

# НОВОСТИ НАВИГАЦИИ

№ 2, 2009 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.  
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](mailto:internavigation@rgcc.ru)  
<http://www.internavigation.ru>  
<http://internavigation.ru>

## СОДЕРЖАНИЕ

### МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

СЕССИЯ КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКОЙ ЦЕПИ КС РАЦ-2009 .....	3
НОРВЕЖСКО-РОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОНАВИГАЦИИ И СОЗДАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОЙ СЛУЖБЫ «ЛОРАН-С» /«ЧАЙКА» В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ .....	4

### В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ СОВЕТЕ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

32-е ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ» .....	6
--	---

### В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

ЗАСЕДАНИЯ СЕМИНАРА «ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ» И СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ .....	9
---	---

### НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ И ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ .....	10
Е. Г. Харин, В. А. Копелович, Е. В. Клабуков, И. А. Копылов, А. Ф. Якушев	

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ОШИБОК БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ТРАЕКТОРНЫМ ДАННЫМ ДЛЯ СЛУЧАЯ СЛОЖНОЙ ТРАЕКТОРИИ .....	20
В. В. Акишин	

АЗИАТСКИЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ШИРОКОЗОННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ ГНСС .....	25
Ю. А. Соловьев, В. М. Царев, А. В. Коровин, Д. А. Устюжанин	

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АССОЦИАЦИИ «ГЛОНАСС/ГНСС-ФОРУМ» ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВНЕДРЕНИЯ НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫЕ ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ .....	34
В. Н. Климов	

ОЦЕНКА ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ПРИЕМНИКА ЗА СЧЕТ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЧАСТОТНОЙ РАСФИЛЬТРОВКИ .....	37
Ю. П. Мельников, С. В. Попов	

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМИТЕТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И О ВЫПОЛНЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ .....	39
Г. В. Федорко	

МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИИ КАК СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ НАВИГАЦИОННЫХ УСЛУГ .....	41
Б. И. Новосельцев	

<u>ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</u> .....	44
-------------------------------------	----

<u>КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ</u> .....	47
---	----

<u>ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ</u> .....	52
-----------------------------------	----

### ПЕРВЫЕ ВЕХИ ПОЛУВЕКОВОГО ПУТИ

П. Левушкин

<u>НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ</u> .....	55
--------------------------------	----

### К 75-ЛЕТИЮ ВЛАДИМИРА ГРИГОРЬЕВИЧА ПЕШЕХОНОВА

<u>НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ</u> .....	57
------------------------------------	----

<u>ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ</u> .....	61
--------------------------------	----

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

Компьютерная верстка: ООО НТБ «Энергия», [www.bcard.ru](http://www.bcard.ru)  
Типография ООО «Полиграф», Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24

---

---

# Contents

---

---

## ***INTERNATIONAL ACTIVITIES***

<b>RUSSIAN-AMERICAN CHAIN COORDINATION COUNCIL SESSION .....</b>	<b>3</b>
<b>NORWEGIAN-RUSSIAN MEETING ON RADIO-NAVIGATION AND THE ESTABLISHMENT OF A JOINT LORAN-C – CHAYKA SERVICE IN THE BARENTS SEA.....</b>	<b>4</b>

## ***IN THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL***

<b>32<sup>nd</sup> SESSION OF THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL.....</b>	<b>6</b>
---	----------

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

<b>SESSIONS OF THE WORKSHOP «AIRCRAFT OPERATION» AND RPIN AIR TRANSPORT SECTION .....</b>	<b>9</b>
---	----------

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

<b>RESULTS OF THE INERTIAL AND INERTIAL/SATELLITE NAVIGATION SYSTEM FLIGHT TESTS AND CERTIFICATION.....</b>	<b>10</b>
<b>E. G. Kharin, V. A. Kopelovich, E. V. Klabukov, I. A. Kopylov, A. F. Yakushev</b>	

<b>MAIN FEATURES OF THE STRAPDOWN INERTIAL REFERENCE SYSTEM ERRORS IN EXPERIMENTAL TRAJECTORY DATA FOR A COMPLEX PATH .....</b>	<b>20</b>
<b>V. V. Akishin</b>	

<b>ASIAN REGIONAL SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS AND WIDEAREA GNSS DIFFERENTIAL AUGMENTATIONS .....</b>	<b>25</b>
<b>Yu. A. Soloviev, V. M. Tsarev, A. V. Korovin, D. A. Ustiuzhanin</b>	

<b>GLONASS-FORUM ASSOCIATION ACTIVITIES FOR INTRODUCING NAVIGATION EQUIPMENT INTO THE NATIONAL ECONOMY.....</b>	<b>34</b>
<b>V. N. Klimov</b>	

<b>EVALUATION OF THE SENSITIVITY IMPROVEMENT OF A WIDEBAND RECEIVER DUE TO MULTICHANNEL FREQUENCY FILTERING .....</b>	<b>37</b>
<b>Yu. P. Melnikov, S. V. Popov</b>	

<b>ON THE IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE TECHNICAL COMMITTEES ON STANDARDISATION AND ON THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL LEGAL NORMATIVE REQUIREMENTS IN THE DEVELOPMENT OF NORMATIVE DOCUMENTATION .....</b>	<b>39</b>
<b>G. V. Fedorko</b>	

<b>THE RF MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS AS A SPECIAL USER OF NAVIGATION SERVICES.....</b>	<b>41</b>
<b>B. I. Novoseltsev</b>	

<b><i>OPERATING INFORMATION</i>.....</b>	<b>44</b>
--	-----------

<b><i>CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS</i> .....</b>	<b>47</b>
--	-----------

<b><i>FROM THE HISTORY OF NAVIGATION</i>.....</b>	<b>52</b>
---	-----------

<b>FIRST MILESTONES OF THE HALF-CENTURY HISTORY P. Levushkin</b>	
--	--

<b><i>OUR CONGRATULATIONS</i>.....</b>	<b>55</b>
--	-----------

<b>75<sup>th</sup> ANNIVERSARY OF VLADIMIR PESHEKHONOV</b>	
--	--

<b><i>NEW BOOKS AND MAGAZINES</i>.....</b>	<b>57</b>
--	-----------

<b><i>PLANS AND CALENDARS</i>.....</b>	<b>61</b>
--	-----------

# СЕССИЯ КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА РОССИЙСКО-АМЕРИКАНСКОЙ ЦЕПИ КС РАЦ-2009

## RUSSIAN-AMERICAN CHAIN COORDINATION COUNCIL SESSION

Сессия Координационного совета Российско-Американской цепи (РАЦ) проходила с 26 по 29 мая 2009 года в Москве, в гостинице «Альфа-Измайлово».

В работе Координационного совета приняли участие:

От Российской Федерации В.М. Царев, руководитель делегации, директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация», и группа сотрудников ФГУП «НТЦ «Интернавигация»; группа сотрудников Российского института радионавигации и времени. На открытии и закрытии сессии присутствовали второй секретарь и атташе Департамента Северной Америки МИД РФ;

От Соединенных Штатов Америки руководитель делегации Эдвин Тидеман, начальник Навигационного центра Береговой охраны США и группа сотрудников.

В качестве наблюдателя на сессию была приглашена директор по исследованиям и радионавигации Единой маячной службы Соединенного Королевства и Ирландии д-р Салли Баскер.

Действуя в соответствии с Меморандумом о взаимопонимании, подписанным Комитетом «Интеррадионавигация» Союза Советских Социалистических Республик и Береговой охраной США в ноябре 1989 года и Решением Координационного совета РАЦ, подписанным в г. Александрия, штат Вирджиния, США, 21 мая 2008 года, Координационный совет Российско-Американской цепи на очередном заседании рассмотрел следующие вопросы:

1. Техническое состояние станций «Чайка» и «Лоран-С» в РАЦ.
2. Отчет рабочей группы: о разработке проекта Положения о Рабочей группе КС РАЦ; предложения по кандидатурам сопредседателей; по Плану работы на 2009 – 2011 годы; по переработке Меморандума о взаимопонимании для реализации Межправительственного Соглашения о создании объединенных радионавигационных систем «Чайка» и «Лоран-С» от 31 мая 1988 года и др.
3. Модернизация станций «Чайка» и «Лоран-С» в РАЦ.
4. Влияние модернизации «Лоран» в США и работ по e-Лоран на Россию в части навигационных станций Российско-Американской цепи.
5. Возможности реализации новых систем кодирования при передаче данных в РАЦ.

6. Оперативный анализ БО США работы станций РАЦ за период апрель 2008 – апрель 2009 г.
7. Анализ действующего Руководства по оперативной работе РАЦ и рассмотрение возможности перехода на Руководство по оперативной работе ФЕРНС.
8. Анализ схем связи и обмена информацией в РАЦ.
9. Предложение по Бюджету Правительства США на 2010 финансовый год касательно работы «Лоран-С» и четыре потенциальных решения, которые могут стать результатом окончательного решения.
10. eЛоран: Международные перспективы с точки зрения Единой маячной службы.

Российская делегация представила 17 докладов. Американская делегация представила 11 докладов. Наблюдатель от Великобритании представил 1 доклад.

В ходе дискуссий Координационного совета РАЦ было достигнуто полное взаимопонимание по обсуждаемым вопросам.

Координационный совет Российско-Американской цепи отметил:

1. Работа РАЦ помогает совершенствовать навигацию морских судов и самолетов в регионах северной части Тихого океана и в Беринговом море. Применение объединенной системы демонстрирует совместимость и приемлемость систем «Лоран-С»/«Чайка» для целей общей навигации.
2. Обе стороны удовлетворены координацией работы РАЦ и отмечают необходимость продолжения тесного сотрудничества в обеспечении управления РАЦ и дальнейшего ее совершенствование и развития.
3. Обе стороны продолжат работу по пересмотру процедур с целью обеспечения функционирования РАЦ на уровне, гарантирующем непрерывную безопасность пользователей системы.
4. Обе стороны признают необходимость и полезность проводимых в настоящее время сторонами исследований совместного использования радионавигационных систем наземного и космического базирования и совместное обсуждения полученных обеими сторонами результатов.
5. Российская сторона подтвердила, что будет осуществляться дальнейшая модернизация российских станций для улучшения обслуживания потребителей системы по точности и надежности и эксплуатация системы «Чайка» будет продолжена как минимум до 2020 года.

6. В очередной раз обе стороны отметили растущую международную роль радионавигационных систем наземного базирования, которые независимы, в обеспечении резервирования систем космического базирования и их дополнения.
7. С учетом совместной работы стороны подтвердили преимущество координированного управления радионавигационными системами наземного базирования международными провайдерами в целях бесшовного обеспечения потребителей радионавигационной информацией.
8. Обе стороны отметили, что нужно продолжать работы по выявлению и преодолению взаимных помех между системами и осуществлять обмен результатами исследований.
9. Обе делегации отметили острую необходимость в организации информационных каналов для пе-

редачи оперативной и другой информации, обеспечивающей надежное функционирование РАЦ. Новые каналы должны улучшить доступность и оперативность связи в РАЦ, увеличить скорость передачи данных и повысить значительно безопасность каналов связи, а так же уменьшить затраты на их организацию и использование.

Координационный совет Российско-Американской цепи утвердил документы, предложенные в проектах Рабочей группой, а также место и время проведения следующего заседания РГ в сентябре 2009 года в США на базе подразделения обеспечения «Лоран», Вайлдвуд, штат Нью-Джерси.

Обе стороны договорились провести следующую сессию Координационного совета РАЦ в 2010 году в США, точная дата и место будут определены позже.



## НОРВЕЖСКО-РОССИЙСКОЕ СОВЕЩАНИЕ В ОБЛАСТИ РАДИОНАВИГАЦИИ И СОЗДАНИЯ ОБЪЕДИНЕННОЙ СЛУЖБЫ «ЛОРАН-С» /«ЧАЙКА» В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

### NORWEGIAN-RUSSIAN MEETING ON RADIO-NAVIGATION AND THE ESTABLISHMENT OF A JOINT LORAN-C – CHAYKA SERVICE IN THE BARENTS SEA

Норвежско-Российское совещание в области радионавигации и создания объединенной службы «Лоран-С» /«Чайка» в Баренцевом море прошло в Министерстве рыболовства и береговых дел Норвегии, г. Осло, 23 – 24 июня 2009 г.

От Российской стороны делегацию возглавлял директор Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России Владимир Николаевич Минаев. В делегацию входили директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Царев Виктор Михайлович, советник посольства РФ в Норвегии Исупов Владимир Викторович, начальник сектора ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Цикалова Елена Георгиевна.

От Норвежской стороны в составе делегации на совещании были генеральный директор Департамента береговых дел Министерства рыболовства и береговых дел Кирстен Ульбек Селвиг, руководитель делегации; Вилли Грестад, старший советник Департамента; Пал Эйнар Скогранд, старший сотрудник Министерства рыболовства и береговых дел Норвегии; Рогер Аармо, начальник подразделения Норвежского отдела по связи и информационному обеспечению обороны (НДКИСК); Одд-Торе Якобсен, начальник станции Бе, и Даг Клаастанд, переводчик.

Совещания ставило своей целью обсуждение Российско-Норвежского сотрудничества в области радионавигации и возможностей создания объеди-

ненной радионавигационной службы в Баренцевом море с использованием станций «Лоран-С» и «Чайка». Стороны обменялись информацией и взглядами на состояние и перспективы развития Российско-Норвежского сотрудничества в радионавигации. Было отмечено, что Российско-Норвежская Правительственная комиссия по экономике, промышленности и научно-техническому сотрудничеству в мае 2009 г. с удовлетворением отметила двустороннее сотрудничество России и Норвегии в области радионавигации. Стороны подтвердили взаимную приверженность созданию объединенной радионавигационной службы в Баренцевом море и продолжению диалога по вопросам радионавигации. Особо было отмечено, что создание спутниковых систем радионавигации не является помехой созданию службы Объединенной цепи Бе. Каждая из систем обладает сильными и слабыми сторонами, и интегрирование таких систем дает более надежную информацию о местопределении, навигации и времени. Участники совещания также отметили, что изменение климата создает новые вызовы, возможности и ответственность в морской деятельности в Арктике, например, в связи с развитием Северного морского пути и потребностью в надежной информации об Арктическом бассейне.

Соглашение между Правительствами России и Норвегии от 8 марта 1995 года о создании объеди-

ненной радионавигационной службы в Баренцевом море с использованием станций «Чайка» и «Лоран-С» было признано достаточным для сотрудничества, и Стороны согласились, что оно должно реализовываться в возможно более сжатые сроки. Рабочее соглашение, также от 1995 года, должно подвергнуться некоторым изменениям. Стороны договорились, что НТЦ «Интернавигация» и НДКИСК подготовят проект нового рабочего соглашения и представят его соответствующим Министерством на рассмотрение и утверждение.

Стороны сочли необходимым отметить в итоговом протоколе, что на более позднем этапе, когда создание Объединенной цепи Бе продвинется,

Европейское сообщество Лоран-С будет проинформировано о Российско-Норвежском сотрудничестве.

Стороны обменялись информацией по техническим возможностям станций и пришли к выводу, что для создания Объединенной радионавигационной цепи Бе в Баренцевом море нет технических препятствий. После подписания нового рабочего соглашения будет создан Норвежско-Российский Координационный комитет, который подготовит план работы с краткосрочными и долгосрочными целями.

По результатам совещания руководителями делегаций был подписан протокол.



# 32-е ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

## 32<sup>nd</sup> SESSION OF THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL

23 апреля 2009 года в помещении ФГУП «НТЦ «Интернавигация» (по адресу Большой Трехсвятительский пер., дом 2) прошло 32-е заседание Межгосударственного совета «Радионавигация». На заседании присутствовали полномочные представители Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации, Республики Таджикистан, Украины, представитель Исполнительного комитета СНГ, члены научно-технического совета МГС «Радионавигация» и приглашенные лица.

В соответствии с утвержденной повесткой дня на заседании рассмотрены и приняты решения по следующим вопросам:

### 1. О председателе Межгосударственного совета «Радионавигация»

*(Царев В. М.)*

В соответствии с ст. 7 § I Положения о Межгосударственном совете «Радионавигация», утвержденном решением Экономического совета Содружества Независимых Государств от 16 марта 2001 года:

- 1.1. Избрать председателем Совета представителя Российской Федерации Суворова Александра Евгеньевича.
- 1.2. Считать целесообразным установить очередность ротации председателей Совета – представитель Республики Беларусь, представитель Республики Казахстан, представитель Кыргызской Республики, представитель Российской Федерации, представитель Республики Таджикистан, представитель Республики Узбекистан, представитель Украины.
- 1.3. В период работы каждого председателя одно заседание Совета проводится в государстве, которое он представляет.

### 2. Информация представителя Исполкома СНГ об итогах деятельности органов отраслевого сотрудничества в 2008 году и выполнении ими решений Совета глав государств и Совета глав правительств СНГ по реализации Концепции дальнейшего развития СНГ

*(Верещако В. А.)*

Принять к сведению информацию консультанта Департамента экономического сотрудничества Исполнительного комитета СНГ Верещако В. А.

### 3. О работах, проведенных Советом в 2008 году

*(Лукьянюк Ю. В., Баздов А. К., Ковынев С. Н.)*

3.1. Принять к сведению, что с учетом ограниченного финансирования в 2008 году продолжались работы по выполнению НИР «Разработка проектов межгосударственных стандартов в области радионавигации», НИР «Разработка и согласование проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года». В рамках выполнения ОКР «Создание Межгосударственной научно-информационной системы «Радионавигация» был разработан электронный каталог навигационной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС/GPS.

3.2. В 2008 году было проведено два заседания Совета: 30-е – в Минске с участием членов Совета в проводившейся научно-технической конференции ТИВО–2008 в г. Минске;

31-е заседание проходило в Москве. В соответствии с планом работы Совета в ноябре 2008 года была проведена научно-техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения». В конференции приняло участие 76 человек от 41 организации 7 государств – участников СНГ. Было заслушано свыше 20 докладов, вызвавших большой интерес у специалистов, присутствовавших на конференции.

### 4. О состоянии и перспективах развития радионавигационного обеспечения государств – участников СНГ

*(Казаков В. В., Байжанов Б. С., Елфимов В. В., Царев В. М., Саломов А. М., Козелков С. В.)*

4.1. Принять к сведению информацию представителей государств – участников СНГ: Казакова В. В. (Республика Беларусь), Байжанова Б. С. (Республика Казахстан), Елфимова В. В. (Кыргызская Республика), Царева В. М. (Российская Федерация), Саломова А. М. (Республика Таджикистан), Козелкова С. В. (Украина) о состоянии и перспективах развития радионавигационного обеспечения в указанных государствах – участниках СНГ.

4.2. В Республике Беларусь подготовлена к утверждению Концепция навигационно-временного обеспечения республики, в которой определены и перспективы развития радионавигационного обеспечения; развернуты работы по созданию и внедрению систем контроля и учета работы автотранспорта специального назначения и другой аппаратуры.

4.3. Перспективы развития радионавигационного обеспечения Республики Казахстан рассматриваются

в готовящемся в настоящее время проекте создания наземной инфраструктуры высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан и в ряде других программных документов.

- 4.4. В Кыргызской Республике для повышения надежности радионавигационного обеспечения воздушных судов введены в эксплуатацию в 2008 году: в аэропорту «Манас» приемопередающий радиодетектор и автоматизированный центр УВД, в аэропорту «Ош» инструментальные системы посадки СП-2000, спутниковая радиосвязь с аэропортами «Манас», «Каракол» и «Ош».
- 4.5. Отметить, что состояние и перспективы развития радионавигационного обеспечения в России отражены в утвержденном в 2008 году Радионавигационном плане Российской Федерации.
- 4.6. В Республике Узбекистан деятельность по радионавигационному обеспечению реализуется Комитетом по радионавигации. Проведена определенная работа по созданию элементов радионавигационного поля Республики Узбекистан и обеспечению ряда отраслей народного хозяйства аппаратурой, работающей на базе глобальной навигационной системы GPS и внедрению программ ее применения в транспортной и хозяйственных сферах. В сентябре 2008 года принята межправительственная космическая программа Республики Узбекистан и Российской Федерации по исследованию Земли и космического пространства. По ряду позиций данной программы планируется участие Комитета по радионавигации. Начата работа по подготовке проекта радионавигационного плана Республики Узбекистан.
- 4.7. В Республике Таджикистан радионавигация используется авиацией. Имеются четыре международных аэропорта, оснащенных навигационным оборудованием: системой ИЛС в трех аэропортах и ВОР-ДМЕ в аэропорту «Душанбе». Все аэропорты обеспечены как связным оборудованием различных типов, так и пеленгаторами. К сожалению, радионавигационное оборудование не используется автомобильным транспортом.
- 4.8. В Украине ЦНИИ навигации и управления с участием других организаций проводятся работы по повышению помехоустойчивости космических и наземных радионавигационных систем и в дальнейшем ввод в эксплуатацию разработанных средств в соответствии с планами Национального космического агентства.

**5. О ходе разработки и согласования Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года**

*(Царев В. М., Казаков В. В., Байжанов Б. С.)*

- 5.1. Отметить, что во исполнение решения 31-го заседания Совета перечень мероприятий к Межгосударственной радионавигационной программе государств – участников СНГ на период до 2012 года был доработан УП

«СКБ «Камертон» и был дополнительно направлен заказчиком-координатором Программы (Российская Федерация) национальным государственным заказчиком от Республики Беларусь и от Республики Казахстан с предложением провести в I-ом квартале 2009 года очередную встречу представителей для рассмотрения проекта указанной Программы.

До настоящего времени ответы на это предложение не получены и встреча представителей национальных государственных заказчиков не состоялась.

- 5.2. Заключение на проект указанной Программы, направленной Правительством Кыргызской Республики, Республики Молдова и Украины не получены.
- 5.3. Учитывая, что по просьбе Совета вопрос о ходе разработки и согласования проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года включен в план работы Исполнительного комитета СНГ на II квартал 2009 года для рассмотрения на Комиссии по экономическим вопросам 10 июня т. г., рабочему органу Совета до 1 мая 2009 года внести в Исполнительный комитет СНГ необходимые материалы.

**6. Об Ассоциации производителей электронной аппаратуры и приборов**

*(Маслов М. И.)*

Принять к сведению информацию об Ассоциации производителей электронной аппаратуры и приборов.

**7. О международном форуме «Развитие инновационного пространства СНГ. Роль и место торгово-промышленных палат стран Содружества»**

*(Бегиджанов П. М.)*

Принять к сведению информацию о международном форуме «Развитие инновационного пространства СНГ. Роль и место торгово-промышленных палат стран Содружества.»

**8. О конгрессе «Интеллектуальные транспортные системы России» и о международном форуме спутниковой навигации**

*(Редкозубов В. Н.)*

Принять к сведению информацию о конгрессе «Интеллектуальные транспортные системы России» и о международном форуме спутниковой навигации.

**9. Об основных направлениях работы Совета в 2009 году и об утверждении плана мероприятий, проводимых Советом в 2009 году**

*(Царев В. М.)*

- 9.1. Утвердить план мероприятий, проводимых Межгосударственным советом «Радионавигация» в 2009 году.
- 9.2. Отметить, что ввиду отсутствия утвержденной радионавигационной программы государств – участни-

ков СНГ на период до 2012 года Совет не получает необходимых средств как на выполнение важных для всех государств – участников СНГ работ, так и на проведение конференций, издание журнала и др.

9.3. В соответствии с ст. 3 § VI Положения о Межгосударственном совете «Радионавигация» Межгосударственный совет «Радионавигация» считает необходимым вновь обратиться к государствам – участникам СНГ и их заинтересованным предприятиям и организациям, занимающимся хозяйственной деятельностью, с просьбой рассмотреть и решить вопрос о выделении рабочему органу Совета – ФГУП «НТЦ «Интернавигация» согласованных объемов финансовых средств, необходимых для осуществления совместных работ, в том числе: выполнения НИР «Разработка и согласование проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года», ОКР «Создание Межгосударственной научно-информационной системы «Радионавигация».

Членам Совета принять активное участие в рассмотрении и решении этого вопроса государственными органами управления, заинтересованными предприятиями и организациями своих государств.

**10. Об утверждении акта ревизионной комиссии по проверке финансовой деятельности рабочего органа Совета в 2008 году**

*(Лукьянюк Ю. В.)*

Утвердить акт ревизионной комиссии по проверке финансовой деятельности рабочего органа Совета в 2008 году.

**11. Об утверждении нового состава НТС Совета и плана его работы на 2009 год**

*(Лукьянюк Ю. В.)*

Утвердить новый состав НТС и план его работы на 2009 год.

**12. О проведении очередного заседания Совета**

*(Суворов А. Е.)*

Очередное заседание Совета провести 22 октября 2009 года.

**РЕШЕНИЕ ЗАСЕДАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА МГС «РАДИОНАВИГАЦИЯ»**

Накануне, 22 апреля 2009 года, было проведено заседание Научно-технического совета ТС МГС «Радионавигация». В ходе заседания были заслушаны следующие доклады и сообщения:

1. О разработке Радионавигационного плана государств – участников СНГ (п. 1 Перечня мероприятий Межгосударственной радионавигационной программы). Сообщения о требованиях потребителей, состоянии и взглядам на развитие радионавигационного обеспечения государств СНГ. Доклады РФ, Беларуси и Казахстана.

2. О состоянии спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС. Доклад представителя Роскосмоса (ФГУП РНИИ КП).
3. О состоянии работ по Системе дифференциальной коррекции и мониторинга. Доклад представителя Роскосмоса (ФГУП РНИИ КП).
4. О планах по созданию наземной инфраструктуры высокоточной спутниковой навигации в Казахстане. Доклад представителя ИМИМ
5. Морская дифференциальная подсистема ГЛОНАСС/GPS в СНГ. Доклад представителя КБ «Навис».
6. Возможности авиационной локальной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS ЛККС-А–2000, а также станции мониторинга ЛККС-А–2008 при использовании в СНГ. Доклад представителя НППФ «Спектр».
7. О создании аппаратуры потребителей ГЛОНАСС/GPS. Доклад представителей КБ «Навис» и ОАО РИРВ.
8. Навигационные ГНСС-приемники и OEM-модули для рынка навигационной аппаратуры государств СНГ. Анализ, решения и перспективы. Доклад представителя Спирит Телеком
9. О создании систем мониторинга и учета работы автотранспорта в РФ и Беларуси. Доклад представителей СКБ «Камертон» и НПП «Транснавигация».

**Заслушав и обсудив доклады и выступления, НТС МГС «Радионавигация»:**

1. Отмечает важность и актуальность рассмотренных вопросов для совершенствования радионавигационного обеспечения государств СНГ.
2. Считает целесообразным продолжение обсуждения вопросов обоснования и согласования требований к радионавигационному обеспечению государств СНГ.
3. Отмечает необходимость дальнейшего рассмотрения вопросов состояния радионавигационного обеспечения в государствах СНГ и путей его развития и совершенствования.
4. Рекомендует доложенные технические решения для использования в практике развития радионавигационного обеспечения государств СНГ.
5. Отмечает принципиальную важность развертывания системы ГЛОНАСС в установленные сроки, поддержание принятых темпов запусков космических аппаратов и модернизации наземной инфраструктуры системы.
6. Рекомендует предприятиям Роскосмоса (ОАО «ИСС им. академика М. Ф. Решетнева» и ФГУП «РНИИ КП» ускорить разработку и выпуск первоначальной редакции Интерфейсных контрольных документов по новым сигналам ГЛОНАСС и СДКМ.
7. Просит ФГУП «НТЦ «Интернавигация» решить вопрос о публикации материалов докладов и сообщений на сайте НТЦ «Интернавигация» и на страницах журнала «Новости навигации».
8. Результаты работы учесть при подготовке научно-технической конференции.



# ЗАСЕДАНИЯ СЕМИНАРА «ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ» И СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ

## SESSIONS OF THE WORKSHOP «AIRCRAFT OPERATION» AND RPIIN AIR TRANSPORT SECTION

31 марта 2009 года в помещении ГОСНИИ «Аэронавигация» состоялось заседание семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» и Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации с повесткой дня:

1. Доклад Есяяна Р.Т. (Гос НИИ ГА) **«Катастрофа самолета БОИНГ–737 в аэропорту Пермь – глазами летчика-испытателя».**
2. Доклад Бельфора Г.Е. (НИИ АО) **«Варианты реализации систем точного и неточного спутникового захода на посадку самолетов и вертолетов по GNSS».**
3. Сообщение Шмелькина Ю.Л., Юсупова Ю.И. (НПЦ «Мэтмейкер») **«Метавиа – информационно-аналитический портал Метеоагентства Росгидромета».**

Докладчик по первому вопросу Есяян Р.Т. охарактеризовал общую обстановку вокруг завершающей стадии полета, эволюции самолета, загрузку и действия экипажа. Особо отметил недостаточную подготовку командира воздушного судна и второго пилота к действиям в непредвиденных обстоятельствах, с учетом особенностей индикации пространственного положения на этом самолете по сравнению с более привычной для них индикацией, используемой на других самолетах.

Докладчик по второму вопросу Бельфор Г.Е. дал общую характеристику разработанной аппаратуры, ее возможностей и особенностей внедрения на воздушных судах. Доклад был существенно дополнен выступлениями начальника Центра сертификации Кушельмана В.Я. и ведущего семинар профессора Белгородского С.Л., более полно охарактеризовавших вопрос внедрения спутниковых заходов на посадку ВС гражданской авиации.

В сообщении Шмелькина Ю.Л. и Юсупова Ю.И. были приведены и продемонстрированы возможности Интернет-портала [www.metavia.ru](http://www.metavia.ru), созданного Росгидрометом в интересах обеспечения полетов отечественной авиации.

26 мая 2009 года в помещении ГОСНИИ «Аэронавигация» состоялось заседание семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» и Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации, посвященное 50-летию создания 15 отдела Гос НИИ ГА – отдела пилотажно-навигационного оборудования и автопилотов.

Открыл семинар ведущий, ветеран отдела, профессор Белгородский С.Л. Белгородский С.Л. выступил также с докладом:

**«Вчера, сегодня, завтра пилотажно-навигационного оборудования и систем автоматического управления полетом гражданских воздушных судов».**

Далее состоялись выступления ветеранов 15 отдела Гос НИИ ГА, ветеранов и сотрудников подразделений Гос НИИ ГА и Гос НИИ «Аэронавигация» – преемников 15 отдела, участников семинара: д. т.н. Федорова Ю.М., д. т.н. Куранова В.П., Макарова В.А., бывшего главного штурмана ГА Гриневича А.С. и др. Были заслушаны также приветствия от АНТК «Туполев», 30 ЦНИИ МО РФ, Исполкома Российского общественного института навигации.

С докладом **«Сертификационный центр бортового оборудования»** выступил д. т.н. Кушельман В.Я. Он остановился на основных направлениях развития бортового оборудования воздушных судов (ВС) гражданской авиации (ГА), требованиях к оборудованию и новой аппаратуре, поступающей для оснащения ВС ГА.

Были заслушаны также доклады более молодых специалистов:

Карасев К.В. (Гос НИИ «Аэронавигация») **«Точная зональная навигация R-RNAV и проблемы ее внедрения».**

Андрианова Е.С. (Гос НИИ «Аэронавигация») **«К вопросу создания аэронавигационных карт».**

Березин Д.А. (Гос НИИ «Аэронавигация») **«Пути увеличения сохранности изделий ПН и РЭО».**



# РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ И СЕРТИФИКАЦИИ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ И ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

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

*В статье приведены оценки и дан анализ точностных характеристик отечественных и зарубежных инерциальных и инерциально-спутниковых навигационных систем, устанавливаемых в настоящее время на новые и модернизируемые самолеты и вертолеты российского производства*

## RESULTS OF THE INERTIAL AND INERTIAL/SATELLITE NAVIGATION SYSTEM FLIGHT TESTS AND CERTIFICATION

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

*The article covers estimations and produces the analysis of accuracy characteristics for the domestic and foreign inertial and inertial/satellite navigation systems that are currently installed on the Russian made aircraft and helicopters which are new or undergo upgrading*

На новых и модернизируемых самолетах и вертолетах российского производства в настоящее время устанавливается ряд инерциальных (ИНС), спутниковых (СНС), инерциально-спутниковых (ИСНС) навигационных систем как отечественного, так и зарубежного производства. Они должны соответствовать следующим нормативным документам:

- авиационным правилам АП–25,
- разделу П8.2.28 приложения к главе 8 ЕНЛГ-С «Оборудование самолета», относящемуся к сертификации оборудования «до установки на самолет».

Перед началом летных испытаний на основе действующих норм составляется и одобряется Авиарегистром сертификационный базис или квалификационный базис (КБ), состоящий в общем случае из перечня пунктов АП–25, имеющих отношение к сертифицируемому типу самолета и устанавливаемому на нем оборудованию. Инерциальные системы являются составной частью трактов измерения углов курса, крена, тангажа, поэтому они относятся к критическим системам, т.е. к таким, работа которых необходима для безопасного продолжения и завершения полета. Соответствие части пунктов сертификационного базиса подтверждается материалами летных испытаний.

Разработаны технологии летных испытаний на основе информационных, компьютерных и спутниковых технологий с применением комплекса бортовых траекторных измерений (КБТИ), как основного средства траекторных измерений, синхронизации и регистрации информации.

В данной статье излагаются результаты летных испытаний ИНС, СНС, ИСНС с применением новых методов, средств и технологий.

### Современные технологии летных испытаний

Структуру, логическую организацию, методы и средства летных исследований и испытаний определяет методология летных испытаний.

Технология летных испытаний разрабатывается на основе созданной методологии и включает в себя:

- разработку методов и средств обеспечения летных исследований и испытаний;
- определение видов и объемов работы по всем этапам отработки бортового оборудования;
- подготовку к летным испытаниям; проведение испытательных полетов;
- отработку оборудования с применением различных технологических процессов (технологий) и др.

Технология летных исследований и испытаний ИНС, СНС, ИСНС построена на основе применения КБТИ и его составной части мобильной базовой контрольной станции (МБКС), локальной сети вторичной обработки и анализа материалов летных испытаний пилотажно-навигационного оборудования (ПНО) с использованием программных комплексов «Анализ», «Эталон» и др. [1–4]. При этом МБКС в качестве подвижного стенда также может быть использована для отработки бортового оборудования (БО) летательных аппаратов (ЛА).

Применение комплекса бортовых траекторных измерений при проведении летных испытаний представлено на рис. 1. Технологический цикл испытаний и отработки пилотажно-навигационного оборудования ЛА, в том числе ИНС, СНС, ИСНС, с применением КБТИ представлен на рис. 2.

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



Рис. 1. Применение КБТИ при проведении летных испытаний



Рис. 2. Технологический цикл испытаний и обработки ПНО, в том числе ИНС, СНС, ИСНС, с применением КБТИ

Программно – математическое обеспечение (ПМО) анализа материалов летных испытаний систем ПНО содержит свыше 50 программных комплексов (ПК), в том числе такие программные комплексы, как «Анализ» и «Эталон».

ПК «Анализ» обеспечивает:

1. Ввод и подготовку информации:
  - ввод данных из файлов двоичного и текстового формата (бортовые системы регистрации, средства траекторных измерений, результаты моделирования);
  - контроль и устранение сбойных значений, аппроксимация, интерполяция, перевод размерности, выборка значений параметров по различным критериям;
  - пересчет систем координат.
2. Представление информации:

- отображение информации в табличном и графическом видах;
- построение обзорных графиков полета (траектория маршрутного полета, заход на посадку);
- непрерывное видеоизображение внешней обстановки и самолета с выводом параметров полета.

3. Анализ характеристик систем ПНО:

- комплексная обработка информации спутниковой и инерциальной систем;
- статистический и спектральный анализ процессов измерений и погрешностей измерений, вычисление корреляционных функций, законов распределения, частотных характеристик;
- идентификация математических моделей погрешностей измерений.

Схема комплексной обработки информации ИНС и СНС с использованием программного комплекса «Эталон» представлена на рис. 3.

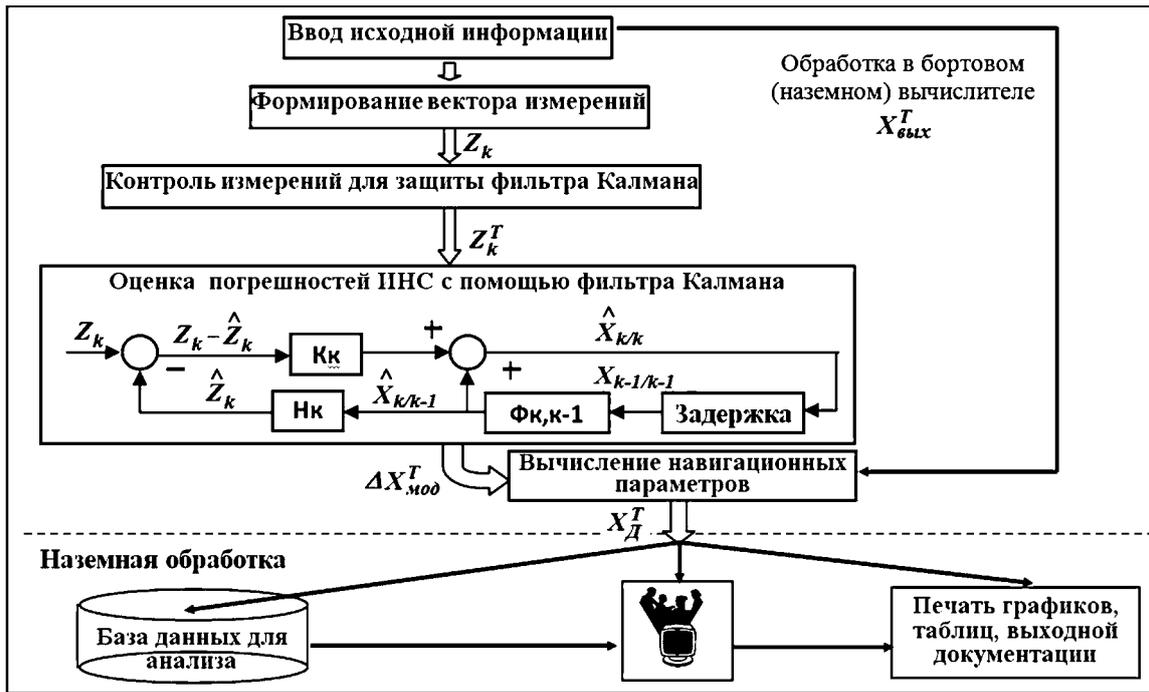


Рис. 3. Схема комплексной обработки информации

Требуется в каждый момент времени определить оценку вектора состояния «Эталон»  $X_k$ , удовлетворяющую условиям линейности и несмещенности алгоритма оценивания. В качестве критерия оптимальности рассматривается критерий минимума следа ковариационной матрицы ошибки оценки (критерий минимума дисперсии ошибки оценки). Решение поставленной задачи реализуется известным алгоритмом – фильтром Калмана.

Вектор состояния модели погрешностей ИНС (БИНС)  $\Delta X_{mod}^T$  ( $17 \times 1$ ) включает в себя:

$$\Delta X_{mod}^T = [\Delta S_x, \Delta S_y, V_x, \delta V_y, \alpha_x, \alpha_y, \beta_z, \gamma_{1s}, \gamma_{2s}, \gamma_{3s}, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \Delta f_1, \Delta f_2, \Delta f_3] \quad (1)$$

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,  
 $\gamma_{is} \dots i = 1, 2, 3$  – постоянные составляющие дрейфов гироскопов,  
 $\gamma_j \dots i = 1, 2, 3, 4$  – дрейфы, пропорциональные угловым скоростям,  
 $\Delta f_i \dots i = 1, 2, 3$  – ошибки нулей акселерометров.

При использовании информации от СНС вектор измерений может быть представлен в виде:

$$Z_k^T = [\Delta S_x^{us}, \Delta S_y^{us}, \Delta V_x^{us}, \Delta V_y^{us}] \quad (2)$$

где  $\Delta S_x^{us}, \Delta S_y^{us}$  – измерения, образованные с помощью позиционной информации СНС;

$\Delta V_x^{us}, \Delta V_y^{us}$  – измерения, образованные с помощью скоростной информации СНС.

Вектор выходных параметров  $X_{вых}^T$  представляет собой измерения с требуемой частотой действительных значений навигационных параметров движения самолета (в том числе на участках пропадания корректора)

$$X_{вых}^T = [\varphi_{ис}^0, \lambda_{ис}^0, V_{ис}^0, V_{ис}^0, \psi_{ис}^0, UC_{ис}^0] \quad (3)$$

где  $\varphi_{ис}^0, \lambda_{ис}^0$  – географические координаты ИНС – широта и долгота,  
 $V_{ис}^0, V_{ис}^0$  – северная и восточная составляющие путевой скорости ИНС,  
 $\psi_{ис}^0$  – истинный географический курс ИНС,  
 $UC_{ис}^0$  – угол сноса ИНС.

Уравнения фильтра Калмана имеют вид:

$$\begin{aligned} X_{k/k} &= X_{k/k-1} + K_k (Z_k - H_k X_{k/k-1}) \\ X_{k/k-1} &= \Phi_{k,k-1} X_{k-1/k-1} \\ K_k &= P_{k/k-1} H_k^T (H_k P_{k/k-1} H_k^T + R_k)^{-1} \\ P_{k/k-1} &= \Phi_{k,k-1} P_{k-1/k-1} \Phi_{k,k-1}^T + B_k Q_k B_k^T \\ P_{k/k} &= [E - K_k H_k] P_{k/k-1} \end{aligned} \quad (4)$$

где  $X_{k/k}$  – вектор апостериорных оптимальных оценок состояния системы  $X_k$ ;  
 $X_{k/k-1}$  – вектор априорных оптимальных оценок состояния системы  $X_k$ ;  
 $P_{k/k}$  – апостериорная ковариационная матрица ошибок фильтрации  $\Delta X_{k/k} = X_k - X_{k/k}$ ;  
 $P_{k/k-1}$  – априорная ковариационная матрица ошибок фильтрации  $\Delta X_{k/k-1} = X_k - X_{k/k-1}$ ;  
 $E$  – единичная матрица;  $K_k$  – весовая функция фильтра.

В результате работы фильтра Калмана получаем вектор оценок состояния инерциальной системы в функции времени:

Как известно из теории инерциальной навигации, погрешности ИНС по координатам при полной компенсации инструментальных погрешностей и без учета в алгоритме счисления вариаций гравитационного поля Земли могут быть уменьшены до уровня  $\approx 300$  м. Зарубежными и российскими нормами летной годности самолетов гражданского назначения допустимые погрешности по координатам ограничены (с вероятностью 0,95) величинами 3,7 км за каждый час полета продолжительностью до 10 часов и 37 км при полетах свыше 10 часов. Наилучшие зарубежные образцы автономных инерциальных систем военного назначения имеют величину нарастания погрешности по координатам местоположения  $\leq 500$  м за 1 час полета. При длительных полетах возникает необходимость коррекции выходных параметров ИНС от СНС. Платой за высокую точность и глобальность является потеря автономности и уязвимость при постановке активных помех. Полеты по оценке технических характеристик ИНС, СНС, ИСНС выполнялись в рамках квалификационных и сертификационных испытаний модернизированного бортового оборудования гражданских самолетов. Оценка погрешностей выходных параметров испытываемых систем проводилась с применением разработанных в ФГУП «ЛИИ им. М. М. Громова» технологий летных испытаний ПНО, включая использование программных комплексов «Эталон», «Анализ».

Оценивание статистических характеристик навигационных параметров производится в результате обработки погрешностей по множеству полетов. Технологию сертификационных испытаний более подробно изложим применительно к бесплатформенной инерциально – спутниковой навигационной системе БИМС-Т разработки ОАО «МИЭА», квалификационные испытания которой проведены в 2008 г.

## КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ЛЕТНЫЕ ИСПЫТАНИЯ БИМС-Т

### Наземные испытания

После монтажа проведена проверка правильности функционирования системы в режимах «Выставка», «Навигация», «Курсовертикаль», «Тест-контроль» при электропитании от наземных и бортовых источников. В результате проверки установлено:

- система работает в режимах «Выставка», «Навигация», «Курсовертикаль», «Тест-контроль», имеет тип и конструкцию, соответствующие функциональному назначению;
- передача и прием информации обеспечиваются в соответствии с требованиями ГОСТ 18977 – 79 и РТМ-1495 – 75 с изменением 3;

- фактические величины тестовых сигналов выходных параметров, заданные в ТЗ и зарегистрированные КБТИ, совпадают.

### Летные испытания

Летные испытания проводились с 21 сентября 2007 г. по 3 октября 2008 г. с базированием самолета на аэродроме «Жуковский». Оценка соответствия системы БИМС-Т требованиям квалификационного базиса (КБ) проводилась по результатам 49 реализаций, полученных в 43 полетах в период испытаний. Из них:

- 24 полета по маршрутам Жуковский – Петропавловск-Камчатский (посадка) и обратно продолжительностью от 7,5 до 9,8 ч;
- 14 полетов по маршрутам Жуковский – Анадырь (посадка) и обратно продолжительностью от 7,8 до 9,2 ч;
- 4 полета по маршрутам Жуковский – Якутск (посадка) и обратно продолжительностью от 6,4 до 6,9 ч;
- 1 полет по маршруту Петропавловск-Камчатский – Анадырь продолжительностью 2,7 ч.

Испытания проводились с использованием двух систем БИМС-Т.

Автономный режим «Выставка» (гироскопирование) включался автоматически перед каждым полетом после подачи электропитания (от ВСУ) и информации о начальной широте и долготе. Погрешность ( $|m|+2\sigma$ ) автономной выставки по истинному курсу на широтах от 55 до 64° с. ш. составила 0,15° (по результатам 49 реализаций).

В процессе наземной подготовки при работе системы в режиме «Выставка» заправка самолета топливом не проводилась, не было погрузочно-разгрузочных работ, запуска и работы двигателей.

Система БИМС-Т работает в полете в режиме «Курсовертикаль» с выдачей потребителям сигналов крена, тангажа, гироскопического курса, угловых скоростей и линейных ускорений в связанных осях. Погрешность ( $|m|+2\sigma$ ) определения системой крена и тангажа в этом режиме с вероятностью 0,95 не превышала 0,5° по крену и 0,7° по тангажу, что соответствует требованию КБ и ТЗ ( $\Delta\gamma$  ( $\Delta\psi$ )  $\leq 1^\circ$ ).

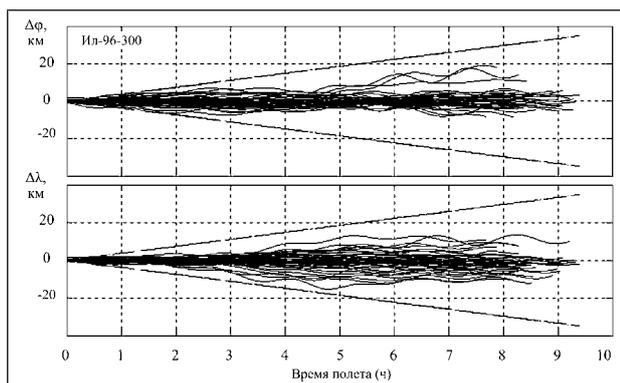
Переход в режим «Навигация» осуществлялся по внутреннему признаку системы автоматически; в этом режиме определялись и выдавались потребителям требуемые пилотажно-навигационные параметры.

В процессе выполнения по трассам гражданской авиации маршрутных полетов в диапазоне от 55о до 72° с. ш. и от 38° до 177° в. д. обе системы БИМС-Т нормально работали и обеспечивали выполнение заданных функций. Обе системы БИМС-Т взаимодействовали в составе комплекса КСПНО–96 с системой индикации, автоматического управления, системами спутниковой навигации и воздушных сигналов.

**Автономный (инерциальный) режим**

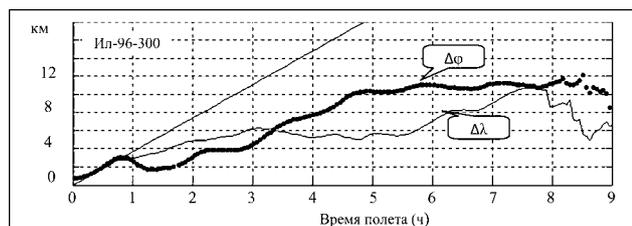
Погрешности БИМС-Т для каждого отдельного полета определялись с использованием программного комплекса «Эталон». Толерантные доверительные интервалы погрешностей ( $P=0,95$ ,  $PД=0,9$ ) были рассчитаны в результате статистической обработки методом сечений оценок погрешностей по множеству реализаций [5].

Координаты. Погрешности БИМС-Т в определении географических координат ( $\Delta\varphi$ ,  $\Delta\lambda$ ) по всем полетам представлены на рис. 4.



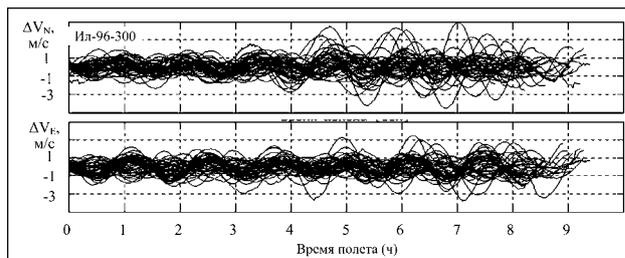
**Рис. 4. Графики погрешностей БИМС-Т в определении географических координат**

Толерантные доверительные интервалы погрешностей в определении географических координат ( $P=0,95$ ,  $PД=0,9$ ) представлены на рис. 5. Анализ показал, что погрешности ( $|m|+2\sigma$ ) в определении широты и долготы в течение 9 часов полета не превышали допуск 3,7 км за час полета, что соответствует требованиям ТЗ (погрешности  $\Delta\varphi$ ,  $\Delta\lambda$  не более 3,7 км за каждый час полета,  $P=0,95$ ). При этом максимальные значения погрешностей после 8 часов полета составили 20 км по широте и 14 км по долготе (из 38 реализаций продолжительностью более 8 часов).

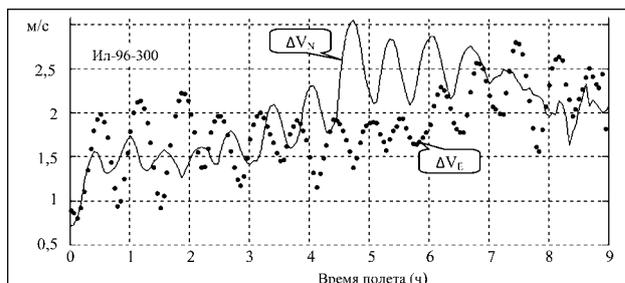


**Рис. 5. Толерантные доверительные интервалы погрешностей БИМС-Т в определении географических координат ( $m+2\sigma$ )**

Погрешности БИМС-Т в определении северной и восточной составляющих путевой скорости ( $\Delta V_N$ ,  $\Delta V_E$ ) представлены на рис. 6, толерантные доверительные интервалы погрешностей БИМС-Т в определении северной и восточной составляющих путевой скорости представлены на рис. 7. Анализ показал, что погрешности ( $|m|+2\sigma$ ) по северной составляющей относительной скорости не превышали  $\Delta V_N \leq 3$  м/с, по восточной составляющей  $\Delta V_E \leq 2,8$  м/с, что соответствует требованиям ТЗ ( $\Delta V_N$  ( $\Delta V_E$ )  $\leq 4$  м/с,  $P=0,95$ ).

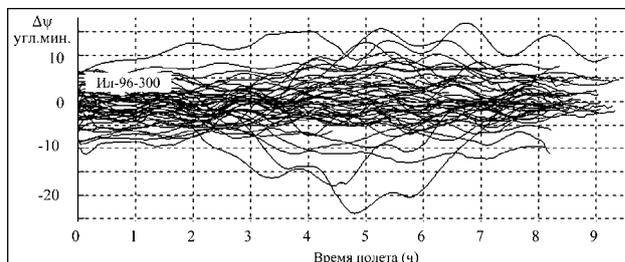


**Рис. 6. Графики погрешностей БИМС-Т в определении северной и восточной составляющих путевой скорости**

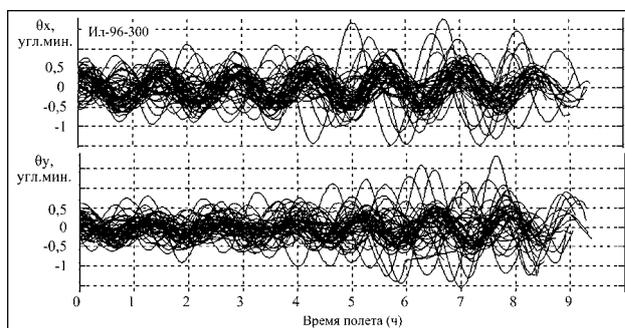


**Рис. 7. Толерантные доверительные интервалы погрешностей БИМС-Т в определении северной и восточной составляющих путевой скорости**

Погрешности БИМС-Т в определении истинного географического курса ( $\Delta\Psi_{и}$ ) представлены на рис. 8, а на рис. 9 – погрешности БИМС-Т в определении вертикали. Толерантные доверительные интервалы погрешностей БИМС-Т в определении истинного географического курса и вертикали представлены на рис. 10.



**Рис. 8. Погрешности БИМС-Т в определении истинного географического курса**



**Рис. 9. Обзорные графики погрешностей БИМС-Т в определении вертикали**

Анализ показал, что погрешность ( $|m|+2\sigma$ ) определения системой БИМС-Т истинного курса в процессе полетов продолжительностью более 9 часов с вероятностью  $P=0,95$  не превышала  $0,23^\circ$ , что соответствует ТЗ ( $\Delta\Psi_{и} \leq 0,4^\circ$  за 10ч,  $P=0,95$ ). Погрешность в определении истинного стояночного курса составляет  $0,15^\circ$ ,

что в проверенном диапазоне широт (до 64° с. ш.) соответствует ТЗ (погрешность не более 0,2°).

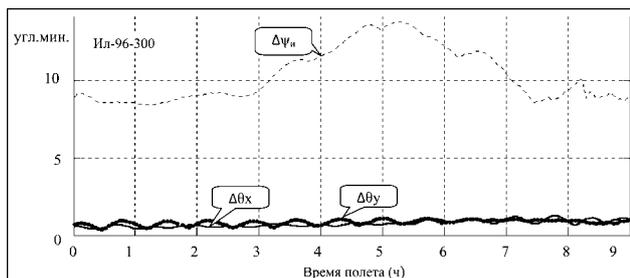


Рис. 10. Тolerантные доверительные интервалы погрешностей БИМС-Т в определении истинного географического курса и вертикали

Погрешность ( $|m|+2\sigma$ ) определения системой БИМС-Т истинного путевого угла в процессе полетов с вероятностью 0,95 не превышала 3°, что соответствует требованию ТЗ ( $\Delta P_{U_i} \leq 5^\circ$  с вероятностью 0,95).

Количество реализаций погрешностей для статистической оценки по множеству полетов в функции времени полета представлено на рис. 11.

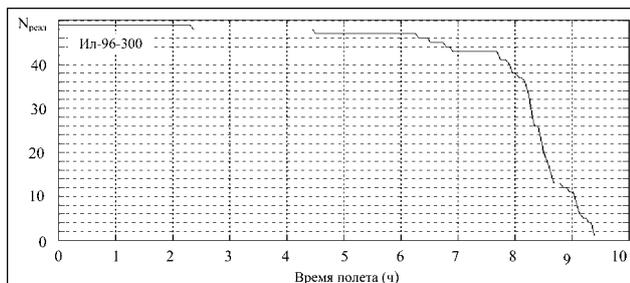


Рис. 11. Количество реализаций погрешностей для статистической оценки по множеству полетов в функции времени полета

### Режим коррекции по СНС

Система БИМС-Т сопрягается со спутниковой системой СНС-2 и корректируется по координатам местоположения и составляющим путевой скорости. Погрешности системы ( $|m|+2\sigma$ ) в режиме «Навигация» для интегрированного канала составили 64 м и 37 м соответственно по каналу широты и долготы (см. рис. 12); по каналам путевой скорости и ее северной и восточной составляющим — менее 1 м/с, что соответствует требованиям ТЗ (погрешности (2°) по местоположению не более 100 м, по путевой скорости и ее составляющим не более 2 м/с).

На маршруте в прямолинейном горизонтальном полете нарастание погрешностей определения местоположения при перерывах информации, поступающей от СНС-2 для интегрированного канала (режим прогноза), не превышало по абсолютному значению 76 м за 5 минут, 146 м за 10 минут, что в проверенном режиме полета соответствует ТЗ (100 м за 5 минут, 250 м за 10 минут).

В наборе высоты после выполнения доворота на 47° с креном 20° погрешность системы, работающей в режиме прогноза, по каналу широты через 5 минут увеличилась на 140 м.

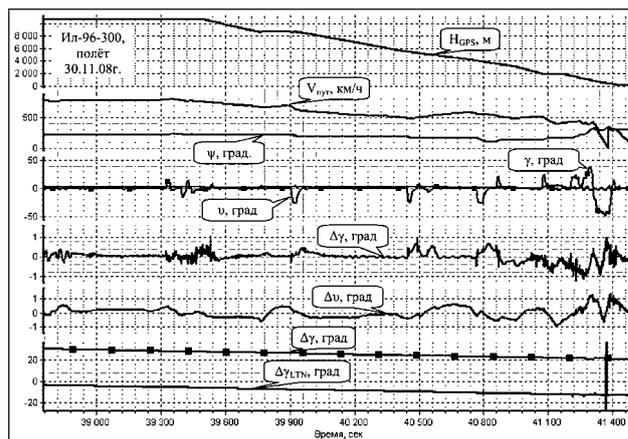


Рис. 12. Погрешности БИМС-Т по крену и тангажу в режиме курсовертикали от начала снижения до приземления

По результатам квалификационных испытаний БИМС-Т можно сделать следующие основные выводы:

- 1) Инерциальная система БИМС-Т (2 комплекта), установленная на самолете Ил-96—300 взамен штатных систем LTN—101, в маршрутных полетах по трассам гражданской авиации (в диапазоне широт от 55 до 72° с. ш., от 38 до 177° в. д.) работала нормально и выполняла требуемые функции в составе комплекса КСПНО—96. Она взаимодействовала с системами индикации и автоматического управления, СНС и системой воздушных сигналов (СВС) и обеспечивала выполнение требований, заданных в КБ и ТЗ.

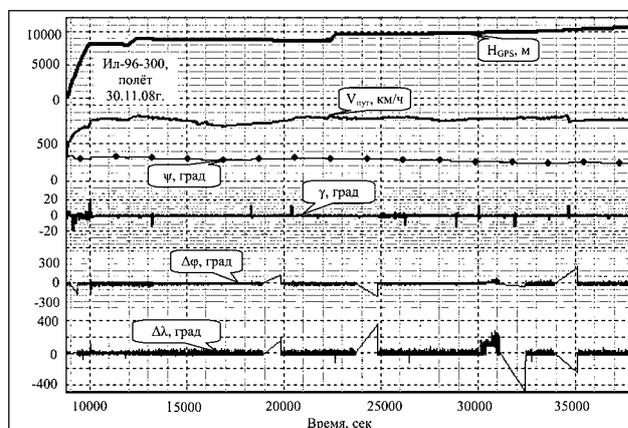


Рис. 13. Погрешности инерциально-спутникового канала БИМС-Т по широте и долготе относительно СНС-2 (с учетом временной задержки)

- 2) Система работает во всех предусмотренных режимах — «Выставка», «Навигация», «Курсовертикаль», «Тест-контроль», имеет тип и конструкцию, соответствующие функциональному назначению. Переход в режим «Навигация» осуществлялся по внутреннему признаку системы автоматически; в этом режиме определялись и выдавались потребителям требуемые пилотажно-навигационные параметры. Система работает в полете в режиме «Курсовертикаль» с выдачей потребителям сигналов крена, тангажа, гироскопического курса,

угловых скоростей и линейных ускорений в связанных осях, что соответствует ТЗ.

- 3) Величины погрешностей ( $m|+2\sigma$ ) выходных параметров автономного (инерциального) канала системы БИНС-Т, оцененные в 43 полетах по 49 реализациям в проверенных условиях эксплуатации, не превышали заданных в ТЗ. Анализ погрешностей показал, что инерциальная система БИНС-Т является системой 1-го класса точности.

### Квалификационные летные испытания БИНС-85

Квалификационные летные испытания бесплатформенной инерциальной системы БИНС-85 разработки МИЭА проводились на летающей лаборатории Ил-76МД.

Регистрация информации от БИНС-85 и СНС производилась с помощью КБТИ. В полете экспериментатор контролировал работу БИНС-85, используя результаты анализа материалов КОИ – бортового варианта ПК «Эталон» (без сглаживания – ПК-БЭ). После полета зарегистрированная информация обрабатывалась с помощью ПК «Эталон».

Анализ погрешностей инерциальной системы БИНС-85 показал, что оценки погрешностей:

- автономного числения координат не превышают 4 км за 4,5 часа, что говорит о высоком качестве системы; кривые погрешностей имеют ярко выраженный шулеровский период колебаний;
  - автономного определения составляющих скорости имеют шулеровский период колебаний и не превышают 2 м/с;
  - вычисленной ориентации в азимуте (можно приближенно принять как ошибку определения истинного курса) не превышает 18 угл. мин.;
  - построения вертикали имеют шулеровский период колебаний и не превышают 1 угл. мин.;
  - гироскопов – постоянных составляющих дрейфов – не превышают 0,03 град/час;
  - нулей акселерометров не превышают 0,0005 для горизонтальных каналов и 0,0028 – для азимутального.
- Обзорные графики погрешностей БИНС-85, включающие в себя 28 реализаций, представлены на рис. 14 (погрешности в определении географической широты) и рис. 15 (погрешности географической долготы).

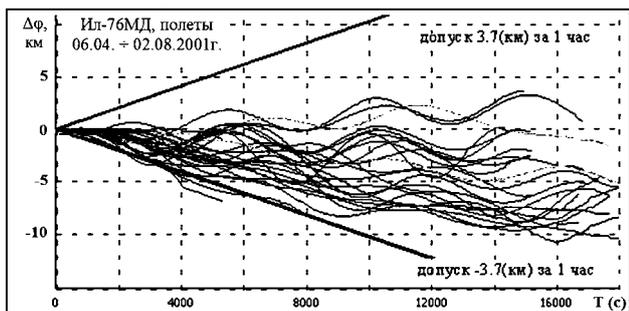


Рис. 14. Графики погрешностей БИНС-85 по широте по 28 реализациям

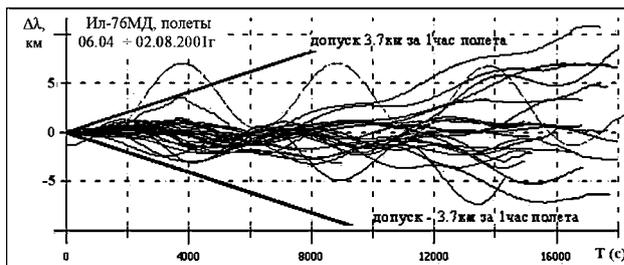


Рис. 15. Графики погрешностей БИНС-85 по долготе по 28 реализациям в полетах с 06.04.2001 г. по 02.08.2001 г.

Анализ погрешностей показал, что инерциальная система БИНС-85 является системой 1-го класса точности.

### Сертификационные испытания бесплатформенной инерциально-спутниковой навигационной системы HG2030AE (21)

Бесплатформенная инерциально-спутниковая навигационная система HG2030AE (21) проходила сертификационные летные испытания в составе ПНО самолета Ту-204 – 300.

С применением разработанного в ЛИИ им. М. М. Громова программного обеспечения была проведена статистическая обработка материалов испытаний по множеству полетов. В результате работы были получены оценки навигационных параметров и их статистические оценки (рис. 16–19).

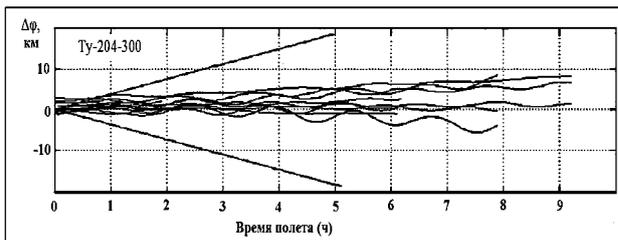


Рис. 16. Погрешности по широте в автономном режиме системы HG2030AE (21)

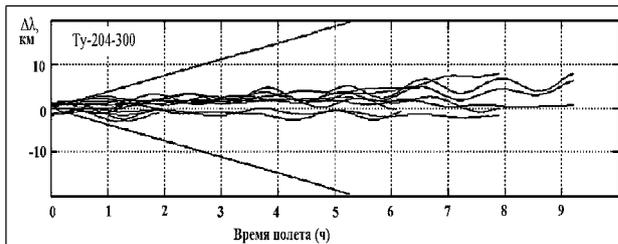


Рис. 17. Погрешности по долготе в автономном режиме системы HG2030AE (21)

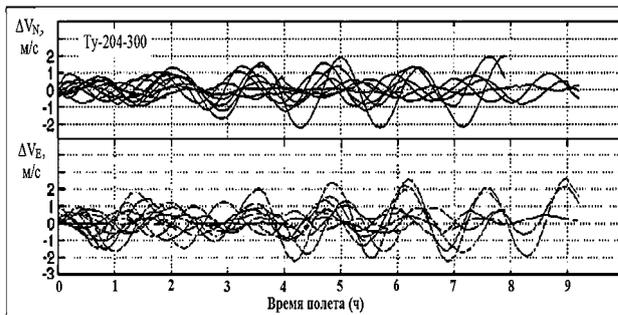


Рис. 18. Погрешности северной и восточной составляющих путевой скорости в автономном режиме системы HG2030AE (21)

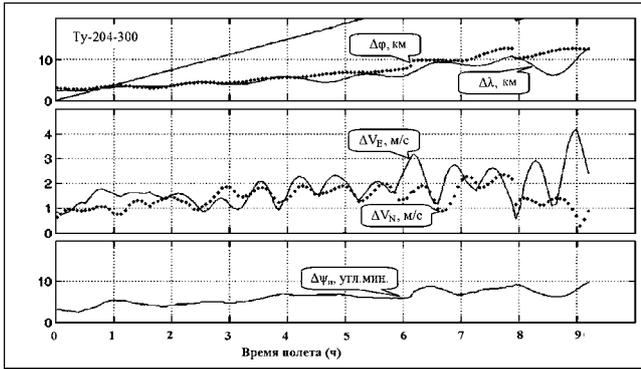


Рис. 19. Статистические оценки навигационных параметров системы HG2030AE (21)

В таблице 1 приведены средние значения статистических оценок погрешностей ( $|m|+2\sigma$ ) основных выходных параметров инерциального канала системы HG2030AE (21).

Погрешности инерциального канала HG2030AE (21)

Параметр	$ m +2\sigma$
Широта $[\Delta\phi]$	1,7 км за каждый час полета
Долгота $[\Delta\lambda]$	1,6 км за каждый час полета
Северная составляющая скорости $[\Delta V_N]$	1,5 м/с
Восточная составляющая скорости $[\Delta V_E]$	2,2 м/с
Истинный курс $[\Delta\psi]$	8 угл. мин

Погрешности системы НСИ-2000МТ по широте и долготе в стандартном режиме работы (Ил-96-400Т)

Дата полета	№№ каналов НСИ-2000МТ	$\Delta\phi$ , м			$\Delta\lambda$ , м			
		m	$\sigma$	$ m +2\sigma$	m	$\sigma$	$ m +2\sigma$	
2.11.07 (зона аэродрома ЛИИ)	1	3,3	34,8	72,9	—	1,8	47,4	96,6
	2	5,3	36,2	77,7	—	2,0	66,2	134,4
	3	2,8	9,6	22,0	2,5	14,5	31,5	
9.11.07 (зона аэродрома ЛИИ)	1	4,8	13,0	30,8	3,2	16,5	36,2	
	2	4,9	57,4	119,7	9,3	85,1	179,5	
	3	5,3	9,8	24,9	4,2	16,5	37,2	
10.11.07 (зона аэродрома ЛИИ)	1	7	18	43	1,2	19,8	41	
	2	10	38	86	-2,6	61,7	126	
	3	4,2	16,5	37,2	1,4	19,3	40	
29.11.07 (маршрут Якутск – Жуковский)	1	7,2	6,2	19,6	-11,0	8,6	28,2	
	2	6,7	6,2	19,1	-8,8	9,0	26,8	
	3	3,6	6,6	16,8	-9,5	8,9	27,3	
27.12.07 (маршрут Жуковский – Челябинск – Уфа – Жуковский)	1	1,3	11,4	24,1	3,9	12,9	29,7	
	2	2,8	11,2	25,8	8,9	10,5	29,9	
	3	-0,2	10,9	22,0	8,6	11,6	31,8	

Полученные статистические оценки навигационных параметров инерциального режима работы системы HG2030AE (21) удовлетворяют требованиям ТЗ.

Сертификационные летные испытания навигационной инерциально-спутниковой системы НСИ 2000МТ

Здесь приведены результаты сертификационных испытаний в 2007 г. системы НСИ 2000МТ на самолете Ил-96-400Т с последней версией ПМО.

Стандартный (инерциально-спутниковый) режим

Погрешности в стандартном (инерциально-спутниковом) режиме оценивались в 3-х полетах в зоне ЛИИ и в 2-х полетах по маршрутам. Погрешности в резервном режиме (при отсутствии информации СНС) оценивались в одном полете в зоне ЛИИ и в 4-х полетах по маршрутам:

Таблица 1.

- Якутск – Жуковский (29.11.07 г.),
- Жуковский – Якутск (13.12.07 г.),
- Якутск – Жуковский (15.12.07 г.),
- Жуковский – Якутск – Жуковский (27.12.07 г.),

Для стандартного режима работы системы НСИ-2000МТ статистические оценки погрешностей по координатам местоположения приведены в таблице 2, статистические оценки погрешностей по путевой скорости приведены в таблице 3.

Анализ материалов испытаний систем НСИ 2000МТ в стандартном режиме работы показывает, что в процессе выполнении типовых маршрутных полетов погрешности систем НСИ 2000МТ с вероятностью 0,95 не превышали:

- 119 м по широте
  - 179 м по долготе,
  - 2,5 км/час по путевой скорости,
- что превышает требования квалификационного базиса (100 м по широте и долготе), однако обеспечивает выполнение действующих требований по точности самолетовождения.

Анализ материалов оценки спутниковой части НСИ-2000МТ показал, что средние значения математического ожидания (m) и СКО ( $\sigma$ ) погрешностей определения координат составили: по широте (м)  $m = 36$ ;  $\sigma = 110$ ;  $|m|+2\sigma = 245$ ; по долготе (м)  $m = 139$ ;  $\sigma = 137$ ;  $|m|+2\sigma = 421$ ;

**Резервный (инерциальный) режим работы.**

Для резервного (при отсутствии информации СНС) режима работы системы НСИ-2000МТ графики статистических оценок погрешностей по координатам

Таблица 3.

**Погрешности системы НСИ-2000МТ  
по путевой скорости в СТАНДАРТНОМ  
РЕЖИМЕ РАБОТЫ (Ил-96-400Т)**

Дата полета	№№ каналов НСИ-2000МТ	$\Delta V_{\text{пут}}, \text{ м/с}$		
		m	$\sigma$	$ m +2\sigma$
2.11.07 (зона аэро- дрома ЛИИ)	1	0,3	1,1	2,5
	2	0,3	1,1	2,5
	3	0,3	0,8	1,9
9.11.07 (зона аэро- дрома ЛИИ)	1	0,2	0,9	2,0
	2	0,2	1,0	2,2
	3	0,2	0,8	1,8
10.11.07 (зона аэро- дрома ЛИИ)	1	0,4	0,7	1,8
	2	0,4	0,7	1,8
	3	0,4	0,6	1,6
29.11.07 (маршрут Якутск – Жуковский)	1	0,4	0,2	0,8
	2	0,4	0,2	0,8
	3	0,4	0,2	0,8
27.12.07 (маршрут Жуковский – Челябинск – Уфа – Жуковский)	1	0,1	0,7	1,5
	2	0,1	0,7	1,3
	3	0,1	0,6	1,3

местоположения, составляющим путевой скорости, истинному курсу приведены на рис. 20÷23.

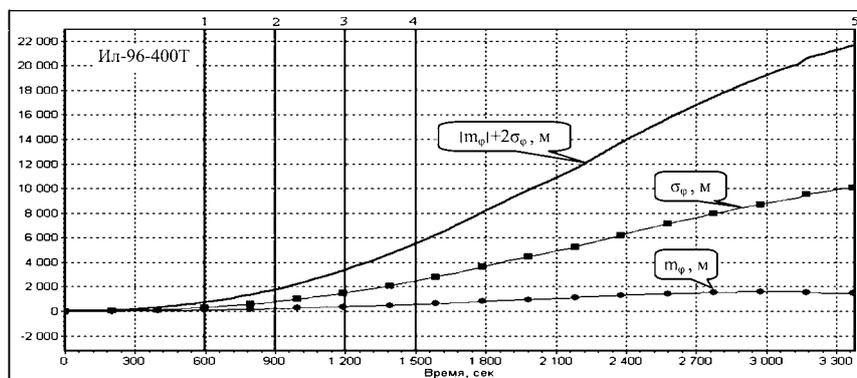


Рис. 20. Статистические оценки погрешностей по широте при отсутствии информации СНС

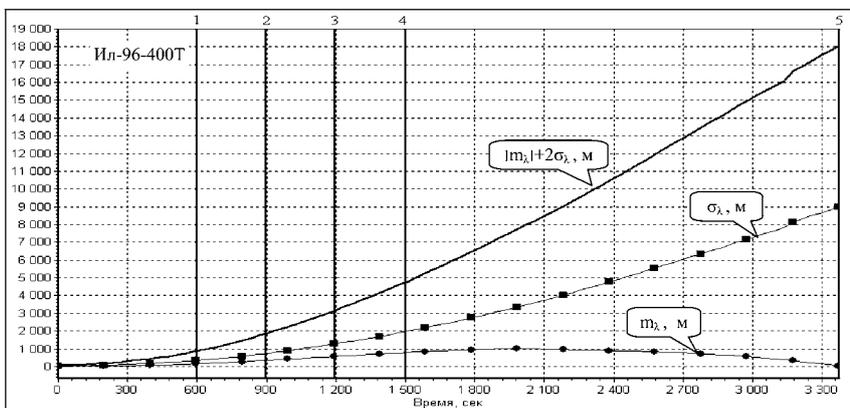


Рис. 21. Статистические оценки погрешностей по долготе при отсутствии информации СНС

Анализ материалов испытаний системы НСИ 2000МТ в резервном режиме работы (при отсутствии информации СНС) показывает, что ее погрешности с вероятностью 0,95 не превышали:

- через 10 мин. работы: 0,8 км по широте, 0,9 км по долготе, 4 м/с по путевой скорости, 0,3° по истинному курсу,
- через 15 мин. работы: 1,8 км по широте, 1,8 км по долготе, 6 м/с по путевой скорости, 0,33° по истинному курсу,
- через 20 мин. работы: 3,4 км по широте, 3,2 км по долготе, 7 м/с по путевой скорости, 0,33° по истинному курсу,
- через 25 мин. работы: 5,5 км по широте, 4,7 км по долготе, 9 м/с по путевой скорости, 0,4° по истинному курсу,
- через 1 час работы: 21,7 км по широте, 18,1 км по долготе, 13 м/с по путевой скорости, 0,75° по истинному курсу, что превышает требования квалификационного базиса (погрешность по широте и долготе ≤5 км за 1 час работы), однако обеспечивает выполнение действующих требований по точности самолетовождения в составе комплекса в течение не менее 20 мин. работы при отсутствии информации СНС.

**ВЫВОДЫ**

1. По материалам летных сертификационных испытаний гражданских самолетов с модернизированным бортовым оборудованием и квалификационных испытаний навигационных систем получены оценки погрешностей инерциальных и инерциально-спутниковых систем, устанавливаемых в настоящее время на новые и модернизируемые самолеты и вертолеты российского производства.
2. Вновь разработанная для гражданских самолетов ОАО МИЭА инерциально-спутниковая система БИМС-Т прошла квалификационные летные испытания, ее характеристики соответствуют КБ и ТЗ. По точности система сопоставима с системой HG2030 AE (21) производства США, установленной на самолетах Ту–214, Ту-204-300: средняя скорость нарастания погрешности автономного определения координат местоположения менее одной морской мили (1,85 км) за каждый час 8÷9 – часового полета.
3. Погрешности системы НСИ 2000МТ в основном

инерциально-спутниковом режиме работы с вероятностью 0,95 не превосходили: 119 м по широте, 17 м по долготе, 2,5 км/час по путевой скорости, что превышает требования квалификационного базиса (100 м по широте и долготе), однако обеспечивает выполнение действующих требований по точности самолетовождения.

4. Анализ материалов летных испытаний инерциальных и инерциально-спутниковых навигационных систем показал:
  - разработанная современная технология проведения летных испытаний обеспечивает сертификационные испытания отечественных и зарубежных ИНС и ИСНС;
  - характеристики отдельных отечественных инерциально-спутниковых навигационных систем приближаются к характеристикам зарубежных;
  - испытанные навигационные системы производят выдачу информации потребителям с временной задержкой до 2,2 с; оценка характеристик навигационных параметров проводилась после искусственного устранения данных задержек по времени в выдаче информации при том или ином режиме работы навигационных систем (гибридном или спутниковом).

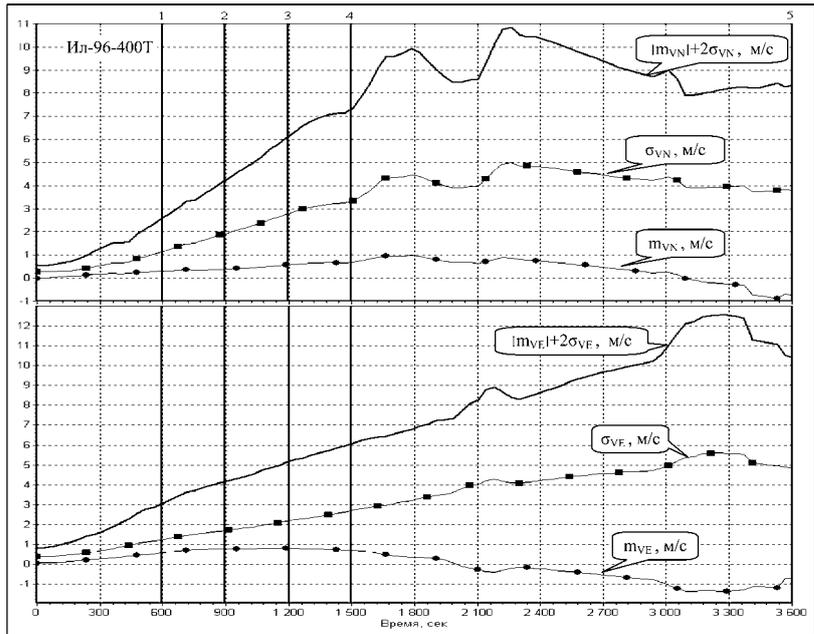


Рис. 22. Статистические оценки погрешностей определения составляющих скорости при отсутствии информации СНС

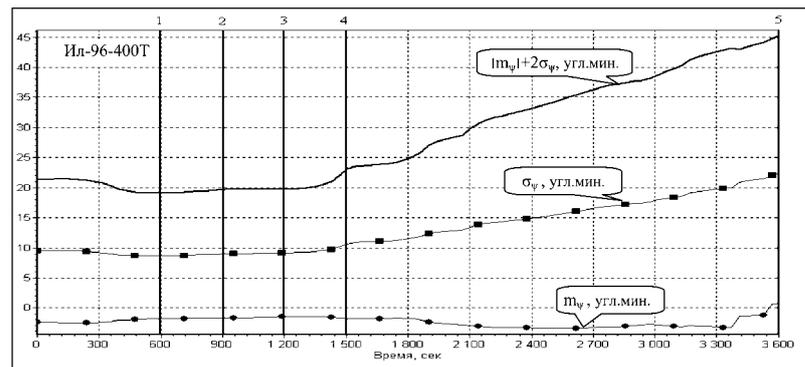


Рис. 23. Статистические оценки погрешностей по курсу при отсутствии информации СНС

## ЛИТЕРАТУРА

1. Харин, Е.Г., Якушев, А.Ф., Копелович, В.А. Эталонные определения параметров траектории движения летательного аппарата на основе оптимальной комплексной обработки информации инерциальной и спутниковой навигационных систем [Текст]. Интегрированные инерциально-спутниковые системы навигации Сборник статей и докладов. Академия навигации и управления движением. - С-Пб.: ГНЦ ЦНИИ «Электроприбор», 2001 г.
2. Харин, Е.Г., Якушев, А.Ф., Копелович, В.А., Царев, В.М. Методы и средства летных испытаний летательных аппаратов и их оборудования [Текст]. Новости навигации, 2005 г., №1.
3. Харин, Е.Г., Якушев, А.Ф., Копелович, В.А., Кожурин, В.Р. Технологии летных испытаний летательных аппаратов и их оборудования [Текст]. Авиакосмическая техника и технология Федеральное космическое агентство. Российская инженерная академия. Москва, 2005 г., №2.
4. Копылов, И.А., Харин, Е.Г., Поликарпов, В.Г., Копелович, В.А. Оценка точностных характеристик дифференциального режима СНС, используемого для получения траекторных параметров самолета при проведении летных испытаний [Текст]. Материалы XII Санкт-Петербургской конференции по интегрированным навигационным системам, 23-25 мая 2005 г.
5. Уилкс С. Математическая статистика [Текст]. М.: Наука, 1967. 632 с.



# ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ОШИБОК БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ТРАЕКТОРНЫМ ДАНЫМ ДЛЯ СЛУЧАЯ СЛОЖНОЙ ТРАЕКТОРИИ

*В. В. Акишин*<sup>1</sup>

*В статье описываются основные особенности проведения анализа точностных характеристик бесплатформенных инерциальных навигационных систем в процессе полета по экспериментальной траекторной информации. Проводится анализ и моделирование поведения ошибок системы при прямолинейных полетах с различными скоростями и направлениями. По результатам анализа кратко рассматриваются основные зависимости поведения ошибок системы в процессе длительных полетов. Производится оценка степени влияния каждого описанного явления на общую точность системы, и определяются границы применимости использования данной модели. С учетом результатов исследований сопоставляются результаты полетов по известной траектории и результаты моделирования поведения ошибок БИНС при полете по сходной с экспериментальной упрощенной траектории с известными инструментальными погрешностями. По результатам траекторного моделирования производится анализ поведения системы при полете по сложной траектории, в первую очередь при прохождении точек поворота*

## MAIN FEATURES OF THE STRAPDOWN INERTIAL REFERENCE SYSTEM ERRORS IN EXPERIMENTAL TRAJECTORY DATA FOR A COMPLEX PATH

*V. V. Akishin*

*The article describes main features of the strapdown inertial reference system precision characteristics analysis realization on the experimental path flight. The analysis and system error behaviour in straight flights with different speeds and directions is carried out. With account of the analysis results the main system error behaviour dependences in long-term flights is briefly examined. The impact of each described phenomenon upon the total system accuracy is valuated and applicability boundaries of the actual model are estimated. Taking into account the research results the known path flight results and IRS errors behaviour modulations of flight with similar simplified path with known instrumental errors results are compared. In view of the trajectory modulations results flight system behaviour analysis in the complex path with special attention to the passing pivots (turning points) is carried out. The article describes main features of the strapdown inertial reference system precision characteristics analysis realization on the experimental path flight. The analysis and system error behaviour in straight flights with different speeds and directions is carried out. With account of the analysis results the main system error behaviour dependences in long-term flights is briefly examined. The impact of each described phenomenon upon the total system accuracy is valuated and applicability boundaries of the actual model are estimated. Taking into account the research results the known path flight results and IRS errors behaviour modulations of flight with similar simplified path with known instrumental errors results are compared. In view of the trajectory modulations results flight system behaviour analysis in the complex path with special attention to the passing pivots (turning points) is carried out*

В процессе проведения летных испытаний бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) высокой точности был обнаружен ряд явлений, которые не могут быть легко и однозначно идентифицированы и проанализированы. В качестве примера рассмотрим результаты полета по маршруту г. Жуковский (Московская обл.) — Елизово (Петропавловск-

Камчатский) и обратно. Траектория полетов и погрешности определения скоростей представлены на рис. 1, 2 (Жуковский — Елизово) и 3 (Елизово — Жуковский) соответственно.

На приведенных рисунках можно выделить следующие основные явления, наблюдавшихся в большинстве полетов, обнаруженные в процессе анализа полетной информации:

<sup>1</sup> Акишин В.В. - аспирант, кафедра «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации» МГТУ им Н.Э. Баумана

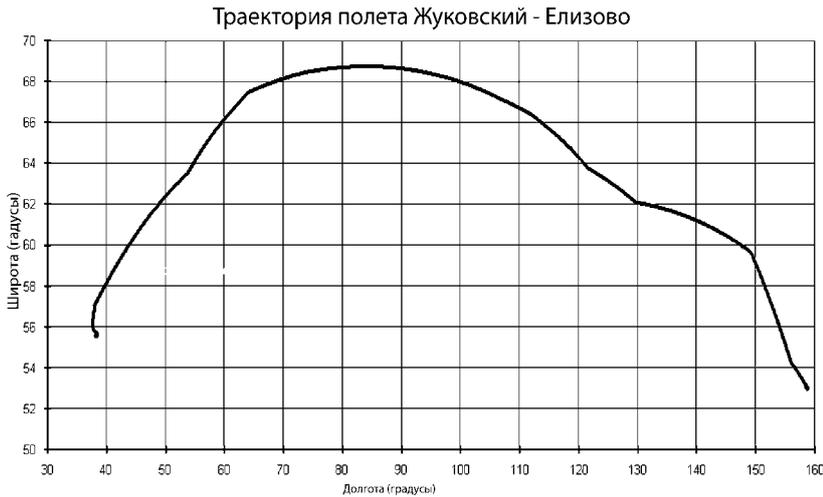


Рис. 1. Траектория полета

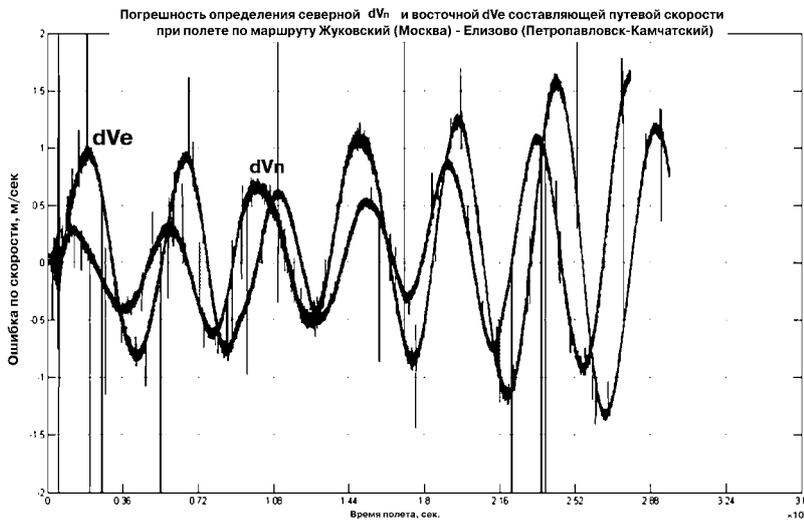


Рис. 2. Погрешности определения составляющих путевой скорости

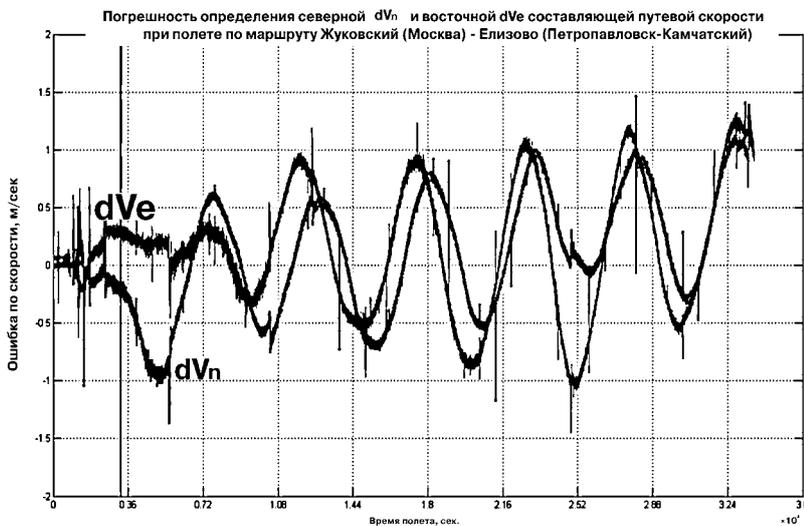


Рис. 3. Погрешности определения составляющих путевой скорости

- Зависимость величин ошибок определения координат и скоростей местоположения объекта от направления полета по заданному маршруту.
- Изменение амплитуды шулеровских колебаний ошибок определения составляющих скорости движения и координат местоположения объекта в процессе полета.
- Последовательное и циклическое перераспределение ошибок между горизонтальными каналами БИНС.
- Низкочастотные колебания ошибок определения скоростей и координат местоположения объекта в процессе полета с изменяющейся частотой.

Полеты проводились на самолете-лаборатории ИЛ-96-300, параметры полета и работа БИНС контролировались и фиксировались комплексом бортовых траекторных измерителей (КБТИ), разработанным в ЛИИ им. Громова [1]. КБТИ фиксирует ряд предварительно заданных параметров, выдаваемых различными системами в формате ARINC. В качестве эталонных параметров траектории используются данные спутниковых систем навигации, для фиксирования которых КБТИ имеет собственную антенну и аппаратуру. Исследуемая БИНС предназначена для установки на среднемагистральных и дальнемагистральных самолетах гражданской авиации; требуемая точность системы при определении координат и скорости соответственно — 3,7 км и 14,4 км/ч за час полета. Точность определения курса —  $0,2^\circ + 0,02^\circ t$  ( $t$  — время полета в часах).

Проверка системы в лабораторных условиях, а так же высокая повторяемость результатов на протяжении нескольких полетов, показали высокую стабильность характеристик системы и неизменность инструментальных ошибок как в полете, так и при простое в перерывах. Случайные шумовые составляющие в данной БИНС малы (для ла-

зерных гироскопов случайное изменение дрейфа от запуска к запуску составляет менее  $\pm 0,005^\circ/\text{час}$ .

Далее первую очередь подробно рассмотрим траекторию и параметры полета. Из рис. 1 следует, что полет можно условно разделить на три участка:

1. Выход из зоны аэродрома и прямолинейный полет с постоянной скоростью, высотой и курсом  $70^\circ$ , с изменением широты от  $56^\circ$  с. ш. до  $68^\circ$  с. ш., длительностью 2–3 часа.
2. Прямолинейный полет с постоянной скоростью, высотой и курсом  $90^\circ$ , на широте  $68^\circ$  с. ш, длительностью 4–5 часов.
3. Прямолинейный полет с постоянной скоростью, высотой и курсом  $110^\circ$ , с изменением широты от  $68^\circ$  с. ш. до  $55^\circ$  с. ш., длительностью 2–3 часа и заход на посадку.

Набор высоты и скорости, снижение и заход на посадку занимают не более 1...1,5 часов летного времени на начальном и конечном участках полета. Поэтому их можно не учитывать при анализе поведения погрешностей БИНС в полете. Таким образом, можно считать траекторию полета состоящей из трех последовательных прямолинейных участков с постоянной высотой и скоростью полета. Изменение высоты в пределах одного участка можно считать незначительным: максимальное изменение высоты полета на данных участках составляет не более 1000 м, что пренебрежимо мало для решаемой задачи анализа. Изменение курса в процессе полета на этих участках медленное, связано с обеспечением полета по ортодромии, и как следствие, изменением курса в процессе полета на отдельных участках так же можно пренебречь.

Рассмотрим систему уравнений ошибок БИНС [2]:

$$\left\{ \begin{aligned} \delta \dot{V}_E &= a_N \Phi_{up} - a_{up} \Phi_N + a_E \mu_E + B_E + \\ &+ \left( 2U \sin \varphi + \frac{V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi \right) \delta V_N + \\ &+ V_N U \cos \varphi \cdot \delta \varphi + \frac{\delta V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi \cdot V_N + \\ &+ \left( U \cos \varphi + \frac{V_E}{R} \sec^2 \varphi \right) V_N \delta \varphi \\ \delta \dot{V}_N &= a_{up} \Phi_E - a_E \Phi_{up} + a_N \mu_N + B_N - \\ &- \left( 2U \sin \varphi + \frac{V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi \right) \delta V_E - \\ &- V_E U \cos \varphi \cdot \delta \varphi + \frac{\delta V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi \cdot V_E - \\ &- \left( U \cos \varphi + \frac{V_E}{R} \sec^2 \varphi \right) V_E \delta \varphi \\ \dot{\Phi}_E + \Phi_{up} \omega_N - \Phi_N \omega_{up} &= \frac{-\delta V_N}{R} + \omega_E^{dr} \\ \dot{\Phi}_N + \Phi_E \omega_{up} - \Phi_{up} \omega_E &= \frac{\delta V_E}{R} + \omega_N^{dr} - U \sin \varphi \cdot \delta \varphi \\ \dot{\Phi}_{up} + \Phi_N \omega_E - \Phi_E \omega_N &= \frac{\delta V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi + \omega_{up}^{dr} \end{aligned} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} \omega_E &= -\frac{V_N}{R} \\ \omega_N &= \frac{V_E}{R} + U \cos \varphi \\ \omega_{up} &= \frac{V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi + U \sin \varphi \end{aligned} \right. \quad (1)$$

где:

$\Phi_{N,E,up}$  – ошибки ориентации, приведенные к осям географического трехгранника (северный, восточный и вертикальный канал, соответственно);

$\delta V_{N,E}$  – ошибки определения скорости в северном и восточном каналах географического трехгранника;

$a_{N,E,up}$  – линейные ускорения, измеряемые акселерометрами и приведенные к осям географического трехгранника (северный, восточный и вертикальный канал, соответственно);

$V_{N,E}$  – проекции скорости объекта на горизонтальные оси географического трехгранника;

$\varphi, \delta \varphi$  – текущая широта и ошибка определения широты соответственно;

$\mu_i, B_i$  – ошибки масштабного коэффициента и нулевых сигналов акселерометров, приведенные к осям географического трехгранника;

$U$  – угловая скорость вращения Земли;

$R$  – радиус Земли.

Для удобства преобразуем систему уравнений погрешностей (1) и приведем уравнения ошибок скоростей к следующему виду:

$$\begin{aligned} \delta \dot{V}_E &= a_N \Phi_{up} - a_{up} \Phi_N + a_E \mu_E + B_E + \\ &+ \left( 2U \sin \varphi + \frac{V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi \right) \delta V_N + \\ &+ \frac{V_N}{R} \operatorname{tg} \varphi \cdot \delta V_E + \left( 2UV_N \cos \varphi + \frac{V_E V_N}{R} \sec^2 \varphi \right) \delta \varphi, \quad (2) \\ \delta \dot{V}_N &= a_{up} \Phi_E - a_E \Phi_{up} + a_N \mu_N + B_N - \\ &- 2 \left( U \sin \varphi + \frac{V_E}{R} \operatorname{tg} \varphi \right) \delta V_E - \\ &- \left( 2UV_E \cos \varphi + \frac{V_E^2}{R} \sec^2 \varphi \right) \delta \varphi \quad . \quad (3) \end{aligned}$$

Как видно из уравнений (2) и (3), ошибки определения скоростей имеют перекрестные связи, а так же зависят от составляющих путевой скорости, широты текущего местоположения объекта и от ошибок определения этих параметров.

Вкратце рассмотрим эффекты, вызванные наличием перекрестных связей. В первую очередь отметим, что имеется низкочастотная составляющая погрешностей БИНС, период которой равен в случае неподвижного основания 24 часам. Однако в случае ненулевой путевой скорости период данной составляющей изменяется (см. рис 4 и 5, графики которых получены при  $V_E = 200, 0$  и  $-200$  м/с).

Наличие низкочастотной составляющей при наложении ее на шулеровские колебания ошибок БИНС

приводит к их модуляции, чем затрудняет их идентификацию и анализ. При полетах длительностью от четырех до восьми часов, можно сделать ошибочный вывод об изменении инструментальных погрешностей в процессе работы системы. Отдельно отметим, что при длительности полета менее 4 часов, эффект раскачки может быть выявлен слабо, что позволяет при анализе исключить из системы уравнений погрешностей БИНС (1) перекрестные связи, а также зависимости от скорости и направления движения и перейти к упрощенным уравнениям погрешностей БИНС. Использование полных уравнений погрешностей БИНС при анализе имеет смысл только для полетов длительностью более 6 часов.

Следующим эффектом, вызванным наличием перекрестных связей в уравнениях (2) и (3), будет перераспределение погрешностей между северным и восточным каналами. При этом колебания погрешностей БИНС, вызванные одной инструментальной погрешностью, смещены друг относительно друга примерно на четверть периода, а для определения величины инструментальной ошибки в начале полета может быть использован первый шулеровский полупериод, величина и характер которого соответствует действующей в данном канале экспериментальной погрешности. Последующие периоды так же могут использоваться, но необходим учет поправок на модуляцию, вызванную низкочастотной составляющей, и степени влияния перераспределения погрешностей.

Еще одним эффектом наличия низкочастотной составляющей является ненулевой интеграл для синусоидальной погрешности на одном периоде Шулера, выражающийся в появлении заметного тренда ошибок координат местоположения объекта в процессе полета. Оценка величины изменения амплитуды между полупериодами Шулера с учетом модуляции вызванной низкочастотной составляющей, для случаев минимальной, так и максимальной амплитуды представлена в формулах (4) и (5).

$$\left| \delta V_e^{\frac{\pi}{2}} \right| = \frac{B_e}{\nu} \begin{pmatrix} \sin(U \cdot 3798 \text{сек}) - \\ -\sin(U \cdot 1266 \text{сек}) \end{pmatrix} = 0,1808 \frac{B_e}{\nu}, \quad (4)$$

$$\left| \delta V_e^{\frac{\pi}{2}} \right| = \frac{B_e}{\nu} \begin{pmatrix} \sin(U \cdot 24054 \text{сек}) - \\ -\sin(U \cdot 21522) \end{pmatrix} = 0,016 \frac{B_e}{\nu}, \quad (5)$$

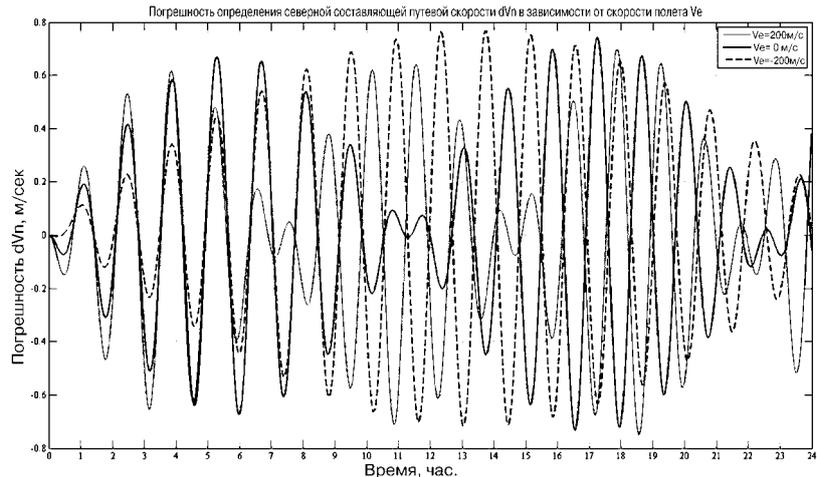


Рис. 4. Погрешность северной составляющей путевой скорости

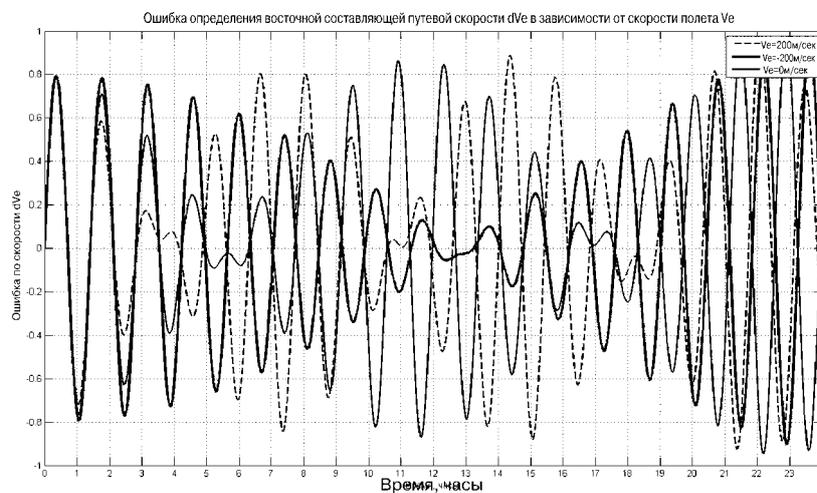


Рис. 5. Погрешность восточной составляющей путевой скорости

где  $\nu$  – частота Шулера;  $U$  – угловая скорость вращения Земли.

Как следует из выражений (4) и (5), изменение составляет от 18 до 1,6%. Проинтегрировав эти выражения, получим следующие результаты.

$$\delta \lambda_1^M = \int_0^{5064} \delta V_E \sin(\nu t) \cdot \sin(Ut) dt = -291 \text{ м}, \quad (6)$$

$$\delta \lambda_6^M = \int_{21600}^{26664} \delta V_E \sin(\nu t) \cdot \sin(Ut) dt = -22,2 \text{ м}, \quad (7)$$

где  $\delta \lambda^M$  – погрешность определения текущей долготы местоположения объекта в метрах.

Таким образом, интегральная погрешность составляет заметную величину, учет и компенсация которой является обоснованной.

Следующим эффектом, непосредственно не зависящим от скорости и направления полета и наблюдаемым так же при стендовых испытаниях, является зависимость ошибки по курсу от ошибки восточной составляющей скорости и, как следствие, от ошибки определения местоположения по долготе. Для подтверждения этого возьмем уравнение ошибки угловой скорости изменения истинного курса  $\Phi_{ip}$  в системе уравнений (1) и, исключив все остальные зави-

симости кроме зависимости от  $\delta V_E$ , проинтегрируем полученное уравнение. Получим:

$$\Phi_{ир} = \frac{\delta \lambda^M}{R} I g \varphi. \quad (8).$$

Как видно из уравнения (8), ошибка по курсу зависит от широты текущего местоположения объекта и ошибки определения текущей долготы, т.е. ошибка по курсу зависит от угла схождения меридианов. Так, для широты в  $45^\circ$  и ошибки по долготе в 3,6 км ошибка по курсу будет равна  $-0,032^\circ$ , а для широты в  $60^\circ$  при той же ошибке по долготе ошибка по курсу составит  $-0,056^\circ$ .

В дополнение к приведенному выше проведем моделирование поведения ошибок БИНС при полете по упрощенному маршруту, сходному с экспериментальным, в обоих направлениях. Результаты моделирования представлены на рис. 6 (Жуковский – Елизово) и 7 (Елизово – Жуковский).

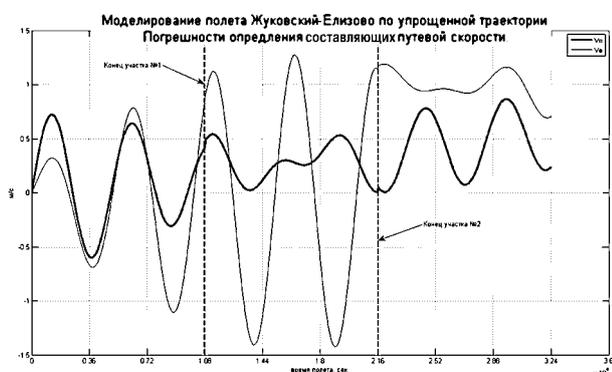


Рис. 6. Погрешности определения составляющих путевой скорости

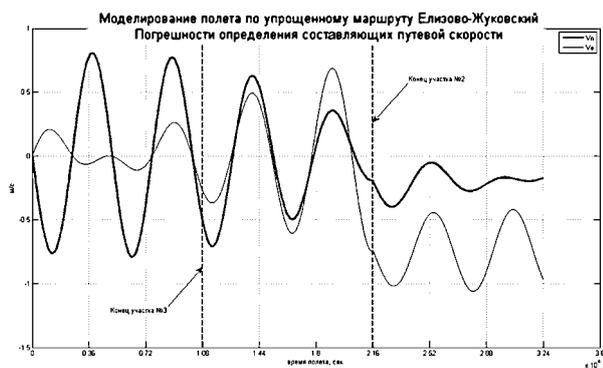


Рис. 7. Погрешности определения составляющих путевой скорости

Как видно из рис. 6 и 7 модель достаточно точно описывает поведение погрешностей БИНС по скорости в процессе сложного полета и демонстрирует все вышеописанные явления. Так же отметим, что в данной модели происходит резкий переход от одного участка полета к другому, что приводит к более четкому выделению результатов переходного процесса, связанного со сменой направления полета. Особо отметим, что переход к полету вдоль меридиана (переход от участка №1 к участку №2) не оказывает никакого влияния на поведение погрешностей БИНС. Но переход от полета вдоль меридиана к иному направлению движения приводит к четко выраженному эффекту и фактически начинает новую серию шулеровских колебаний относительно величины ошибки скорости в момент поворота. Это приводит к появлению постоянной ошибки по скорости и, как следствие, к появлению постоянного нарастания ошибок по координатам места на последнем участке полета, что и было неоднократно замечено в процессе проведения летных испытаний. Таким образом, при анализе летной информации, необходимо учитывать изменения направления полета и тщательно анализировать причины резкого изменения характера поведения погрешностей БИНС.

Таким образом, в работе:

- приведена методика проведения анализа полетной информации, получаемой с помощью комплекса траекторных измерителей КБТИ и самолетных самописцев типа МСРП, для выявления и оценки инструментальных погрешностей БИНС в процессе полета;
- с использованием экспериментальных данных проанализированы основные зависимости и перекрестные связи в уравнениях ошибок БИНС и рассмотрен общий эффект их влияния на поведение системы в полете;
- проведены исследования и моделирование основных явлений, наблюдающихся в процессе испытаний БИНС при полете самолета с различными курсами и путевыми скоростями, включая анализ полета по сложной траектории с оценкой степени влияния эффектов от перехода с одного участка полета на другой;
- проведен анализ степени влияния отдельных особенностей ошибок на точность системы и даны рекомендации по их учету при выделении, идентификации и разделении различных инструментальных погрешностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Харин, Е. Г. Комплексная обработка информации навигационных систем летательных аппаратов [Текст]. Опыт многолетнего практического применения. Учебное пособие. – М.: Изд-во МАИ, 2002. – 264 с.: ил.
2. Salychev, O. S. Inertial systems in navigation and geophysics [Text]. – М. ВМSTU-press, 1998. – 352 с.: ил.
3. Акишин, В. В. Построение моделей и анализ ошибок

инерциальной навигационной системы по экспериментальным траекторным данным [Текст]// Актуальные проблемы российской космонавтики. Материалы XXXII академических чтений по космонавтике. – М.: Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, 2008. – 540 с.



# АЗИАТСКИЕ РЕГИОНАЛЬНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ШИРОКОЗОННЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ ГНСС

*Ю. А. Соловьев, В. М. Царев, А. В. Коровин, Д. А. Устюжанин<sup>2</sup>*

*Приведен обзор и анализ возможностей азиатских региональных навигационных спутниковых систем и широкозонных дифференциальных подсистем Китая, Японии, Индии, Тайваня и Кореи, осуществленный на основе оценки материалов авторитетных всемирных конференций с проведением численных расчетов точностных характеристик по опубликованным данным*

## ASIAN REGIONAL SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS AND WIDEAREA GNSS DIFFERENTIAL AUGMENTATIONS

*Yu. A. Soloviev, V. M. Tsarev, A. V. Korovin, D. A. Ustiuzhanin*

*The paper reviews and analyzes the potential of the regional navigation satellite systems and differential augmentations in China, Japan, India, Taiwan and the Republic of Korea. Based on the documents from competent worldwide conferences and calculations of accuracy data from publications*

Развертывание глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) ГЛОНАСС, GPS, Galileo, COMPASS сопровождается также началом создания региональных навигационных спутниковых систем (РНСС) Китая (Beidou-1), Японии (QZSS), Индии (IRNSS), Тайваня (TRNSS) и ряда широкозонных функциональных дополнений ГНСС, обеспечивающих суверенитет в области радионавигации и точного местопредопределения этих стран, а также Южной Кореи [1–6].

*Целью статьи является обзор и анализ возможностей азиатских региональных и широкозонных дифференциальных спутниковых систем, а также уточнение перспективного облика радионавигационного оборудования транспортных средств (воздушных, морских судов и др.), посещающих эти интенсивно развивающиеся районы Земного шара.*

Приведенные материалы позволяют также уточнить возможности и перспективы рынка аппаратуры ГНСС ГЛОНАСС, GPS, Galileo в этом регионе.

Анализ осуществляется на основе оценки материалов наиболее авторитетных всемирных конференций с проведением численных расчетов точностных характеристик, учитывающих опубликованные данные баллистического построения и точности измерений первичных навигационных параметров рассматриваемых систем.

### **Китайская региональная навигационная спутниковая система Beidou—1**

В результате вывода 4-го спутника Beidou («Большая Медведица» или «Северный ковш») [1] была

развернута группировка экспериментальной системы Beidou—1, являющаяся прообразом китайской ГНСС COMPASS. Эта региональная система, работающая на территории КНР и прилегающих стран в пределах от 5 до 55° с. ш. и от 70 до 145° в. д. [1,2], охватывает Индию, Вьетнам, частично Японию, Монголию, некоторые районы России и др. Beidou—1 отличается от систем ГЛОНАСС и GPS [1,2], поскольку:

- система является запросной; при этом навигационная аппаратура потребителя ведет радиообмен с центральной станцией (ЦС) системы через два геостационарных космических аппарата (ГКА), координаты пользователя определяются на ЦС и передаются потребителю;
- для определения двух плановых координат при известной высоте достаточно двух ГКА;
- на ГКА Beidou—1 нет высокоточного бортового стандарта частоты, а шкалу времени задает ЦС;
- система Beidou—1 не чисто навигационная, а навигационно-связная. При этом она выполняет также задачи наблюдения за подвижными объектами.

Работа ГКА Beidou—1 обеспечивается тремя наземными станциями. ЦС регулярно отправляет пользователям запрос через оба ГКА. Получив запрос от любого из них, терминал пользователя с включением своего индивидуального кода отправляет ответ обоим ГКА, который транслируется на ЦС. Частота сигнала ГКА к терминалу  $2491,75 \pm 4,08$  МГц, а от терминала на ГКА —  $1615,68 \pm 4,08$  МГц. Утверждается, что за счет этого вводится поправка на состояние ионосферы [1].

<sup>1</sup> В.М. Царев – к.т.н., директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Ю.А. Соловьев, д.т.н., А.В. Коровин, Д.А. Устюжанин – все РОИН.

«Определив точное время прохождения сигнала по каждому из путей, центральная станция определяет две пространственные координаты пользователя и, сличив их с имеющейся цифровой картой рельефа, высоту над уровнем моря» [1]. Это позволяет считать, что в дополнение к измерениям дальности по существу проводится измерение высоты над уровнем моря или над уровнем эллипсоида. Измерение высоты может осуществляться также и с помощью баровысотометров.

Координаты места определяются в Пекинской системе координат 1954 г. с ошибками 100 м, а в зоне действия наземной корректирующей станции – 20 м. Система в состоянии обслужить 540 тыс. запросов в час.

Недостатком системы является значительная масса терминала с антенной, причем передатчик имеет мощность 30 Вт [1]. Система предусматривает временную задержку (до 0,5 с) в определении координат. Кроме того, не определяется скорость потребителя. Все это серьезно затрудняет использование терминалов Beidou-1 на летательных аппаратах.

Учитывая приведенные исходные данные, нами была проведена оценка точности Beidou-1 в предположении того, что измеряются две дальности  $D_{m1}$ ,  $D_{m2}$  до ГКА и высота  $H_m$  над уровнем опорного эллипсоида, составляющие вектор  $\zeta^T = [D_{m1} \ D_{m2} \ H_m]$ , где:

$$\begin{aligned} D_{m1} &= \sqrt{(X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 + (Z - Z_1)^2} + \delta D_1, \\ D_{m2} &= \sqrt{(X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2 + (Z - Z_2)^2} + \delta D_2, \\ H_m &= (R - R_c) \cos \Delta B + \delta H. \end{aligned} \quad (1)$$

$X, Y, Z$  – координаты точки наблюдения в геоцентрической вращающейся совместно с Землей системе координат;  $X_i, Y_i, Z_i$  – аналогичные геоцентрические координаты  $i$ -го КА.  $i=1, 2$ ;  $\delta D_1, \delta D_2, \delta H_m$  – чисто случайные нормальные ошибки измерений,  $\Delta B$  – разность между геоцентрической и геодезической широтами,

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}, \quad (2)$$

$$R_c = a\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B} \quad (3)$$

$a$  – большая полуось эллипсоида;  $e$  – эксцентриситет;  $\alpha$  – сжатие;

$$e^2 = 2\alpha - \alpha^2 \quad (4)$$

$B, L, H$  – геодезические широта, долгота и высота над опорным эллипсоидом определяющегося объекта. При этом прямоугольные геоцентрические координаты объекта  $X, Y, Z$  связаны с  $B, L, H$  с помощью известных соотношений сфероидической геодезии [18]. Запишем также вектор искоемых координат в виде:

$$\mathbf{n}^T = [X \ Y \ Z]. \quad (5)$$

Нахождение  $\mathbf{n}$  по измеренным  $\zeta$  производится с использованием известного итеративного процесса последовательных приближений:

$$\bar{\mathbf{n}}_k = \bar{\mathbf{n}}_{k-1} + \mathbf{H}_{k-1}^{-1} (\zeta - \zeta_{k-1}), \quad (6)$$

где  $\mathbf{H}_{k-1}$  – матрица частных производных дальностей и высоты:

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} D_{1x} & D_{1y} & D_{1z} \\ D_{2x} & D_{2y} & D_{2z} \\ H_x & H_y & H_z \end{bmatrix}. \quad (7)$$

В матрице  $\mathbf{H}$  (индекс  $k-1$  опускается):  $D_{1x}, D_{1y}, D_{1z}$  и  $D_{2x}, D_{2y}, D_{2z}$  – частные производные дальностей до первого и второго ГКА от объекта по координатам  $X, Y, Z$  соответственно;  $H_x, H_y, H_z$  – частные производные высоты по координатам  $X, Y, Z$  соответственно.  $\zeta_{k-1}$  – оценка измерений  $\zeta$  с учетом приближения  $X_{k-1}, Y_{k-1}, Z_{k-1}$ .

Цифровое моделирование с использованием соотношения (6) позволяет непосредственно методом статистических испытаний получить точностные характеристики определения координат в виде выборочной ковариационной матрицы ошибок определения координат  $\mathbf{P}_B$  и выборочного среднеквадратического сферического отклонения ( $CCO_B$ )

$$CCO_B = \sqrt{\text{trace}(\mathbf{P}_B)}. \quad (8)$$

Кроме того, из (6) может быть получена расчетная априорная ковариационная матрица ошибок определения геоцентрических координат  $X, Y, Z$  в виде:

$$\mathbf{P}_P = (\mathbf{H}_P^T \mathbf{R}_m^{-1} \mathbf{H}_P)^{-1}, \quad (9)$$

где,  $\sigma_{D1}, \sigma_{D2}, \sigma_H$  – среднеквадратические ошибки (СКО) измерения соответствующих параметров в (1),  $\mathbf{H}_P$  – матрица частных производных в точке исследования. Из (9) может вычисляться также расчетное  $CCO_P$ .

Проведенное моделирование и сопоставление выборочных и расчетных значений  $CCO$  для отдельных точек показало, что они достаточно близки между собой. Поэтому исследование точности Beidou-1 в более широком диапазоне условий возможно и целесообразно вести с помощью прямого расчета ковариационных матриц (9). Проведены расчеты точности ( $CCO_P$ ) определения координат в зависимости от точности определения высоты  $\sigma_H$  для различных значений погрешности определения дальностей ( $\sigma_{D_i} = 10, 20$  и  $30$  м;  $i=1, 2$ ) для точки с координатами  $B=35^\circ$  с. ш.,  $L=105^\circ$  в. д., находящейся в центральном районе Китая. Получено, что точность местоопределения ( $CCO$ ) в этом случае находится в пределах от 24...57 м до 120...130 м при изменении точности определения высоты (СКО) от 10 до 80 м. При этом точность на уровне 100 м достигается при  $\sigma_H=50...60$  м. На рисунке 1 приведена зависимость  $CCO_P$  от широты места потребителя при  $L=105^\circ$  в. д.; при этом видно, что  $CCO_P$  находится в диапазоне от 550...470 м на широте  $5^\circ$  (Район Малайзии) и снижается до 75...60 м по мере приближения к широте  $55^\circ$  (район Байкала).

Сам Китай расположен в основном севернее широты  $20^\circ$ . Поэтому, как видно из рисунка 1, точность

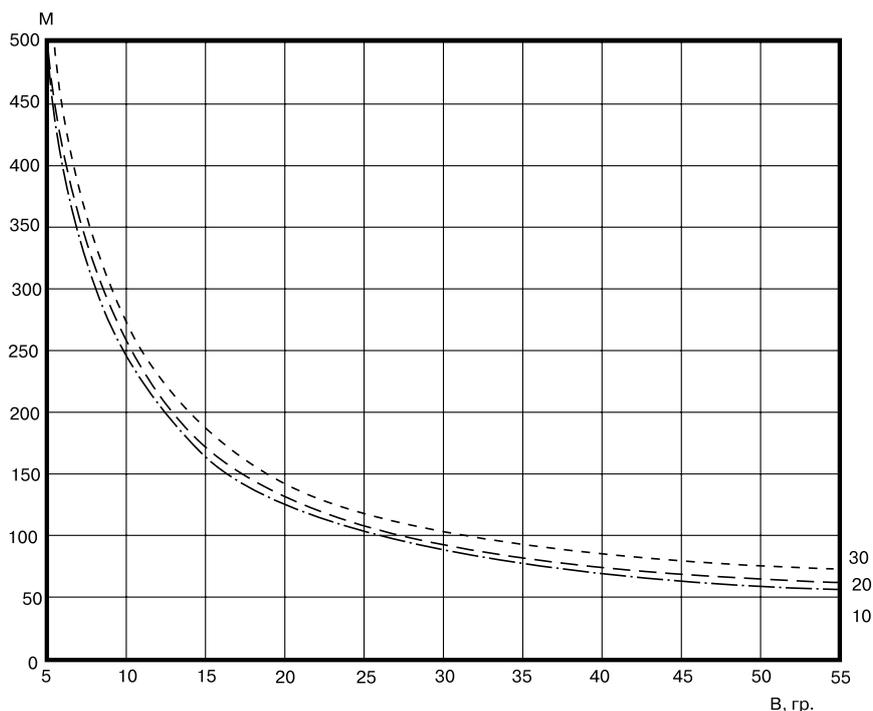


Рис. 1. Зависимость ССО от широты места потребителя

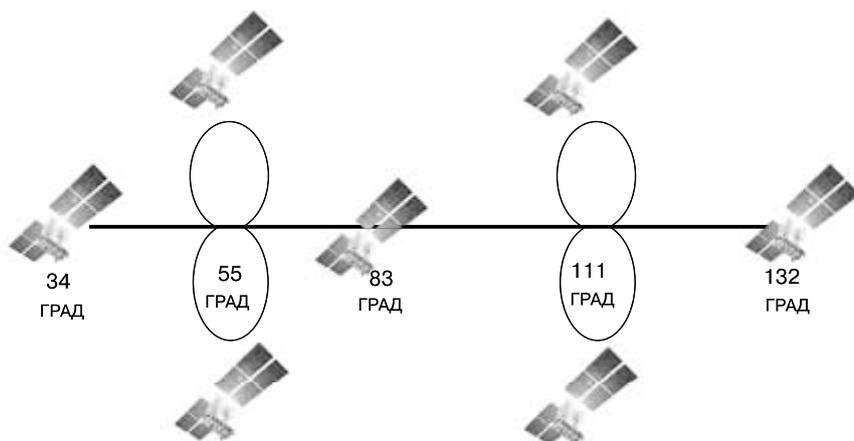


Рис. 2. Предполагаемая группировка навигационных спутников IRNSS

определения места объекта (ССО<sub>р</sub>) может находиться находится в диапазоне 80...120 м.

Как уже отмечалось, Beidou-1 является прообразом ГНСС Beidou-2/COMPASS, работы над которой продолжаются [11–17]. В частности, запущено два спутника на средневысокие орбиты, за сигналами которых ведутся наблюдения. Предполагается, что Beidou-2/COMPASS будет состоять из 27 КА на средневысоких орбитах, 3-х КА на геосинхронных наклонных орбитах и 5 ГКА [7].

**Региональная квазизенитная спутниковая навигационная система QZSS**

Японская региональная Квазизенитная спутниковая система QZSS (Quasi Zenith Satellite System) создается для улучшения условий видимости спутников и доступности GPS вследствие важности региона, который она должна обслуживать. В ней будут апробированы последние достижения в области синтеза,

генерации и приема новых сигналов. На первом этапе QZSS будет состоять из трех КА, расположенных на высоко эллиптических геосинхронных орбитах в 3-х плоскостях с наклоном и эксцентриситетом соответственно 45° и ~0,099. Разнос плоскостей составляет 120°, апогей орбиты 39970 км, перигей – 31602 км. При этом по крайней мере один из КА должен всегда находиться над Японией; число видимых КА в районе Токио возрастает в среднем с 4,7 до 6,7. Начало запусков планируется с 2009 г. Предполагается также увеличение числа КА до 7 [18–20].

С КА QZSS передаются основные сигналы L1C, L1C/A, L2C и L5 GPS с модуляцией типа BPSK и BOC (TMBOC) [5]. Кроме того, передаются дополнительные сигналы L1-SAIF и LEX. При этом L1-SAIF это сигнал, реализующий функцию дифференциальной подсистемы субметрового класса точности, а LEX – экспериментальный сигнал. Необходимо подчеркнуть, что в работе [18] освещено основное содержание интерфейсного контрольного документа QZSS. Не исключено, что в последующем возможно объединение QZSS и японской широкозонной дифференциальной системы MSAS (широкозонного дополнения ГНСС), использующего для передачи поправок

ГКА MSAT. Возможно также создание на базе QZSS самостоятельной, не зависящей от GPS региональной навигационной спутниковой системы, изучение которой уже инициировано Японским космическим исследовательским агентством [22].

**Индийская региональная навигационная спутниковая система**

Общий облик будущей Индийской региональной навигационной спутниковой системе IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System) освещен в материалах [6, 7, 23, 24]. Предполагается, что в IRNSS будет 7 геосинхронных КА, причем четыре спутника будут размещены на орбитах с наклоном в 29° по отношению к экваториальной плоскости и три КА будут геостационарными в точках 34°, 83° и 132° в. д. Геосинхронные КА с наклонными орбитами (ГСХКА) будут описывать «восьмерки» над точками 55° и 111° в. д. экватора (рис. 2).

Первый запуск КА намечен на 2010 г., а окончание работ на 2012–2013 гг. IRNSS будет обеспечивать региональное покрытие самой Индии и частей сопредельных государств. В докладе [6] приводятся некоторые характеристики сигналов, в которых предполагается, в частности, использовать частоту 1191, 795 МГц и модуляцию типа BOC (10,2) и BPSK (10).

Земной сегмент IRNSS будет иметь Главный центр контроля и управления, станции мониторинга (наблюдения), станции обработки результатов наблюдения, контроля и управления бортовыми системами. В результате будет также создана инфраструктура точного времени в соответствии с индийскими стандартами. Государственная компания ISRO (Indian Space Research Organization) является ответственной за развертывание IRNSS, которая будет находиться целиком под контролем Индийского правительства. Планируется, что навигационные приемники, которые будут принимать сигналы IRNSS, также будут разрабатываться и выпускаться индийскими компаниями. Таким образом, Индия создает независимую спутниковую систему, которая позволит выполнять требуемые навигационные задачи.

Оценим точность определения координат в различных точках территории Индии. Предполагается, что построение IRNSS будет аналогичным построению и принципам функционирования известных глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. В этом случае измеряемые приемником потребителя псевдодальности записываются в виде следующих выражений:

$$D_{mi} = \sqrt{(X - X_i)^2 + (Y - Y_i)^2 + (Z - Z_i)^2} + D_T + \delta D_i, \quad i = 1, \dots, 7, \quad (10)$$

где X, Y, Z – по-прежнему координаты точки наблюдений в геоцентрической вращающейся совместно с Землей системе координат; X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>, Z<sub>i</sub> – аналогичные геоцентрические координаты i-го КА; δD<sub>i</sub> – случайные составляющие для псевдодальности. При этом i=1,2,3 – номера измерений и погрешностей ГКА, i= 4, ..., 7 – номера измерений и погрешностей ГСХКА; D<sub>T</sub> – смещение шкалы времени потребителя по отношению к системной шкале времени в линейной мере.

Эти псевдодальности сводятся в вектор измерений ζ:

$$\zeta^T = [D_{m1} \ D_{m2} \ D_{m3} \ D_{m4} \ D_{m5} \ D_{m6} \ D_{m7}], \quad (11)$$

Вектор искоемых параметров записывается в виде:

$$n^T = [X \ Y \ Z \ D_T]. \quad (12)$$

Тогда итеративная процедура с использованием нелинейного метода наименьших квадратов для решения системы нелинейных уравнений (10) и определения  $\bar{n}$  может быть представлена векторно-матричным соотношением:

$$\bar{n}_k = \bar{n}_{k-1} + (H_{k-1}^T R_m^{-1} H_{k-1})^{-1} H_{k-1}^T R_m^{-1} (\zeta - \zeta_{k-1}). \quad (13)$$

где  $H_{k-1}$  – матрица, состоящая из строк  $H_{k-1,i}$  i=1,..., 7, частных производных псевдодальностей по X<sub>k-1</sub>, Y<sub>k-1</sub>, Z<sub>k-1</sub> и D<sub>T,k-1</sub> на шаге итерации; R<sub>m</sub> – матрица ошибок измерений:

$$R_m = \text{diag}[\sigma_{D1}^2 \ \sigma_{D2}^2 \ \sigma_{D3}^2 \ \sigma_{D4}^2 \ \sigma_{D5}^2 \ \sigma_{D6}^2 \ \sigma_{D7}^2] \quad (14)$$

где σ<sub>D<sub>i</sub></sub> – среднеквадратическая ошибка измерений дальности до i-го спутника, i=1,..., 7.

Результаты моделирования навигационных определений при σ<sub>D<sub>i</sub></sub>=10 м, i=1,...,7, приведены в таблице 1 для нескольких точек предполагаемой рабочей зоны системы и конфигурации КА, приведенной на рис. 2.

Таблица 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

№ точки	Долгота, град.	Широта, град.	ССО, м	
			Расчетное	Статистическая обработка
1	83	5	29,7483	29,5902
2	103	5	30,1801	30,0200
3	83	15	29,9806	29,8186
4	103	15	30,3938	30,2291

Расчетные значения ССО<sub>p</sub> вычислялись по соотношению

$$CCO_p = \sqrt{\text{trace}(P_p) - P_{p44}}, \quad (15)$$

в котором ковариационная матрица P<sub>p</sub> имеет вид:

$$P_p = (H_p^T R_m^{-1} H_p)^{-1}, \quad (16)$$

В (16) матрица H<sub>p</sub> рассчитывалась для исследуемой точки также как и ранее. Различие между ССО, полученными в результате расчета и статистической обработки, на уровне не более 1% позволяет для практических целей использовать расчетные значения ССО<sub>p</sub>, которые могут быть получены для более широкого диапазона условий.

На рис. 3 приведены зависимости ССО<sub>p</sub> от широты места потребителя, полученные для СКО измерения псевдодальностей, равных 6, 10 и 15 м. При этом видна слабая изменчивость ССО с изменением широты места. При СКО=6 м ССО<sub>p</sub> находится на уровне 18...19 м, что соответствует данным [23]. При снижении СКО измерения псевдодальностей возможно снижение погрешностей ССО<sub>p</sub> до уровня ошибок ГНСС. Учет движения ГСКА в соответствии с данными рис. 2 позволил исследовать зависимость ССО<sub>p</sub> от изменения времени на суточном интервале. Результаты этого исследования приведены на рис. 4. Как видно из рис. 4, изменчивость ССО<sub>p</sub> находится в пределах 5%.

Необходимо отметить, что в последнее время появляется работы по оценке возможностей и синтезу созвездий орбитальных группировок РНСС более общего характера, например, работы [25, 26].

**Региональная навигационная спутниковая система Тайваня**

К настоящему времени Бюро национальных космических программ Тайваня (National Space Program

Office, NSPO) запланировало исследования по оценке возможностей и характеристик будущей РНСС. В работе [8] предпринято исследование различных созвездий ГКА и ГСХКА, с помощью которых возможно создание покрытия РНСС Тайваня (ТРНСС). Рассматривались три «оптимальных» созвездия или орбитальных группировок (ОГ), включающих:

- 6 ГСХКА с эксцентриситетами и наклонениями, равными соответственно 0,1 и 63°, и один ГКА в точке 120° в. д.;
- 3 ГСХКА с эксцентриситетами и наклонениями, равными соответственно 0,1 и 63°, 3 ГСХКА с эксцентриситетами и наклонениями, равными соответственно 0,1 и 45°, и два ГКА в точках 80 и 160° в. д.;
- 4 ГСХКА с эксцентриситетами и наклонениями, равными соответственно 0,099 и 63°, 3 ГСХКА с эксцентриситетами и наклонениями, равными соответственно 0 и 45°, и два ГКА в точках 105 и 135° в. д.

Для сравнения рассматривались также возможности Beidou, IRNSS, а также модифицированной под регион Тайваня системы IRNSS-T, включающей 4 ГСХКА с эксцентриситетами и наклонениями, равными соответственно 0 и 29°, и три ГКА в точках ~80, 120 и 170° в. д.

В работе [8] методами моделирования исследовались число видимых спутников (NVS), геометрический фактор PDOP, а также вероятность (CV) иметь навигационные определения с геометрическим фактором не хуже заданного для различных вариантов РНСС с использованием GPS и без, а также при углах маски 10 и 30°. Использование РНСС дает лучшие результаты при повышенных значениях угла маски. Исследования проводились для районов Тайбэя, Пекина, Шанхая, Гонконга, Токио, Бангкока, Сеула, Сингапура, Мельбурна.

В ходе исследования найдены оптимальные конфигурации РНСС в составе 9, 8 и 7 КА с описанными выше характеристиками орбит. При этом получены следующие показатели, приведенные в таблице 2.

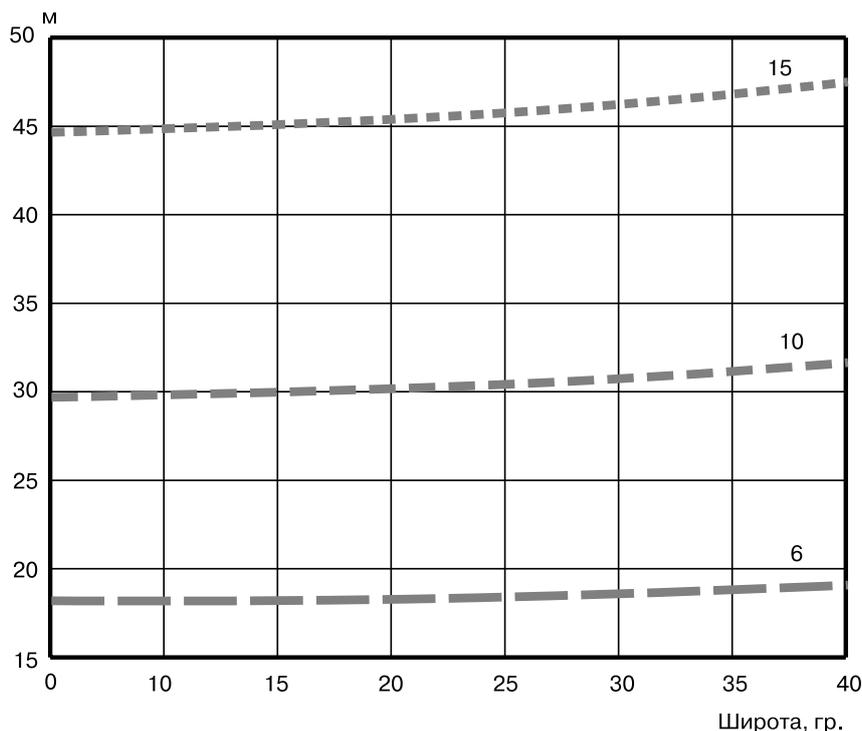


Рис. 3. Зависимость CCO от широты места потребителя

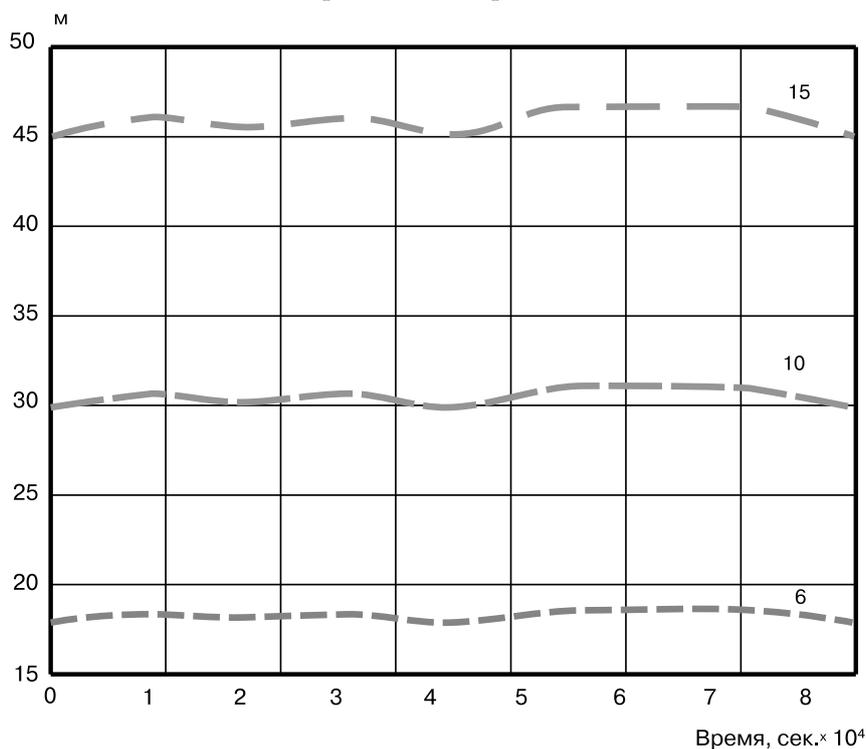


Рис. 4. Зависимость CCO от времени

Таблица 2.

ХАРАКТЕРИСТИКИ АУТОНОМНОГО РЕЖИМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОГ РНСС

Число КА в ОГ РНСС	NVS	PDOP	CV, %	
			PDOP<3	PDOP<6
7	5,86	3,65	96,5	100
8	7,114	3,436	90,83	99,82
9	7,215	6,65	75,3	95,15

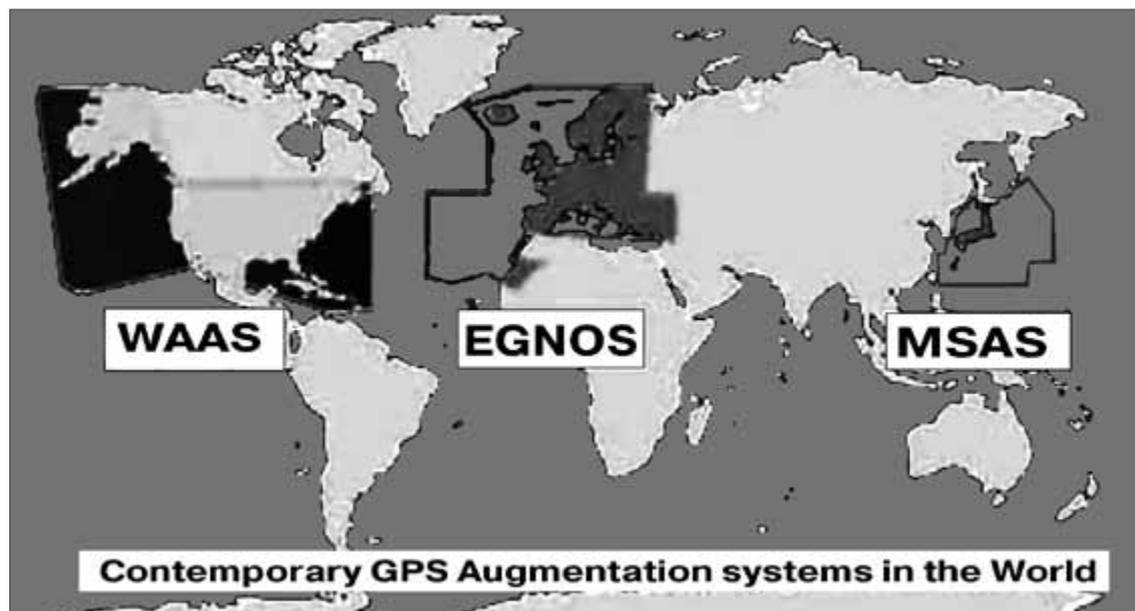


Рис. 5. Современные ШДПС ГНСС

С учетом данных таблицы 2 можно считать, что в среднем при СКО псевдодалности, равном 6м, как принято для IRNSS [35], и менее, точность местоопределения (ССО) с помощью ГНСС будет находиться в пределах 20м.

Можно предположить, что один из рассматриваемых вариантов созвездия или ОГ будет использован при построении РНСС Тайваня будущего.

#### Широкозонные функциональные дополнения ГНСС

Работы над широкозонными дополнениями ГНСС или широкозонными дифференциальными подсистемами (ШДПС) ГНСС, предназначенными для повышения точности и надежности навигационных определений, ведутся с конца 80-х – начала 90-х годов. Поскольку в качестве платформы для размещения соответствующего передатчика дифференциальных данных используются чаще всего геостационарные ГКА, то они носят название широкозонных дополнений ГНСС космического базирования (Space Based Augmentation System -SBAS) [27]. В литературе достаточно широко освещены состояние и ход работ по ШДПС WAAS США и EGNOS ЕС [10, 27 – 29]. В частности, система WAAS в 2003 году принята Федеральной авиационной администрацией (ФАА) США в эксплуатацию. Система имеет в своем составе 38 широкозонных контрольных станции (ШКС), в том числе 4 в Канаде и 5 в Мексике, 3 широкозонных главных станции (ШГС), 4 земных станции для закладки данных на ГКА, 2 ГКА (Intelsat Galaxy XV в точке 133° з. д. и Telesat Canada в точке 107° з. д.) и два оперативных центра управления. Система в 2003 году была принята в эксплуатацию Федеральной авиационной администрацией (ФАА) США для обеспечения маршрутных полетов и захода на посадку воздушных судов с управлением в горизонтальной и вертикальной плоскостях до высоты 75 м.

В настоящее время продолжают работы в направлении обеспечения захода на посадку по категории I ИКАО, расширяется рабочая зона, в частности, на Канаду и Мексику, внедряются средства для использования сигнала L5 GPS.

Система EGNOS имеет схожую структуру и основные целевые установки, хотя в отличие от США она ориентирована не только на GPS, но и на ГЛОНАСС. EGNOS базируется на 3-х ГКА: Инмарсат AOR-W в точке 15,5° з. д., Artemis в точке 21,3° в. д. и IOR в точке 65,5° в. д. В настоящее время система, будучи в фазе первоначального оперативного использования [29], проходит стадию улучшения характеристик и сертификации [10]. В последнее время были снижены погрешности (95%) местоопределения в горизонтальной плоскости с 1,27м до 1,04м и в вертикальной плоскости с 1,89м до 1,56м [29].

#### Широкозонная дифференциальная подсистема MSAS

Аналогичная WAAS и EGNOS японская система MSAS (MTSAT Satellite-Based Augmentation System) [27] после 2007 г. сертифицирована для авиационного использования [30] и считается работоспособной. Она базируется на двух ГКА MTSAT-1R и MTSAT-2, передает GPS-подобный сигнал, в котором содержится информация контроля целостности и дифференциальных поправок в соответствии со стандартом SBAS ИКАО. Соответствующим требованиям SARPs ИКАО должны удовлетворять точностные и надежность характеристики MSAS. MSAS по своим характеристикам совместима с WAAS и EGNOS. Поэтому приемники, разработанные для приема их сигналов, будут принимать и сигналы MSAS.

Зона действия MSAS охватывает в первую очередь воздушные трассы Северной части Тихого океана

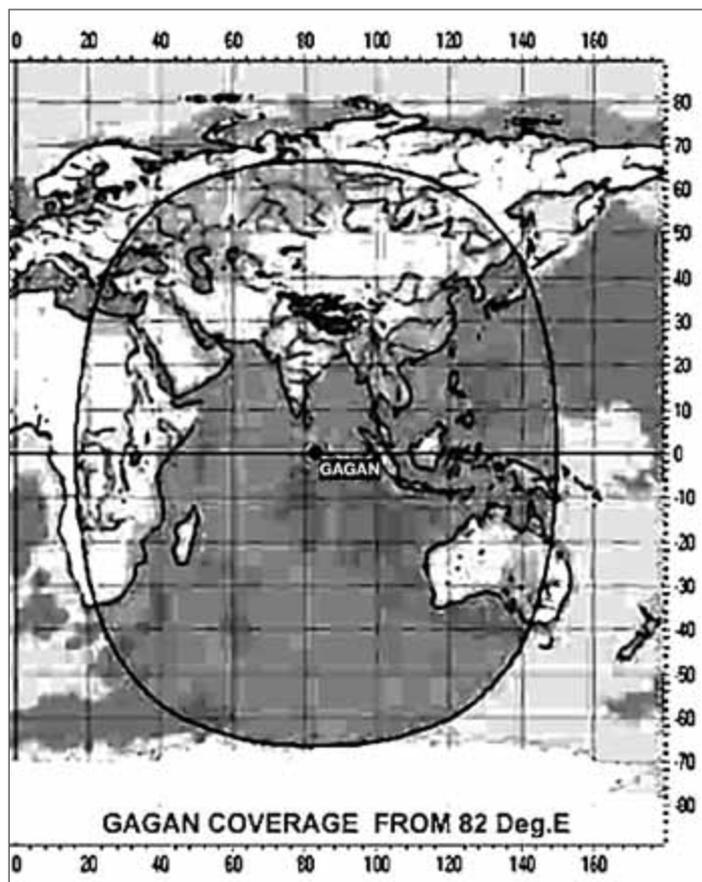


Рис. 6. Зона сигнала ГКА GAGAN

между Азией и Америкой, а также регион островов Японии. MTSAT, помимо излучения сигнала в L диапазоне, имеет также блучей для связи в более высокочастотном диапазоне для наиболее тяжелых условий УВД [27]. Особо отметим, что зона ГКА MTSAT охватывает и значительную часть азиатской территории России, а также прилегающие акватории морей и Тихого океана.

В настоящее время MSAS обеспечивает операции в горизонтальной плоскости в маршрутном полете и при неточном заходе на посадку воздушных судов. MSAS может рассматриваться в качестве основного средства навигации для зоны Японских островов. В перспективе предполагается переход от неточного захода на к заходам посадку по I-й категории ИКАО, однако для этого необходимо провести специальные исследования по повышению эффективности, оценке и моделированию ионосферных погрешностей и угроз. Опыт, приобретенный США при создании WAAS, оказывается недостаточным, поскольку Япония расположена ближе к экватору, чем США, а в экваториальной зоне активность ионосферы существенно выше [30].

#### Индийская широкозонная дифференциальная подсистема ГНСС GAGAN

Индийское широкозонное дополнение ГНСС GAGAN (GPS And Geo Augmented Navigation) разрабатывается по заказу Индийской космической ис-

следовательской организации (Indian Space Research Organization) и Руководства аэропортов Индии (Airports Authority of India) для обеспечения маршрутных полетов, предпосадочного маневрирования, захода на посадку и посадки ВС гражданской авиации в воздушном пространстве Индии и смежных районов в метеоусловиях вплоть до условий I-й категории ИКАО [23,24]. По своему замыслу и основным принципам действия GAGAN аналогична WAAS и EGNOS и совместима с ними, причем предполагается контроль целостности и передача дифференциальных поправок не только для GPS, но и для ГЛОНАСС. Создание GAGAN определяется тем, что в стране из 449 аэропортов только 34 оборудовано инструментальными системами посадки типа ILS.

Система должна использовать ГКА типа GSAT-4, размещаемый в точке 82...83° в. д. ГКА GSAT-4 предполагается использовать в процессе предварительных экспериментов. Зона сигнала GAGAN иллюстрируется рис. 6 [23].

GAGAN также будет включать 8 индийских опорных станций (Delhi, Guwahati, Kolkata, Ahmedabad, Thiruvananthapuram, Bangalore, Jammu и Port Blair), одну главную контрольную станцию, а также земную станцию для передачи информации на ГКА. Главная станция и Центр управления системы должны быть размещены в Бангалоре (Bangalore).

Предварительные оценки показали, что точность определения местоположения с помощью системы GAGAN будет находиться в приемлемых пределах, определенных требованиями SARPS ИКАО. Проблемой, однако, остается (также как и для MSAS) учет поведения ионосферы в приэкваториальных районах, для чего проводятся наблюдения за сигналами КА с помощью 18 специальных приемников станций мониторинга, которые равномерно размещены в рабочей зоне системы, с тем, чтобы формировать значения ионосферных поправок для сетки 5×5°.

Можно предположить, что ГКА GAGAN будет входить и в IRNSS. Кроме того, возможно, что GAGAN будет и работать с сигналами IRNSS. Систему GAGAN предполагается ввести в строй в 2011–2012 гг.

#### Корейская широкозонная дифференциальная подсистема ГНСС Korean WADGPS

Работы по созданию корейской широкозонной дифференциальной подсистемы ГНСС Korean WADGPS активизировались после 2002 г. и освещены в докладах [31–33]. Эти работы базируются на основополагающем исследовании Стэнфордского университета [34] в области ШДПС WAAS, участником которых был профессор Национального университета Кореи в Сеуле Ч. Ки (Changdon Kee) – руководитель

исследовательской группы университета по Korean WADGPS. Работы включены в Национальный основной план по ГНСС Кореи (National GNSS Master Plan), в соответствии с которым планируется запуск многофункционального ГКА с задачей передачи сигнала ШДПС. Создание спутника должно быть начато после 2009 г., а запуск ожидается в районе 2014 г. [32].

Создание этой системы применительно к авиационным потребителям преследует те же цели, что и создание систем WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN. Зона действия, естественно должна находиться над территорией Кореи и прилегающими районами. Система будет работать с ГНСС GPS, ГЛОНАСС и Galileo.

К 2006 г. была создана Экспериментальная основа Korean WADGPS (The Korean WADGPS Test Bed, KWTV), работы по которой велись в соответствии с контрактом с Министерством по морской деятельности и рыболовству (The Ministry of Maritime Affairs and Fisheries of Korea). Это свидетельствует о заинтересованности в Korean WADGPS и других потребителей (морских и т.д.). KWTV использует 5 широкозонных контрольных станций и одну широкозонную главную станцию в Сеульском университете, а также инфраструктуру морских дифференциальных подсистем DGPS, развитую на Корейском полуострове. Все дифференциальные данные передаются через Интернет и другие средства (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) с TCP/IP соединениями.

Основу разработанного математического обеспечения составили алгоритмы на базе фильтра Калмана, оценивающие погрешности координатно-временного обеспечения GPS. Полученные оценки затем передавались по Интернет-линиям для компенсации таких же ошибок в аппаратуре потребителя.

В результате обработки получены следующие точности (95%) определения места: 0,95м – в горизонтальной плоскости и 1,58м – по вертикали. Доступность для обеспечения захода на посадку ВС с управлением в горизонтальной и вертикальной плоскостях составила 99,99% [32]. При этом остались трудности, связанные с плохой обусловленностью задачи по оценке погрешностей вследствие малости расстояний между ШКС, которая определяется необходимостью их размещения в пределах территории Республики Корея. В работе [31] для сглаживания ошибок предложено построение фильтра Калмана с использованием двух моделей эфемеридных погрешностей (эвристической синусоидальной модели и модели, основанной на знании орбитальной динамики КА), причем показана большая эффективность последней, как учитывающей существо рассматриваемого процесса движения КА.

#### Работы по созданию ШДПС Китая и Тайваня

В статьях [1,3] уже отмечалось, что в Китае наряду с работами по созданию ГНСС Beidou-2/COMPASS планируется также создать региональ-

ное функциональное дополнение – широкозонную дифференциальную подсистему SNAS (Sino Navigation Augmentation System) для повышения точности местоопределения и контроля целостности в пределах действия региона. Эта ШДПС может базироваться на тех ГКА, которые должны входить в Beidou-2/COMPASS.

Бюро национальных космических программ Тайваня (NSPO) задало исследование облика будущей ШДПС GPS этой страны. Предварительные результаты исследования приведены в докладе [35]. Предполагается, что эта система будет состоять из 4-х или 6 среднеорбитальных космических аппаратов с высотой орбиты порядка 20000 км, которые помимо дифференциальных поправок будут передавать также дальномерные сигналы. Это позволяет в дополнение к GPS увеличить число видимых навигационных космических аппаратов, по сигналам которых осуществляются измерения псевдодальности. В работе [35] проведено исследование числа видимых КА для пяти равномерно распределенных по территории Тайваня пунктов при углах маски от 10 до 50°. В таблице 3 приведены полученные в результате моделирования количества временных интервалов, в течение которых видно менее 4-х КА, для случаев использования только созвездия GPS, а также GPS с дополнениями из 4-х и 6 КА.

Таблица 3.

Число временных интервалов видимости менее 4-х КА

Угол маски, град. Созвездие	10	20	30	40	50
GPS	0	0	9	137	282
GPS+4 КА	0	0	1	70	225
GPS+6 КА	0	0	1	42	226

Предполагается продолжить эти исследования с целью получения точностных и надежностных характеристик будущей системы в регионе Тайваня, использующей не только GPS, но и ГЛОНАСС и Galileo. В то же время, учитывая публикацию [8] и материалы предшествующего раздела, можно предположить изменения в созвездиях ШДПС Тайваня.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Космическая промышленность азиатских «тигров» проводит работы в области создания региональных и широкозонных дифференциальных систем спутниковой навигации, позволяющие существенно улучшить характеристики доступности и точности ГНСС, а также обеспечить суверенитет в области радионавигационного обеспечения интенсивно развивающихся стран юго-восточной Азии и Дальнего Востока. Со временем точность местоопределения и надежностные характеристики этих систем могут выйти на уровень GPS, WAAS и EGNOS.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Павельцев, П. Четвертый навигационный спутник КНР [Текст]. *Новости космонавтики*, №4 (291), т. 17, апрель 2007.
2. Косенко, В.Е. Развитие системы ГЛОНАСС [Электронный ресурс]. Доклад на Международном форуме по спутниковой навигации, Москва, 2008.
3. Соловьев, Ю.А. Китайская спутниковая радионавигационная система [Текст]. *Новости навигации, НТИЦ «Интернавигация»*, 2007, №2.
4. Shelton, W., Joint Functional Component Command for Space - Precision Navigation and Timing Update [Electronic resource], ION GNSS 20th International Technical Meeting of the Satellite Division, 25-28, September 2007, Fort Worth, TX.
5. Ярлыков, М.С. Характеристики меандровых сигналов (ВОС – сигналов) в спутниковых радионавигационных системах нового поколения [Текст]. *Радиотехника*, 2008, №8.
6. Hein, G.W. Towards a GNSS System of Systems [Electronic resource], ION GNSS 20th International Technical Meeting of the Satellite Division, 25-28, September 2007, Fort Worth, TX.
7. Singh, S., Saraswati, S.K. India Heads for a Regional Navigational Satellite System [Electronic resource], *Coordinates*, vol.2, Issue 11, November 2006, pp. 6-8.
8. Chen, He-Chin, et al. The Constellation Design of Taiwan's Regional Navigation Satellite System [Electronic resource]. ION GNSS 21th International Technical Meeting of the Satellite Division, 16-19, September 2008, Savannah, GA.
9. Averin, S.V., Dvorkin, V.V., Karutin, S.N. Russian System for Differential Correction And Monitoring: A Concept, Present Status, and Prospects for [Electronic resource], ION GNSS 2007 Proceedings, Fort Worth, Sept. 25-28, 2007.
10. Verhoef, P. European GNSS Programmes and Future of GNSS [Electronic resource], ION GNSS 21th International Technical Meeting of the Satellite Division, 16-19, September 2008, Savannah, GA..
11. Compass: And China's GNSS Makes Four [Text], *InsideGNSS*, November/December 2006.
12. French Researchers Measure Compass Signals [Electronic resource], *InsideGNSS*, www.InsideGNSS.com , 7.06.07.
13. Grelier, T., et al. Initial Observations and Analysis of Compass MEO Satellite Signals [Electronic resource], *InsideGNSS*, May/June 2007, www.InsideGNSS.com .
14. Grelier, T., et al. Compass Signal Structure and First Measurements [Electronic resource], ION GNSS 20th International Technical Meeting of the Satellite Division, 25-28, September 2007, Fort Worth, TX.
15. International Telecommunication Union, Annex 3 to Document 8D/274 on the Chinese Satellite Navigation System Compass [Text]: 8D-300 CHN Compass 1164-1215 MHz, 8D-301 CHN Compass 1260-1300 MHz, 8D-302 CHN Compass description and 8D-303 CHN Compass 1559-1610 MHz, 16 January 2006.
16. NewsInfo [Electronic resource], 30.05.07.
17. China Develops Domestic Multi-GNSS Receiver [Electronic resource], www.gpsworld.com , 31.05.07.
18. ГОСТ Р 51794-2001. Государственный стандарт Российской Федерации. Аппаратура радионавигационная глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек [Текст], введ. 2002-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 11 с.
19. Kogure, S., et al. Introduction of IS-QZSS (Interface Specification for Quasi Zenith Satellite System) [Electronic resource], ION GNSS 20th International Technical Meeting of the Satellite Division, 25-28, September 2007, Fort Worth, TX.
20. Kogure, S., Sawabe, M., Kishimoto, M. Status of QZSS Navigation System in Japan, [Electronic resource], ION GNSS 2006 Proceedings, Fort Worth, Sept. 26-29, 2006.
21. Maeda, H. QZSS Overview and Interoperability [Electronic resource], 18th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation, ION GNSS 2005, Long Beach, CA, Sept. 13-16, 2005.
22. Kogure, S., et al. Future Expansion from QZSS to Regional Satellite Navigation System [Electronic resource], ION NTM 2007, San Diego, CA.
23. SATNAV Industry Meet. ISRO Space India Newsletter [Electronic resource]. April - September 2006 Issue.
24. ISRO plans Rs 1600 cr navigation satellite constellation [Electronic resource], <http://www.rediff.com/news/2007/sep/04isro.htm> September 04, 2007 14:16 IST.
25. Romay Merino, M. M., et al. Autonomous Low Cost Regional Navigation Satellite Systems Based on Geosynchronous Eccentric and Inclined Orbits [Electronic resource], ION GNSS 20th International Technical Meeting of the Satellite Division, 25-28, September 2007, Fort Worth, TX.
26. Ozdemir H.I., et al. Design of Regional Navigation Satellite System Constellation Using Genetic Algorithms [Electronic resource], ION GNSS 21th International Technical Meeting of the Satellite Division, 16-19, September 2008, Savannah, GA.
27. Соловьев, Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения [Текст]: – М.: Эко-Трендз, 2003. – 326 с.
28. Lawrence, D., et al. Wide Area Augmentation System (WAAS) -Program Status [Electronic resource], ION GNSS 20th International Technical Meeting of the Satellite Division, 25-28, September 2007, Fort Worth, TX.
29. Guida, U. et al. The Qualification of EGNOS, the Final Step to the Operational Service [Electronic resource], ION GNSS 20th International Technical Meeting of the Satellite Division, 25-28, September 2007, Fort Worth, TX.
30. Sakai, T., et al. Modeling Ionospheric Spatial Threat Based on Dense Observations Dataset for MSAS [Electronic resource], ION GNSS 21th International Technical Meeting of the Satellite Division, 16-19, September 2008, Savannah, GA.
31. Kim, D., et al. A New Modeling Scheme of Satellite Ephemeris and Clock Errors for Korean WADGPS Test Bed [Electronic resource]. ION GNSS 21th International Technical Meeting of the Satellite Division, 16-19, September 2008, Savannah, GA.
32. Kim, D., et al. Development and Preliminary Test Results of Korean WADGPS Test Bed Using NDGPS Infrastructure in Korea [Electronic resource]. ION GNSS 19th International Technical Meeting of the Satellite Division, 26-29, September 2006, Fort Worth, TX.
33. Yun, Y., Kim, D., et al. Performance Analysis of Korean WADGPS Algorithms with NDGPS Data [Electronic resource]. ION GNSS 17th International Technical Meeting of the Satellite Division, 21-24 Sept. 2004, Long Beach, CA.
34. Kee, C., Parkinson, B.W., Axelrad, P., Wide Area Differential GPS [Electronic resource], *Proceedings of ION GPS-90*, Colorado Springs, Sept. 1990.
35. Huang, Yu-Sheng, et al. Performance Analysis of GPS Augmentation Using Future Taiwanese SBAS [Electronic resource]. ION GNSS 20th International Technical Meeting of the Satellite Division, 25-28, September 2007, Fort Worth, TX.



# ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АССОЦИАЦИИ «ГЛОНАСС/ГНСС-ФОРУМ» ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ВНЕДРЕНИЯ НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫЕ ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ<sup>1</sup>

*В. Н. Климов<sup>2</sup>*

*Выступление посвящено вопросам организации Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-ФОРУМ» и освещению ее задач по обеспечению внедрения навигационного оборудования в различные отрасли экономики*

## GLONASS-FORUM ASSOCIATION ACTIVITIES FOR INTRODUCING NAVIGATION EQUIPMENT INTO THE NATIONAL ECONOMY

*V. N. Klimov*

*The presentation is devoted to the institutional matters concerning the GLONASS-Forum Association and its goals in providing introduction of navigation facilities into various branches of the national economy*

В настоящее время отмечается довольно активное развитие отечественного рынка навигационной аппаратуры, оборудования и систем различного назначения, а также предоставляемых на их основе услуг.

В целях объединения разработчиков системы ГЛОНАСС, разработчиков навигационного оборудования и потребителей услуг, а также для продвижения на российском и зарубежном рынках товаров и услуг на основе системы ГЛОНАСС, защиты интересов отечественных производителей возникла необходимость объединения российских профессиональных игроков рынка навигационных товаров и услуг. В результате, в конце 2007 года во исполнение поручения Правительства Российской Федерации от 28.09.2007 № СИ-П7-4720 была создана Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум». Деятельность Ассоциации за истекший период получила одобрение Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации.

За год существования Ассоциации в ее составе объединилось более 40 ведущих российских предприятий и организации различной формы собственности — разработчиков, производителей навигационного оборудования, операторов телематических услуг. В состав также вошли российские научные учреждения и ВУЗы.

Одним из приоритетных направлений деятельности Ассоциации является участие в разработке и совершенствовании нормативно-правовых основ развития и использования системы ГЛОНАСС в целом и ее основных элементов, включая вопросы стандар-

тизации и унификации навигационной аппаратуры потребителей. При этом максимально задействуется весь потенциал членов Ассоциации.

В плане работ Ассоциации на 2009 год, утвержденном на Общем собрании членов Ассоциации 11 декабря 2008 года, деятельность по указанному направлению предусматривается осуществлять в рамках проекта «Стандарт». В частности, эксперты принимают участие:

- в деятельности экспертного совета при Комитете Государственной Думы по транспорту;
- в деятельности Комитета по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП).

В свете деятельности по рассматриваемому направлению, следует отметить, что Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» разделяет законодательческую инициативу Минпромторга России и Ростехрегулирования по внесению изменений в статью 262 части второй Налогового Кодекса РФ, в части отнесения затрат на разработку национальных стандартов к расходам на НИР. По нашему мнению такая поправка в акт создаст экономический стимул для разработки передовых инновационных стандартов, их применению во всех отраслях экономики и приведет к повышению конкурентоспособности и качества российской продукции и услуг. Соответствующее заключение было направлено в Комитет РСПП по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия.

<sup>1</sup> Выступление на Научно-практической конференции «Состояние, проблемы и перспективы создания ЭКБ, модулей и комплексов НАП и их внедрение в различные отрасли экономики», 26.02.2009, г. Москва.

<sup>2</sup> Климов В.Н. - Исполнительный директор НО «Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум», кандидат технич. наук

Следующее важное направление деятельности Ассоциации – содействие повышению конкурентоспособности продукции и услуг, основанных на использовании технологий ГЛОНАСС, и продвижению их на рынке.

Отсутствие объективной информации, представляемой третьей, независимой от потребителя и разработчика стороной о качестве и подтвержденных возможностях предлагаемых на рынке товаров и услуг (навигационных, поисковых, охранных, управления транспортными потоками и др.) является серьезной проблемой широкого внедрения аппаратуры спутниковой навигации в интересах массового потребителя в государственном и частном секторах экономики.

Здесь, по мнению Ассоциации, важнейшую роль играет система добровольного подтверждения соответствия в форме добровольной сертификации. Добровольная сертификация направлена на проверку непосредственно заявленных потребительских характеристик, конкретно заданных параметров продукции, уровня качества оказания услуг. Мировой опыт показывает, что в современных условиях бурного роста производства и торговли и наличия множества товаров одинакового назначения, но различного качества, добровольно сертифицированная продукция является основой для успешной и честной конкуренции производителей (поставщиков услуг) как на внутреннем, так и международном рынках.

Для проведения добровольной сертификации продукции, работ (услуг) и систем менеджмента качества в области разработки, производства и применения аппаратуры и оборудования спутниковой навигации в целях решения навигационных задач, задач связи, охраны и поиска, мониторинга и управления, геодезии и топографии Ассоциацией «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» создана Система добровольной сертификации (СДС) «Базис».

Система зарегистрирована Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, имеет свою форму знака соответствия и сертификата соответствия. В целях обеспечения сертификационной деятельности в рамках рассматриваемой системы разработан и утвержден установленным порядком комплект руководящих документов СДС «Базис».

Результаты добровольной сертификации в рамках СДС «Базис» могут служить дополнительным источником информации для соответствующих должностных лиц при лицензировании, регистрации и осуществлении государственного контроля и надзора, учитываться заказчиками и другими заинтересованными организациями при проведении конкурсных и тендерных торгов и заключении договоров.

Во исполнение решения научно-практической конференции «Проблемные вопросы разработки и производства в 2008 – 2011 гг. специализированной ЭКБ и конкурентоспособной навигационной аппаратуры ГНСС для гражданских потребителей» от 5 фев-

раля 2008 г. о проведении инвентаризации созданной и разрабатываемой ЭКБ, модулей, аппаратуры спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS Ассоциацией «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» создана база данных навигационного оборудования, производимого на российских предприятиях различных форм собственности. Ознакомиться с ним можно в Интернете по адресу <http://www.aggf.ru/catalog/razdel/sod.php>.

Необходимо отметить, что работа над проектом продолжается. Из последних образцов оборудования, размещенных в Каталоге можно отметить:

- автомобильный ГЛОНАСС/GPS навигатор-регистратор (ОАО «МКБ «Компас»);
- многоканальный навигационный приемник МНП-М3 (ОАО «ИРЗ»);
- OEM-модуль СН-4706 (ЗАО «КБ «НАВИС»);
- ГЛОНАСС/GPS/GSM-GPRS мобильный навигационный терминал – ГАЛС-Т1 (НПО «ПРОГРЕСС»);
- телематический терминал УТП-М-01 – 6.000 (НТЦ «Навигатор Технолоджи»), а также различное оборудование других российских производителей.

Суть проекта заключается в том, чтобы дать возможность потребителям ознакомиться с перечнем созданной и разрабатываемой ЭКБ, модулей, аппаратуры спутниковой навигации на одном информационном ресурсе, сравнить характеристики и сделать свой выбор.

Мы надеемся, что производители отнесутся к данному проекту с пониманием, с осознанием необходимости этого Каталога как для потребителей оборудования (в первую очередь), так и для самих предприятий-производителей.

Ассоциацией проводится комплекс мероприятий по проведению согласованных рекламномаркетинговых мероприятий, в том числе, с привлечением средств массовой информации, исследованию конъюнктуры рынка оборудования, приложений и услуг, основанных на использовании технологий системы ГЛОНАСС.

В частности, для популяризации спутниковых навигационных технологий, в первую очередь технологий системы ГЛОНАСС, с целью расширения сфер их использования создан сайт Ассоциации ([www.aggf.ru](http://www.aggf.ru)), в настоящее время осуществляется его информационное насыщение.

В целях обзора материалов по научным, техническим, технологическим, юридическим и экономическим аспектам в области разработки, производства, внедрения и использования оборудования и приложений на базе навигационных технологий зарегистрировано электронное средство массовой информации – журнал «Интегрированные спутниковые навигационные системы» ([www.isns.ru](http://www.isns.ru)). В 2008 году выпущено 3 номера журнала, на 2009 год запланирован выпуск 6 номеров электронного журнала.

Качество аналитических и обзорных продуктов российских исследовательских организаций в области навигационно-информационных услуг оставляет же-

лать лучшего. Чаще всего такие аналитические отчеты готовятся методом «кабинетных исследований» (интернет, газеты, журналы, мнения) и их объективность и достоверность соответствует объективности и достоверности используемых источников информации.

В целях получения объективной, качественной, достоверной (насколько это возможно) аналитической и обзорной информации, полезной для участников навигационно-информационного рынка, Советом и Общим собранием членов Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» было принято решение о разработке аналитических материалов по информационно-навигационным технологиям (проект «Аналитика»). О своем интересе в объективной информации о навигационном рынке заявили представители федеральных органов исполнительной власти и органов управления субъектов Российской Федерации. Аналитический продукт предусматривается создавать на основе обобщения и анализа информации, полученной по соответствующим запросам от всех возможных участников навигационно-информационного рынка.

Содействие участников навигационно-информационного рынка в сборе необходимой ин-

формации позволит подготовить наиболее качественный аналитический материал, на основе которого:

- компании навигационно-информационной отрасли смогут наиболее адекватно формировать стратегию развития;
- потенциальные потребители смогут выбрать для себя и своего региона наиболее подходящего поставщика навигационно-информационных решений;
- представители власти смогут увидеть реальную обстановку в различных сферах экономики с точки зрения внедрения и использования навигационно-информационных технологий и, исходя из этого, вести наиболее адекватную политику.

Мы предлагаем предприятиям производителям ЭКБ, модулей, аппаратуры спутниковой навигации и систем на ее основе полнее использовать потенциал Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» в разработке проектов нормативных правовых актов, проведении аналитических и научных исследований, подготовке экспертных заключений в области развития и использования спутниковых навигационных технологий.



# ОЦЕНКА ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ШИРОКОПОЛОСНОГО ПРИЕМНИКА ЗА СЧЕТ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЧАСТОТНОЙ РАСФИЛЬТРОВКИ

Ю. П. Мельников, С. В. Попов

*Приведена приближенная оценка повышения чувствительности обнаружительного приемника при многоканальном построении приемного тракта и послепороговом суммировании сигналов с выходов отдельных каналов в оконечном устройстве обработки*

## EVALUATION OF THE SENSITIVITY IMPROVEMENT OF A WIDEBAND RECEIVER DUE TO MULTICHANNEL FREQUENCY FILTERING

Yu. P. Melnikov, S. V. Popov

*An approximate estimation is given for the sensitivity improvements of a detecting receiver in case of a multi-channel configuration of the receiver path and post-threshold signal addition of individual channel outputs in the final processor*

Обнаружительные приемники используются в аппаратуре мониторинга электромагнитной обстановки, в частности, для выявления источников помех радиоэлектронным средствам навигации и связи, а также в аппаратуре радиотехнической разведки. Для обнаружения источников кратковременных (как периодических, так и нерегулярных) излучений, в том числе импульсных и с быстрой перестройкой несущей частоты излучаемого сигнала (РЛС, средства связи со скачкообразным изменением частоты), применяются широкополосные неперестраиваемые приемники прямого усиления или «матричные» (с широкодиапазонным транспонированием частоты), обеспечивающие одновременный прием сигналов во всей входной полосе частот  $\Delta f$ , многократно превосходящей ширину спектра одиночных сигналов и соответствующую им полосу последетекторного усилительного видеотракта  $\Delta F \ll \Delta f$ . Для мгновенного (поимпульсного) определения несущих частот принимаемых сигналов во всем диапазоне  $\Delta f$  обнаружительный приемник имеет в своем составе измеритель частоты в виде частотного функционального дискриминатора, какой-либо параметр сигнала на выходе которого (амплитуда, фаза, задержка) является функцией частоты, или в виде набора параллельных относительно узкополосных приемных каналов, содержащих частотно-избирательные элементы (полосовые фильтры, резонансные контуры) с примыкающими полосами пропускания, совместно перекрывающими весь диапазон входных частот  $\Delta f$ . Обнаружение и определение частот принимаемых сигналов при этом производится в оконечном устройстве путем совместной обработки совокупности сигналов с выходов дискриминатора или параллельных частотно-избирательных каналов [1–6]. Многоканальные приемники более помехоустойчивы и позволяют обеспечить потенциально более высокую чувствительность, но имеют повышенную сложность, степень которой

в большинстве случаев (кроме систем с использованием акустооптоэлектронной техники) непосредственно зависит от числа каналов. Для выбора рационального числа каналов представляет интерес, в частности, оценка зависимости чувствительности многоканального обнаружительного приемника от числа каналов. Сходная задача рассматривалась в работе [7] применительно к ситуации поиска квазинепрерывного сигнала спутникового передатчика в диапазоне доплеровских частот по промежуточной частоте с использованием различных типов приемников (поискового, широкополосного, многоканального). Методики расчетной оценки чувствительности широкополосных приемников прямого усиления приведены также в работах [8,9] и др. В несколько упрощенном виде выражение для величины мощности шумов ( $p_u$ ) приемника, приведенной к входу детектора с учетом фильтрации шумов в полосе видеосушителя ( $\Delta F$ ) может быть представлено как

$$p_u = kTF (2\Delta f \Delta F)^{1/2} \quad (1)$$

где  $kT = 4 \cdot 10^{-21}$  Вт/Гц,  $F$  – коэффициент шума приемника, обычно принимаемый равным коэффициенту шума входного УВЧ.

Чувствительность приемника определяется величиной (уровнем) порога срабатывания оконечного устройства относительно уровня шумов ( $U_n^2/2\sigma_u^2$  или  $p_n/p_u$ ), выбираемой, в частности, исходя из вероятности обнаружения и частоты ложных тревог (ЧЛТ) как например, в работе [10].

$$\text{ЧЛТ} = \Delta F \cdot \exp(-U_n^2/2\sigma_u^2) \approx \Delta F \cdot \exp(-p_n/p_u) \quad (2)$$

где  $U_n$ ,  $p_n$  – величина порога,  $\sigma_u$  – среднеквадратическая величина напряжения шума.

Как следует из (1), мощность шума пропорциональна корню квадратному из величины входной полосы частот  $\Delta f$ , так что при уменьшении полосы частот единичного канала ( $\Delta f_n$ ) многоканального приемника с  $n$  каналами, совместно перекрывающими весь диапазон частот  $\Delta f$  в  $n$  раз ( $\Delta f_n \approx \Delta f/n$ ), и постоянной величине

порога в каждом отдельно взятом канале ЧЛТ будет снижаться, а при сохранении постоянной ЧЛТ будет уменьшаться величина порога и соответственно повышаться чувствительность, причем существенно нелинейным образом, как видно по характеру выражения (2). При этом чувствительность приемника в целом будет зависеть от суммарной ЧЛТ на входе общего для всех каналов устройства обнаружения и обработки сигналов. Произведем приближенную оценку повышения чувствительности многоканального приемника по отношению к широкополосному с одинаковой входной полосой частот  $\Delta f$ , исходя из условия равенства ЧЛТ на выходе широкополосного приемника сумме ЧЛТ на выходах  $n$  каналов многоканального приемника или, при одинаковых параметрах каналов –  $n$ -кратному увеличению ЧЛТ единичного канала с полосой  $\Delta f_n = \Delta f/n$

$$\Delta F \cdot \exp\left(\frac{-P_{\text{шн}}}{kTF\sqrt{2\Delta f \cdot \Delta F}}\right) = \quad (3)$$

$$= n \cdot \Delta F \cdot \exp\left(\frac{-P_{\text{шн}}}{kTF\sqrt{2\Delta f_n \cdot \Delta F}}\right)$$

или

$$\frac{P_{\text{шн}} \cdot \sqrt{n}}{kTF\sqrt{2\Delta f \cdot \Delta F}} = \quad (4)$$

$$= \ln n + \frac{P_{\text{шн}}}{kTF\sqrt{2\Delta f_n \cdot \Delta F}}$$

где  $p_{\text{ш1}}$ ,  $p_{\text{шn}}$  – пороговые уровни для широкополосного одноканального приемника и для отдельного канала в многоканальном ( $n$ -канальном) приемнике, соответственно, а выражение в знаменателях равенства (4) соответствует мощности шумов широкополосного приемника (1).

Соотношение (4) отображает искомую взаимосвязь величин пороговой чувствительности многоканального и широкополосного приемников с учетом числа каналов  $n$  при условии обеспечения одинаковой частоты ложных тревог. На рис. 1 приведены графики зависимости отношения этих порогов (разности их величин  $\Delta P$  в дБ), т.е. выигрыша в чувствительности многоканального приемника при одинаковых значениях частоты ложных тревог и ширины полосы входного диапазона  $\Delta f$ , от количества каналов для нескольких значений порогового уровня широкополосного канала, лежащих в достаточно больших пределах ( $p_{\text{ш1}}/p_{\text{ш}} = 6,5; 8; 20; 50; 400$  для графиков 1,

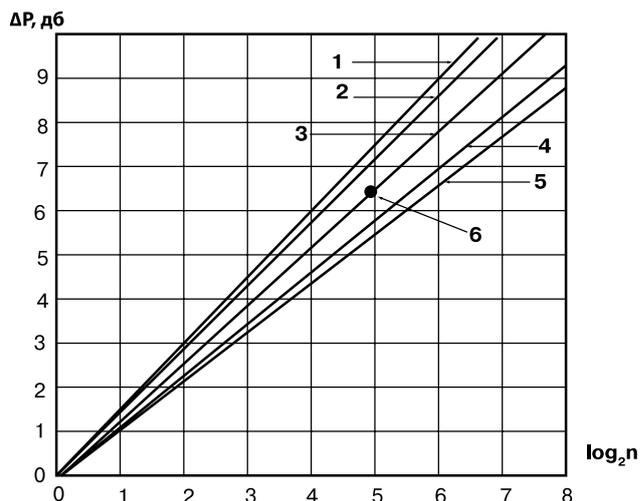


Рис. 1 Зависимость выигрыша ( $\Delta P$ ) чувствительности многоканального приемника от числа каналов ( $n$ ) для разных величин относительного порога

2, 3, 4 и 5 соответственно). Точка 6 – выигрыш для 30-канального приемника по условиям работы [7].

Как видно из графиков, результирующий выигрыш возрастает почти линейно с каждым удвоением числа каналов на величину от  $\sim 1,1$  до  $\sim 1,2$  дБ в диапазоне значений порогового уровня от 6,5 до 400.

Полученные результаты имеют приближенный характер ввиду использования упрощенных исходных формульных соотношений и неучета некоторых дополнительных обстоятельств (неидеальность характеристик и взаимное перекрытие полос пропускания частотно-избирательных элементов в каналах, возможная неравномерность коэффициентов шума и усиления входных усилителей в диапазоне частот, характеристики детекторов и др.), однако сопоставление их с полученным более сложным путем в работе [7] и показанном на рис. 1 в виде точки 6 значением выигрыша чувствительности 30-канального приемника по сравнению с широкополосным – около 6,4 дБ, позволяет считать эти результаты достаточно близкими. Таким образом, изложенная методика может быть использована для приближенной оценки выигрыша чувствительности широкополосного обнаружительного приемника за счет применения многоканальной частотной расфилтровки.

## ЛИТЕРАТУРА

- Шлезингер, Р. Дж. Радиозлектронная война [Текст]./ Пер. с англ. под ред. А. М. Пархоменко. – М.: Воениздат, 1963.
- Вакин, С. А., Шустов, Л. Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки [Текст]. – М.: Сов. радио, 1968
- Мельников, Ю. П., Попов, С. В., Усков, Н. В. Методы обоснования необходимых технических характеристик аппаратуры воздушной радиотехнической разведки и возможностей их технической реализации [Текст]. – Труды ЦНИИ № 30 МО, 1969, вып. 210 (286), с. 3 – 40.
- Щербак, В. И., Водянин, И. И. Приемные устройства систем радиозлектронной борьбы [Текст], Зарубежная радиоэлектроника, 1987, № 5.
- Радзиевский, В. Г., Сирота, А. А. Теоретические основы радиозлектронной разведки [Текст]. 2-е изд. – М.: «Радиотехника», 2004.
- Мельников, Ю. П., Попов, С. В. Радиотехническая разведка. Методы оценки эффективности местоопределения источников излучения [Текст]. – М.: «Радиотехника», 2008.
- Martin, A. R., Cobb, R. F. A Guide to Acquisition Receiver Selection and Performance [Text]. – Microwave Journal, 1968, v. 11, № 6, p. 63 – 68.
- Палатов, К. И. О чувствительности измерительных схем прямого усиления в СВЧ диапазоне [Текст]. – Радиотехника, 1961, т. 16, № 3.
- Klipper, H. Sensitivity of crystal video receivers with RF Pre-Amplification [Text]. Microwave Journal, 1965, v. 8, № 8, pp. 85 – 92.
- Сколник, М. Введение в технику радиолокационных систем [Текст]. /Пер. с англ. под ред. К. Н. Трофимова. – М.: «МИР», 1965.



# О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМИТЕТОВ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И О ВЫПОЛНЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫХ НОРМАТИВНЫХ ПРАВОВЫХ АКТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ<sup>1</sup>

*Г. В. Федорко<sup>2</sup>*

*Излагается позиция Минпромторга России по вопросу обеспечения участия федеральных органов исполнительной власти в деятельности профильных Технических комитетов по стандартизации и разработке нормативной базы в области ГЛОНАСС*

## ON THE IMPROVEMENT OF THE EFFICIENCY OF THE TECHNICAL COMMITTEES ON STANDARDISATION AND ON THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL LEGAL NORMATIVE REQUIREMENTS IN THE DEVELOPMENT OF NORMATIVE DOCUMENTATION

*G. V. Fedorko*

*The RF Ministry of Industry and Trade presents its position on the participation of the federal executive organizations in the activities of the specific Technical committees on standardization and in the development of normative documentation on GLONASS*

По вопросу обеспечения участия федеральных органов исполнительной власти в деятельности профильных Технических комитетов по стандартизации в Министерстве промышленности и торговли России в феврале с.г., под председательством заместителя Министра промышленности и торговли Российской Федерации В.Ю. Саламатова состоялось расширенное заседание Рабочей группы по вопросам технического регулирования в сфере промышленности с участием представителей федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ).

Одним из основных вопросов, рассмотренных на указанном заседании, была проблема повышения эффективности действующих Технических комитетов (ТК) по стандартизации.

Порядок создания и деятельности ТК, порядок организации основных функций ТК, порядок регистрации и контроля ТК и пр., был ранее утвержден приказом Ростехрегулирования от 30 декабря 2005 г. № 537ст (ГОСТ Р 1.1 – 2005).

В настоящее время, по данным Ростехрегулирования, действуют 385 ТК в различных отраслях промышленности и сферах деятельности. Около половины указанных ТК находятся в области компетенции Минпромторга России, а около 50 касаются основной и смежных сфер деятельности предприятий и организаций радиоэлектронной промышленности и соответственно – Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России.

По мнению Минпромторга России, нормативное правовое обеспечение формирования и деятельности ТК вполне достаточно, а ФОИВ необходимо активизировать участие в профильных ТК.

Кроме того, в соответствии с поручением первого заместителя Председателя Правительства Российской Федерации И.И. Шувалова от 14 января 2009 г. № ИШ-П9-Ю1, в целях проведения государственной политики в области технического регулирования, а также повышения эффективности действующих Технических комитетов по стандартизации, необходимо обеспечить участие заинтересованных федеральных органов исполнительной власти в деятельности профильных ТК по стандартизации.

Для этих целей необходимо обеспечить включение в состав основных профильных ТК, охватывающих сферу деятельности ФОИВ, своих представителей.

В настоящее время подготавливается соответствующий документ Минпромторга России и Ростехрегулирования по включению представителей ФОИВ в состав профильных ТК. Так, в частности, в состав ТК 363 «Радионавигация» предложено включить главного специалиста-эксперта Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России Мячкова Б.А.

Аналогичным образом в состав ТК 363 «Радионавигация» могут и должны быть включены представители и других заинтересованных министерств и ведомств.

<sup>1</sup> Выступление на заседании Технического комитета по стандартизации «Радионавигация» (ТК 363) 12 марта 2009 г.

<sup>2</sup> Федорко Григорий Владимирович – ведущий советник Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ

Указанное включение представителя Министерства в ТК позволит:

- получать актуальную информацию о программе работ ТК;
- получать для рассмотрения проекты нормативных документов;
- участвовать в обсуждениях и давать заключение по разрабатываемым техническим регламентам и стандартам;
- участвовать в заседаниях и голосовать по всем решениям и пр.

Важным вопросом является задача разработки нормативной базы в области ГЛОНАСС.

К сожалению, в Минпромторге России пока отсутствует полная картина текущей ситуации с формированием нормативной правовой базы в области создания и применения системы ГЛОНАСС. Это касается как разработки проектов технических регламентов (ТР), так и формирования системы стандартов в указанной области.

Однако мы надеемся, что участие представителя нашего Министерства в работе ТК 363 позволит не только иметь полную информацию о программе работы ТК, но и соответствующим образом влиять на разработку нормативной базы системы ГЛОНАСС.

В соответствии с «Программой совершенствования нормативной базы системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей на период до 2011 года» в 2008 году разработан проект технического регламента «О безопасности применения навигационной аппаратуры гражданских потребителей глобальных навигационных спутниковых систем».

В настоящее время указанный проект существует в виде авторской редакции, разработанной в рамках НИР «Норма» (головной исполнитель ФГУП «РНИИ КП», государственный заказчик – Роскосмос).

Указанный проект технического регламента в январе – феврале 2009 г. был рассмотрен и проанализирован в Департаменте радиоэлектронной промышленности и Департаменте государственной политики в области технического регулирования и обеспечения единства измерений Минпромторга России.

Проект технического регламента требует доработки и оформления в соответствии с «Методическими рекомендациями по разработке и подготовке к принятию проектов технических регламентов» (утверждены приказом Минпромэнерго России № 78 от 12 апреля 2006 г.), а также необходимо публичное обсуждение указанного проекта в соответствии с установленными правилами.

Вместе с тем, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641 «Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» и протоколом заседания межведомственной рабочей группы по форсированному созданию и развитию системы ГЛОНАСС от 18 ноября 2008 г. № СИ-П7-23пр Министерством

промышленности и торговли Российской Федерации и ФГУП НТЦ «Интернавигация» проведен анализ проектов технических регламентов, государственным заказчиком которых является Министерство транспорта Российской Федерации.

Кроме того, проанализирован проект технического регламента безопасности колесных транспортных средств», заказчиком которого является Минпромторг, на предмет наличия в нем требований, установленных постановлением Правительства Российской Федерации № 641.

Соответствующие требования в проект ТР включены и в марте 2009 г. указанный проект будет рассмотрен на Правительственной комиссии по техническому регулированию.

По проектам технических регламентов «О безопасности внутреннего водного транспорта и связанной с ним инфраструктуры», «О безопасности морского транспорта и связанной с ним инфраструктуры», «О безопасности инфраструктуры и подвижного состава высокоскоростного железнодорожного транспорта», «О безопасности железнодорожного подвижного состава» необходимо отметить следующее. В феврале 2009 г. подготовлено и направлено в Минтранс России письмо за подписью заместителя Министра промышленности и торговли Российской Федерации В.Ю. Саламатова о необходимости внесения в указанные проекты требований, обеспечивающих внедрение отечественных спутниковых навигационных технологий в целях повышения уровня безопасности перевозок пассажиров, специальных и опасных грузов.

Реализация требований постановления Правительства Российской Федерации № 641 и других решений Правительства Российской Федерации в рассмотренной области технического регулирования, вероятно, будет предусмотрена в 2009 году в рамках одной из НИР, выполняемой по 2-й подпрограмме.

В рамках осуществляемой Минпромторгом России координации деятельности ФОИВ по разработке технических регламентов подготовлена также форма для заполнения – Карточка на проект технического регламента. Указанный документ предусматривает краткую информацию по 10 основным критериям, в том числе, сфере применения ТР; регулируемым правоотношениям; видам безопасности, которые обеспечиваются ТР; перечню требований безопасности; перечню форм и схем подтверждения соответствия и пр.

Кроме того, предусмотрен анализ содержащихся в программах разработки технических регламентов МГС СНГ, ЕвразЭС, Союзного государства или разрабатываемых инициативно, чьи сферы применения близки или пересекаются с данным регламентом.

В настоящее время указанный документ находится на согласовании в ФОИВ и после его принятия он будет доступен на соответствующих информационных сайтах Ростехрегулирования и Минпромторга России.



# МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИИ КАК СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПОТРЕБИТЕЛЬ НАВИГАЦИОННЫХ УСЛУГ<sup>1</sup>

*Б. И. Новосельцев<sup>2</sup>*

*Излагается позиция представителя Министерства внутренних дел России по вопросам значимости для ведомства навигационных услуг и его участия в соответствующих организационных мероприятиях по разработке и совершенствованию Радионавигационного плана РФ, нормативной правовой базы по ГЛОНАСС в интересах спецпотребителей и др.*

## THE RF MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS AS A SPECIAL USER OF NAVIGATION SERVICES

*B. I. Novoseltsev*

*The paper presents the position of the RF Ministry of Internal Affairs concerning the role of navigation services for the Ministry and its participation in the relevant activities on the development of the RF Radionavigation Plan and the GLONASS legal basis in the interests of special class of users*

Министерство внутренних дел (МВД) России заинтересовано в совершенствовании нормативной базы системы ГЛОНАСС и разработке национальных стандартов по данной тематике. Это позволит упорядочить целевое использование аппаратуры спутниковой навигации в интересах различных потребителей и повысит эффективность служебной деятельности сотрудников МВД России.

В системе МВД России головной организацией по стандартизации, сертификации и каталогизации является Государственное учреждение «Научно-производственное объединение «Специальная техника и связь» МВД России, в составе которого в октябре 2007 года на базе Калужского филиала ГУ НПО «СТИС» МВД России аккредитована испытательная лаборатория для проведения испытаний навигационного оборудования и систем на основе ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.

В настоящее время проблемой МВД России является то, что ведомство не рассматривается как специальный потребитель (спецпотребитель) навигационных услуг. Например, разработка и реализация ФЦП «ГЛОНАСС» проводились без участия МВД России, полномочия МВД России постановлением Правительства Российской Федерации № 323 от 30 апреля 2008 г. не определены, постановление от 25 августа 2008 года № 641 «Об оснащении транспортных, технических средств и систем аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» было принято без учета интересов МВД России, основополагающий закон «О навигационной деятельности» не согласовывался с МВД России.

При изучении Радионавигационного плана Российской Федерации, утвержденного приказом Минпромторга России от 2 сентября 2008 года № 118, выяснилось, что в нем не учтены интересы органов внутренних дел Российской Федерации. Аббревиатура «МВД России» в обозначениях и сокращениях отсутствует, тогда как Минобороны и МЧС России неоднократно встречаются по тексту документа. Только в одном месте упоминается «вызов полиции» и «возвращение потерянных и украденных транспортных средств» (стр. 22).

Получается, что МВД России не рассматривается в качестве основного потребителя услуг радионавигационных систем, что не соответствует действительности. МВД России является уникальным ведомством среди спецпотребителей (силовых структур) по объему решаемых задач в сфере обороны и безопасности страны. Военнослужащие внутренних войск МВД России в соответствии с Федеральным законом «Об обороне» (от 31.05.1996 № 61-ФЗ) привлекаются к решению боевых задач совместно с Минобороны России. Сотрудники криминальной милиции МВД России совместно с ФСБ России решают задачи борьбы с терроризмом и экстремизмом. Совместно с ФСКН России МВД России участвует в решении задач по борьбе с незаконным оборотом наркотиков, а совместно с МЧС России – в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций и предотвращении поджогов. Кроме того, МВД России обеспечивает безопасность перевозок спецконтингента совместно с ФСИН России, решает вопросы пресечения контрабанды и вывоза культурных цен-

<sup>1</sup> Выступление на заседании Технического комитета по стандартизации «Радионавигация» (ТК 363) 12 марта 2009 г.

<sup>2</sup> Новосельцев Борис Иванович – сотрудник Калужского филиала ГУ НПО «Спецтехника и связь» МВД России

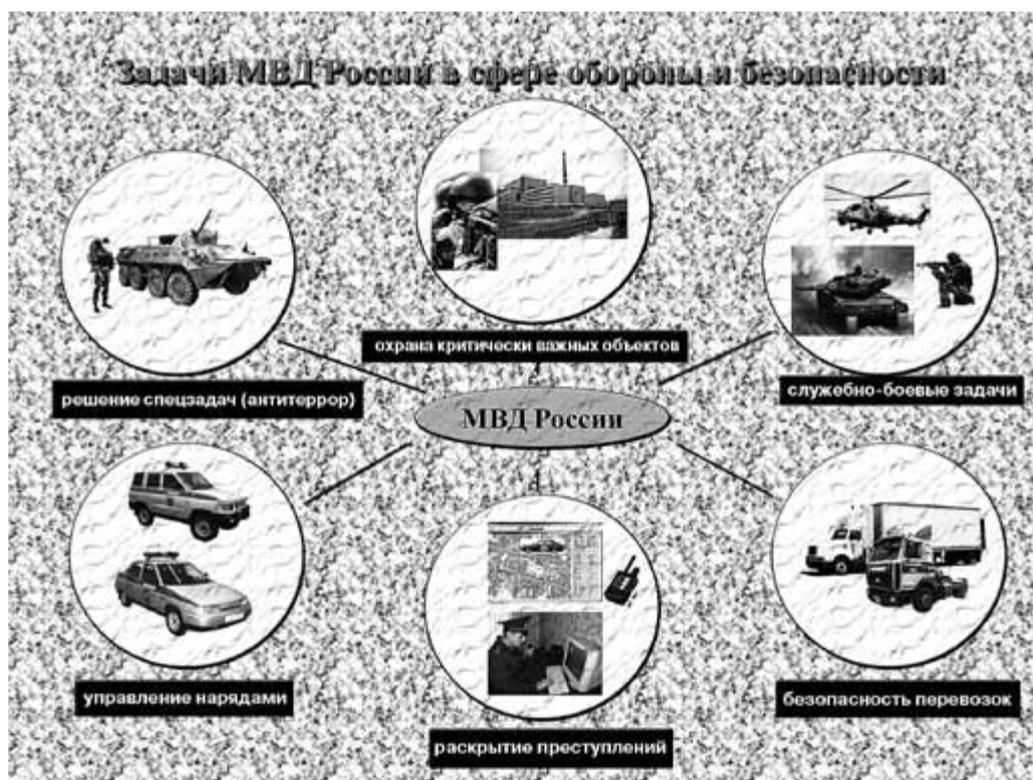


Рис. 1. Задачи МВД России, решаемые с помощью средств навигации

ностей с ФТС России. Помимо решения оперативно-розыскных и служебно-боевых задач, во взаимодействии с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти МВД России решает свои основные задачи: раскрытие и профилактика преступлений, а также обеспечение общественной и личной безопасности граждан. И во всех этих работах может применяться и применяется аппаратура спутниковой навигации.

В МВД России имеет некоторый опыт в области разработки стандартов по направлению радионавигационных систем.

Так, в целях упорядочения сотрудничества органов внутренних дел Российской Федерации с организациями-операторами спутниковых противоугонных систем ГУ НПО «СТИС» МВД России организована разработка Правил стандартизации МВД России «Спутниковые противоугонные системы. Использование для предотвращения краж и угонов автотранспорта при сотрудничестве органов внутренних дел Российской Федерации с организациями-операторами спутниковых противоугонных систем». Правила стандартизации ПР 78.01.0019–2007 утверждены заместителем Министра внутренних дел Российской Федерации М.И. Суходольским 11 июля 2007 г. и в настоящее время внедрены в практическую деятельность сотрудников ОВД. В ходе работы над правилами нам была оказана помощь со стороны ФГУП «ВНИИФТРИ» и ФГУП «НТЦ «Интернавигация», за что нами выражена признательность сотрудникам этих организаций.

В 2009 году ФГУ НИЦ «Охрана» МВД России предстоит разработать национальный стандарт «Системы мониторинга охраны автотранспортных средств. Общие технические требования и методы испытаний». Работа проводится в рамках Программы национальной стандартизации Российской Федерации на 2009 год по линии ТК 234 «Системы тревожной сигнализации и противокриминальной защиты». Национальный стандарт должен распространяться на системы мониторинга и охраны автотранспортных средств, то есть спутниковые противоугонные системы, предназначенные для предотвращения угонов автотранспорта в целях его противокриминальной защиты. Однако проект стандарта направлен на согласование в ТК 363 только в феврале 2009 г. (исх. от 12.02.2009 г. № 36/5-6/166). Для качественной подготовки документа в условиях цейтнота необходима помощь специализированных организаций, имеющих опыт в разработке стандартов.

Игнорирование требований национальных стандартов приводит к несогласованности ФОИВ, децентрализации усилий. Например, несмотря на то что с 1 января 2009 года введен в действие ГОСТ Р 52928–2008 «Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения», Роскосмос подготовил проект «Положения о Федеральном сетевом операторе спутниковых навигационных услуг», в котором терминология не соответствует терминам и определениям указанного стандарта. В нем приводятся термины, которых нет в стандарте. Например, в Положении упоминаются навигационно-геоинформационные системы (стр. 2), навигационные ресурсы (стр. 3), спутнико-

вые навигационные средства (стр. 5), навигационно-временное обеспечение (стр. 6), корректирующая информация (стр. 6) и т.д. Указанные термины в ГОСТе отсутствуют, используемые понятия не соответствуют стандарту. МВД России отметило это в ответе Роскосмосу и предложило привести терминологию в соответствие со стандартом.

В связи с выше изложенным, предлагается:

1. Обеспечить участие МВД России в подготовке стандартов и совершенствовании нормативной базы ГЛОНАСС в сфере обороны и безопасности.
2. Рассмотреть возможность корректировки нормативных правовых документов с целью обеспечения эффективного использования АСН ГЛОНАСС спецпотребителями (РРНП, постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2008 г. № 323, ФЦП «ГЛОНАСС»).
3. Обеспечить проведение совместных с Минобороны России работ по разработке и совершенствованию нормативной правовой базы по ГЛОНАСС в интересах спецпотребителей (ЕС КВиНО, «Авальман», система сертификации и метрологического обеспечения).
4. Включить представителей МВД России в состав постоянных членов ТК 363 и оказать помощь в разработке национального стандарта «Системы мониторинга охраны автотранспортных средств. Общие технические требования и методы испытаний».
5. Включить представителей МВД России в состав постоянных членов ТК 363 и оказать помощь в разработке национального стандарта «Системы мониторинга охраны автотранспортных средств. Общие технические требования и методы испытаний».



**СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КНС ГЛОНАСС НА 08.06.2009 г.**

(по анализу альманаха от 18:00 08.06.09 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ)

№ пл.	№ точки	№ лит.	НКУ	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Факт. сущ. (мес.)	Пригодность КА по сообщениям		Примечание	
								альманаха	эфемерид (UTC)		
№ пл.	2	01	728	25.12.08	20.01.09		5.4	+	+ 18:10 08.06.09	Используется по ЦН	
	3	05	727	25.12.08	17.01.09		5.4	+	+ 17:30 08.06.09	Используется по ЦН	
	4	06	795	10.12.03	29.01.04	01.05.09	66.0	-	- 23:21 22.05.09	Временно выведен	
	6	01	701	10.12.03	08.12.04		66.0	+	+ 17:30 08.06.09	Используется по ЦН	
	7	05	712	26.12.04	07.10.05		53.4	+	+ 17:30 08.06.09	Используется по ЦН	
	8	06	729	25.12.08	12.02.09		5.4	+	+ 18:08 08.06.09	Используется по ЦН	
	II	9	- 2	722	25.12.07	25.01.08		17.5	+	+ 18:10 08.06.09	Используется по ЦН на частоте L1
		10	- 7	717	25.12.06	03.04.07		29.5	+	+ 18:10 08.06.09	Используется по ЦН
11		00	723	25.12.07	22.01.08		17.5	+	+ 17:30 08.06.09	Используется по ЦН	
13		- 2	721	25.12.07	08.02.08		17.5	+	+ 17:30 08.06.09	Используется по ЦН	
14		- 7	715	25.12.06	03.04.07		29.5	+	+ 17:30 08.06.09	Используется по ЦН	
15		00	716	25.12.06	12.10.07		29.5	+	+ 18:00 08.06.09	Используется по ЦН	
III		17	04	718	26.10.07	04.12.07		19.4	+	+ 18:11 08.06.09	Используется по ЦН
	18	- 3	724	25.09.08	26.10.08		8.4	+	+ 18:10 08.06.09	Используется по ЦН	
	19	03	720	26.10.07	25.11.07		19.4	+	+ 18:11 08.06.09	Используется по ЦН	
	20	02	719	26.10.07	27.11.07		19.4	+	+ 18:14 08.06.09	Используется по ЦН	
	21	04	725	25.09.08	05.11.08		8.4	+	+ 17:30 08.06.09	Используется по ЦН	
	22	- 3	726	25.09.08	13.11.08		8.4	+	+ 17:30 08.06.09	Используется по ЦН	
	23	03	714	25.12.05	31.08.06		41.5	+	+ 17:00 08.06.09	Используется по ЦН	
	24	02	713	25.12.05	31.08.06	29.05.09	41.5	-	+ 16:28 08.06.09	Временно выведен	

Всего в составе ОГ ГЛОНАСС 20 КА. Используются по целевому назначению 18 КА. Временно выведены на техобслуживание 2 КА (<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=201:1:10852642393568637191>)

## СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ GPS НА 08.06.09 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		190.0	
	2	31	29486	II-R-M	25.09.06	13.10.06		31.8	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		137.7	
А	4	27	22108	II-A	09.09.92	30.09.92		199.7	
	5	25	21890	II-A	23.02.92	24.03.92		203.1	
	6	7	32711	II-R-M	15.03.08	24.03.08		14.5	
В	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		75.5	
	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		105.8	
	4	12	29601	II-R-M	17.11.06	13.12.06		29.7	
	5	30	24320	II-A	12.09.96	01.10.96		151.5	
С	1	29	32384	II-R-M	20.12.07	02.01.08		17.1	
	2	3	23833	II-A	28.03.96	09.04.96		156.6	
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		62.0	
	4	17	28874	II-R-M	26.09.05	13.11.05		41.6	
	5	6	23027	II-A	10.03.94	28.03.94		181.6	
D	1	2	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		54.4	
	2	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		113.2	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		73.7	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		186.5	
	5	24	21552	II-A	04.07.91	30.08.91		213.2	
E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		108.2	
	2	22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		64.9	
	3	10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		153.0	
	4	18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		99.6	
	5	32	20959	II-A	26.11.90	10.12.90		173.6	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		101.9	
	2	15	32260	II-R-M	17.10.07	31.10.07		19.3	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		136.1	
	4	23	28362	II-R	23.06.04	09.07.04		58.9	
	5	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		202.3	

Всего в составе ОГ GPS 30 КА. Один КА находится на этапе ввода в эксплуатацию. (<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=201:1:10852642393568637191>)

### SONY АНОНСИРОВАЛА КАРМАННУЮ ВИДЕОКАМЕРУ С МОДУЛЕМ GPS

Компания Sony представила компактную видеокамеру HDR-TG5V с объективом Carl Zeiss. Она оснащена модулем GPS, что позволяет присваивать видеозаписям и фотоснимкам геотеги. Об этом сообщается в пресс-релизе Sony.

Sony HDR-TG5V записывает видео с разрешением 1920x1080 пикселей. Максимальное разрешение фотографий – четыре мегапикселя. Объем встроенной памяти TG5V составляет 16 гигабайт. Дополнительно в камеру можно установить карту памяти.

Размеры Sony HDR-TG5V равны 30x117x62 миллиметра, вес – 290 граммов. Диагональ дисплея этой видеокамеры составляет 2,7 дюйма. На корпусе TG5V есть разъемы HDMI, USB и компонентный видеовыход.

Объектив Sony HDR-TG5V поддерживает десятикратное оптическое увеличение. За обработку изображения отвечает процессор BIONZ. Также в камере реализованы система стабилизации изображения и функция распознавания лиц.

На прилавках компактная видеокамера Sony HDR-TG5V появится в мае. Она будет стоить около тысячи долларов.

<http://www.lenta.ru/news/2009/04/02/camcorder/>

## КИТАЙ ВЫВЕЛ НА ОРБИТУ ВТОРОЙ СПУТНИК ГЛОБАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Китай рано утром в среду, 15 апреля, успешно вывел на орбиту второй спутник глобальной навигационной системы «Бэйдоу» («Компас»), сообщается на сайте китайской газеты People's Daily со ссылкой на агентство «Синьхуа».

Ракета-носитель «Чанчжэн-3С» (Long March-3C) с навигационным спутником «Бэйдоу-G2» стартовала в 00:16 среды по местному времени с космодрома в провинции Сычуань. В расчетное время спутник был выведен на геостационарную орбиту.

Запуск спутника проведен в рамках создания китайской глобальной навигационной системы – аналога американской GPS и российской ГЛОНАСС. Первый спутник новой навигационной системы был запущен в апреле 2007 года. Создание «Бэйдоу» КНР планирует завершить к 2015 году, когда на орбите будут размещены 30 спутников, запуск 10 из которых намечен на 2009–2010 годы.

В настоящий момент КНР использует региональную навигационную систему «Бэйдоу» на базе трех геостационарных спутников, запущенных в 2000–2007 годах.

<http://www.lenta.ru/news/2009/04/15/satellite/>

## СОВМЕЩЕННЫЙ ГЛОНАСС/GPS ПРИЕМНИК ГЕОС–1 ОТ КБ «ГЕОСТАР НАВИГАЦИЯ»

В рамках выставки Связь-Экспокомм состоялись два главных события России в области навигации – международный ГЛОНАСС-форум и выставка «Навигационные системы, технологии и услуги». Российским КБ «ГеоСтар навигация» ([www.geostar-navigation.com](http://www.geostar-navigation.com)), был представлен новый совмещенный ГЛОНАСС/GPS приемник ГЕОС–1. Основными особенностями данного приемника является его низкое энергопотребление и высокая чувствительность.

«Перед нами стояла задача предложить рынку совмещенный ГЛОНАСС/GPS приемник, который сможет удовлетворить текущим потребностям производителей телематического оборудования с использованием системы ГЛОНАСС. Основная проблема, с которой мы столкнулись при реализации данного проекта, максимальное снижение энергопотребления и конечной стоимости приемника. Но после продолжительных тестов вместе с инженерами компании М2М телематика ([www.m2m-t.ru](http://www.m2m-t.ru)) мы смогли найти удачное решение. Так же я бы отметил, что наш новый приемник обладает высокой точностью позиционирования и высокой чувствительно-

стью. Приемник ГЕОС–1 уже доступен для проведения тестирования нашими партнерами и в ближайшее время начнется его массовое производство. Мы уверены, что в настоящий момент наше оборудование обладает лучшим соотношением цены и качества на Российском рынке» – подчеркивает генеральный директор компании Владимир Пучков. ГеоС–1 Совмещенный ГЛОНАСС/GPS приемник имеет 24 канала, малое время захвата до первых координат – 36 секунд в «холодном» старте. Высокая точность позиционирования: ошибка в плане не более 4 метров. Высокая чувствительность – до -180дБВт в слежении. Программируемый темп выдачи данных – до 5 раз в секунду. Низкое энергопотребление – 400 мВт в активном режиме и 20 мкВт в батарейном.

ГеоС–1 является изделием гражданского назначения. Высокая чувствительность приемника и скорость определения координат, в совокупности с малыми габаритами и низкой потребляемой мощностью гарантируют успешное применение ГеоС–1 в бортовой аппаратуре различных телематических систем для автомобильного, железнодорожного и водного транспорта с использованием преимуществ ГЛОНАСС.

*Пресс-служба Роскосмоса <http://www.federal-space.ru/NewsDoSele.asp?NEWSID=6341>*

## РОССИЯ ЗАПУСТИТ ДВА СПУТНИКА ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ПОПРАВКИ ДЛЯ ГЛОНАСС

По сообщению агентства Интерфакс Россия запустит два многоцелевых спутника-ретранслятора в 2010–2011 гг., которые будут передавать поправки для повышения точности системы ГЛОНАСС. Как заявил генеральный директор ОАО «Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнева» Н. Тестоедов, эти спутники обеспечат возможность приема сигналов ГЛОНАСС высокой точности на всей территории России. Геостационарный космический аппарат (ГКА) «Луч-5А» будет запущен на орбиту в декабре 2010 г., а ГКА «Луч-5Б» – в декабре 2011 г.

Предшествующие ГКА серии «Луч» использовались для ретрансляции сообщений между Международной космической станцией, другими космическими объектами и землей.

Фирма Thales Alenia Space, которая является производителем некоторых компонентов этих ГКА сообщила о том, что спутники будут выведены в точки 16°



# МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ—2009

## INTERNATIONAL SATELLITE NAVIGATION FORUM 2009

В Москве 12–13 мая 2009 года в рамках главного события России в области спутниковых навигационных технологий – Международного конгрессно-выставочного проекта «Навигационные системы, технологии и услуги» прошел 3-й Международный форум по спутниковой навигации—2009. В работе Форума приняли участие ведущие инженеры, программисты, государственные структуры и институты, муниципалитеты, представители крупнейших коммерческих компаний и частного бизнеса.

Форум по спутниковой навигации начался с пленарного заседания «Глобальные навигационные спутниковые системы и их применение в экономике России». С приветствием к участникам форума обратился С. Б. Иванов – заместитель Председателя Правительства Российской Федерации. Главная новость, которую сообщил С. Б. Иванов: 29 апреля было принято решение о создании федерального сетевого оператора по предоставлению услуг спутниковой навигации любым потребителям.

С докладом «О государственной политике в области использования навигационных технологий в экономике Российской Федерации» выступил А. Н. Перминов – руководитель Федерального космического агентства. П. А. Созинов, первый заместитель генерального конструктора – заместитель генерального директора ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей», осветил перспективы и проблемы развития федерального и региональных рынков навигационной аппаратуры потребителей системы ГЛОНАСС.

В рамках пленарного заседания состоялось заслушивание докладов по состоянию ГЛОНАСС, GPS, Galileo и другим общим вопросам.

Далее проводились доклады по следующим секциям:

1. *Применение спутниковой навигации в авиации и космонавтике.*
2. *Применение спутниковой навигации на морском и речном транспорте.*
3. *Применение спутниковой навигации на железнодорожном транспорте.*
4. *Системы мониторинга, безопасности и контроля на автомобильном транспорте.*
5. *Системы спутниковой навигации в региональном и муниципальном хозяйстве.*
6. *Персональная и автомобильная навигация и системы безопасности.*
7. *Спутниковая навигация в геодезических и строительных работах, в геологоразведке и горнодобывающей промышленности.*

В рамках Международного форума состоялись «Круглые столы» на темы: **«Совершенствование нормативно-правовой базы для эффективного использования спутниковых навигационных технологий в экономике России»**, ведущий круглого стола: Климов Владимир Николаевич – исполнительный директор, Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС – Форум»; **«О подходах к созданию навигационных карт и баз данных в России»**, ведущий круглого стола: Забнев Виктор Иванович, начальник управления Роскортаграфии.

Второй день работы 3-го Международного форума по спутниковой навигации прошел в обсуждении острых вопросов развития спутниковой навигации в России.

Работали секции: системы мониторинга, безопасности и контроля на автомобильном транспорте, использование спутниковой навигации в региональном и муниципальном хозяйстве и персональная и автомобильная навигация и системы безопасности. С докладами на секциях выступили представители предприятий, институтов, компаний и ассоциаций:

ФГУП «РНИИ КП», ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей», Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум», МАДИ, Аналитический центр ЗАО «Современные Телекоммуникации», ЗАО «НПП Транснавигация», ООО «М2М телематика», Omnicomm, ЗАО «КБ НАВИС», ООО «SPIRIT Telecom», ООО «Глобал Ориент», ОАО «МКБ «Компас», ОАО «Ижевский радиозавод», ФГУПНИИМА «Прогресс», ЗАО «ГлобалТел», ОАО «Татнефть», ОАО «РИРВ» и ОАО «ВНИИРА», TomTom (Нидерланды), ЗАО «Русса» («Gis Russa X»), ООО «Яндекс. Пробки», ЗАО «Навигационные Системы» (ПО Автоспутник), ООО «ВОБИС Компьютер», ЗАО «Соник Дуо» (МегаФон-Москва), ОАО «Мобильные ТелеСистемы», «GPS Клуб», ЗАО «Цезарь Сателлит», ООО «Пилот-Навигатор», «Нави Центр» (Центр спутниковой навигации, мониторинга и безопасности), ООО «НПФ «Традиция»», Topcon Positioning Systems Inc. ООО «УНР-17» г. Владимир, Конструкторское бюро «Хитон», ЗАО «АКАМ», ГосНИИ Аэронавигация, «Septentrio Satellite Navigation NV» (Бельгия), ФГУП «НПЦ АП им. Пилюгина». Баллистический Центр ИПМ, ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», ФГУП ЦНИИ «Электроприбор», ООО «ТеКнол», ЗАО «Транзас», Topcon Positioning Systems Inc., ООО «НПК «Джи Пи Эс Ком», «Leica GeoSystems» AG, ФГУП «Госземкадастрсъемка», ООО «ВИСТ Групп», «Trimble» Export LTD, ЗАО «НПП «Навгеоком», ОАО «НИИАС», ОАО «ВНИИЖТ», ОАО «ПТКБ ЦШ» филиал ОАО «РЖД».

Для характеристики ситуации можно привести мнение руководителя проекта «GPS Клуб» А.С. Коломенский, высказанное им в рамках работы секции: «Несмотря на сложную экономическую ситуацию, спутниковая навигация в России будет продолжать развиваться. Выставка и Форум показали: у нас есть все. Достаточно спутников для покрытия территории России, все больше появляется навигационных приборов, работают интеграторы. Как свидетельствуют маркетинговые исследования, Россия наряду с Бразилией и Китаем входит в тройку стран, развивающихся в плане навигации опережающими темпами, быстрее других. В следующем году ожидается бурный рост...»

**Итоги круглого стола «Совершенствование нормативно-правовой базы для эффективного использования спутниковых навигационных технологий в экономике России»**

Инициаторами круглого стола выступили Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» и ГИС-ассоциация. Актуальность темы подтвердили своим участием более 50-и делегатов, в число которых вошли представители федеральных органов исполнительной власти, государственных учреждений и, в большей степени, представители бизнеса.

Основными моментами, на которых акцентировали внимание участники круглого стола, стали состояние разработки нормативной правовой базы в области технологий координатно-временного и навигационного обеспечения (КВНО), Федеральный закон «О навигационной деятельности» от 14 февраля 2009 года и проект положения «О федеральном сетевом операторе спутниковых навигационных услуг».

Обсуждения длились более 3-х часов, за которые участники высказали свои предложения по совершенствованию нормативной правовой базы:

- Флегонтов Александр Валентинович (ООО «Телепроводник»):
  1. Необходим пересмотр концепции координатно-временного и навигационного обеспечения.
  2. Параллельно, необходима разработка концепции картографического обеспечения навигационных систем.
  3. Исходя из обозначенных выше концепций, приступить к правке закона «О навигационной деятельности».
- Степанов Алексей Борисович (ООО «Телепроводник»):
  1. Необходима максимальная деюрократизация всех сфер навигационной деятельности, которая позволила бы частным инвестициям работать.
  2. Подготовка юридически грамотного положения о федеральном операторе и одобрение его в Федеральной антимонопольной службе.
  3. Усиления регулирующих функций государства в области использования технологий КВНО.
- Миллер Сергей Адольфович (ГИС-Ассоциация):
  1. Необходимо создание межведомственного органа, который будет рассматривать все проекты нормативных правовых документов до предоставления их в Правительство РФ.
  2. Необходимо создание Совета/ Комитета из основных участников навигационного рынка, который будет

рассматривать проекты нормативных правовых документов, до передачи их в межведомственный орган.

- Сатовский Борис Львович (ЗАО «РНТ»):
 

Функции федерального сетевого оператора требуют доработки. Необходимо привлечение регулирующих государственных органов для контроля качества услуг федерального оператора и частных компаний.
- Волик Петр Анатольевич (ФГУ «Дирекция ФЦП ПБДД»):
 

Целесообразно включение в подзаконные акты, дополняющие ФЗ «О навигационной деятельности», моментов, которые регулируют как область навигации, так и связанные с ней области.
- Станислав Евгеньевич Швагерус (АСМАП):
 

Необходимо рассмотрение возможности использования механизма саморегулирования в навигационной деятельности.
- Конотопов Павел Юрьевич (НП «Коллегия аналитиков»):
 

Необходима правка закона «О навигационной деятельности», либо разработка специализированных нормативных правовых актов, компенсирующих недостатки существующего закона.
- Еремченко Евгений Николаевич (Исследования и разработки R&D CNews):
  1. Необходимо обнародование характеристик системы ГЛОНАСС.
  2. Необходим пересмотр принципов работы с пространственно-временным аспектом данных.
- Максименко Владимир Николаевич (ЗАО «Современные телекоммуникации»):
 

Необходима разработка единого понятийного аппарата (термины, определения) в области навигационных технологий.
- Климов Владимир Николаевич (Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»):
  1. Необходимо создание механизма участия навигационного сообщества, общественных организаций навигационных и смежных направлений в обсуждении разрабатываемых нормативных и правовых документов в области технологий КВНО.
  2. Необходимо расширение перечня документов, которые обозначены в плане-графике разработки нормативных правовых актов федерального, ведомственного и межведомственного уровня на период 2008—2011 гг. в части учета документов междисциплинарного уровня.

В процессе обсуждения большинство участников обозначили отсутствие необходимости создания федерального сетевого оператора, за исключением случая, в котором на оператора возлагаются функции создания и поддержания в актуальном состоянии навигационно-способных баз данных:

  - сбор и обработка геопространственных данных;
  - формирование единого геопространственного фонда коллективного доступа;
  - обеспечение потребителей геопространственной информацией.

## МЕЖОТРАСЛЕВОЙ СЕМИНАР «ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И НАВИГАЦИИ»

WORKSHOP «THEORY AND DEVELOPMENT OF CONTROL/POSITION/NAVIGATION SYSTEMS»

14 мая 2009 г. в зале Ученого совета Московского авиационного института состоялось первое заседание Межотраслевого семинара «Теория и проектирование систем управления, позиционирования и навигации» по проблеме «**Вопросы выбора сигналов и оптимизации их параметров для перспективных ГНСС**»

На заседании были заслушаны:

- доклад А. Д. Охоцимского (A. Simsky) (фирма Septentrio, Бельгия) «Характеристики перспективных дальномерных сигналов ГНСС и их применение в авиации и космонавтике»;
- доклад Вейцеля А. В. «Влияние спутниковых навигационных сигналов на характеристики навигационных приемников» (фирма Topcon).

## XVI САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

25 – 27 МАЯ 2009 г.

16<sup>th</sup> SAINT-PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED  
NAVIGATION SYSTEMS

С 25 по 27 мая Государственным научным центром РФ ЦНИИ «Электроприбор» при поддержке Научного совета РАН по проблемам управления движением и навигации, Российского фонда фундаментальных исследований, Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга, Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением», Американского института аэронавтики и астронавтики, Института инженеров по электротехнике и электронике (США), Ассоциации аэронавтики и аэронавтики Франции, Французского института навигации и Немецкого института навигации проведена очередная XVI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.

В работе конференции участвовали специалисты практически всех ведущих фирм мира, занимающиеся вопросами навигации, управления движением и наведения.

Работу конференции возглавил Программный комитет, в состав которого вошли ведущие специалисты из Германии, Италии, России, США и Франции.

В конференции приняли участие специалисты из 20 государств: Беларуси, Болгарии, Бразилии, Германии, Испании, Китая, Кипра, Молодовы, Нигерии, Польши, Португалии, Республики Корея, России, Сирии, Украины, Финляндии, Франции, Чехии, Швейцарии, Южной Африки.

В конференции участвовало 288 человек. Из них 50 – специалисты 30 зарубежных фирм, 238 человек из 67 организаций России.

12 молодых ученых были делегированы на конференцию Организационным комитетом XI конференции молодых ученых «Навигация и управление движением» без уплаты оргвзноса.

Рабочие языками конференции были *русский и английский*. Обеспечивался синхронный перевод.

Заседания конференции проводились по трем темам:

- «*Инерциальные системы и датчики*»,
- «*Интегрированные системы*»,
- «*Спутниковые системы*».

Всего было заслушано 67 докладов: 30 пленарных и 37 стендовых. По решению Программного комитета доклады, представляющие наибольший научный интерес, будут опубликованы в журнале «Гироскопия и навигация».

Конференция прошла на высоком научном и организационном уровне и получила высокую оценку специалистов. С программой конференции можно ознакомиться на сайте: <http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins09/rufrset.html>.

К началу работы конференции были изданы труды, в которые вошли полные тексты пленарных и стендовых докладов: «16th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 25–27 May 2009, Saint Petersburg, Russia (ISBN 978-5-900780-69-6) – издание на английском языке и «XVI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам, 25–27 мая 2009, Санкт-Петербург, Россия» (ISBN 978-5-900780-71-9) – издание на русском языке (на русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

По вопросам приобретения трудов конференции обращаться в ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»: 197046, С-Петербург, ул. Малая Посадская, 30, ОАО

«Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Начальнику ОНТИ М.В. Гришиной. Тел.: (812) 499-82-93; факс: (812) 232-33-76; e-mail: ICINS@eprib.ru

## XXVII ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ АКАДЕМИИ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ

### 27<sup>th</sup> GENERAL ASSEMBLY OF THE NAVIGATION/MOTION CONTROL ACADEMY

27 мая 2009 г. в ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» состоялось XXVII Общее собрание Академии навигации и управления движением (АНУД).

Собрание открыл Президент Академии академик РАН В.Г. Пешехонов. Он отметил, что одновременно с собранием Академии в Москве проходит Общее собрание РАН, в связи с чем многие члены Академии, являющиеся членами РАН, не могут присутствовать на Общем собрании. В следующем году целесообразно перенести весеннее Общее собрание Академии на первую неделю июня, чтобы избежать подобной ситуации.

Программа научной сессии собрания состояла из четырех докладов.

С первым докладом «Радионавигация — настоящее и будущее» выступил главный специалист ОАО «Российский институт радионавигации и времени» А.В. Балов.

Второй доклад «Управление и наблюдение через каналы связи с ограниченной пропускной способностью» был сделан ведущим научным сотрудником Института проблем машиноведения РАН Б.Р. Андриевским.

Третий доклад «Мультимедийные компьютерные лекции по теоретической механике и по теории гироскопов» был подготовлен представителями Института проблем точной механики и управления РАН В.Э. Джашитовым, В.М. Панкратовым и А.В. Голиковым. С докладом выступил заведующий лабораторией Института проблем точной механики и управления РАН В.Э. Джашитов.

С четвертым докладом «Задачи компенсации помех в аэрогеофизике», подготовленным представителями Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН Е.В. Каршаковым и Б.В. Павловым, выступил ведущий инженер Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН Е.В. Каршаков.

Все доклады вызвали большой интерес, выступавшие ответили на многочисленные вопросы.

По завершении научной сессии с докладом выступил Главный ученый секретарь Академии А.В. Небылов. Он доложил собранию об основных решениях, принятых Президиумом Академии после XXVI Общего собрания, состоявшегося 31 октября 2008 г.

А.В. Небылов отметил, что деятельность Академии активно развивается по всем направлениям, предусмотренным ее уставом.

Президиум принял решение о создании седьмого регионального отделения Академии — Самарского, где на сегодняшний день уже 16 действительных членов. Учредительное собрание Самарского отделения запланировано на 29 июня 2009 г.

А.В. Небылов рассказал о некоторых авторитетных научных мероприятиях, прошедших под эгидой Академии.

31 марта 2009 года в Институте проблем управления РАН им. В.А. Трапезникова состоялся 4-й Общероссийский семинар «Современные методы навигации и управления движением». Семинар этого года был посвящен информационно-управляющим системам автономных движущихся объектов. Было заслушано 9 серьезных докладов. На заседаниях семинара председательствовали академик РАН В.Г. Пешехонов, академик РАН С.Н. Васильев и заместитель генерального директора ФГУП «ЦНИИАГ» Б.Г. Гурский. Конференцзал ИПУ был переполнен, что свидетельствует о значительном интересе к обсуждаемой проблеме. Следующий семинар пройдет в марте 2010 года. Президиум выражает благодарность за отличную организацию семинара директору ИПУ РАН С.Н. Васильеву и сотрудникам ИПУ.

10–12 марта в ЦНИИ «Электроприбор» прошел первый этап очередной XI конференции молодых ученых (КМУ) «Навигация и управление движением». В работе конференции приняли участие 240 человек. Заслушано 99 докладов из 32 организаций и 10 городов. Одна из особенностей этой конференции — отбор номинантов программы «УМНИК», по которой КМУ аккредитуется уже в третий раз. Организационный и программный комитеты этой конференции под председательством О.А. Степанова работают очень активно, конференция с каждым годом повышает свой авторитет.

15–17 апреля в Санкт-Петербурге прошли третьи Всероссийские научные чтения «Научно-технические проблемы промышленности: будущее сильной России — в высоких технологиях», организованные ОАО «НПП «Радар-ММС» при поддержке Академии.

27 мая в «Электроприборе» успешно завершилась XVI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам, в которой традиционно принимают участие многие члены Академии, а сама Академия является одной из поддерживающих организаций.

Кроме названных конференций в Москве и С.-Петербурге в этот ряд можно поставить и многие другие конференции, поддерживаемые Академией. Это и организуемая ИПУ 17–20 июня XXXVI Всероссийская конференция по управлению движением судов и спецаппаратов, и организуемый МАИ 18–25 сентября в Алуште 18-й Международный научно-технический семинар «Современные технологии в задачах управления, автоматике и обработки информации», число участников которого постоянно растет, и Международный семинар ИФАК «Аэрокосмические системы наведения, навигации и управления движением» в Самаре, который пройдет с 30 июня по 2 июля.

В апреле 2009 года в Академии создан новый сайт <http://www.acanud.ru/>. Ранее сайт Академии был од-

ним из разделов сайта ЦНИИ «Электроприбор». Теперь Академия имеет абсолютно независимый сайт, что повышает возможности поиска материалов Академии для любых пользователей Интернета. Президиум просит членов Академии присылать свои пожелания по его совершенствованию. Сайт будет постоянно улучшаться. В ближайшее время будет введен раздел «Новости отделений Академии», и Президиум предлагает отделениям готовить соответствующие материалы.

В настоящее время в Академии 388 членов.

Закрывая Общее собрание, Президент Академии В.Г. Пешехонов пожелал собравшимся успехов в работе и напомнил, что следующее Общее собрание состоится в октябре 2009 г.

## XVII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

### 17<sup>th</sup> SAINT-PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS

31 мая – 02 июня 2010 г. в ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор» состоится XVII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам. Приглашаем принять участие в ее работе.

Эта ежегодная конференция стала традиционным местом обмена идеями ученых инженеров в области навигации, управления движением и наведения. В 2010 г. конференция вновь будет проведена при поддержке Научного совета РАН по проблемам управления движением и навигации; Российского фонда фундаментальных исследований; международной общественной организации «Академия навигации и управления движением» (АНУД); Американского института аэронавтики и астронавтики (AIAA); Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE); Ассоциации аэронавтики и аэронавтики Франции (AAAF); Французского института навигации (IFN) и Немецкого института навигации (DGON).

- Тематика конференции Системы навигации, управления и наведения и их элементы
  - Интегрированные навигационные системы для морских, наземных и аэрокосмических объектов
  - Инерциальные системы и датчики
  - Спутниковые системы GLONASS, GPS, Galileo и их дополнения
  - Микромеханические системы
  - Алгоритмы и программное обеспечение
  - Испытания и метрология
- Рабочие языки конференции – русский и английский. Предусмотрен синхронный перевод.

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](mailto:ICINS@eprib.ru) Вся информация по подготовке и проведению конференции для участников размещается на сайте конференции: <http://www.elektroprigor.spb.ru/cnf/icins2010/rufrset.html>.



## ПЕРВЫЕ ВЕХИ ПОЛУВЕКОВОГО ПУТИ

*П. Левушкин*

*К пятидесятилетию создания 15 отдела — отдела пилотажно-навигационного оборудования и автопилотов Государственного научно-исследовательского института Гражданского воздушного флота (ГОСНИИ ГВФ)*

## FIRST MILESTONES OF THE HALF-CENTURY HISTORY

*P. Levushkin*

*The paper is devoted to the 50th anniversary of the flight/navigation & autopilot equipment department of the State Civil Aircraft Research Institute (GOSNII GVF)*

В мае 1959 г. из отдела электро- и светотехнического оборудования ГОСНИИ ГВФ (ГОСНИИ ГА) было выделено отделение приборного оборудования, на базе которого был создан отдел пилотажно-навигационного оборудования и автопилотов (15 отдел ГОСНИИ ГВФ).

Его начальником был назначен Кузнецов М. И., впоследствии первый начальник Научно-экспериментального центра автоматизированного управления воздушным движением — НЭЦ АУВД (сейчас ГОСНИИ



«Аэронавигация»). Создание нового отдела было вызвано значительным расширением объема научных исследований и испытаний в области пилотажно-навигационного оборудования и систем автоматического управления полетом самолетов.

Так в 1957 году по инициативе Украинского Управления Аэрофлота были проведены летные испытания автопилотов АП-45, установленных на самолетах Ли-2, Ил-12 и Ил-14, с целью определения возможности их использования для автоматизации захода на посадку самолета в его боковом движении. Испытания принципиально подтвердили такую возможность. Однако по соображениям обеспечения безопасности полета от внедрения этого режима полета на самолетах с пневмогидравлическими автопилотами было решено отказаться.

Однако с той поры требование к автоматизации управления заходом на посадку вновь разрабатываемых и выпускаемых самолетов стало обязательным.

В 1958 году, в начале эксплуатации первого пассажирского реактивного самолета Ту-104, имели

место две катастрофы, связанные с выходом самолета на большие углы крена и тангажа, при которых происходило «выбивание» гироскопов авиагоризонтов АГБ-2, установленных на этих самолетах, и экипаж лишался возможности определять свое положение в пространстве.

В связи с отсутствием в промышленном производстве «невыбивающихся» авиагоризонтов встал вопрос о прекращении полетов самолетов Ту-104. Сотрудниками Гос НИИ ГВФ Бело-

городским С. Л. и Кузнецовым М. И. было предложено осуществить модернизацию «невыбивающегося» авиагоризонта АГИ-1, устанавливавшегося на истребители. Это предложение было поддержано начальником летно-испытательного комплекса ГОСНИИ ГВФ Главным маршалом авиации Головановым А. Е.

После летных испытаний модернизированного авиагоризонта АГИ-1с, подтвердивших возможность эксплуатации его на Ту-104, он начал серийно выпускаться и устанавливаться в качестве резервного авиагоризонта на все гражданские реактивные самолеты (Ту-104, Ил-18, Ан-10, Ту-124, Ту-114 и др.). На этих самолетах он эксплуатировался более 15 лет.

В 1958 г. были начаты исследования полуавтоматических заходов на посадку с использованием командно-пилотажной (директорной) системы «ПУТЬ-1», разработанной с участием адъюнкта Военно-воздушной инженерной академии им. проф. Н. Е. Жуковского Тарасовым В. Г. После широких теоретических, лабораторных и летных исследований в ГОСНИИ ГВФ на самолетах Ил-14 и Ил-18, эта

система была рекомендована в 1960 г. для внедрения в эксплуатацию.

Система была доведена в Раменском приборостроительном конструкторском бюро (РПКБ) до серийного выпуска. Более 30 лет она серийно выпускалась на Раменском приборостроительном заводе и устанавливалась на самолеты «Ил» и «Ту».

В начале 90-х годов в ГОСНИИ ГВФ были проведены испытания директорной системы «Привод», разработанной на 3-м МПЗ. Она получила путевку в жизнь на самолетах «АН».

Важнейшую роль в проведении работ по автоматизации захода на посадку гражданских самолетов сыграло предложение 15 отдела ГОСНИИ ГВФ о создании бортовой системы управления заходом на посадку на базе стыковки директорной системы «ПУТЬ» с автопилотом АП-6Е, установленным на самолетах Ил-18 и Ту-134, обеспечивающих основные пассажирские перевозки в стране.

Значимость этого предложения определялась тем, что промышленные предприятия ориентировались на создание такой автоматизированной системы в рамках программы «Полет-1», находившейся на стадии первоначальной разработки. Внедрение такой системы могло состояться значительно позднее (на 2–3 года), чем вышеуказанной системы, основанной на серийно выпускавшихся директорной системе и автопилоте.

Летные исследования, к проведению которых в ГОСНИИ ГВФ подключились специалисты Московского института электромеханики и автоматики и Летно-исследовательского института показали возможность и целесообразность реализации предложения ГОСНИИ ГВФ.

Летные исследования самолета Ил-18 с макетным образцом аппаратуры автоматического захода на посадку были завершены в мае 1963 г.

На основе их результатов была создана бортовая система управления заходом на посадку (БСУ-ЗП), которая пошла в серию и поныне эксплуатируется на самолетах Ил-18 и Ту-134.

Внедрение в эксплуатацию директорных систем «Путь» и «Привод», автоматической системы БСУ-ЗП позволило снизить эксплуатационные минимумы захода на посадку. Однако для обоснования значений этих минимумов оказалось необходимым переработать действующую методику определения минимумов.

Новый подход к обоснованию минимумов для посадки, предложенный сотрудниками отдела, базировался на сопоставлении точностных характеристик директорных и автоматических заходов на посадку и маневренных характеристиках самолета на предпосадочных режимах.

Сотрудниками отдела в 1963 г. впервые в нашей стране были проведены летные исследования маневренности самолета Ил-18 на предпосадочных режимах. По их результатам были определены обла-

сти допустимых отклонений самолета в зависимости от дальности от порога ВПП.

Статистическая обработка возможных (для заданной вероятности) отклонений самолетов от заданной посадочной прямой, определяемая по результатам нескольких сот заходов, позволила получить области возможных отклонений самолета в функции от дальности до порога.

Пересечение границ областей допустимых и возможных боковых отклонений самолета от посадочной прямой (продолжения оси ВПП), указывало минимальное расстояние от порога ВПП, на котором экипаж самолета должен был начать посадочный маневр, если к этому моменту принято решение о посадке самолета.

Если такое решение не принято, то должен быть начат маневр ухода на второй круг. Высота, на которой должен быть начат один из этих маневров, называемая высотой принятия решения, в соответствии с новой методикой определения минимумов является одним из параметров эксплуатационного минимума захода на посадку.

Принятие решения о посадке при заходе на посадку в сложных метеоусловиях является для летчика сложной задачей. Для получения допуска к посадке самолета с пассажирами в таких условиях пилотами должен быть накоплен опыт заходов в реальных метеоусловиях в полете или при тренировке на тренажере.

Следует отметить, что программа и методика этих исследований послужила основой для сертификационных испытаний маневренности самолетов, проводимых Государственным авиационным регистром.

Ввиду отсутствия тренажеров подготовка экипажей проводилась в тренировочных полетах на самолетах, оборудованных системой имитации видимости (СИВ), которая была разработана специалистами 15 отдела в соавторстве со специалистами РПКБ.

В 1964 г. начались летные исследования и испытания самолета Ил-18, оборудованного системой автоматического управления САУ-1Т, предназначенной для установки на самолеты Ил-62 в составе пилотажно-навигационного комплекса «Полет-1». Эти испытания продолжились более двух лет. В 1968 г. испытания системы «Полет-1» были продолжены на самолете Ил-62. В 1969 г. они были завершены полетами по зарубежным трассам и заходами при минимуме 80–1000 м.

В 1968 году начались работы по внедрению посадочного минимума II категории ИКАО на самолетах Ил-18, а затем на Ту-134.

Начиная с момента организации, 15 отдел активно расширялся за счет выпускников Московского авиационного технологического института (МАТИ) и Московского авиационного института (МАИ). За первые годы в отдел пришло более 15 молодых специалистов и в 1966 г. на базе 15 отдела были созданы: 51 отдел – отдел автоматизации управления

полетом самолета и 52 отдел – отдел навигационного оборудования. В этих отделах произошло становление коллективов специалистов, которые в эти и будущие годы осуществляли плодотворную научно-исследовательскую деятельность в области пилотажно-навигационного оборудования и автоматических систем управления гражданских воздушных судов (ВС).

В 70–90 годах прошлого века объем выполняемых этими отделами работ существенно увеличился, что способствовало росту числа их сотрудников. В дальнейшем эти отделы были преобразованы в НИО–31 – отделение исследований и испытаний пилотажного оборудования и автоматических систем летательных аппаратов и НИО–32, в состав которого также вошли отделы, занимающиеся вопросами исследований и испытаний навигационного оборудования и радиотехнических систем.

В 1982 году отделения были переведены в НЭЦ АУВД, где после ряда структурных изменений составили одно из ведущих направлений института – исследований и сертификации бортового оборудования.

В настоящее время сотрудники бывшего 15 отдела работают в 50, 54 и 56 отделах, образованных в 1990 г.,

и в новом 15 отделе, созданном в 2000 г. Некоторые из них, начав работу в 15 отделе, в 1960–61 гг. (Зюзин А. П., Федоров Ю. М., Кушельман В. Я.) проработали в ГОСНИИ ГА и ГОСНИИ «Аэронавигация» около полувека.

Послучаюполувековогоюбилеясоздания15отдела родоначальника научно-исследовательских подразделений ГОСНИИ ГА и ГОСНИИ «Аэронавигация» в области пилотажно-навигационного оборудования и автоматических систем управления ВС инициативная группа ветеранов предложила провести специальное заседание научно-практического семинара «Летная эксплуатация воздушных судов», посвященное этому событию.

Это заседание состоялось 26 мая с.г. В нем приняли участие более ста человек, ветеранов и сотрудников подразделений ГОСНИИ ГА и ГОСНИИ «Аэронавигация» – преемников 15 отдела. Помимо основного докладчика выступили участники семинара: д. т. н. Федоров Ю. М., д. т. н. Куранов В. П., Макаров В. А., бывший главный штурман ГА Гриневич А. С. и др. Были заслушаны также приветствия от ряда организаций.



## К 75-ЛЕТИЮ ВЛАДИМИРА ГРИГОРЬЕВИЧА ПЕШЕХОНОВА

75<sup>th</sup> ANNIVERSARY OF VLADIMIR PESHEKHONOV

*14 июня 2009 года исполнилось 75 лет выдающемуся ученому в области систем навигации и управления движением, крупному организатору науки, генеральному директору ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», государственного научного центра РФ, доктору технических наук, профессору, академику РАН, лауреату Ленинской премии, лауреату Государственной премии РФ в области науки и техники, лауреату Премии Правительства РФ в области науки и техники Владимиру Григорьевичу Пешехонову*



Владимир Григорьевич Пешехонов родился 14 июня 1934 г. в Ленинграде.

В 1958 г. с отличием окончил радиофизический факультет Ленинградского политехнического института. С 1958 г. работает в ЦНИИ «Электроприбор» и прошел путь от инженера до генерального директора ОАО «Концерн «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор».

Среди первых крупных научных достижений В.Г. Пешехонова — решение проблемы пространственной фильтрации сигналов естественных космических источников радиоизлучения, позволившей создать новое средство астронавигации, и разработка первых стабилизированных корабельных антенн космической навигации и связи. Внес личный вклад в решение проблем создания лазерных гироскопов и прецизионных гироскопов с неконтактным подвесом сферического ротора, использования геофизических полей для морской навигации. В ходе этих работ сложился творческий стиль В.Г. Пешехонова, основывающийся на умении решать принципиально

новые задачи и доводить работу до создания образцов новой техники.

В 1973 г. В.Г. Пешехонов был назначен главным конструктором навигационных комплексов, разрабатываемых ЦНИИ «Электроприбор». Им сформулированы принципы построения, и под его руководством разработаны комплексы трех поколений, открывшие новые возможности автономной навигации и использования оружия на всех акваториях Мирового океана. В составе этих комплексов были созданы уникальный прецизионный гироскоп с электростатическим подвесом ротора, прецизионные инерциальные навигационные системы, высокостабильные морские гравиметры, высокоточные средства коррекции, сложные вычислительные системы. В короткие сроки было освоено их производство, и с 1977 г. Военно-Морскому Флоту

поставлено более 50 комплексов. В.Г. Пешехонов активно участвовал в отработке и испытаниях навигационных комплексов на атомных подводных лодках четырех проектов и атомном крейсере, в том числе был техническим руководителем испытаний комплекса в ходе первого зимнего похода советской атомной подводной лодки к Северному географическому полюсу в марте 1980 г.

В трудные для оборонной промышленности годы реформ В.Г. Пешехонов стал директором ЦНИИ «Электроприбор». Ему удалось сохранить основной творческий состав института, диверсифицировать тематику, модернизировать основные разработки в соответствии с требованиями мирового рынка и наладить экспорт продукции.

В ходе этих работ реализована идея В.Г. Пешехонова создания полного ряда морских инерциальных систем и навигационных комплексов для надводных и подводных кораблей всех классов, обеспечившего потребности Военно-Морского Флота России и поставки на значительное число экспорт-

ных и строящихся за рубежом кораблей. Расширяя морскую тематику, ЦНИИ «Электроприбор» разработал и поставляет конкурентоспособный на мировом рынке перископный комплекс подводных лодок, автоматизированный корабельный комплекс радиосвязи и полный ряд корабельных антенно-фидерных устройств связи, ведет отработку гидроакустического комплекса нового поколения.

Последовательно развивая линию на построение на базе института горизонтально интегрированной межотраслевой структуры, В.Г. Пешехонов инициирует разработки, выходящие за пределы морской техники. К настоящему времени созданы системы ориентации и измерения микроускорений космических аппаратов, авиационный гравиметр, системы курсоуказания наземных транспортных средств, система навигации для наклонного бурения.

Под руководством В.Г. Пешехонова институт динамично развивается, действует эффективная система подготовки и ротации специалистов, сформировано мощное современное производство, постоянно проводятся техническое перевооружение и реконструкция.

В.Г. Пешехонов ведет большую научно-организационную и педагогическую работу. Он член бюро Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, член бюро Научного совета РАН по проблеме «Координатно-временное и навигационное обеспечение», член бюро и председатель секции Научного совета РАН по управлению движением и навигации, член бюро и руководитель Санкт-Петербургской территориальной группы Российского национального комитета по автоматическому управлению, член президиума и председатель секции Межведомственного совета по премиям Правительства РФ в области науки и техники, председатель секции научно-технического совета Военно-промышленной ко-

миссии при Правительстве РФ, член президиума и председатель секции научно-технического совета при Правительстве Санкт-Петербурга, председатель научно-координационного экспертного совета по Федеральной целевой программе «Развитие гражданской морской техники».

Заведующий базовой кафедрой «Информационно-навигационные системы» Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, главный редактор журнала «Гироскопия и навигация», член редколлегии журналов «Известия РАН. Теория и системы управления», «Автоматика и телемеханика», «Морская радиоэлектроника», «Судостроение», председатель Программных комитетов Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам и конференции памяти выдающегося конструктора гироскопических приборов Н.Н. Острякова, сопредседатель Российской мультikonференции по проблемам управления. Президент международной общественной организации «Академия навигации и управления движением», объединяющей около 400 известных ученых из России, Украины, США, Канады, Германии, Франции и ряда других стран.

У академика В.Г. Пешехонова сложились надежные научные и творческие контакты с ведущими отечественными и зарубежными учеными и специалистами. Сегодня он признанный лидер в области прецизионной навигации. Владимир Григорьевич — автор более 240 научных публикаций. Награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени. Почетный судостроитель, Лауреат «Золотой Книги Санкт-Петербурга». Почетный доктор Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ».

*Руководство и сотрудники ФГУП «НТИЦ «Интернавигация», Исполнительный комитет Российского общественного института навигации, редколлегия журнала «Новости навигации» поздравляют Владимира Григорьевича Пешехонова со знаменательным юбилеем и желают ему доброго здоровья, душевных и физических сил, счастья и успехов в труде на общее благо.*



## НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ

### ОТЧЕТ «СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ВЫСОКОТОЧНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПО ДАННЫМ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВНУТРЕННЕГО ПРОИЗВОДСТВА В 2004 – 2007 г.»

*Подготовлен новый отчет «Состояние российского рынка радионавигационной аппаратуры высокоточного позиционирования по данным внешнеэкономической деятельности и внутреннего производства в 2004 – 2007 г.».*

Предлагаемый отчет содержит результаты ежегодно проводимого ФГУП НТЦ «Интернавигация» и ООО «Центр консалтинговых услуг «ИНТЕРКОН» масштабного исследования состояния, тенденций и перспектив развития российского рынка радионавигационной аппаратуры высокоточного позиционирования.

Задачи высокоточного определения координат и времени, синхронизации удаленных потребителей все больше становятся неотъемлемой частью социально-экономической деятельности, все шире применяются в повседневной жизни. Этот процесс ускоряется, и это ускорение можно сравнить разве что с развитием мобильной телефонии. В комбинации с геоинформационными системами и средствами связи решение задач координатно-временного и навигационного обеспечения дает новое качество в развитии практически всех ведущих отраслей мировой экономики.

На сегодня значительная часть транспорта, энергетики, связи и других отраслей экономики вплоть до сельского хозяйства используют радионавигационные и, в первую очередь, спутниковые навигационные системы для определения координат, синхронизации часов, организации контроля и управления, в коммерческих и научных целях. В геометрической прогрессии растет количество персональных пользователей ГНСС.

Важнейшей составной частью координатно-временного и навигационного обеспечения для всех пользователей является навигационная аппаратура потребителей (НАП) радионавигационных систем.

Современное состояние отечественного рынка НАП ГНСС в целом определяется следующими основными факторами:

- существующий спрос со стороны различных групп потребителей на продукты и услуги глобального позиционирования;
- состояние ГНСС «ГЛОНАСС», включая орбитальный и наземный сегменты;
- состояние конкурирующих ГНСС (в первую очередь, GPS) и международная политика Российской Федерации в области спутниковой навигации;

- государственная политика и состояние законодательной базы РФ, регулирующей развитие российского рынка навигационной аппаратуры ГНСС и создаваемых на ее основе систем и комплексов РНС;
- состояние производственной базы и возможности отечественных производителей по созданию конкурентоспособной продукции для различных сегментов потребителей НАП ГНСС;
- состояние отечественной картографической базы и ее доступность для потребителей;
- состояние внешнеторговой деятельности, номенклатура, ценовые и технические характеристики НАП зарубежных производителей, поставляемой на российский рынок;
- состояние и актуальные тенденции мирового рынка НАП ГНСС.

Основными задачами выполненного исследования являлись оценка современного состояния и тенденций развития мирового и российского рынков радионавигационной аппаратуры и услуг глобального позиционирования, а также выявление и оценка наиболее перспективных сегментов аппаратуры глобального позиционирования с точки зрения возможностей дальнейшего развития отечественного рынка глобальной навигации.

Основные разделы подготовленного отчета кратко перечислены ниже. Полностью структура отчета опубликована на сайте ФГУП НТЦ «Интернавигация» [www.internavigation.ru](http://www.internavigation.ru)

#### Содержание отчета:

1. Введение. Методика проведения работ.  
Радионавигационные системы глобального позиционирования и дальней радионавигации.
- 2.1. Основные типы современных радионавигационных систем
3. Аппаратура потребителей радионавигационных систем
- 3.1. Краткие сведения об аппаратуре потребителей радионавигационных систем
- 3.2. Актуальные области применения оборудования высокоточного позиционирования
- 3.3. Классификация радионавигационной аппаратуры глобального позиционирования и дальней радионавигации
- 3.4. Основные характеристики НАП ГНСС
- 3.5. Требования, предъявляемые потребителями к аппаратуре ГНСС, и перспективы ее применения в различных областях
4. Обзор состояния и тенденций развития мирового рынка НАП ГНСС

- 4.1. Современное состояние мирового рынка НАП ГНСС
- 4.2. Отраслевая структура рынка и его динамика в основных сегментах
- 4.3. Ведущие зарубежные производители НАП ГНСС
- 4.4. Текущие ценовые тенденции мирового рынка НАП ГНСС и лидеры продаж 2007 г.
- 4.5. Основные направления и перспективы развития мирового рынка аппаратуры и услуг глобального позиционирования
5. Российский рынок НАП ГНСС
- 5.1. Общая характеристика и современное состояние российского рынка НАП ГНСС
- 5.2. Нормативная база документов, регулирующих развитие российского рынка навигационной аппаратуры ГНСС и создаваемых на ее основе систем и комплексов РНС
- 5.3. Импорт радионавигационного оборудования глобального позиционирования и дальней радионавигации на российский рынок в 2004–2007 гг.
- 5.4. Экспорт российского оборудования глобального позиционирования и дальней радионавигации на зарубежные рынки в 2004–2007 гг.
- 5.5. Отечественное производство радионавигационной аппаратуры глобального позиционирования
- 5.6. Ценовые тенденции российского рынка НАП ГНСС
- 5.7. Основные направления и перспективы развития российского рынка НАП ГНСС
6. Выводы и рекомендации.

Общий объем отчета – 260 стр. Объем приложений – 414 стр. Количество диаграмм – 112, количество таблиц – 29.

Полученные в ходе исследований данные могут представлять интерес для широкой группы потенциальных потребителей и российских производителей радионавигационной аппаратуры и услуг, поскольку для принятия решения об увеличении сбыта продукции необходимо проведение большого объема маркетинговых мероприятий, направленных, в том числе, на поиск наиболее перспективных направлений производства и сбыта НАП ГНСС.

*Полная версия отчета распространяется ФГУП НТЦ «Интернавигация» Контактный тел. (495) 62625 01. Генеральный директор – Царев Виктор Михайлович.*

\*\*\*

*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 на-

вигационных 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 «Картгеоцентр», 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 управления и навигационной аппаратуры потребителей, а также дифференциальных дополнений СРНС. Рассмотрены направления совершенствования технологий спутниковой навигации, включая перспективы совершенствования космического и наземного сегментов, контроля целостности, использования высокоточных фазовых измерений, интегрирования с инерциальными системами навигации и использования пространственной обработки сигналов. Для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой, производством и эксплуатацией аппаратуры потребителей СРНС ГЛОНАСС, а также для студентов, аспирантов и преподавателей высших учебных заведений при изучении дисциплин радиотехнического профиля

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. «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. Канащенко 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., Тювин 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 разработанные алгоритмического обеспечения КОН ряда подвижных объектов, включая алгоритмы на основе нейронных сетевых технологий. Рассмотрены структурные алгоритмы систем обеспечения безопасности полета как элементов КОН авиационного примене-

ния. 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., Сытало 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.: ГИЦ 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 траекторного 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».

\*\*\*

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

\*\*\*

**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.**

\*\*\*

**«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).

**«15th St Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 26–28 May, 2008, 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 2009 – 2011 гг.

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

**JULY 18 – 19 2009**

**Royal Int Air Tattoo**  
Fairford, UK.  
[www.rin.org.uk](http://www.rin.org.uk)

**SEPTEMBER 2 – 5 2009**

**GNSS Vulnerability and Solutions 2009 Conference**  
Baska, Krk Island, Croatia,  
[www.rin.org.uk](http://www.rin.org.uk)

**СЕНТЯБРЬ 04 2009**

**Black Sea Forum**

Международная конференция «Новые технологии в гидротехническом строительстве, причальное оборудование, системы связи и навигации».

Санкт-Петербург, гостиница «Новотель Санкт-Петербург Центр». Тел. +7 (8617) 64-16-50, 64-17-80, тел./факс +7 (8617) 64-13-80,  
[evmenenko@bsforum.ru](mailto:evmenenko@bsforum.ru) [www.bsforum.ru](http://www.bsforum.ru)

**SEPTEMBER 9 – 11 2009**

**IRS 2009**

**International Radar Symposium 2009**  
Germany, Hamburg,  
[www.dgon.de](http://www.dgon.de)

**SEPTEMBER 22 – 23 2009**

**DGON/ITE 2009**

**Symposium on Gyro Technology 2009**  
Germany, Karlsruhe,  
[www.dgon.de](http://www.dgon.de)

**SEPTEMBER 23 – 25 2009**

**ION GNSS 2009**

Savannah International Convention Center, Savannah, Georgia, USA.  
[www.ion.org](http://www.ion.org)

**OCTOBER 2009**

**2009 ILA – 38**

Portland, Maine, USA.  
[www.loran.org](http://www.loran.org)

**OCTOBER 27 – 28 2009**

**POSNAV 2009**

**Symposium on Positioning and Navigation 2009**  
Germany, Dresden,  
[www.dgon.de](http://www.dgon.de)

**OCTOBER 27 – 30 2009**

**13th IAIN World Congress**

Stockholm, Sweden. Contact: Congrex Sweden AB  
Attn: IAIN2009. Tel. +46 8 459 66 00, fax: +46 8 661 91 25,  
e-mail [iain2009@congrex.se](mailto:iain2009@congrex.se), [www.congrex.com/nmf/iain2009](http://www.congrex.com/nmf/iain2009)

**NOVEMBER 2009**

**NAV09 Conference & Exhibition**

London, UK.

Впервые конференция и выставка будут проводиться в течение всего месяца разное время и в разных местах по направлениям: морская/, воздушная, сухопутная навигация и пр.

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

**JANUARY 25 – 27 2010**

**ION ITM 2010**

**ION International Technical Meeting**

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California, USA.  
[www.ion.org](http://www.ion.org)

**MARCH 09 – 11 2010**

**MCG 2010**

**2nd International Conference on Machine Control & Guidance**

University of Bonn, Germany.

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

**MARCH 21 – 27 2010**

**17th Conference of the International ASSOCIATION OF Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA-AISM)**

South Africa, Cape Town, Cape Town Conference Hall,  
[www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org)

**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@ergrib.ru](mailto:ICINS@ergrib.ru) Вся информация по подготовке и проведению конференции для участников размещается на сайте конференции.  
<http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins2010/rufrset.html>

**SEPTEMBER 21 – 24 2010**

**ION GNSS 2010**

Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.

*www.ion.org*

**JANUARY 24 – 26 2011**

**ION ITM 2011**

**ION International Technical Meeting**

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California, USA.

*www.ion.org*

**SEPTEMBER 20 – 23 2011**

**ION GNSS 2011**

Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.

*www.ion.org*



**УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!**

**Продолжается подписка на журнал «Новости навигации».**

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

В стоимость подписки входит оплата 4-х номеров журнала. Стоимость подписки на 2009 год с учетом почтовых расходов и НДС (10 %) – 1800 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 ФГУП «НТЦ современных навигационных технологий «Интернавигация» в Межгосударственном банке г. Москвы, ИНН 7736022670, КПП 770901001 р/с № 40502810000000000001, БИК 044525362, к/с 30101810800000000362.

Платежное поручение № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_\_ г.  
 (Следует приложить к заказу копию платежного поручения).

Заказ направить по адресу:

индекс п/о \_\_\_\_\_, область (край, респ.) \_\_\_\_\_

город, улица, дом \_\_\_\_\_

Кому \_\_\_\_\_

(полное название организации или ФИО заказчика)

## Требования к оформлению рукописей для публикации в журнале «Новости навигации»

---

---

1. Представляемый материал (статьи, монографии, рецензии, лекции) должен являться оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.
2. Рукопись должна содержать:
  - название на русском и английском языках;
  - инициалы и фамилии авторов на русском и английском языках;
  - аннотацию на русском и английском языках;
  - текст статьи;
  - список литературы в соответствии с ГОСТ 7.1-2003.

Страницы рукописи не нумеруются. Отдельно представляются сведения об авторах: ФИО, год рождения, место работы, должность, ученые степени, звания, адрес работы и электронной почты, рабочие телефоны и факсы.

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 «Equation Editor», 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.