда», «ГЛОНАСС». Освоено производство приемоиндикатора «Балтика» как для ВМФ, так и для СЕВ. Сохранены мобилизационные мощности и основные фонды.

Завод является поставщиком аппаратуры для таких предприятий космической промышленности, как Омское «ПО «Полет»; «НПО им. Лавочкина», ЦНИИ «Комета»; Самарское ЦСКБ «Прогресс»; Санкт-Петербургское ОАО «МЗ «Арсенал»; Красноярское НПО прикладной механики им. академика М. Ф. Решетнева (сейчас ОАО «Информационные спутниковые системы им. академика М. Ф. Решетнева).

В 2001 г. впервые за 10 лет завод вновь подключился к выполнению опытных работ для Российского института радионавигации и времени. Это ОКР «Ракита» — третье поколение бортовой аппаратуры глобальной спутниковой навигационной системы «ГЛОНАСС» со сроком службы 7 лет, проводятся работы по постановке на производство еще четырех новых изделий по тематике завода, в частности нового приемоиндикатора ДВ и СДВ диапазона, малогабаритного рубидиевого квантового стандарта частоты, датчика радионавигационных параметров.

Новым серьезным направлением деятельности завода стало выполнение работ по продлению ресурсов и гарантийных сроков ранее выпущенных изделий, хранившихся в арсеналах и на полигонах, что позволяет экономить значительные средства и время.

Главным достоянием завода были и остаются его люди. На заводе работали многие талантливые ученые, специалисты, рабочие, руководители. Это лауреат Ленинской премии Павел Павлович Дмитриев, руководивший заводом в 1970–1980-е гг., Алексей Алексеевич Большаков (позднее вице-премьер Правительства России), Владислав Иванович Коржов (позднее секретарь Ленинградского ОК КПСС), Виктор Михайлович Куриков, много сил

внес в становление завода работавший в 1970-е годы главным инженером ЛНИРТИ Вахтанг Павлович Ковешников, в 1980-е годы заводом руководил лауреат Государственной премии, доктор технических наук, профессор Юрий Григорьевич Гужва. Десятки работников завода награждены орденами и медалями СССР и России, являются почетными радистами России. Это Николай Сергеевич Лещенко, Леонид Константинович Смоляников, Николай Васильевич Цымаркин, Александр Иванович Исаков. Владимир Александрович Чураков, Александр Васильевич Гринев, Владимир Петрович Трушов, Степан Александрович Бамбиза. Коллектив и администрация завода надеются, что самый сложный период для российской оборонной промышленности миновал и колоссальный опыт, знания, научно-технический и производственный потенциал завода будут востребованы.

Как уже отмечалось, в 2007 г. завод, являясь участником Федеральной целевой программы по дальнейшему совершенствованию системы глобального позиционирования, приступил к организации серийного выпуска спутниковой навигационной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS. Выпускаемая аппаратура позволяет определить текущее время и местоположение объектов, находящихся на поверхности Земли, в акватории Мирового океана и внутренних водоемов, воздушном и космическом пространстве, решает задачи астрофизики, геодезии, картографии и многие другие в интересах обороны, народного хозяйства и международного сотрудничества. Аппаратура системы единого времени высокой точности обеспечивает синхронную работу всех ракетно-космических комплексов России, включая бортовые, наземные объекты и управление пусками и полётами.

ОАО «Завод «НАВИГАТОР» изготавливает также бортовые космические, морские и наземные квантовые стандарты частоты и времени различных классов точности на атомно-лучевых трубках, рубидиевых газовых ячейках и водородных генераторах.

На рубеже шестого десятка ОАО «Завод «Навигатор» рождается заново. Происходит техническое перевооружение производства, осваиваются новые виды продукции, в том числе и гражданского назначения.

Производственные линии завода оснастили оборудованием высокого класса, предназначено для монтажа электронных изделий практически любого уровня сложности. Сочетание высокой производительности и точности сборочных и контрольных автоматов позволяет достигать превосходных конечных результатов. Диапазон возможностей нового оборудования настолько широк, что включает в себя как монтаж на тонких (от 0,4 мм), так и на многослойных (до 4 мм) печатных платах, позволяет выпускать и малогабаритные и крупные изделия от 50 до 400 мм, успешно монтировать изделия сложной



геометрической формы. При этом размеры монтируемых элементов могут быть как минимальными (от 0,5 на 1,0 мм), так и весьма значительными – 50 на 50 мм с высотой > 30 мм.

Идет ремонт в производственных и административных помещениях. В производственных помещениях постоянно поддерживается климат-контроль, и соблюдаются меры по антистатической защите на протяжении всего производственного цикла от доставки комплектующих до отправки готовых изделий заказчику.

К 2011 году планируется полностью переоснастить все производство завода. В рамках Федеральной целевой программы по развитию ГЛОНАСС будут закуплены современные станки с ЧПУ, новые производственные линии и многое другое [4].

Сумма, уже потраченная из федерального бюджета в рамках ФЦП ГЛОНАСС на перевооружение «Завода «Навигатор», составила 65 млн. рублей. Финансирование было получено несколько месяцев назад и потрачено на приобретение оборудования, – сообщает ПРАЙМ-ТАСС со ссылкой на источник, близкий к ФЦП [5].

В последние годы на ОАО «Завод «Навигатор» особенно активно приходят молодые специалисты. Появляются новые перспективные проекты, связанные, прежде всего с выполнением федеральных целевых программ, таких как «ГЛОНАСС» и «Развитие ОПК».

ОАО «Завод «Навигатор» отметил свой юбилей активно и весело, тепло и искренне. Первый этап празднования прошел еще в августе, когда состоялась Спартакиада сотрудников ОАО «Завод «Навигатор». Производственные коллективы соревновались в теннисе, стрельбе, дартсе, футболе и волейболе. Всего

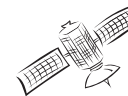
в спартакиаде приняли участие свыше 60 сотрудников ОАО «Завод «Навигатор». Победители соревнований получили призовые кубки, каждый участник был отмечен грамотой за активное участие в первой спартакиаде ОАО «Завод «Навигатор».

27 октября на ОАО «Завод «Навигатор» состоялся торжественный вечер, на котором присутствовали сотрудники, а также ветераны. Было все – и теплые слова, и улыбки, и слезы радости от встречи, и даже просмотр фильма, который был специально снят к юбилею ОАО «Завод «Навигатор». Важной частью празднования стало вручение грамот, дипломов и благодарностей сотрудникам ОАО «Завод «Навигатор» от профильных министерств, ведомств и городских властей. В общей сложности награждено грамотами, дипломами и ценными подарками более 80 сотрудников ОАО «Завод «Навигатор».

В банкетном зале «Ностальгия» состоялась финальная часть празднования юбилея – банкет с большой концертной программой. Поздравить ОАО «Завод «Навигатор» с 60-летием пришли представители городского правительства, Законодательного собрания Санкт-Петербурга, Администрации Петроградского района города, а также компаний-партнеров: ОАО «Российский институт радионавигации и времени», ЗАО «Биус», «Навигация-сервис», «Симета», КБ «Арсенал» и других. Как полагается, гости пришли с поздравлениями. После официальной части на банкете выступил фольклорный театр «Забава», а также Заслуженный артист России Виталий Псарев, который исполнил песни отечественной эстрады. Праздник закончился, но отличное настроение и вера в то, что у ОАО «Завод «Навигатор» отличные перспективы на будущее осталась [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. [www.nvgate.ru](http://www.nvgate.ru)
2. <http://ru.wikipedia.org/>
3. <http://www.spb-business.ru/show.php?directory=1226>
4. [http://www.spbit.su/short\\_news/s61942/](http://www.spbit.su/short_news/s61942/)
5. [http://www.radionavcom.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=91&Itemid=68](http://www.radionavcom.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=91&Itemid=68)



# ОТЧЕТ

## «МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ (НАП ГНСС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO) В 2004 – 2009 гг.»

### GLONASS/GPS/GALILEO USER EQUIPMENT MARKET INVESTIGATION (2004 – 2009)

*Предлагаемый отчет содержит результаты исследования российского рынка навигационной аппаратуры потребителей (НАП) глобального позиционирования, проведенного ООО «Центр консалтинговых услуг «ИНТЕРКОН» на основе анализа информации о состоянии мирового рынка НАП ГНСС, данных внешнеэкономических контрактов (таможенной статистики) за 2004 – 2008 гг., данных внутреннего производства и другой доступной информации*

К основным задачам выполненного исследования относятся:

- анализ состояния глобальных навигационных спутниковых систем и их дополнений;
- оценка современного состояния и тенденций развития мирового рынка радионавигационной аппаратуры и услуг глобального позиционирования;
- оценка состояния и тенденций развития российского рынка оборудования глобального позиционирования (местоопределения);
- систематизация и анализ данных по объемам и структуре импорта основных групп радионавигационного оборудования на российский рынок;
- анализ данных о ведущих зарубежных поставщиках аппаратуры ГНСС и географии поставок;
- анализ данных о ведущих российских импортерах радионавигационной аппаратуры глобального позиционирования;
- систематизация и анализ данных по динамике, объемам и структуре экспорта радионавигационного оборудования из России;
- анализ данных о ведущих российских экспортерах радионавигационной аппаратуры ГНСС и географии поставок;
- анализ данных о зарубежных потребителях российского оборудования глобального позиционирования;
- систематизацию информации о номенклатуре экспортируемой и импортируемой продукции контрактных ценах;
- сбор и анализ информации о ведущих отечественных производителях радионавигационного оборудования и номенклатуре выпускаемой продукции;
- сбор и анализ мнений российских потребителей НАП ГНСС о состоянии и перспективах развития отечественного рынка спутниковой навигации;
- выявление и оценка наиболее перспективных сегментов аппаратуры глобального позиционирования с точки зрения возможностей дальнейшего развития рынка глобальной навигации.

#### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ.

В качестве основной методики проведения работ были выбраны кабинетные исследования. Кабинетные исследования позволяют решить следующие задачи: составить общее представление о ситуации на рынке, обозначить тенденции и перспективы развития рынка, провести конкурентный анализ, выявить структуру рынка, выявить основные каналы сбыта и продвижения продукции, установить объем и емкость рынка, провести анализ ценовой политики на рынке, обозначить ключевые аспекты дальнейших исследований рынка с использованием качественных и количественных методов (фокус-групп, глубинных интервью, количественных опросов и т.д.).

В рамках настоящего исследования впервые с момента начала мониторинга также было проведено пилотное анкетирование системных российских пользователей НАП ГНСС.

В ходе выполнения работы была проанализирована информация, полученная из следующих источников:

- база данных Федеральной таможенной службы РФ (бывший ГТК);
- нормативные правовые документы РФ;
- печатные и электронные издания;
- данные опроса ведущих российских игроков рынка НАП ГНСС.

В качестве основного источника статистической информации была использована база данных ФТС РФ (ГТК). В ней содержатся полные таможенные декларации всех участников внешнеэкономической деятельности по импортно-экспортным операциям в России. Таможенные органы Российской Федерации ведут сбор и обработку сведений о перемещении товаров через границу Российской Федерации, а также представляют и публикуют данные таможенной статистики. Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации ведется в соответствии с Таможенным Кодексом (ТК РФ) и иными актами законодательства Российской Федерации по таможенному делу.

При ведении таможенной статистики используется методология, обеспечивающая информационную однородность данных зарубежных поставок и данных государственной статистики Российской Федерации, позволяющая представить информацию об импортных и экспортных поставках в единой форме. Методологической основой таможенной статистики внешней торговли являются положения специального документа «Методология таможенной статистики внешней торговли Российской Федерации». Методологическая основа определяет объекты статистического наблюдения и учета в таможенной статистике внешней торговли и порядок их учета.

Основной принцип учета всех ввозимых и вывозимых товаров определяется таможенными режимами, приведенными в Таможенном кодексе РФ.

Таможенная статистика внешней торговли Российской Федерации учитывает ввоз и вывоз товаров на основе так называемой Общей системы учета внешней торговли и включает все товары (в том числе ценности, за исключением находящихся в обращении валютных ценностей), ввоз и вывоз которых соответственно увеличивает или уменьшает материальные ресурсы страны.

Методология таможенной статистики внешней торговли выполняет также следующие функции:

- дает единообразную трактовку используемых в ней материалов, что обеспечивается с помощью терминов и определений, приводимых с учетом мировой практики и положений Таможенного кодекса РФ;
- воспроизводит определения основных таможенных режимов, а также действующие нормативные акты, касающиеся определения страны происхождения и таможенной стоимости;
- содержит в привязке к таможенным режимам четкие перечни товаров, учитываемых таможенной статистикой внешней торговли при экспорте и импорте особо, а также товаров, не учитываемых при экспорте и импорте;
- определяет порог статистического наблюдения, а также перечень обязательных показателей таможенной статистикой внешней торговли и порядок сохранения конфиденциальности статистической информации по внешней торговле страны.

Характерной особенностью таможенной статистики внешней торговли является то, что она опирается на содержание первичных документов:

- предъявляемых участниками внешнеэкономических связей независимо от них контролирующему ведомству;
- содержащих официально декларированные данные о перемещаемых через таможенную границу товарах.
- В таможенной статистике внешней торговли учет ввоза и вывоза посредством водных, железнодорожных, автомобильных, воздушных перевозок при декларировании товара ведется по дате

выпуска товара, проставленной в грузовых таможенных декларациях.

Согласно ТК РФ, с момента оформления принятия грузовой таможенной декларации (ГТД) от декларанта таможенным органом она становится документом, свидетельствующим о фактах, имеющих юридическое значение. Будучи удостоверенными таможенным органом, эти документы могут формировать объективную и достоверную картину внешней торговли страны. Эта картина есть отражение статистического учета, а именно:

- вывоза товаров за пределы таможенной территории России при экспорте;
- ввоза товара в пределы таможенной территории России при импорте.

В таможенной статистике внешней торговли отражены следующие основные показатели:

- отчетный период;
- направление товаропотока (ввоз или вывоз);
- страна происхождения;
- страна назначения;
- торгующая страна;
- страна отправления;
- статистическая стоимость;
- код и наименование товара;
- вес нетто;
- вес брутто;
- количество товара в дополнительных единицах измерения;
- код и наименование дополнительных единиц измерения;
- характер сделки;
- таможенный режим;
- особенность декларирования товара;
- специальная таможенная процедура;
- регион (автономный округ, область, край и т.д.)

Для классификации и кодирования товаров в таможенной статистике внешней торговли Российской Федерации применяется классификатор «Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности Российской Федерации» (ТН ВЭД России) с десятизначным цифровым кодом.

#### **СТАТИСТИЧЕСКАЯ СТОИМОСТЬ ТОВАРОВ**

В целях обеспечения сопоставимости данных таможенной статистики внешней торговли статистическая стоимость определяется:

- для экспортируемых товаров — в ценах ФОб;
- для импортируемых товаров — в ценах СИФ.

Стоимость в ценах ФОб включает стоимость товаров и стоимость услуг по доставке товаров на границу страны-экспортера. Стоимость в ценах СИФ включает стоимость товаров, стоимость услуг по доставке товаров на границу страны-экспортера и стоимость услуг по доставке товаров от границы страны-экспортера до границы страны-импортера.

#### **ДОСТОВЕРНОСТЬ ТАМОЖЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Информация по таможенной статистике внешней торговли дает возможность подробно изучить

ситуацию на внешнеэкономическом рынке и получать достоверные данные по импортерам и экспортерам, их зарубежным партнерам, их товарам и объемам, ценам и динамике, странам импорта и экспорта, транспорту и условиям работы.

Тем не менее, необходимо заметить, что официальная таможенная информация не всегда отражает реальную рыночную ситуацию в тех секторах, где до сих пор присутствует значительный объем так называемого «серого» бизнеса, когда с целью снижения таможенных пошлин декларанты пытаются осуществить ввоз или вывоз определенных групп товаров под другими таможенными кодами. Поэтому для максимально корректной оценки емкости рынка желательно использовать данные альтернативных источников (например, статистику продаж рассматриваемых групп товаров).

#### Другие источники информации

В ходе выполнения работы помимо информации ФТС были проанализированы данные, полученные из следующих источников:

- ABI Research Inc.
- Berg Insight
- Canalys Consulting
- Gartner Inc.
- Garmin Ltd
- GPS World Magazine
- Freedonia Group
- European Commission's GALILEO Market Research Observatory (GMO)
- Industrial Economic and Knowledge (IEK)
- Juniper Research
- MiTAC International

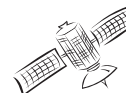
- Resource Information Systems Inc (RISI)
- SmartMarketing
- TomTom BV
- US Department of Commerce
- Ventana Research
- ВНИИРА «Навигатор»
- ГИС-Ассоциация
- ИАЦ КВНО
- КБ «НАВИС»
- НПО прикладной механики (ОАО «Информационные спутниковые системы им. академика М. Ф. Решетнева»)
- НПП «Термотех»
- ОАО «Ижевский радиозавод»
- ОАО «Московское КБ «КОМПАС»
- ОАО «Российский институт радионавигации и времени»
- ОАО Чебоксарское научно-производственное приборостроительное предприятие «Элара»
- ООО «М2М Телематика»
- Российский НИИ космического приборостроения
- Федеральное космическое агентство РФ (Роскосмос)
- ФГУП НИИМА «Прогресс»
- ФГУП НТЦ «Интернавигация»

Использовались также другие материалы из открытых печатных источников и Интернет, имеющие отношение к предмету исследования и отнесенные к категории вторичной информации.

*Полная версия отчета распространяется ФГУП  
НТЦ «Интернавигация»*

*Контактный тел. (495) 62625 01.*

*Генеральный директор – Царев Виктор Михайлович.*



## НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ

**В. М. Власов, А. Б. Николаев, А. В. Постолит, В. М. Приходько. Информационные технологии на автомобильном транспорте. Под общей ред. В. М. Приходько.** МАДИ.— М.: Наука, 2006.— 283 с.

Книга знакомит читателей с современными информационными технологиями, используемыми на автомобильном транспорте. Подробно рассмотрены особенности проектирования и использования прикладных автоматизированных систем обработки информации и управления, а также прикладные системы автоматизации учета транспортной работы и диспетчерского управления движением на базе навигационных систем. Рассмотрены новые технологии автоматизированной идентификации в системах обработки информации на транспорте. Для специалистов транспортной отрасли, в особенности связанных с разработкой и использованием информационных технологий. Книга может быть использована при разработке учебных и учебно-методических материалов для подготовки специалистов в области внедрения информационных технологий на транспорте.

\*\*\*

**Антонович К. М. «Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии»** В 2-х томах. Т. 1. Монография /К. М. Антонович; ГОУ ВПО «Сибирская государственная геодезическая академия»,— М.: ФГУП «Картогеоцентр», 2005.—334 с., ил.

В томе 1 монографии дано описание российской и американской спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и NAVSTAR GPS, аппаратуры пользователей, применяемых систем координат и времени, основ теории движения, вычисления эфемерид космических аппаратов, влияния среды распространения сигналов и др. Для научных и инженерно-технических работников, а также для аспирантов и студентов.

\*\*\*

**«ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования».** Под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. Изд-во «Радиотехника», 2005.

Изложены принципы построения спутниковой радионавигационной системы (СРНС) ГЛОНАСС, даны ее системные характеристики и основные характеристики подсистем космических аппаратов, наземного контроля и управлений 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, а также для студентов, аспирантов и преподавателей высших учебных заведений при изучении дисциплин радиотехнического профиля

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

\*\*\*

**П. Пржибыл и М. Свитек «Телематика на транспорте».**— Прага-Москва: Technika Literatura, 2004.

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.

\*\*\*

**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.

Систематически изложены необходимые сведения 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.

Книга может быть широко использована в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 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>

\*\*\*

**Дмитриев С. П., Пелевин А. Е. Задачи навигации и управления при стабилизации судна на траектории.**— СПб. ГНЦ «ЦНИИ «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. Теоретические вопросы, решаемые в работе, порождены актуальной прикладной задачей (стабилизация морского судна на траектории), однако 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.

\*\*\*

**Алешин Б. С., Афонин А. А., Веремеенко К. К., Кошелев Б. В., Плеханов В. Е., Тихонов В. А., Товин А. В., Федосеев Е. П., Черноморский А. И.. Под ред. Б. С. Алешина, К. К. Веремеенко, А. И. Черноморского. Ориентация и навигация подвижных объектов: современные информационные технологии.**— М.: Издательство «Физматлит», 2006.— 422 с.

Рассмотрены средства, методы и алгоритмы получения и обработки навигационной информации

в комплексах ориентации и навигации (КОН) подвижных объектов. Информационным ядром в большинстве комплексов является бесплатформенная инерциальная навигационная система, корректируемая от спутниковой навигационной системы. Дано обобщенное представление о структуре и функциональном составе КОН и приведены примеры технических решений КОН подвижных объектов различных типов. Рассмотрены вопросы математического обеспечения обработки информации в комплексах. Обсуждаются особенности построения и реализации программно-математического обеспечения вычислительных систем КОН. Рассмотрены структуры, функциональные алгоритмы и погрешности характеристика инерциальных чувствительных элементов, в частности бесплатформенных инерциальных и спутниковых навигационных систем. Дана микромеханических, и изложены варианты построения нетрадиционных гравиметров для КОН. Представлены разработки алгоритмического обеспечения КОН ряда подвижных объектов, включая алгоритмы на основе нейронных сетевых технологий. Рассмотрены структурные алгоритмы систем обеспечения безопасности полета как элементов КОН авиационного применения. Книга представляет интерес для специалистов, работающих в области навигационных приборов, систем и комплексов, а также для аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

\*\*\*

**Веремеенко К. К., Головинский А. Н., Инсаров В. В., Красильщиков М. Н., Семенов С. С., Сыпало К. И., Харчев В. Н. Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий /** Под ред. М. Н. Красильщикова и Г. Г. Себрякова.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.— 280 с.— ISBN 5-9221-0409-8.

\*\*\*

**Степанов О. А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации. Часть 1. Введение в теорию оценивания.**— СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», 2009.— 496 с.

В книге излагаются общие принципы и подходы, используемые при построении алгоритмов оценивания как в линейных, так и в нелинейных задачах. Значительное внимание уделяется обоснованию возможности синтеза наиболее распространенных стохастических алгоритмов оценивания на основе детерминированного подхода, не требующего привлечения понятий теории вероятностей. Анализируется взаимосвязь алгоритмов, получаемых в рамках рассматриваемых подходов при различном объеме априорной информации. Методы и алгоритмы, полученные для постоянного вектора, обобщаются применительно к оцениванию случайных последовательностей, наиболее важными из которых являются алгоритмы калмановского типа.

Предлагаемый материал поясняется на примерах и задачах методического характера, а также задачах,

связанных с обработкой навигационной информации, в частности, применительно к задачам оценивания коэффициентов полинома, определения сдвига между реализациями, определения координат по точечным ориентирам, комплексной обработки избыточных измерений. При этом значительное внимание уделяется алгоритмам, используемым при коррекции навигационных систем с привлечением внешних данных. К примеру, здесь обсуждаются особенности реализации слабосвязанных и сильносвязанных схем комплексирования, получивших наибольшее распространение при построении интегрированных инерциально-спутниковых систем.

Приводятся необходимые сведения из теории вероятностей и матричных исчислений, а также описание используемых разделов Matlab.

Книга подготовлена с учетом многолетнего опыта, накопленного автором при проектировании алгоритмов обработки для навигационных систем различного типа, а также опыта преподавания и чтения лекций для аудитории с разным уровнем подготовки, включая студентов, аспирантов и зарубежных специалистов. Материал четко структурирован, что существенно облегчает его изучение и возможность использования для формирования курсов лекций по отдельным разделам для слушателей с различным уровнем подготовки.

Книга подготовлена как учебное пособие, имеет рекомендацию Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию по направлению «Системы управления движением и навигация» при МГТУ им. Н.Э. Баумана. Адресована студентам старших курсов и аспирантам, специализирующимся в рассматриваемой области, а также инженерам и научным работникам, чьи интересы связаны с проблемами построения эффективных алгоритмов оценивания не только применительно к задачам обработки навигационной информации, но и в смежных областях, связанных с задачами обработки гидроакустической информации и тракторного слежения.

Автор книги — Олег Андреевич Степанов, доктор технических наук, начальник Центра профессионального образования ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», заместитель заведующего базовой кафедрой «Информационно-навигационные системы» Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. Член Президиума Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением».

\*\*\*

*Прихода А.Г., Лапко А.П., Мальцев Г.И., Бунцев И.А. GPS-технология геодезического обеспечения геолого-разведочных работ.*— Новосибирск: СНИИ ГГиМС, 2008.— 274 с., прил. 5.

\*\*\*

*Баклицкий В.К. Корреляционно-экстремальные методы навигации и наведения.*— Тверь: ТО «Книжный клуб», 2009.— 360с. ББК 39.0 Б 19

В монографии проведен обобщенный анализ основных положений теории фильтрации пространственно-временных сигналов и представлены новые результаты, полученные в этом направлении.

Результаты теоретических исследований иллюстрируются примерами корреляционно-экстремальных систем автоматической навигации и наведения, использующих для наблюдения за ориентирами датчики различного типа (радиолокационные, тепловые, телевизионные и т.д.). Теоретические результаты дополнены математическими и натурными экспериментами.

Монография предназначена для специалистов, работающих в области автоматической навигации, наведения и распознавания образов. Она также может быть полезна студентам старших курсов соответствующих вузов.

По всем вопросам приобретения монографии можно обращаться по сотовому телефону 8-906-656-55-99 к координатору издательского проекта Кудрявцеву Вячеславу Николаевичу, в редакцию по телефону 8-903-801-61-85, а также по электронной почте [tverbook@mail.ru](mailto:tverbook@mail.ru)

\*\*\*

*Поваляев А.А. Спутниковые радионавигационные системы: время, показания часов, формирование измерений и определение относительных координат.*— М.: Изд-во «Радиотехника», 2008.— 328 с.

В книге на основе критического обзора выявлена противоречивость смыслового содержания, предлагаемого в литературе по спутниковой навигации понятиям «псевдозадержки» («псевдодальности») и «псевдофазы» литературы. Проведено уточнение этих понятий, устраняющее выявленные противоречия. Изложены основы теории формирования измерений псевдозадержек и псевдофаз в навигационных приемниках. Приведены основные положения теории линейного оценивания при неоднозначных измерениях. Рассмотрено решение нескольких важных прикладных задач обработки неоднозначных измерений псевдофаз при относительных определениях в спутниковых радионавигационных системах.

Книга предназначена для разработчиков программного обеспечения формирования измерений в каналах навигационного приемника, специалистов в области обработки неоднозначных измерений, а также аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

\*\*\*

*12<sup>th</sup> IAIN World Congress. 2006 International Symposium on GPS/GNSS Proceedings, October 18 – 20, CD1, CD2, 2006.*

\*\*\*

*ION GNSS 2006 Proceedings, September 26 – 29, 2006, CD.*

*ION GNSS 2007 Proceedings, September 25 – 28, 2007, CD.*

*ION GNSS 2008 Proceedings, September 16 – 19, 2008, CD.*

\*\*\*

*Международный форум по спутниковой навигации [Текст].— М.: Профессиональные конференции, 2008.*

*Международный форум по спутниковой навигации [Электронный ресурс], CD.— М.: Профессиональные конференции, 2008.*

*Международный форум по спутниковой навигации [Электронный ресурс], CD.— М.: Профессиональные конференции, 2009.*

\*\*\*

*«XV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам», 26 – 28 мая 2008, Санкт-Петербург, Россия (ISBN 978-5-900780-66-5).* На русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

*«15<sup>th</sup> St Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 26 – 28 May, 2008, St. Petersburg, Russia (ISBN 978-5-900780-67-2).*

*«XVI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам», 25 – 27 мая 2009, Санкт-Петербург, Россия (ISBN 978-5-900780-66-5).* (На русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

*«16<sup>th</sup> St Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 25 – 27 May, 2009, St. Petersburg, Russia (ISBN 978-5-900780-67-2).*

По вопросам приобретения трудов конференции обращаться в ЦНИИ «Электроприбор»: 197046, С-Петербург, ул. М. Посадская, 30, ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» начальнику ОНТИ М. В. Гришиной. Тел.: (812) 499 – 8157; факс: (812) 232 – 3376; e-mail: ICINS@eprib.ru





## КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН НА 2010 – 2012 гг.

Календарь подготовлен с помощью материалов журналов *GPS World*, *Inside GNSS*, <http://www.gpsworld.com> и других источников

**АПРЕЛЬ 6 – 7 2010**

**ITS RUSSIA 2010**

**II Международный ИТС Конгресс в России.**

Проводится в партнерстве с НП «ИТС-Россия», ЗАО «ЧипЭкспо» и Второй всероссийской специализированной выставкой продукции и услуг для предприятий городского общественного транспорта «Общественный Транспорт 2010», Москва, ВВЦ.

[www.its-russia.net](http://www.its-russia.net)

**APRIL 21 – 28 2010**

**Spirent Federal GPS Training Conference**

Anaheim, California, USA. The 2010 Spirent Federal GPS Training Conferences feature hands-on training led by Spirent engineers on state-of-the-art GNSS simulation equipment.

**APRIL 22 2010**

**Expedition 2010: Navigating Location Intelligence**

Le Royal Meridien King Edward Hotel, Toronto, Ontario, Canada. DMTI Spatial's Annual Customer and Partner Conference.

**APRIL 28 – 29 2010**

**CERGal 2010 International Symposium**

**on Certification of GNSS Systems & Services**

Rostock, Germany. Organized by the German Institute of Navigation and GZVB e. V. / GAUSS, CERGal 2010 focuses on the qualification and certification for mission and safety-critical applications for satellite navigation systems such as GPS/EGNOS and Galileo. CERGal concentrates on the measures already established and future activities that will demonstrate all provisions are implemented that assure satnav systems certification and operational safety. Special focus will be on maritime and inland waterways applications and GNSS testing infrastructure. The call for papers deadline is November 30.

<http://www.dgon.de/>

**APRIL 28 – 28 2010**

**The Location Business Summit**

Amsterdam, Netherlands. LBS is taking off, but the one vital question remains: How should companies monetize location data and services? That's the topic of The Location Business Summit, being held in Amsterdam.

**MAY 3 – 5 2010**

**International Navigation Conference – Melaha 2010**

Cairo, Egypt. The International Navigation Conference Melaha 2010 will be held in Mena House Oberoi Hotel,

Cairo, Egypt. The theme of this year's conference is «Location Technologies and Solutions: «The Next Frontier.» The theme covers a wide range of subjects.

**MAY 4 – 6 2010**

**IEEE/ION PLANS 2010**

Indian Wells, Palm Springfield, CA.

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

**MAY 7 2010**

**History of Navigation Symposium**

National Maritime Museum, Greenwich, London, United Kingdom (UK). Participate in this first one-day symposium organized jointly with the National Maritime Museum, Greenwich, dealing with the history of navigation. Proposals for papers on any historical period are welcome.

<http://www.rin.org.uk>

**MAY 19 – 21 2010**

**INTERGEO East 2010**

Istanbul Convention and Exhibition Centre, Istanbul, Turkey. INTERGEO East is being held in the Turkish capital Istanbul for the first time in 2010. The previously announced dates of May 5 – 7 have been changed and the sixth Trade Fair and Conference for Land Management, Geoinformation, Building Industry and Environment is now taking place in both Europe and Asia. For three days, the city spanning two continents will be transformed into the hub of the supranational geo-market in South-East Europe and the Middle East. This will also be the first time that Turkey's neighbors – Romania, Greece, Armenia, Georgia, Russia and the Middle East – have been involved in this industry event, which is being held at the Istanbul Convention and Exhibition Centre.

**MAY 19 – 21 2010**

**CSNC2010**

**China Satellite Navigation Conference**

Beijing, China. The first China Satellite Navigation Conference (CSNC2010) will be held on in Beijing. Academician Sun Jiadong serves as chairman of the Scientific Committee of the conference.

**МАЙ 31-ИЮНЬ 02 2010**

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

В ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор» состоится XVII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. Координаты для связи: 197046, С-Петербург,

ул. Малая Посадская, 30, ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». Тел.: (812) 499-82-10, (812) 499-81-57; факс: (812) 232-33-76; e-mail: ICINS@eprib.ru Вся информация по подготовке и проведению конференции для участников размещается на сайте конференции. <http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins2010/rufrset.html>

**ИЮНЬ 1 – 3 2010**  
**НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ,**  
**ТЕХНОЛОГИИ И УСЛУГИ**

**IV Международного Форума по спутниковой навигации.**

**1 – 2 июня ГЛОНАСС-ФОРУМ**

**1 – 3 июня НАВИТЕХ-ЭКСПО**

Организаторы Форума: «Профессиональные конференции», Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум». Организаторы выставки: Экспоцентр. Москва. Регистрация: тел. +7 (495) 797 – 6222.

[www.GLONASS-FORUM.ru](http://www.GLONASS-FORUM.ru)  
[www.NAVIGATION-FORUM.ru](http://www.NAVIGATION-FORUM.ru)

**JUNE 7 – 10 2010**  
**JNC2010**

**Joint Navigation Conference**

Wyndham Resort, Orlando, Florida, USA. Abstracts must be received February 1, 2010, to be considered for presentation at the 2010 Joint Navigation Conference (JNC 2010). JNC 2010 is co-hosted by the Joint Service Data Exchange (JSDE) and The Institute of Navigation (ION) for the Department of Defense and Department of Homeland Security. It will be held at the Wyndham Resort in Orlando, Florida, June 7 – 10, 2010. The theme for this year's conference will be «Military Navigation Technology: The Foundation for Military Ops.»

<http://www.jointnavigation.org>

**SEPTEMBER 21 – 24 2010**  
**ION GNSS 2010**

Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.

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

**OCTOBER 19 – 21 2010**  
**ENC GNSS 2010**

The European Navigation Conference. DGON, Braunschweig, Germany/

Phone: +49- (0) 228 – 20197.0

Fax: +49- (0) 228 – 20197.19

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

[www.enc-gnss2010.org](http://www.enc-gnss2010.org)

**ОКТЯБРЬ 27 2010**

**ЧипЭкспо-2010/ ChipEXPO-2010**

**Международная конференция «Оборудование спутниковой навигации, модули и электронные компоненты»** в рамках головного ежегодного события «Форум по спутниковой навигации», выставки, Российской недели электроники/ (26 – 28 октября 2010 г.), проводится в партнерстве с ЗАО «ЧипЭкспо. Россия, Москва, ЦВК ЭКСПОЦЕНТР.

[www.ptcentre.ru/chipexpo.shtml](http://www.ptcentre.ru/chipexpo.shtml)

**JANUARY 24 – 26 2011**

**ION ITM 2011**

**ION International Technical Meeting**

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California, USA.

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

**SEPTEMBER 20 – 23 2011**

**ION GNSS 2011**

Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.

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

**OCTOBER 1 – 3 2012**

**14th IAIN World Congress**

Egypt, Cairo.

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



**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. С учетом почтовых расходов и НДС (10%) стоимость подписки на 2010 год – 2200 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: (495) 626-25-01, факс: (495) 626-28-83

E-mail: 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) .....	22000 руб.
	одноцветная реклама .....	12000 руб.

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  
Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический  
центр современных навигационных технологий «Интернавигация» (ФГУП НТЦ  
«Интернавигация»)

Банковские реквизиты:

Лефортовское ОСБ № 6901 г. Москва ИНН/КПП 7736022670/770901001

Р/с № 40502810838120100165; к/с № 30101810400000000225; БИК 044525225

Сбербанк России ОАО г. Москвы

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, список ключевых слов и УДК;
  - аннотацию на русском и английском языках;
  - текст статьи;
  - список литературы в соответствии с ГОСТ 7.0.5-2008.

Страницы рукописи не нумеруются. Отдельно представляются сведения об авторах: ФИО, год рождения, место работы, должность, ученые степени, звания, 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 tiff и eps, предпочтительно в портретной ориентации, в черно-белом цвете. Не допускается использование сканированных графиков и формул. Математические формулы оформляются через редактор формул «Microsoft Equation», **кроме тех случаев, когда их можно набрать непосредственно средствами MS Word.**
8. В зависимости от тематики статьи при необходимости к представленному материалу должно прилагаться экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати.