

**НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ**
№ 4, 2011 г.

**Научно-технический
журнал
по проблемам навигации**
УДК 621.78:525.35
ISSN 2223-0475

Редакционная коллегия:

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

Члены редакционной коллегии:

Баринев 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 ОАО «НТЦ
современных навигационных
технологий «Интернавигация»
при участии Российского
общественного института навигации.
Тел.: (495) 626-25-01,
Факс: (495) 626-28-83
109028, Россия, г. Москва,
Б. Трехсвятительский пер., дом 2
E-mail: internavigation@rgcc.ru
http://www.internavigation.ru
http://internavigation.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ОТ 3 ИЮНЯ 2011 г. № 107-ФЗ «ОБ ИСЧИСЛЕНИИ ВРЕМЕНИ» 3
ЗАЯВЛЕНИЕ ГЛАВ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СОДРУЖЕСТВА
НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ В СВЯЗИ С 20-ЛЕТИЕМ ОБРАЗОВАНИЯ СНГ 5

В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ СОВЕТЕ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»
И В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТЕНДЕНЦИИ И ГАРМОНИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ
РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ» 7
37-е ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА
«РАДИОНАВИГАЦИЯ» 10
СОВМЕСТНОЕ ЗАСЕДАНИЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА
«ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»
И СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОИН 12

В ТЕХНИЧЕСКОМ КОМИТЕТЕ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
«РАДИОНАВИГАЦИЯ» (ТК 363) 13

МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

20-я СЕССИЯ СОВЕТА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ
РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ (ФЕРНС) 15

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ БПЛА 22
К. К. Веремеенко, Д. А. Антонов, М. В. Жарков,
Р. Ю. Зимин, И. М. Кузнецов, А. Н. Пронькин
АЛГОРИТМ ВЫСОКОТОЧНОГО СЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ
В ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ ПОСАДКИ 29
С. В. Михальченко, С. Н. Фесенко, В. В. Косьянчук

ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ПОПРАВОК
В БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ АСТРОИНЕРЦИАЛЬНОЙ
НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ 33
Ю. Н. Герасимчук, С. Г. Брайткрайц, С. А. Болотнов,
М. Б. Людомирский, И. С. Каютин, Н. Е. Ямщиков, Р. В. Бессонов

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПЕНСАЦИИ
ПОМЕХ В КАНАЛАХ ПРИЕМНИКОВ СРНС ПРИ ВЗАИМНОМ
ВЛИЯНИИ ЭЛЕМЕНТОВ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ 40
Ю. П. Мельников, С. В. Попов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕКУЩИХ КООРДИНАТ
ОБЪЕКТА, ДВИЖУЩЕГОСЯ С ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ, ПО ДАННЫМ
ПЕЛЕНГОВАНИЯ ЕГО АКУСТИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
ИЗЛУЧЕНИЙ НЕПОДВИЖНЫМ НАБЛЮДАТЕЛЕМ 44
С. Г. Быстраков

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 46

КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ

IV ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ
И ПРИКЛАДНОЕ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННОЕ И НАВИГАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ» (КВНО-2011) 62

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

ЗАМЕТКИ О ПЕРВЫХ ЭТАПАХ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
В ОБЛАСТИ ДАЛЬНЕЙ РАДИОНАВИГАЦИИ 66
А. В. Балов

НАШИ СОБОЛЕЗНОВАНИЯ

ПАМЯТИ БОРИСА ЕВСЕЕВИЧА ЧЕРТОКА 75

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ 77

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ 81

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

Дизайн и компьютерная верстка: **Г. Б. Маравин**
Типография ООО «АвтоПринт» 109052 г. Москва, ул. Смирновская, 25 корп. 7

Contents

OFFICIAL DOCUMENTS

FEDERAL LAW OF THE RUSSIAN FEDERATION «ON TIME CALCULATION» 3

DECLARATION OF THE HEADS OF THE COMMONWEALTH STATES
ON THE 20th ANNIVERSARY OF THE CIS 5

IN THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL AND IN THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION

SCIENTIFIC CONFERENCE «TRENDS AND HARMONISATION
OF RADIONAVIGATION DEVELOPMENT» 7

37th SESSION OF THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL 10

SESSION OF THE WORKSHOP «AIRCRAFT OPERATION»
AND RPIN AIR TRANSPORT SECTION 12

IN THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE ON STANDARDISATION

SESSION OF THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE
ON STANDARDISATION 13

INTERNATIONAL ACTIVITIES

20th SESSION OF THE FAR EAST RADIONAVIGATION SERVICE (FERNS) 15

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

INTEGRATED NAVIGATION AND ATTITUDE DETERMINATION SYSTEM 22
K. K. Veremeenko, D. A. Antonov, M. V. Zharkov,
R. Yu. Zimin, I. M. Kuznetsov, A. N. Pronkin

HIGH-PRECISION POSITION CALCULATION ALGORITHM
FOR INERTSIAL-SATELLITE LANDING SYSTEMS 29
S. V. Mikhhalchenko, S. N. Fesenko, V. V. Kosianchuk

THE BASICS OF THE STRAPDOWN ASTRO-INERTIAL NAVIGATION SYSTEM
CORRECTION DETERMINATION 33
Yu. N. Gerasimchuk, S. G. Braitkraits, S. A. Bolotnov,
M. B. Lyudomirsky, I. S. Kayutin, N. E. Yamshchikov, R. V. Bessonov

JAMMER SUPPRESSION EFFICIENCY IN THE GNSS RECEIVERS
CHANNELS IN THE PRESENCE OF INFLUENCE OF ANTENNA
ARRAY MUTUAL COUPLING 40
S. G. Bystrakov

DETERMINATION AND PREDICTION OF THE CURRENT POSITION
OF AN OBJECT MOVING WITH A CONSTANT VELOCITY
FROM DIRECTION FINDING OF THE ACOUSTIC AND ELECTROMAGNETIC
EMISSIONS BY A STATIONARY OBSERVER 44
Yu. P. Melnikov, S. V. Popov

OPERATING INFORMATION 46

CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS

IV ALL-RUSSIA CONFERENCE «FUNDAMENTAL
AND APPLIED PNT» (PNT 2011) 62

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

NOUTES ON THE FIRST STAGES OF INTERNATIONAL COOPERATION
IN THE FIELD OF LONG RANGE RADIONAVIGATION 66
A. V. Balov

OBITUARY 75

NEW BOOKS AND MAGAZINES 77

PLANS AND CALENDARS 81

Опубликовано в «РГ» — Федеральный выпуск № 5496
от 6 июня 2011 г

Вступает в силу: 7 августа 2011 г.

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОТ 3 ИЮНЯ 2011 г. № 107-ФЗ «ОБ ИСЧИСЛЕНИИ ВРЕМЕНИ»

Принят Государственной Думой
20 мая 2011 года

Одобен Советом Федерации
25 мая 2011 года

FEDERAL LAW OF THE RUSSIAN FEDERATION «ON TIME CALCULATION»

Статья 1. Предмет регулирования и цели настоящего Федерального закона

1. Настоящий Федеральный закон определяет правовые основы исчисления времени, установления часовых зон, а также регулирует отношения, возникающие при распространении информации о точном значении времени и календарной дате.
2. Целями настоящего Федерального закона являются:
 - 1) определение правовых основ исчисления времени;
 - 2) обеспечение потребностей граждан, общества и государства в достоверной информации о времени и календарной дате.

Статья 2. Основные понятия, используемые в настоящем Федеральном законе

В настоящем Федеральном законе используются следующие основные понятия:

- 1) государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени — государственный первичный эталон, обеспечивающий воспроизведение, хранение и передачу единиц времени и частоты с наивысшей в Российской Федерации точностью, утверждаемый в соответствии с законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений и применяемый в качестве исходного на территории Российской Федерации;
- 2) григорианский календарь — система исчисления времени, которая основана на циклическом обращении Земли вокруг Солнца, в которой продолжительность одного цикла обращения Земли вокруг Солнца принята равной 365,2425 суток и которая содержит девяносто семь високосных лет на четырехста лет;
- 3) календарная дата — порядковый номер календарного дня, порядковый номер или наименование календарного месяца и порядковый номер календарного года;
- 4) календарная неделя — период времени с понедельника по воскресенье продолжительностью семь календарных дней;
- 5) календарный год — период времени с 1 января по 31 декабря продолжительностью триста шестьдесят пять либо триста шестьдесят шесть (високосный год)

- календарных дней. Календарный год имеет порядковый номер в соответствии с григорианским календарем;
- 6) календарный месяц — период времени продолжительностью от двадцати восьми до тридцати одного календарного дня. Календарный месяц имеет наименование и порядковый номер в календарном году;
- 7) календарный день — период времени продолжительностью двадцать четыре часа. Календарный день имеет порядковый номер в календарном месяце;
- 8) местное время — время часовой зоны, в которой расположена соответствующая территория;
- 9) московское время — время часовой зоны, в которой расположена столица Российской Федерации — город Москва;
- 10) национальная шкала времени Российской Федерации — упорядоченная числовая последовательность размеров единиц времени, воспроизводимая и хранящаяся Государственной службой времени, частоты и определения параметров вращения Земли на основе государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени;
- 11) часовая зона — часть территории Российской Федерации, на которой действует единое время, установленное Правительством Российской Федерации.

Статья 3. Правовые основы исчисления времени

1. Правовые основы исчисления времени составляют Конституция Российской Федерации, настоящий Федеральный закон, другие федеральные законы, регулирующие отношения, возникающие при исчислении времени, и принимаемые в соответствии с ними иные нормативные правовые акты Российской Федерации.
2. Положения федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, касающиеся предмета регулирования настоящего Федерального закона, применяются в части, не противоречащей настоящему Федеральному закону.
3. Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены настоящим Федеральным

законом, применяются правила международного договора.

Статья 4. Исчисление календарной даты и времени календарного дня

1. На территории Российской Федерации для исчисления календарной даты используется григорианский календарь.
2. Исчисление календарной даты осуществляется с 00 часов 00 минут 00 секунд 1 января 1 года.
3. Время календарного дня исчисляется часами, минутами и секундами. За начало календарного дня принимается момент времени, соответствующий 00 часам 00 минутам 00 секундам. За окончание календарного дня принимается момент времени, соответствующий 24 часам 00 минутам 00 секундам.
4. Счет часов, минут и секунд в течение календарного года, календарного месяца и календарной недели не изменяется.

Статья 5. Часовые зоны

1. На территории Российской Федерации устанавливаются часовые зоны, границы которых формируются с учетом границ субъектов Российской Федерации. Состав территорий, образующих каждую часовую зону, и порядок исчисления времени в часовых зонах устанавливаются Правительством Российской Федерации.
2. Решение о переводе территории (части территории) субъекта Российской Федерации из одной часовой зоны в другую часовую зону принимается Правительством Российской Федерации на основании совместного предложения законодательного (представительного) органа государственной власти субъекта Российской Федерации и высшего должностного лица субъекта Российской Федерации (руководителя высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации).
3. Московское время служит исходным временем при исчислении местного времени. Числовые значения местного времени в разных часовых зонах отличаются на целое число часов. Счет минут и секунд во всех часовых зонах одинаков.

Статья 6. Распространение информации о точном значении времени и календарной дате

1. Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли распространяет информацию о точном значении московского времени и календарной дате, а также эталонные сигналы времени с использованием глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС и спутниковых систем связи (в части передачи сигналов времени), радиосвязи (включая специализированные радиостанции), радиовещания и телевидения (включая спутниковое).
2. Информация о точном значении московского времени и календарной дате, а также эталонные сигналы времени формируются на основе национальной шкалы времени Российской Федерации.

3. Информация о точном значении московского времени и календарной дате, распространяемая Государственной службой времени, частоты и определения параметров вращения Земли, является официальной и общедоступной.
4. Особенности распространения информации о точном значении времени и календарной дате в период мобилизации, в период военного положения и в военное время устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Статья 7. Обеспечение единства измерений при осуществлении деятельности по исчислению времени

Обязательные метрологические требования к измерениям времени, в том числе показатели точности измерений времени, устанавливаются в соответствии с законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений.

Статья 8. Ответственность за нарушение настоящего Федерального закона

Нарушение настоящего Федерального закона влечет ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Статья 9. Право собственности на средства и объекты Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли

Государственные эталоны единиц времени и средства передачи информации о точном значении московского времени, обеспечивающие функционирование Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, являются собственностью Российской Федерации, изымаются из оборота и не подлежат отчуждению.

Статья 10. О признании утратившим силу Постановления Совета Республики Верховного Совета РСФСР «Об упорядочении исчисления времени на территории РСФСР»

Признать утратившим силу Постановление Совета Республики Верховного Совета РСФСР от 23 октября 1991 года № 1790-1 «Об упорядочении исчисления времени на территории РСФСР» (Ведомости Съезда народных депутатов РСФСР и Верховного Совета РСФСР, 1991, № 46, ст. 1551).

Статья 11. Вступление в силу настоящего Федерального закона

Настоящий Федеральный закон вступает в силу по истечении шестидесяти дней после дня его официального опубликования.

Президент Российской Федерации

Д. Медведев

<http://www.rg.ru/2011/06/06/vremya-dok.html>



СОДРУЖЕСТВО НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

СОВЕТ ГЛАВ ГОСУДАРСТВ

ПРОТОКОЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ

О ЗАЯВЛЕНИИ ГЛАВ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ В СВЯЗИ С 20-ЛЕТИЕМ ОБРАЗОВАНИЯ СНГ

от 3 сентября 2011 года

Город Душанбе

**Совет глав государств Содружества
Независимых Государств**

РЕШИЛ:

1. Принять Заявление глав государств – участников Содружества Независимых Государств в связи с 20-летием образования СНГ (прилагается).
2. Государству, председательствующему в Совете министров иностранных дел Содружества Независимых

Государств, распространить текст настоящего Заявления в ООН, ОБСЕ и других международных организациях.

*Председатель Совета глав государств
Содружества Независимых Государств
Э. Рахмон*



ЗАЯВЛЕНИЕ ГЛАВ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ В СВЯЗИ С 20-ЛЕТИЕМ ОБРАЗОВАНИЯ СНГ

DECLARATION OF THE HEADS OF THE COMMONWEALTH STATES ON THE 20th ANNIVERSARY OF THE CIS

Мы, главы государств – участников Содружества Независимых Государств, подводя итоги двадцатилетней деятельности Содружества, отмечаем следующее.

За короткий исторический период СНГ прошло сложный путь становления, поиска оптимальных форм сотрудничества и межгосударственных отношений и утвердило себя в качестве интеграционного объединения, призванного обеспечивать развитие взаимодействия между государствами-участниками.

Главным итогом работы Содружества за двадцать лет является создание условий для поступательного развития взаимовыгодного сотрудничества, отвечающего национальным интересам каждого государства – участника СНГ.

Созданы необходимые организационные и правовые основы деятельности Содружества, развивается договорно-правовая база сотрудничества, образованы и в целом успешно работают уставные органы и органы отраслевого сотрудничества СНГ.

Наше намерение укреплять сотрудничество в рамках СНГ нашло отражение в принятой Концепции дальнейшего развития Содружества – комплексном программном документе, определяющем стратегию и важнейшие приоритеты на перспективу.

Все более широкое признание в международном сообществе получает деятельность Миссии наблюдателей от СНГ за выборами и референдумами

в государствах – участниках Содружества, основанная на общепризнанных демократических нормах и правилах. Результаты мониторинга выборов и референдумов свидетельствуют о существенной демократизации избирательного законодательства и совершенствовании практики его применения в государствах – участниках СНГ.

Констатируя устойчивый рост объемов внешней торговли, государства – участники Содружества стремятся к совершенствованию и углублению экономического сотрудничества на базе Стратегии экономического развития СНГ на период до 2020 года. Ключевой задачей на данном этапе является завершение формирования зоны свободной торговли. Мы убеждены в необходимости дальнейшей модернизации экономики, тесного инновационного сотрудничества, взаимодействия в обеспечении продовольственной безопасности, максимально эффективного использования энергетических возможностей государств, создания совместных производственных и финансовых структур, расширения межрегионального сотрудничества. В углубленной координации экономического взаимодействия мы видим возможность более эффективного использования социально-экономического потенциала каждого государства, умножения усилий в совместном противостоянии рискам и угрозам финансовых кризисов.

Мы подтверждаем, что особое внимание в рамках СНГ уделяется расширению и укреплению взаимодействия в гуманитарной сфере. Будет продолжено сотрудничество в культурной, образовательной, научной, информационной и других областях. Важным фактором межгосударственного общения в Содружестве остается русский язык.

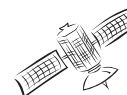
Мы намерены и далее способствовать повышению уровня жизни, правовой и социальной защите, охране здоровья наших граждан, в первую очередь детей, матерей, инвалидов, пенсионеров, участников Великой Отечественной войны и тружеников тыла. На примере ветеранов воспитывать у подрастающего поколения чувства патриотизма, дружбы между народами, уважения к личности, культуре и общей истории.

В целях надежного обеспечения безопасности граждан мы будем и впредь укреплять сотрудничество в борьбе с терроризмом и иными насильственными проявлениями экстремизма, транснациональной организованной преступностью, незаконной миграцией и торговлей людьми, незаконным оборотом наркотиков, последствиями техногенных катастроф и стихийных бедствий.

Важным условием успешного развития СНГ будет мирное урегулирование имеющихся в нем конфликтов на основе укрепления мер взаимного доверия, принципов и норм международного права.

В рамках СНГ будет продолжена практика политических консультаций по ключевым вопросам мировой политики и международным проблемам, представляющим взаимный интерес. Считаем полезными инициативы государств – участников Содружества, нацеленные на сохранение региональной и глобальной безопасности, включая предложение Российской Федерации по Договору о европейской безопасности. Подтверждаем нашу приверженность принципам добрососедства, неделимости безопасности, взаимного доверия, транспарентности, безусловному соблюдению общепризнанных норм и принципов международного права.

Мы, главы государств – участников СНГ, с оптимизмом смотрим в будущее и заявляем о стремлении к повышению эффективности и дальнейшему развитию нашего Содружества как авторитетной региональной межгосударственной организации.



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ТЕНДЕНЦИИ И ГАРМОНИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»

SCIENTIFIC CONFERENCE «TRENDS AND HARMONISATION OF RADIONAVIGATION DEVELOPMENT»

26 октября 2011 года в помещении Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), г. Москва, Ленинградский пр. 64 (Метро «Аэропорт»), состоялась научно-техническая конференция Межгосударственного Совета «Радионавигация», ОАО «НТЦ «Интернавигация», Российского общественного института навигации и Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ), посвященная 20-летию Содружества Независимых Государств, «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения».

В работе конференции приняли участие 95 специалистов от 41 организации государств-участников СНГ: Азербайджанской республики, Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Таджикистан, Российской Федерации. Заслушаны следующие доклады по актуальным вопросам развития и использования космических и наземных радионавигационных систем:

- Верещако В. А. (Исполком СНГ) О 20-летию СНГ.
- Царев В. М., Редкозубов В. Н., Соловьев Ю. А. (ОАО «НТЦ «Интернавигация», РОИН) Радионавигационный план государств – участников Содружества Независимых Государств.
- Урличич Ю. М., Субботин В. А., Ступак Г. Г., Дворкин В. В., Повалев А. А., Карутин С. Н., Сернов В. Г. (ОАО «РКС») Результаты модернизации системы ГЛОНАСС и перспективы ее развития.
- Казновский Н. И., Глотов В. Д., Митрикас В. В. (ИАЦ КВНО ФГУП «ЦНИИмаш») Вопросы мониторинга СРНС и информационное обеспечение потребителей.
- Ярлыков М. С., Пригонюк Н. Д., Никоненко А. В. (ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина) Комплексные меандровые псевдослучайные последовательности и AltBos-модуляция в сигналах спутниковых радионавигационных систем нового поколения.
- Мурат С. А. (АО НК «Казахстан Гарыш Сапары») Создание наземной инфраструктуры системы высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан.
- Демьяненко А. В. (УП «СКБ «Камертон», Минск, Республика Беларусь) Информационное взаимодействие элементов единой системы НВО Республики Беларусь.
- Кинкулькин И. Е. (ОАО «МКБ «Компас») Способ устранения погрешностей измерений, вызванных

многолучевостью в спутниковых радионавигационных системах.

- Чернодаров А. В. (ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина) Контроль и адаптивно-робастная обработка информации в инерциально-спутниковых навигационных системах.
- Завалишин О. И., Аникин А. Л. (НППФ «Спектр»), Харин Е. Г. (ЛИИ им. М. М. Громова) Результаты испытаний ЛККС категорий II–IIIА на самолете Ил-76 в ЛИИ им. М. М. Громова.
- Столяров Г. В. (Концерн ПВО «Алмаз-Антей», ОАО «НПО «ЛЭМЗ») Развитие аэродромных АСУП государственной авиации.
- Анашенков А. С. (УП «Белаэрокосмгеодезия», Республика Беларусь) Белорусская спутниковая система точного позиционирования.
- Котов А. А. (МАДИ) Съемка и интеграция разнородных данных, характеризующих автомобильные дороги, в клиент-серверном комплексе Гео видео.
- Гладких В. М. (НИС ГЛОНАСС) Нормативно-техническое обеспечение работ по проекту «ЭРА-ГЛОНАСС»: состояние и направления совершенствования.
- Базельцев С. В., Кузнецов К. А. (ЗАО «Транснавигация») Развитие технологии спутниковых навигационных систем диспетчерского управления наземным транспортом (на базе СРНС ГЛОНАСС/GPS).
- Шабельников Е. А., Ахмедов Д. Ш., Молдабеков М. М. (ИКТТ, Республика Казахстан) Локальная система дифференциальной коррекции на базе одночастотного приемника ГНСС.
- Колотилов Е. Д., Ивченков Д. Ю. (МИЭА) Использование радиотехнических средств в схемах вылета и прибытия воздушных судов.
- Лаврентьев Е. А. (ОАО «НПО «ЛЭМЗ») Использование технологии мультилатерации в разработках ОАО «НПО «ЛЭМЗ».
- Казаков В. В. (Минский часовой завод, Республика Беларусь) Состояние работ по разработке навигационно-временных систем на Минском часовом заводе. По результатам работы конференции принято следующее решение.

Конференция отмечает:

Представленные на конференции доклады продемонстрировали расширение областей использования радионавигационного обеспечения при решении транспортных, коммуникационных, социальных, гуманитарных и многих других задач. В то же время радионавигационное обеспечение России и государств-участников СНГ,

осуществляемое с помощью спутниковых (ГЛОНАСС и GPS) и наземных радионавигационных систем (РНС), требует дальнейшего совершенствования. Это определяется возможностями наземных РНС, состоянием орбитальных группировок СРНС и качеством их работы вследствие блокирования сигналов спутников в условиях городской застройки и горной местности, понижением точности из-за многолучевости, недостаточной помехоустойчивостью, возможностями потребительской аппаратуры и автономных систем, уровнем освоения спутниковых технологий.

Однако, уже практически полностью развернутая система ГЛОНАСС, усилия по вводу в строй запущенных спутников ГЛОНАСС и предстоящие запуски новых создали благоприятные возможности по расширению ее использования при продолжающейся поддержке применения GPS.

Созданные и разрабатываемые функциональные дополнения (дифференциальные подсистемы, ДПС) СРНС ГЛОНАСС и GPS служат важными средствами дальнейшего повышения точности и надежности информации СРНС. К настоящему времени в России в соответствии с Федеральной целевой программой (ФЦП) «Глобальная навигационная система» (2001–2011 гг.) и в соответствии с планами государств-участников СНГ начато практическое освоение некоторых ДПС (на акваториях морей по периметру России и на ее внутренних водных путях, в интересах геодезии и землеустройства, для захода на посадку по I-й категории метеоминимума воздушных судов (ВС) и др.).

Определенная работа проделана предприятиями организации воздушного движения (ОрВД), самолетостроительным КБ, предприятиями промышленности по оснащению аэропортов и воздушных судов техническими средствами, позволяющими получать преимущества от использования ГНС на воздушном транспорте. В настоящее время двадцать федеральных аэропортов имеют введенное в эксплуатацию оборудование авиационных ДПС с выводом информации в службу ОрВД и радиотехнического обеспечения (РТО). Росавиацией в соответствии с требованиями ИКАО создан прототип авиационного Центра мониторинга СРНС. Многие воздушные суда, эксплуатируемые в Российской Федерации, оснащены оборудованием СРНС.

Министерством транспорта введено дополнение в «Федеральные авиационные правила» (ФАП) «Летные проверки» в части облета ЛККС и выпущен приказ о публикации координат точек аэродромов с точностями в соответствии с требованиями ИКАО. Проведена геодезическая съемка свыше 50 аэропортов. Успешно ведутся летные испытания локальных контрольно-корректирующих станций (ЛККС) II/III категории (НППФ «Спектр»).

В то же время осуществление работ по использованию спутниковых технологий наталкивается на ряд трудностей, и внедрение спутниковых технологий в аэронавигацию и организацию воздушного движения пока оказывается недостаточно эффективным.

Отсутствует утвержденная нормативная правовая база по использованию глобальной навигационной спутниковой системы в воздушном пространстве Российской Федерации. Проекты разработанных нормативных правовых документов слишком продолжительное время находятся на правовой экспертизе в Минтрансе России. Недопустимо мало количество аэродромов, допущенных к спутниковым заходам на посадку. Отсутствуют государственные требования к составу аэронавигационной информации (АНИ) и качеству аэронавигационных данных. К сожалению, в гражданской авиации РФ фактически отсутствует служба аэронавигационной информации, отвечающая требованиям ИКАО. Недостаточна оснащенность бортов для реализации спутниковых заходов.

Исключительно важными являются проведенные в рамках ФЦП «Глобальная навигационная система» работы по созданию российской широкозонной системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ), включая первые шаги по созданию геостационарных КА, определение облика средств передачи корректирующей информации, размещения контрольных станций, структуры передаваемых сообщений и др. Заинтересованность в проведении этих работ выражают авиационные потребители, автомобильный и железнодорожный транспорт и др. Однако вопросы ее взаимоотношения с ними из-за отсутствия необходимых интерфейсных документов остаются неопределенными.

Проводятся работы по модернизации радиотехнических систем дальней навигации (РСДН), созданию усовершенствованных импульсно-фазовых РНС (ИФРНС) систем «Чайка» и объединенных ИФРНС «Чайка/Лоран-С», а также по передаче через канал ИФРНС дифференциальных поправок для СРНС. Конференция поддерживает сложившееся в ряде стран мнение, что ИФРНС целесообразно использовать в качестве резервных для СРНС систем навигации и синхронизации различных объектов, но для эффективного продолжения работ требуется правительственное решение.

Важной проблемой является обеспечение целевой функциональной устойчивости, живучести навигационного обеспечения, предусматривающей, в частности, борьбу с уязвимостью СРНС при воздействии помех и других внешних факторов. Актуальными направлениями в борьбе с уязвимостью СРНС являются: создание специальных средств обнаружения и подавления помех, совершенствование и разработка инерциальных средств нового поколения, комплексирование приемной аппаратуры СРНС с автономными средствами (инерциальные системы на кольцевых лазерных и волоконно-оптических гироскопах, микромеханических датчиках, аэрометрические, корреляционно-экстремальные, курсодоплеровские, одометрические системы и др.).

Новые расширенные требования к радионавигационному обеспечению, совершенствование и развитие технических средств учтены при завершении работ по новой редакции Радионавигационного плана Российской Федерации, а также в работах по созданию

Радионавигационного плана государств – участников Содружества Независимых Государств и в мероприятиях Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников СНГ на период до 2012 года.

Конференция рекомендует:

1. Считать поддержание системы ГЛОНАСС в составе не менее 24 КА, а затем увеличение орбитальной группировки до 30 и более КА с переходом на КА «Глонасс-К» важнейшей задачей развития радионавигационного обеспечения России и стран-участниц СНГ.
2. Поддержать и активизировать работы по исследованию возможностей использования в системе ГЛОНАСС новых сигнально-кодовых конструкций, в частности, меандровых широкополосных сигналов, с целью расширения круга задач, выполняемых на основе спутниковой навигации, и улучшения основных характеристик системы.
3. Интенсифицировать работы по созданию отечественной широкозонной СДКМ, выпуску интерфейсного документа и проведению мероприятий по согласованию характеристик системы с потребителями России и СНГ.
4. Рекомендовать отработку и реализацию процедур независимого контроля характеристик СРНС ГЛОНАСС и других систем, в том числе внедрение комплексной автоматизированной системы сбора и доведения до авиационных пользователей информации о мониторинге сигналов ГНСС.
5. Продолжить внедрение авиационных локальных дифференциальных подсистем посадки и мониторинга типа ЛККС-А-2000 и ЛКС-А-2008 на аэродромы России, а также соответствующего бортового оборудования на воздушные суда. Принять требуемые меры по внедрению спутниковых технологий при полетах воздушных судов, в том числе в районе аэродрома и при заходе на посадку. Продолжить работы по исследованию возможностей ЛККС для обеспечения посадки ВС в условиях II–IIIА категорий ИКАО.
6. Наземные РНС считать по-прежнему необходимыми для обеспечения эффективности, живучести и надежности радионавигационного обеспечения подвижных объектов и в условиях полной орбитальной группировки ГЛОНАСС.
7. Уточнить принадлежность ИФРНС и ускорить работы по соответствующей модернизации, полагая их резервными для СРНС системами определения местоположения и точного времени, а также по созданию на их основе региональных дифференциальных подсистем.
8. Продолжить и расширить работы по созданию и совершенствованию мультисистемной (ГЛОНАСС/GPS/ГАЛИЛЕО/КОМПАС), многочастотной и многорежимной приемной аппаратуры потребителей, средств мониторинга электромагнитной обстановки, выявления и борьбы с помехами СРНС, по комплексированию потребительской аппаратуры СРНС с автономными средствами счисления (инерциальные системы на микроэлектромеханических и других датчиках и др.) различных транспортных средств в интересах обеспечения повышения точности, непрерывности, доступности и целостности навигации.
9. Рекомендовать существенное усиление работ по созданию отечественных инерциальных датчиков с приемлемыми характеристиками (кольцевых лазерных, волоконно-оптических, твердотельных, микроэлектромеханических гироскопов, различных акселерометров) и соответствующих инерциальных систем всех классов точности.
10. Активизировать работы по геодезическому, картографическому и гидрографическому обеспечению маршрутов движения транспортных средств, в том числе заходов на посадку воздушных судов, движения автотранспорта, проводок морских и речных судов в портах, узкостях, на внутренних водных путях и т.д.
11. Рекомендовать развитие и укрепление государственных информационных органов, ответственных за обеспечение потребителей навигационной информацией о состоянии орбитальной группировки системы ГЛОНАСС и других систем. Продолжить ведущиеся в этом направлении работы по созданию Межгосударственной системы информационного обмена МГС «Радионавигация».
12. Усилить работу в области завершения создания утвержденной нормативной правовой базы по использованию глобальных навигационных спутниковых систем в воздушном пространстве Российской Федерации.
13. Продолжить работу по совершенствованию схем полетов в районе аэродромов России с обеспечением контроля их качества в соответствии с требованиями ИКАО.
14. Обеспечить разработку государственных требований к составу аэронавигационной информации и качеству аэронавигационных данных.
15. Продолжить практику привлечения представителей общественных организаций (РОИН и др.) к мероприятиям по разработке планирующих и концептуальных документов, касающихся радионавигационного обеспечения широкого круга потребителей, включая заседания по навигационным вопросам коллегий Минтранса России, Минпромторга России, Роскосмоса, Росавиации и других федеральных органов исполнительной власти.
16. Продолжить работы по уточнению требований к координатно-временному и навигационному обеспечению государств – участников СНГ. Доложенные результаты использовать в ходе работ по завершению создания Радионавигационного плана государств – участников Содружества Независимых Государств, выполнению мероприятий Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников СНГ на период до 2012 года, завершению разработки Федеральной целевой программы

по поддержанию, развитию и использованию системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы, при модернизации и создании радиотехнических и инерциальных навигационных систем, потребительской аппаратуры и диспетчерских систем.

17. Обеспечить публикацию докладов конференции на страницах журнала «Новости навигации», на сайтах ОАО «НТЦ «Интернавигация» и ФГУП «ГосНИИ «Аэронавигация» (в рубрике «Семинар «Летная эксплуатация воздушных судов».

37-е ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

37th SESSION OF THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL

37-е заседание Межгосударственного совета «Радионавигация» посвящено 20-летию Содружества Независимых Государств

27 октября 2011 года в помещении ОАО «НТЦ «Интернавигация» по адресу: Москва, Б.Трехсвятительский пер., дом 2, состоялось 37-е заседание Межгосударственного совета «Радионавигация». В заседании Межгосударственного совета «Радионавигация» (далее Совет) приняли участие полномочные представители от Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации, Республики Таджикистан, а также Азербайджанской Республики (в статусе наблюдателя), Исполнительного комитета СНГ и приглашенные лица.

Заседание открыл Председатель Межгосударственного совета «Радионавигация», заместитель директора Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации Суворов А. Е.

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

1. Об итогах деятельности СНГ за 20 лет и задачах на перспективу

(Верещако В. А.)

Принять к сведению информацию Верещако В. А.

2. О ходе реализации Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников Содружества Независимых Государств на период до 2012 года

(Суворов А. Е., Самуль Ю. В., Дюсенов С. Т., Царев В. М., Демьяненко А. В., Мурат С. А., Буралхиева Р. С., Саломов А. М.)

2.1. Отметить, что в целях координации работ по выполнению мероприятий Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников Содружества Независимых Государств на период до 2012 года (далее – Программа) в 2011 году проведены два заседания национальных государственных заказчиков Программы: 16–17 февраля 2011 года в г. Минске (Республика Беларусь) и 11–12 августа 2011 года в г. Астане (Республика Казахстан). На указанных заседаниях рассмотрен ход работ по реализации Программы, определены головные исполнители работ, которые должны проводиться в 2012 году и др.

2.2. В связи с недостаточным финансированием в Республике Беларусь работ по Программе Совет (исх. 184 от 23 августа 2011 года) обратился к Премьер-министру Республики Беларусь Мясниковичу М. В. с просьбой оказать содействие Государственному военно-промышленному комитету Республики Беларусь в решении вопроса финансирования работ по Программе.

Принять к сведению информацию Председателя Государственного военно-промышленного комитета Республики Беларусь Гурулева С. П. (№ 02–10/2904 от 22.09.2011 года) о том, что:

- в 2011 году финансирование трех ОКР, предусмотренных Программой («Информатизация – СНГ», «ИЦ – СНГ», и «Облик – СНГ»), осуществляется в рамках государственной научно-технической программы «Радиосвязь и навигация» (далее – ГНТП) в объеме 38,370 млн. рублей РФ, а финансирование остальных начатых в 2011 году работ планируется за счет средств ГНТП и собственных средств УП «СКБ Камертон»;
- Министерством финансов Республики Беларусь рассматривается заявка на выделение финансовых средств на реализацию Программы в 2012 году.

2.3. Принять к сведению информацию заместителя Председателя Национального космического агентства Республики Казахстан Молдабекова М. М. о том, что в Республике Казахстан вопрос о финансировании НИР «РНП – СНГ» решен положительно, а вопрос финансирования ОКР «Информатизация – СНГ» находится на рассмотрении бюджетной комиссии Республики Казахстан.

2.4. Принять к сведению информацию Царева В. М., что на заседании национальных государственных заказчиков 11–12 августа 2011 года определены головные исполнители работ, начинающихся в 2012 году:

- «Разработка концепции и технических предложений по созданию интеллектуальной системы наземного транспорта стран СНГ, отвечающей международным нормам и требованиям» – АО «НК Казакстан Гарыш Сапары»;
- «Разработка концепции, определяющей использование радионавигационной информации в интересах различных групп потребителей

государств – участников СНГ» – ОАО «НТЦ «Интернавигация».

- 2.5. Для подготовки годового отчета о ходе реализации в 2011 году Межгосударственной программы национальным государственным заказчиком представить до 1 марта 2012 года в адрес заказчика – координатора материалы, предусмотренные пунктом 31 Порядка разработки, реализации и финансирования межгосударственных целевых программ СНГ, утвержденного Решением Совета глав правительств СНГ от 16 апреля 2004 года.
- 2.6. В соответствии с пунктами 14 и 29 Порядка разработки, реализации и финансирования межгосударственных целевых программ СНГ, Минпромторгу России как заказчику – координатору Межгосударственной программы, совместно с национальными государственными заказчиками подготовить годовой отчет с аналитическими материалами о ходе реализации Программы в 2011 году и до 25 марта 2012 года представить его в правительства государств – участников Программы, Исполнительный комитет СНГ и Межгосударственный совет «Радионавигация».

3. О Радионавигационном плане государств – участников СНГ

(Редкозубов В. Н., Суворов А. Е., Царев В. М., Верещако В. А.)

Принять к сведению, что ОАО «НТЦ «Интернавигация» доработал проект Радионавигационного плана государств – участников СНГ с учетом полученных замечаний и предложений от государств – участников СНГ и направил его правительствам этих государств для согласования. В настоящее время проект согласован Республикой Армения, Кыргызской Республикой, Республикой Молдова и Республикой Таджикистан. Замечания и предложения получены от Республики Беларусь. От Республики Казахстан и Украины результаты согласования ожидаются в ноябре текущего года.

4. О разработке проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2018 года

(Царев В. М., Суворов А. Е., Верещако В. А., Дюсенев С. Т., Самуль Ю. В., Демьяненко А. В., Жошкин В. В.)

- 4.1. С целью подготовки к разработке проекта новой Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2018 года Совет обратился к правительствам государств – участников СНГ с просьбой сообщить о согласии участвовать в ее разработке и реализации, а также об определении организаций государств, которые будут участвовать в этой работе (письмо № 69 от 1 июля 2011 года).

Получены согласия участвовать в работе от Республики Армения, Республики Молдова, Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации. Азербайджанская Республика воздерживается от участия в проекте.

- 4.2. Утвердить рабочую группу по подготовке в разработке проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2018 года в составе:

- От Республики Беларусь – Самуль Ю. В., заместитель начальника управления Госкомвоенпрома Республики Беларусь (заместитель руководителя рабочей группы), Мишанин П. В., начальник отдела Госкомвоенпрома Республики Беларусь, Демьяненко А. В., главный конструктор по навигационно-информационным технологиям НП РУП «СКБ «Камертон».
- От Республики Казахстан – Дюсенев С. Т., вице-президент по развитию АО «НК «Казакстан Гарыш Сапары» (заместитель руководителя рабочей группы), Казиев Б. Н., директор Департамента Казкосмоса, Букеева Г. С., начальник управления Комитета связи и информатизации Министерства связи, Мурат С. А., заместитель директора Центра СВСН АО «НК «Казакстан Гарыш Сапары», Буралхиева Р. С., и.о. начальника отдела АО «НК «Казакстан Гарыш Сапары».
- От Российской Федерации – Суворов А. Е., заместитель директора Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России (руководитель рабочей группы), Макаров В. Г., начальник отдела Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, Мячков Б. А., главный специалист-эксперт Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России, Царев В. М., генеральный директор ОАО «НТЦ «Интернавигация» (заместитель руководителя рабочей группы), Редкозубов В. Н., заместитель генерального директора ОАО «НТЦ «Интернавигация», Соловьев Ю. А., главный специалист ОАО «НТЦ «Интернавигация».
- От Республики Армения – представитель Главного управления гражданской авиации при Правительстве Республики Армения (кандидатура уточняется).
- От Республики Молдова – представитель Министерства информационных технологий и связи Республики Молдова (кандидатура уточняется).

- 4.3. Рабочей группе подготовить предложения по проекту Межгосударственной программы на период до 2018 года и в срок до 30 ноября 2011 года представить их в ОАО «НТЦ «Интернавигация». ОАО «НТЦ «Интернавигация» обобщить представленные предложения и подготовить проект Программы в декабре текущего года.

- 4.4. Межгосударственный совет «Радионавигация», исходя из опыта работ в 2010–2011 годах и полученных результатов, рекомендует при формировании предложений в проект Программы исходить из объемов финансирования мероприятий Программы в размере 500 млн. рублей РФ для каждого государства – участника Программы.

- 4.5. При формировании мероприятий Программы считать приоритетными проекты, имеющие наибольший социально-экономический эффект для государств – участников Программы.

4.6. В целях подготовки проекта технико-экономического обоснования Программы государствам – участникам представить до 30 ноября 2011 года в ОАО «НТЦ «Интернавигация» предварительные результаты выполнения работ за период 2010–2011 годов.

5. О мероприятиях Межгосударственного совета «Радионавигация» связанных с 20-летием Содружества Независимых Государств

(Лукьянюк Ю. В., Суворов А. Е.)

20-летию Содружества Независимых Государств посвящен издаваемый Межгосударственным советом «Радионавигация» журнал «Новости навигации» № 2 за 2011 год.

ОАО «НТЦ «Интернавигация» (Российская Федерация) совместно с УП «СКБ «Камертон» (Республика Беларусь) и АО «НК «Казакстан Гарыш Сапары» (Республика Казахстан) приняли участие в Межгосударственной выставке «20 лет СНГ – к новым горизонтам партнерства», проводившейся в г. Москве с 28 июня по 3 июля 2011 года. За активное участие Межгосударственный совет «Радионавигация» награжден дипломом Исполкома СНГ и Межгосударственного совета по выставочно-ярмарочной и конгрессной деятельности СНГ.

Юбилею Содружества Независимых Государств посвящены научно-техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» и 37-е заседание Межгосударственного совета «Радионавигация».

6. О плане мероприятий, проводимых Межгосударственным советом «Радионавигация» в 2012 году

(Царев В. М., Суворов А. Е., Верещако В. А.)

Утвердить план мероприятий, проводимых Межгосударственным советом «Радионавигация» в 2012 году (прилагается).

7. Об итогах научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», посвященной 20-летию СНГ

(Царев В. М.)

Принять к сведению информацию о научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», проведенной Межгосударственным советом «Радионавигация», ОАО «НТЦ «Интернавигация», Российским общественным институтом навигации и Московским автомобильно-дорожным государственным техническим университетом в г. Москве 26 октября 2011 года.

Отметить, что в конференции приняли участие 95 человек от 41 организации государств – участников СНГ: Азербайджанской Республики, Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации, Республики Таджикистан. Заслушано 17 докладов по актуальным вопросам развития и использования космических и наземных радионавигационных систем. По результатам работы конференции принято решение.

8. О назначении представителя Республики Беларусь в состав Межгосударственного совета «Радионавигация»

Просить Госкомвоенпром Республики Беларусь ускорить назначение представителя Республики Беларусь в состав Межгосударственного совета «Радионавигация».

9. Об уточнении состава научно-технического совета

(Лукьянюк Ю. В.)

Принять предложения Госкомвоенпрома Республики Беларусь о включении в состав научно-технического совета Демьяненко Анатолия Валентиновича – главного конструктора по навигационно-информационным технологиям НП РУП «СКБ «Камертон», Анащенко Андрея Сергеевича – главного инженера РУП «Белэрокомогеодезия».

10. О проведении очередного заседания Совета

(Суворов А. Е.)

Принять предложение казахстанской стороны (С. Т. Дюсенева) о проведении 38-го заседания Совета в апреле 2012 года в Республике Казахстан (г. Астана).

СОВМЕСТНОЕ ЗАСЕДАНИЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА «ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ» И СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОИН

SESSION OF THE WORKSHOP «AIRCRAFT OPERATION» AND RPIN AIR TRANSPORT SECTION

27 сентября 2011 г. в помещении ГОС НИИ «Аэронавигация», г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, состоялось совместное заседание научно-практического семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» и Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации (РОИН) с повесткой дня:

1. Доклад Тумаркина В. А. (ИКАО) «Программа ИКАО «От САИ к УАИ»: Цели и состояние реализации, проблемы и перспективы».

2. Доклад Тица Н. Н. (аэропорт Самара) «Пути и проблемы подготовки специалистов в области аэронавигационной информации для обеспечения реализации программы ИКАО «От САИ к УАИ».
3. Доклад Власова П. П., Маргаряна В. И. (Сев.-Зап. Управление) «Опыт разработки процедур маневрирования в районе аэродрома».



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

SESSION OF THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE ON STANDARDISATION

17 ноября 2011 года в ОАО «НТЦ «Интернавигация», Москва, состоялось заседание технического комитета по стандартизации «Радионавигация» (ТК 363).

По пунктам обсуждения вопросов повестки дня были приняты следующие решения:

По пункту 2 повестки:

Заслушав выступление ответственного секретаря Баздова А. К. о работе ТК 363 в 2011 году:

- принять к сведению информацию о заявках организаций на разработку национальных стандартов и включения их в Программу разработки национальных стандартов 2012 года;
- председателям подкомитетов до 1 июня 2012 года внести предложения по формированию ПРНС 2013;
- членам ТК принять активное участие в экспертизе проектов стандартов, разрабатываемых согласно ПРНС 2012.

Заслушав выступление секретаря ПК 1 Ковынева С. Н. по МТК 522:

- дополнить ПРНС 2012 разработкой межгосударственных стандартов с учетом заявок, поступивших от государств – участников СНГ.

По пункту 3 повестки:

Заслушав и обсудив состояние разработки национальных стандартов по Программе национальной стандартизации 2010–2011 гг. и проекте Программы разработки национальных стандартов на 2012 год:

- поручить секретариату технического комитета до 5 декабря 2011 года провести рабочее совещание с представителями Минтранса России для разрешения сложившейся ситуации с одиннадцатью проектами стандартов по железнодорожной тематике и двух стандартов по диспетчеризации на автотранспорте.

По пункту 4 повестки:

Заслушав информацию ответственного секретаря ПК 2 Нерябова Ю. И.:

- высказанные предложения положить в основу разработки Плана-графика разработки нормативных актов, необходимых для развития и использования системы ГЛОНАСС 2012–2020 гг. и при формировании плана работ ТК по среднесрочной перспективе (на 2012–2014 гг.).

По пункту 5 повестки:

Заслушав информацию заместителя директора Службы технического регулирования ОАО «НИС» Гладких В. М.:

- отметить важность и актуальность проводимых работ;
- предложенный план по созданию проектов стандартов включить в план работ ТК на среднесрочную перспективу (2012–2014 гг.);
- секретариату ТК рассмотреть возможности участия в разработке документов Таможенного союза.

По пункту 6 повестки:

Заслушав сообщение ответственного секретаря ТК 363:

- одобрить тексты окончательных редакций проектов национальных стандартов и представить в Росстандарт для утверждения следующие стандарты
 - 1.11.363-1.003.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы диспетчерского управления городским пассажирским транспортом. Назначение, состав и характеристики решаемых задач подсистемы анализа пассажиропотоков.
 - 1.11.363-1.004.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы диспетчерского управления грузовым автомобильным транспортом. Назначение, состав и характеристики бортового навигационно-связного оборудования.
 - 1.11.363-1.005.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы диспетчерского управления грузовым автомобильным транспортом. Требования к архитектуре, функциям и решаемым задачам системы диспетчерского управления перевозками нефтепродуктов.
 - 1.11.363-1.006.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы диспетчерского управления междугородними контейнерными грузовыми автомобильными перевозками. Требования к архитектуре, функциям и решаемым задачам.
 - 1.11.363-1.007.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы диспетчерского управления специальным автомобильным транспортом муниципальных служб. Требования к архитектуре, функциям и решаемым задачам системы диспетчерского управления транспортом по уборке улиц.
 - 1.11.363-1.008.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы информационного

сопровождения и мониторинга региональных автомобильных перевозок опасных грузов. Требования к архитектуре, функциям и решаемым задачам. По представленным к утверждению проектам стандартов

- 1.11.363-1.021.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы экстренного реагирования при авариях. Автомобильная система вызова экстренных оперативных служб. Общие технические требования.
- 1.11.363-1.023.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы экстренного реагирования при авариях. Протокол обмена данными автомобильной системы вызова экстренных оперативных служб с инфраструктурой системы экстренного реагирования при авариях.
- 1.11.363-1.022.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы экстренного реагирования при авариях. Программа и методики испытаний автомобильной системы вызова экстренных оперативных служб на соответствие требованиям по электромагнитной совместимости, стойкости к климатическим и механическим воздействиям.
- 1.11.363-1.024.11 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы экстренного реагирования при авариях. Услуга базовая. — поручить секретариату ТК до 5 декабря 2011 года провести рабочее совещание с участием представителей ОАО «НИС» и ОАО «НИИАТ».

По пункту 8 повестки:

Заслушав информацию председателя ТК

Царева В. М.:

- разместить по готовности на сайте ОАО «НТЦ «Интернавигация» проекты Положения ТК363 и бизнес-плана ТК363.

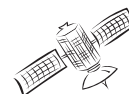
По пункту 9 повестки:

Заслушав выступления ответственного секретаря ТК и председателя ПК 7:

- внести в область работ ТК работы по нормативному обеспечению высокоточного земледелия, о чем информировать соответствующие структуры Минсельхоза;
- провести корректировку Приказа Росстандарта.

По пункту 11 повестки:

Поручить секретариату ТК разместить на сайте ОАО «НТЦ «Интернавигация» проект Решения заседания и презентацию доклада по п. 2. Организовать проведение очередного заседания ТК 363 в феврале 2012 г. с предполагаемой повесткой, затрагивающей рассмотрение и утверждение плана работ ТК на 2012 г. и среднесрочную перспективу на 2012–2014 гг. Рассмотреть постановки и проведение прикладных НИР по стандартизации, направленных на разработку технических регламентов и стандартов, обеспечивающих сферу действия в цепочке ВТО – Единое экономическое пространство – Таможенный Союз.



20-я СЕССИЯ СОВЕТА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СЛУЖБЫ (ФЕРНС)

20th SESSION OF THE FAR EAST RADIONAVIGATION SERVICE (FERNs)

Двадцатая сессия Совета Дальневосточной радионавигационной службы (ФЕРНС) проходила в офисе Береговой охраны Японии в Токио, Япония, в период 8–11 ноября 2011 г. Председатель сессии г-н Есиюки Фунакорси, руководитель отделения управления средствами навигации Департамента морского судоходства Береговой охраны Японии, открыл заседание и предоставил слово вице-адмиралу Акифуми Сузуки, генеральному директору Департамента морского судоходства, который приветствовал делегации из Китая, Японии, Кореи и России, а также наблюдателей от Норвегии, Великобритании и МАМС. Он пожелал успеха заседанию и плодотворного обмена мнениями участникам не только по проблемам «Лоран-С» и «Чайки», но и других систем радионавигации.

Генеральный секретарь МАМС Гери Проссер поблагодарил Береговую охрану Японии за организацию 20-й сессии Совета ФЕРНС. Он сказал, что всегда гордится участием в работе Совета ФЕРНС, который впечатляет своими достижениями и прогрессом. Данная сессия важна, так как будут идти дискуссии о будущем ФЕРНС, и он дал гарантии, что МАМС готова продолжать свое участие в работе ФЕРНС.

Затем председатель предоставил слово делегации России, которая зачитала письмо директора Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации А. С. Якунина. В своем письме г-н Якунин передал приветствие участникам 20-й сессии Совета ФЕРНС и сообщил, что в 2010–2011 годах Минпромторг России выполнил ряд работ по модернизации станций «Чайка» для повышения ее надежности в международных объединенных цепях. В то же время Министерство обороны, которое отвечает за станции «Чайка» и несет расходы по их обслуживанию и эксплуатации, предложило закрыть станции. По мнению Министерства обороны, дальнейшая эксплуатация станций «Чайка» экономически нецелесообразна. В настоящее время этот вопрос рассматривается в Правительстве Российской Федерации. Участники международных соглашений, регулирующих эксплуатацию международных объединенных радионавигационных систем, будут своевременно проинформированы об окончательном решении по дипломатическим каналам.

Далее г-н Якунин подчеркнул, что хотя Российская Федерация рассматривает возможность прекращения эксплуатации станций «Чайка», а Япония

уже запланировала закрыть станции «Лоран-С» в Дальневосточном регионе к 2013 г., что поставит под вопрос дальнейшее существование ФЕРНС, Дальневосточная радионавигационная служба является единственной международной структурой, где проходят дискуссии по эффективному созданию, развитию и совершенствованию радионавигационных систем на Дальнем Востоке. Принимая во внимание большой опыт работы ФЕРНС, а также пункт (с) Статьи 7 Соглашения ФЕРНС о порядке внесения изменений в Соглашение Советом ФЕРНС, он предложил обсудить на 20-й сессии предложение делегации Японии, сделанное на 19-й сессии Совета ФЕРНС, о пересмотре Соглашения в части определения будущего статуса ФЕРНС, его целей, задач и функций, и плана работ на 2010–2012 годы. Г-н Якунин выразил надежду, что к 21-й сессии Совета ФЕРНС, которая состоится в 2012 году в России, страны-члены Соглашения ФЕРНС будут иметь согласованные предложения по будущему ФЕРНС.

По предложению председателя совещанию были представлены все участники. В сессии приняли участие следующие члены ФЕРНС: Китайская Народная Республика, Япония, Республика Корея, Российская Федерация, а также наблюдатели от МАМС, Норвегии, Соединенного Королевства.

Проект повестки был принят для ведения совещания без изменений. Детализируя программу работы, председатель сообщил участникам сессии, что они будут иметь возможность принять участие в технической экскурсии в порт Йокогама.

Председатель Технической рабочей группы (ТРГ) ФЕРНС проф. Гуг Сунь-ги, сообщил, что группа получила и обсудила много материалов по техническим проблемам, касающимся не только «Лоран» и «Чайка», но и других радионавигационных систем и аппаратуры. Отчет Технической рабочей группы был одобрен в последний день сессии Совета.

Председатель Технической рабочей группы также предложил, чтобы 7-е заседание ТРГ ФЕРНС было проведено накануне первого дня 21-й сессии Совета ФЕРНС в России. Это предложение не встретило возражений.

По программе «Лоран-С»/«Чайка» Япония представила отчет по эксплуатации Северо-западной Тихоокеанской цепи (цепь D), показывающий доступность сигнала станций с августа 2010 по июль 2011 г. Россия представила результаты анализа эксплуатации

Российских станций в цепях В и С. Доступность составила 0,9998 на период с октября 2010 г. по октябрь 2011 г., при этом периоды регламентных работ на каждой станции с предупреждением потребителей не принимались в расчет. Состояние станций «Лоран-С» Корейской цепи (GRI 9930) было дано в докладе Корейской делегации. Была представлена информация по доступности сигнала каждой станции, цепи и базы, за исключением станции Уссурийск, которая не работает на регулярной основе с момента подписания Соглашения ФЕРНС в декабре 2000 г. Китай отчитался о работе, техническому обслуживанию, модернизации и подготовке персонала для Китайской системы «Лоран-С». Китай также сообщил, что механизм ежеквартального отключения на профилактику действовал в течение 2010–2011 годов для достижения необходимой доступности сигнала. Для обслуживания аппаратуры каждый квартал производится отключение на 96 часов.

Япония собрала графики отключений цепей ФЕРНС. Всех членов ФЕРНС попросили проверить этот список и сообщить России о возможных изменениях до 1 декабря 2011 г. Затем Россия должна будет разослать окончательный сводный график всем странам-участницам не позднее 31 декабря 2011 г.

Далее по повестке сессии Япония дала детальное описание процедуры, применяемой для закрытия станций «Лоран-С» в рамках Соглашения ФЕРНС, статья 9.2. После исследования потребительского спроса потенциальных национальных потребителей было решено завершить работу Японских станций «Лоран-С». Мнение организаций потребителей подтвердило результаты первоначального исследования. Затем Япония начала межправительственные консультации со странами-участницами Соглашения ФЕРНС через дипломатический канал, в соответствии со статьей 9.2. Соглашения.

Однако несмотря на финансовые трудности, связанные с японским землетрясением и необходимостью восстанавливать многочисленные средства навигации, Япония предложила, по просьбе Кореи, льготный период работы продолжительностью три года с окончанием в 2015 г. Возникло намерение проинформировать страны ФЕРНС о закрытии станций и выходе Японии из Соглашения.

Корея объяснила, что после 19-й сессии Совета ФЕРНС Япония по дипломатическим каналам прислала план прекращения работы станций «Лоран-С». Сначала Япония запланировала окончание работы к марту 2013 г., но, рассмотрев просьбу Кореи продолжить работу, решила принять прогрессивную процедуру, начиная с декабря 2013 г. по февраль 2015 г. Корея выразила признательность Японии за решение по продлению периода эксплуатации. Однако после нескольких случаев возникновения помех GPS между 2010 и 2011 годами на Корейском полуострове была осознана необходимость наличия резервной системы ГНСС. Корея выразила пожелание иметь постоянно

работающую альтернативную навигационную систему типа «Лоран-С» или «еЛоран», и предложила следующий план ради безопасности морского судоходства в Дальневосточном регионе:

- Россия возможно скорее вводит в эксплуатацию сигнал «Лоран-С» на станции Уссурийск в качестве ведомой станции;
- Китай будет эксплуатировать станцию Хелонг, из цепи Китайского Северного моря (GRI7430), в качестве ведомой в Корейской цепи. Если Китаю понадобится станция Квань-чжу в качестве ведомой для Китайской цепи, Корея готова к такому сотрудничеству.

Республика Корея проинформировала участников сессии, что совместно с МАМС начала дискуссии по принятию «еЛоран» в качестве резервной системы ГНСС, принимая во внимание уязвимость последней. Корея рассмотрела разные планы строительства Корейской цепи «еЛоран» в будущем, а также развития эксплуатации станций совместно с членами ФЕРНС с целью создания эффективной службы «еЛоран» в Дальневосточном регионе. Поэтому Корея ожидает взаимной поддержки и сотрудничества в организации и эксплуатации станций «еЛоран». В ответ представители трех других сторон выразили одинаковое мнение, что это предложение должно обсуждаться внутри стран их правительствами и ответ должен быть дан после двусторонних обсуждений.

Затем Корея пояснила, что корейские специалисты начнут проектировать систему «еЛоран» применительно к Корейским станциям. В настоящее время предполагается, что «еЛоран» начнут устанавливать с 2013 года, и будут переоснащаться все станции и вся система будет полностью готова к эксплуатации к 2015 г.

Относительно пересмотра самого Соглашения ФЕРНС Корея предложила свою редакцию соглашения, отражающую эволюцию радионавигации. Оно должно включить (Д) ГНСС, е-Навигацию, «еЛоран» и визуальные средства навигации для повышения безопасности мореплаванию в регионе. Под пересмотром Соглашения Корея понимает, что ФЕРНС станет организацией для официального обсуждения и обмена опытом не только по системам «Лоран-С»/«Чайка», но также по внедрению средств навигации вообще. Это значительно усилит международное сотрудничество четырех стран в Дальневосточном регионе.

По этой же теме и в обсуждение решения Японии о закрытии станций «Лоран-С» Россия выразила мнение, что Соглашение ФЕРНС должно быть сохранено по следующим причинам:

- ФЕРНС является единственной международной структурой, которая предполагает дискуссии об эффективном использовании, развитии и совершенствовании радионавигационных систем на Дальнем Востоке;
- ФЕРНС в качестве международной структуры имеет большое значение для консолидации и расширения

международного сотрудничества по вопросам безопасности навигации в интересах потребителей стран Дальневосточного региона и мира;

- ФЕРНС дает возможность обмена информацией по новым техническим решениям и современным технологиям;
- ФЕРНС накопил большой опыт в международном сотрудничестве по навигационному обеспечению, мониторингу эксплуатации и управлению объединенными радионавигационными системами;
- работа, проделанная странами-членами ФЕРНС в рамках Соглашения, в том числе работы, проделанные в Российской Федерации по поиску технических решений и созданию новых опытных образцов аппаратуры для гарантии функционирования станций в объединенных цепях. В частности, в течение 2010 и 2011 годов Министерство промышленности и торговли Российской Федерации осуществило работы, направленные на модернизацию станций «Чайка» и на разработку малогабаритной необслуживаемой экономичной станции, использующей новые технологии «еЛоран», которая позволит решать проблемы создания и эксплуатации объединенных радионавигационных систем.

Россия предложила наметить новые цели и задачи в пересмотренном Соглашении ФЕРНС. Целью должно стать обеспечение безопасности навигации в интересах всех стран посредством согласованной эксплуатации объединенных радионавигационных систем государствами Дальневосточного региона, через международное сотрудничество для развития научно-технических основ радионавигации путем укрепления международного диалога и процессов инновации, в том числе через открытие Соглашения для новых членов.

Новыми задачами могут быть:

- согласование режимов работы радионавигационных систем государств Дальневосточного региона,
- обсуждение проблем и международный обмен опытом с целью создания системы и оборудования для безопасной навигации морского и речного транспорта,
- разработка объединенных радионавигационных систем государствами Дальневосточного региона,
- обсуждение членами ФЕРНС важных проблем безопасности навигации в Дальневосточных водах,
- обмен опытом между членами ФЕРНС в вопросах обеспечения средствами навигации Дальневосточных вод,
- выявление районов, нуждающихся в обеспечении службами безопасной навигации в Дальневосточных водах,
- выработка рекомендаций по эффективному и взаимовыгодному сотрудничеству между участниками ФЕРНС с целью продвижения новых подходов к безопасной навигации.

Дополнительно к новым целям и задачам Россия предложила ввести в пересмотренное Соглашение

ФЕРНС определение выражения «совместно используемые радионавигационные системы государств Дальнего Востока», перечень совместно используемых радионавигационных систем и процедуры, необходимые для согласования совместно используемых радионавигационных систем.

Наконец, Россия заявила, что поддерживает график работы по пересмотру формата ФЕРНС, предложенный делегацией Японии на 19-й сессии Совета ФЕРНС.

Комментируя предложение изменить или пересмотреть Соглашение ФЕРНС, Китай выразил мнение, что нужно время, чтобы выработалась четкая идея, чего Совет хочет достичь. Китай также напомнил, что первоначально соглашение было более административным предприятием, и Япония запросила изменения и преобразования его в правительственное соглашение, что и было сделано в 2000 г. Пересмотр Соглашения в его нынешнем формате потребует времени и будет затруднительным. Подписание нового соглашения на межведомственном уровне может быть проще и позволит работать как форум по координации радионавигационных служб между соседними странами.

После консультаций и долгих дискуссий председатель предложил двухэтапный подход, начиная с обмена идеями и дискуссий в неформальной группе, которую можно назвать группой добровольцев и которая будет работать путем переписки, с предложением от одной или нескольких сторон другим сторонам соглашения по меньшей мере за 90 дней до заседания Совета, как следует их статьи 10, с его последующим изучением Советом в соответствии со статьей 7. Россия поддержала этот принцип, но предложила сосредоточиться только на первом шаге на этом этапе, что означает создание группы добровольцев, которую должен возглавить председатель ТРГ. Китай согласился с предложением председателя с российским дополнением и выразил мнение, что дискуссии внутри группы должны быть открытыми и должны охватывать как пересмотр действующего соглашения, так и подготовку нового соглашения. Китай, Россия, Корея и Япония согласились с этим предложением, и проф. Гуг принял руководство группой, в которую войдет по представителю от Китая, Японии, Кореи и России, а также от МАМС.

Поэтому председатель закончил дискуссию, попросив проф. Гуга возглавить «Группу добровольцев», составленную из представителей от соответствующей организации из Китая, Японии, Кореи и России плюс представитель от делегации МАМС, и обсудить все вопросы по Соглашению ФЕРНС касательно радионавигационных служб наземного базирования ввиду подготовки к будущим дискуссиям внутри Совета по этому вопросу.

При обсуждении технических проблем совместных цепей ФЕРНС Россия представила результат исследования по новой активной магнитной антенне

для приема сигналов «Чайка»/«Лоран-С». Эта антенна предназначена для использования в наземных подвижных объектах различного назначения. Диапазон рабочих температур от -40°C до $+55^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности до 95% при температуре не выше $+40^{\circ}\text{C}$. Ее основные преимущества: малые габариты, низкая чувствительность к электростатическим шумам и возможность установки внутри транспортного средства.

Россия также представила материал по многоцелевой мачте высотой до 100 метров. К ее основным преимуществам относятся:

- секционная конструкция, позволяющая сократить число сборочных операций при монтаже;
- необходимая устойчивость к нагрузкам и жесткость при ветровых нагрузках;
- монтаж без вмешательства/аренды дорогостоящих специальных средств;
- монтаж методом «наращивания» без высотных монтажных работ;
- предназначение для районов с ветренным климатом и обледенениями.

Россия представила описание помехоустойчивого приемного модуля для сигналов времени, передаваемых станциями «Чайка» и «Лоран-С». К его функциям относятся сведение и восстановление шкал времени сигналов от наземных средств передачи сигнала времени с помощью новых средств передачи сигнала времени. Приемный модуль сигналов времени имеет следующие характеристики:

- модуль осуществляет поиск сигналов наземных станций и измерение РНП со среднеквадратическим отклонением результата измерения не более 0,3 мкс при определенных условиях воздействия помех;
- приемный модуль производит измерение координат сигнала шкалы времени UTC (SU), излучаемого передатчиком «Чайки», относительно входного сигнала 1 Гц со среднеквадратической ошибкой измерения не более 1,5 мкс для поверхностных сигналов и не более 17 мкс для пространственных сигналов;
- модуль принимает сигналы шкалы времени, передаваемые «Лоран-С»;
- модуль осуществляет автоматическую калибровку трактов распространения сигналов путем измерения, сглаживания и сохранения в собственной неразрушаемой памяти поправок ко всем принимаемым станциям при условии, что они имеют метку 1 Гц, со среднеквадратической ошибкой фронта сигнала относительно шкалы времени UTC (SU) не более 200 нс.

Китай представил анализ точности времени системы «Лоран-С». Впервые было осознано значение службы времени для современной национальной экономики, и принимая во внимание возможности «Лоран-С» с точки зрения противопомеховых возможностей и распространения сигнала, эту систему рассматривают как ценный ресурс времени. Передатчик «Лоран-С»

имеет цезиевые часы высокой точности и стабильности, которые используют передачу импульсов с низкочастотной несущей в 100 кГц. У них относительно стабильная фаза в приземной волне. Для передающего тракта с известными физическими характеристиками точно прогнозируется временная задержка. Очень перспективно преобразование действующей системы «Лоран-С» в систему навигации и времени с использованием усовершенствованной техники «Лоран». Точность времени передающих станций «Лоран-С» ожидается выше 100 нс, при рабочей зоне свыше 800 км на суше. Для потребителя в неподвижной точке стандартное отклонение составит менее 0,1 мкс для случая независимого определения времени и менее 0,4 мкс для случая независимого определения времени. Точность определения времени в основном зависит от коррекционной ошибки, которую можно минимизировать путем теоретической коррекции и практических измерений для повышения точности определения времени «Лоран-С». Повсеместно признано, что сигналы спутников подвержены помехам и блокированию и нуждаются в дополняющих резервных системах. Поэтому очень важно повышать характеристики времени системы «Лоран-С» и делать ее полноценной системой, предлагающей услуги определения координат, навигации и времени в качестве эффективной резервной системы спутниковым системам.

По вопросам координации с другими радионавигационными службами на Дальнем Востоке наблюдатель от Норвегии в своей презентации дала информацию о четырех станциях «Лоран-С», работающих в Норвегии, которые являются частью двух цепей «Лоран» (цепи Бе и цепи Эдже) и одной цепи «Чайка» (цепь Инта). Было отмечено, что на данном этапе нет решения о развитии Норвежских станций «Лоран-С» в «еЛоран». Это предмет обсуждения и сотрудничества с Францией, Великобританией, Данией, с одной стороны, и Китаем, Японией, Кореей и Российской Федерацией через ФЕРНС, с другой стороны. В 1995 году началось двустороннее сотрудничество с Российской Федерацией с подписанием Межправительственного соглашения о создании объединенной радионавигационной службы в Баренцевом море с использованием станций «Лоран-С» и «Чайка» — Объединенной цепи Бе. Сотрудничество возобновилось в 2010 году с принятием нового соглашения и созданием Норвежско-Российского Координационного совета Объединенной цепи Бе. Первое заседание технической рабочей группы состоялось в июне 2011 года и планируется очередное заседание Совета ОЦБ. Между тем, Норвегия ожидает результата недавней дискуссии, которая началась в России, о возможном закрытии программы «Чайка». По вопросу относительно будущего «Лоран» в свете развития «еЛоран»/«еЧайка» наблюдатель от Норвегии заявила, что после дискуссий на нынешнем заседании Совета ФЕРНС ситуация прояснилась. Если Япония решила закрыть станции «Лоран», то Китай и Корея собираются продолжать

развивать свои программы «Лоран» в сторону усовершенствованной системы «еЛоран». Она напомнила присутствующим, что результаты дискуссий и продвижения вперед на международной арене — региональной и глобальной — в необходимости обеспечения резерва ГНСС и возможная роль «еЛоран» в этом контексте будут среди факторов, которые правительство Норвегии будет принимать во внимание, вырабатывая решение о будущей эксплуатации и развитии «Лоран» в Норвегии. В заключение своего сообщения она объяснила, что ситуация в Совете ФЕРНС весьма похожа сегодня на ситуацию в странах НЕЛС несколько лет назад, когда Дания и Германия решили закрыть свои станции «Лоран». Соглашение НЕЛС было денонсировано, но тем не менее странам Европы, продолжившим заниматься «Лоран», было необходимо поддерживать дискуссии. Поэтому было создано несколько неофициальных групп и продолжались регулярные встречи для обсуждения не только проблем «Лоран», но и радионавигационных служб в более общем плане.

Россия представила информацию о состоянии и будущем развитии Российской морской дифференциальной подсистемы на Дальнем Востоке. В соответствии с планом развития национальных дифференциальных подсистем в интересах морских потребителей в опытную эксплуатацию в Дальневосточных водах запущено 13 дифференциальных станций на базе береговых радиомаяков. Были представлены все характеристики станций, включая их частоты. Снова было отмечено, что качество работы морских дифференциальных станций сильно зависит от правильного подбора частоты и географического разнесения с другими радиоэлектронными средствами. Вот почему Россия напомнила о важности координирования частотного регламента для дифференциальных станций в Дальневосточном регионе.

Корея представила информацию о ходе совершенствования DGPS и их доступности в 2011 г. Было показано, что министерство земель, транспорта и морских дел проводило установку 17 дифференциальных станций глобальной системы местоопределения в морской зоне и на внутренних водах с 1998 по 2009 годы, и что согласно Рекомендации МАМС R-135 «Будущее ДГНСС» устаревшая аппаратура DGPS морских станций Палмидо и Еочунгдо была усовершенствована. Было установлено 5 дополнительных станций мониторинга целостности для проверки надежности информации DGPS, что означает, что в 2011 году стали работать 17 усовершенствованных станций мониторинга целостности.

Корея также проводит исследования и разработку (НИОКР) по применению информации DGPS в различных видах деятельности, для чего нужна высокоточная координатная информация в сочетании с ИТ; это также связано с морским трафиком и проведением измерений. Все это основано на принципе NTRIP (Networked Transport — сетевой организации транспорта по стандартам RTCM через протокол интернета)

и данных от 17 контрольно-корректирующих станций и станций мониторинга целостности DGPS. Начиная с 2012 г. планируется обеспечивать координатную информацию по DGPS для транспорта, малых судов, рыболовецких лодок и прогулочных судов через смартфоны и приемник DMB.

Япония задала вопрос, какого рода инициатива потребовалась, чтобы побудить поставить на малых судах приемники-смартфоны, необходимые для получения информации от DGPS. Корея объяснила, что потребители снабдили антенной DGPS для работы со своими смартфонами. Такие потребители могут контролировать информацию через приложение, которое разработали в Корее.

Китай спросил, могут ли информацией DGPS пользоваться потребители во внутренних водах. Корея ответила, что могут. Корея сделала презентацию по архитектуре системы обнаружения помех GNSS, которую можно использовать для разработки системы обнаружения отклонений сигнала GPS и информирования потребителей. Этот сервис может быть принят в эксплуатацию с 2013 г. Ввиду важности координатно-временной информации от GPS есть насущная потребность в альтернативной системе и системе мониторинга помех GPS. И действительно, несмотря на то что помехи GPS возникают в мире нечасто, считается, что их воздействие может вызвать много катастроф. Присутствующих попросили представить информацию по любым случаям естественных или преднамеренных помех ГНСС, о которых они знают, и есть ли у них какие-либо меры противодействия помехам ГНСС, вызывающим погрешности в определении координат и времени.

Япония ответила, что системы ГНСС уже дают уведомления потребителям об ошибочности информации, посылаемой спутником, а в более тяжелых случаях потребители могут получить информацию от морской информационной службы.

Россия сообщила, что наблюдали ошибки от непреднамеренных помех, и разрабатывается система для обнаружения преднамеренных и непреднамеренных помех.

Китай сообщил, что он не получал никакой информации по помехам, которые помешали бы навигации в Китайских водах. Однако они рассматривают возможность разработки сообщения для оповещения моряков в случае возникновения такой ситуации.

Генеральный секретарь МАМС добавил, что МАМС получила много информации от своих членов о случаях воздействия помех. Он также проинформировал участников сессии, что в настоящее время по интернету продаются портативные постановщики помех. Принимая во внимание серьезность ситуации, МАМС в прошлом году подала документ в ИМО, чтобы эта организация приняла адекватные меры.

Китай представил свою работу по созданию морской системы DGPS. После более чем 10 лет непрерывной работы стал действовать эффект старения,

в результате чего появились проблемы с надежностью аппаратуры и повышением расходов на техническое обслуживание. Для решения этих проблем была проделана следующая работа: отслеживание технической разработки, модернизация действующего оборудования, установка двух новых станций для завершения сети из 22 DGPS ныне действующих станций и устранение зон, где плохо принимался сигнал.

Россия описала систему мониторинга (СМ), разработанную для сбора информации о состоянии сигналов ГЛОНАСС, GPS, «Чайки» и «Лоран-С» для заблаговременного формирования управляющих команд, обеспечивающих необходимую надежность и целостность радионавигационной информации. Эта система мониторинга включает в себя:

- Монитор передающей станции (МПС), который ведет слежение за сигналами наземных станций и генерирует информационное сообщение в случае наблюдения отклонений сигнала или отказа наземной станции.
- Автоматический монитор (АМ), который ведет мониторинг сигналов ГНСС ГЛОНАСС и GPS и станций наземного базирования «Чайка» и «Лоран-С» в пределах рабочей зоны и генерирует информационные сообщения в случае наблюдений отклонения сигналов или отказа спутника или наземной станции.
- Линию передачи данных (ЛПД), которая обеспечивает надежный и устойчивый обмен данными между сетями удаленных и рассредоточенных наземных станций и формирует единое информационное пространство для станций.
- Контрольно-корректирующую станцию (ККС), которая выполняет контроль, отслеживает состояние и записывает данные СМ.

Модернизация радионавигационных станций «Чайка» позволила интегрировать их в систему мониторинга.

Россия сообщила участникам сессии о разработке АИС для средств навигации в целях повышения безопасности судоходства в сложных метеусловиях и плохой навигационной обстановке путем установки АИС на навигационно-гидрографических средствах (стационарных и плавающих буях) и своевременного и быстрого информирования моряков и администрации о нештатном функционировании АИС и визуальных средств. Был детально описан экспериментальный этап с данными касательно юридической поддержки реализации АИС для средств навигации, ее функций, использования буев в качестве носителей аппаратуры, задач, выполняемых АИС для средств навигации, разных типов АИС, которые могут быть реализованы, а также различных типов сообщений, которыми можно обмениваться, технических характеристик используемых АИС и представлены положительные результаты испытаний, проведенных под С-Петербургом.

Китай сделал сообщение о применении IALA-NET в Китае. Уже многие страны пользуются информацией

АИС от МАМС, по крайней мере, регионально. В помощь странам-участницам в этом вопросе МАМС разработала проект, названный IALA-NET, который работает круглосуточно с 1 июля 2010 г. IALA-NET – это служба обмена информацией почти в реальном времени через интернет, с возможностью хранить данные АИС для целей статистики. Это глобальная служба, открытая только для национальных организаций, предоставляющих данные АИС для страны. Она предназначена в помощь этим организациям в выполнении ими своих юридических обязанностей по обеспечению безопасности, обороны, защиты окружающей среды на море и эффективной навигации. IALA-NET создала 3 службы, по существу разделенные на три временные зоны для поддержки круглосуточной работы. Китай играет активную роль в эксплуатации IALA-NET и вместе с США и Данией принял решение вести одну из трех служб системы. Китай также входит в оргкомитет, который руководит IALA-NET, и предлагает всем членам ФЕРНС присоединиться к этой программе.

Администрация морской безопасности (MSA) Китая начала строительство береговой сетевой системы АИС в 2004 г. Сейчас MSA в основном построила сеть АИС берегового базирования вдоль всего побережья Китая, которая имеет 121 станцию АИС, 19 локальных центров АИС, 3 региональных центра АИС и 1 национальный центр АИС. Национальный центр отвечает за надзор за сетью трех региональных центров, собирая и фильтруя данные АИС от них и пересылая их на сервер IALA-NET.

MSA Китая разработала прикладное программное обеспечение АИС, которое контролирует безопасность и осуществляет администрирование, защиту информации, помощь в анализе и принятии решения, анализе статистики судоходства. Его отличительные особенности: наличие карты спутников, навигационной карты, статистики региона, судов с АИС, поисковых судов, группы таможенных судов, исторических данных, службы бинарных сообщений АИС, предупреждений при угрозе безопасности, 3D визуального порта.

Сообщение было завершено заявлением, что Китай в качестве подрядчика глобального серверного центра IALA-NET желает играть более активную роль в продвижении строительства и развития IALA-NET, а также сделать вклад в эффективное судоходство и защиту окружающей морской среды во всем мире.

Генеральный секретарь МАМС поблагодарил Китай за активное участие в развитии IALA-NET и пригласил других участников ФЕРНС предложить своим странам присоединиться к системе IALA-NET.

В разделе «Прочее» повестки Корея описала совершенствование измерительного оборудования средств навигации исследовательского судна «Ханвит-хо». Измерительное оборудование средств навигации, используемое на судне, оценивает точность местопредопределения и статус принимаемого сигнала в то время, как судно плывет, в пределах зон обслуживания (Д) ГНСС, «Лоран-С», АИС, RACON и пр. Оно также

собирает, анализирует и оценивает данные визуальных средств навигации, такие как яркость и обзор. Новая усовершенствованная система, разработанная в октябре 2010 г., позволила увеличить масштабы задач измерений и расширить способности навигационной системы следующего поколения оценивать измерения сигналов и анализировать их.

Япония представила презентацию разрушений, вызванных японским землетрясением, начав с показа двух видеофильмов, снятых сотрудниками БО во время цунами. Затем за ними последовал доклад о ремонте и восстановлении средств навигации, которые были уничтожены во время землетрясения. Оно произошло 11 марта 2011 года примерно в 14:46 с магнитудой 9,0 баллов с эпицентром у побережья Санрику. Через три минуты было дано сообщение о цунами, и цунами поразила побережье через 29 минут после предупреждения. В некоторых районах волна была выше 9 метров. Разрушения невозможно было оценить, и сегодня цифры составляют 15824 погибших, 3824 пропавших без вести, 5942 пострадавших. 118660 домов полностью были разрушены, 182415 наполовину разрушены и 603193 частично разрушены. Так как цунами поразила большую площадь и заблокировала маршруты движения, для проверки разрушений средств навигации использовали авиацию. Затем начался этап восстановления и были определены три категории: срочное восстановление, временное восстановление и полное восстановление. Однако многие средства навигации были разрушены или затоплены из-за разрушения волнорезов, на которых они устанавливались. В этих случаях восстановление зависит от восстановления самих волнорезов.

На 1 ноября 2011 года ситуация следующая: из 156 средств навигации, разрушенных при землетрясении, 8 не восстановлены, 30 аварийно восстанавливались, 34 прошли временное восстановление и 84 были полностью восстановлены.

Первые уроки, полученные из анализа разрушений:

- Маяки и другие средства навигации, к которым не применили меры упрочнения против землетрясений, разрушены более полно по сравнению с остальными.
- Средства навигации, использующие солнечные батареи, сравнительно лучше перенесли разрушения

по сравнению с теми, где использовались обычные системы питания, с соотношением отказов у тех, что на питании от солнечных батарей, примерно 1 к 6.

- Задержка с восстановлением питания означала, что средства с обычным питанием бездействовали более длительное время.

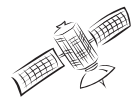
Еще одна презентация о последствиях японского землетрясения была сделана Японией о разрушениях на станции DGPS Кинкасан. Были две проблемы – разрушение источников питания, которые были полностью восстановлены через месяц после события, и изменение привязки к местности в связи с сильной подвижкой, вызванной землетрясением. Подвижка еще полностью не закончена, и потребуются проверка координат, в частности для 27 станций DGPS вокруг всей Японии.

После всех этих впечатляющих видеоматериалов и презентаций о трагическом происшествии участники сессии выразили свои соболезнования всем, кто потерял свои семьи, друзей и коллег, а также народу Японии и, в частности, Береговой охране.

По приглашению Российской Федерации было принято решение, что 21-я сессия Совета ФЕРНС пройдет в России в октябре или начале ноября 2012 года. Россия определит точное место и даты заседания и проинформирует членов ФЕРНС не позднее 31 мая 2012 г.

Совет проанализировал проект отчета 20-й сессии и принял его с изменениями.

Совет выразил большую признательность Береговой охране Японии, в частности вице-адмиралу Акифуми Сузуки, руководителю отделения управления средствами навигации Департамента морского судоходства, за прекрасную организацию заседания, гостеприимство, которое было продемонстрировано по отношению ко всем участникам, и очень интересные экскурсии. Особая благодарность была выражена г-ну Есиюки Фунакоси, руководителю отделения средств навигации, за председательство на заседании с большой компетентностью и старанием. Председатель выразил свою признательность всем делегатам за плодотворную работу, взаимопонимание и сотрудничество, которые способствуют успеху ФЕРНС в целом и 20-й сессии Совета в частности.



УДК 629.7.05

ИНТЕГРИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ БПЛА¹

**К. К. Веремеенко, Д. А. Антонов, М. В. Жарков, Р. Ю. Зимин, И. М. Кузнецов,
А. Н. Пронькин²**

Представляется инерциально-спутниковая система, включающая как составную часть спутниковую систему ориентации (ССО), выполненную на трех антеннах и трех ГЛОНАСС/GPS-приемниках. Инерциальная часть представлена микромеханической бесплатформенной инерциальной навигационной системой (БИНС). Для создания избыточности и повышения надежности в курсовом канале в системе использован выносной магнитометр. В системе предусмотрены широкие возможности для внешних подключений. Особенностью системы являются встроенные алгоритмы интегрального контроля ААИМ и возможность коррекции БИНС по угловой информации от ССО, что обеспечивает улучшение наблюдаемости ряда компонентов, в частности, курса и систематических дрейфов гироскопов, и сокращает время оценивания. Приводятся результаты имитационного моделирования и лабораторных испытаний ССО, показывающие принципиальную работоспособность и ориентировочную точность системы.

Ключевые слова: бесплатформенная инерциальная навигационная система, спутниковая навигационная система, спутниковая система ориентации, интегрированная навигационная система, оптимальная обработка информации, беспилотный летательный аппарат

INTEGRATED NAVIGATION AND ATTITUDE DETERMINATION SYSTEM

**K. K. Veremeenko, D. A. Antonov, M. V. Zharkov, R. Yu. Zimin, I. M. Kuznetsov,
A. N. Pronkin**

An inertial & satellite system is represented. As a component the system includes a satellite attitude determination system (SADS) based on three antennas and three GLONASS/GPS receivers. The inertial part is presented by micromechanical strapdown inertial navigation system (SINS). To obtain redundancy and appropriate reliability in the heading channel of the system external magnetometer is used. Ample opportunities for external connections are provided in the system. The features of system are the built-in algorithms of integrated control AAIM and possibility of SINS correction by angular information from SADS that reduces estimation time and provides improvement of observability of a number of components, in particular, a heading and regular gyro biases. Simulation and laboratory test results of SADS showing its basic working capacity and potential system accuracy are presented

1. Введение: общая характеристика задачи

Центр спутниковых информационных технологий МАИ и кафедра 305 МАИ в течение ряда лет ведет разработку навигационных комплексов для различных подвижных объектов, включая беспилотные летательные аппараты [1, 2, 3]. Создан модельный ряд экспериментальных образцов малогабаритных интегрированных систем, отличающихся составом, характеристиками и назначением. Все созданные образцы построены по слабосвязанной схеме комплексирования, содержат бесплатформенную инерциальную навигационную систему (БИНС) как основу комплекса,

которая корректируется по координатной и скоростной информации от встроенной спутниковой навигационной системы (СНС), а также от внешнего датчика магнитного поля по курсовому углу. Такая структура комплексов в настоящее время является достаточно устоявшейся, использующейся в целом ряде разработок, как в России, так и за рубежом [4]. Несмотря на приемлемые характеристики, показываемые такими комплексами, у них есть существенный недостаток, связанный с относительно большим временем получения оценок ряда компонентов вектора состояния

¹ Статья подготовлена на основе доклада на конференции Межгосударственного Совета «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российского общественного института навигации и Московского автодорожного института «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» 26.10.2011.

² К. К. Веремеенко – к.т.н., доцент, заместитель декана факультета, Д. А. Антонов – н.с., М. В. Жарков – ст. препод., Р. Ю. Зимин – н.с.; И. М. Кузнецов – аспирант, А. Н. Пронькин – аспирант, Московский авиационный институт (государственный технический университет)

и недостаточной точностью получения этих оценок в ряде случаев. Прежде всего, это касается таких компонентов вектора состояния как ошибки угловой ориентации, особенно в курсовом канале, и систематические ошибки инерциальных датчиков (гироскопов и акселерометров). Решить эту проблему можно, если предусмотреть дополнительные корректирующие средства, способные измерять некоторые из указанных параметров.

В статье приводится решение указанной проблемы на примере системы, в состав которой введена спутниковая система ориентации (ССО), обеспечивающая, в дополнение к координатным и скоростным измерениям, измерение углов ориентации – тангажа, крена и курса. Эти измерения сравниваются с аналогичными показаниями БИНС и строятся разности показаний, используемые в алгоритме оптимального фильтра Калмана для получения оценок вектора состояния системы по расширенному вектору измерений. Как показали исследования, такой подход является весьма конструктивным [4], [5].

2. Выбор варианта построения системы

В настоящее время на рынке существует и активно используется целый ряд разработок малогабаритных интегрированных инерциально-спутниковых систем ориентации и навигации, построенных с использованием одного приемника и одной антенны спутниковой навигационной системы. Так как инерциальная часть разрабатываемой системы во многом аналогична существующим одноантенным аналогам, то целесообразно при обосновании состава и структуры системы использовать существующий мировой опыт. Анализ существующих одноантенных малогабаритных интегрированных инерциально-спутниковых систем ориентации и навигации показывает, что требуемый уровень миниатюризации и связанный с ним уровень энергопотребления может быть достигнут только с применением микроэлектромеханических (МЭМС) гироскопов и акселерометров. Так, все из проанализированных наиболее распространенных одноантенных систем (Rockwell Collins AHS-3000A/S [6], Crossbow NAV440 [5], XSENS MTi-G [7], Rotomotion ANPRS200A [8], Текнол КомпаНав-2 [9]) основаны именно на таких типах датчиков.

К ведущим производителям микроэлектромеханических гироскопов и акселерометров, пригодных для решения навигационных задач, можно отнести фирмы Systron Donner и Analog Devices (обе США), Silicon Sensing Systems Japan (Япония-Великобритания) и Colybrys (Швейцария). Несмотря на то, что разработчики коммерчески доступных инерциально-спутниковых навигационных систем, как правило, не указывают конкретный состав датчиков, установленных в системе, анализ публикаций [10] показывает, что наиболее популярными у исследователей и разработчиков являются датчики именно этих производителей. Активно

завоеывают значительную долю рынка датчики объединенной компании Silicon Sensing Systems Japan. Эта компания выпустила чрезвычайно перспективный шестикомпонентный модуль [11], объединяющий в себе три акселерометра и три гироскопа. Базируясь на заявленных производителем достаточно высоких характеристиках модуля, было принято решение использовать его для построения системы.

Особенностью встроенной ССО является использование неспециализированных спутниковых приемников. Системы на базе специализированных приемников отличаются наличием общего опорного генератора. Часто, измерениями служат не фаза сигнала, а непосредственно разности фаз между антеннами. При этом сигналы со всех антенн обрабатываются в одном радиотракте, что позволяет устранить их неидентичность. Основным недостатком систем, построенных на специализированных приемниках, является очень высокая стоимость. Известные на сегодня коммерчески доступные образцы, кроме того, обладают и значительными массо-габаритными характеристиками, что ограничивает область их применения.

Неспециализированные приемники – это широко распространенные и доступные OEM-платы приема и обработки сигналов СНС, способные вырабатывать, так называемую сырую информацию (кодовые и фазовые псевдодалности). Таким образом, при использовании неспециализированных приемников в составе интегрированной системы, кроме алгоритмов комплексной обработки должны быть разработаны и реализованы алгоритмы вычисления параметров ориентации по фазовым измерениям СНС. Это в значительной степени усложняет процесс разработки системы, однако предоставляет значительную гибкость при выборе алгоритмов. При этом необходимо отметить, что использование неспециализированных приемников предъявляет серьезные требования и к процессу выбора конкретной модели такого приемника. Спектр предлагаемой аппаратуры такого рода на сегодняшний день достаточно широк: от ультракомпактных чипов для встраиваемых систем до высокоточных геодезических приемников.

Одним из характерных образцов малогабаритных и сверхдешевых чипов, способных вырабатывать сырые измерения, является приемник LEA-4T фирмы Ublox (США) [12]. Представителем другого класса аппаратуры являются приемники серии OEMV компании NovAtel (Канада) [13]. Необходимо отметить, что по проведенным испытаниям в лаборатории и в условиях движения по городу точность и надежность слежения за фазой несущей у приемников типа NovAtel OEMV-1G значительно выше, чем у приемников типа Ublox. Кроме того, известно, что в числе потенциальных приложений для приемников OEMV компания NovAtel называет и системы ориентации подвижных объектов, в то время как приемники типа Ublox позиционируются как решение для встроенных приложений, прежде всего потребительской электроники.

Немаловажное значение при разработке систем, работающих по фазе несущего сигнала, имеет выбор антенны. Необходимо использовать антенны с хорошими характеристиками стабильности фазового центра и возможностью подавления многолучевости. При этом целесообразно, чтобы антенны и приемники были от одного производителя, так как заявляемые точности в измерении фазы, как правило, гарантируются производителем только при использовании определенных антенн. При этом характер использования интегрированной системы накладывает и некоторые ограничения на габариты антенн, что также необходимо учесть при окончательном выборе.

Таким образом, как уже было отмечено, в состав интегрированной системы ориентации и навигации должны входить микромеханические гироскопы и акселерометры, не менее трех антенн и трех приемников СНС. Для создания избыточности и повышения

надежности в курсовом канале в системе также использован выносной магнитометр. Структура такой системы представлена на рис. 1. Кроме состава и функциональных связей системы рисунок иллюстрирует распределение вычислительных ресурсов между используемыми тремя микропроцессорами, а также примененные внешние и внутренние интерфейсы. Отдельно обозначены системы, которые могут быть опционально подключены как внешние по отношению к основной.

3. Структура программно-алгоритмического обеспечения системы

Ключевым элементом предлагаемой системы является наличие информации о параметрах ориентации, вычисленных по фазовым измерениям СНС, которая в дальнейшем подвергается

совместной обработке с другими данными. При использовании фазовых измерений, возникает проблема их целочисленной неоднозначности. Учитывая это, для решения задачи определения параметров ориентации по фазовым измерениям СНС предварительно необходимо разрешить целочисленную неоднозначность, то есть алгоритм работы спутниковой системы ориентации должен содержать в себе два подалгоритма: разрешения целочисленной неоднозначности и непосредственно определения параметров ориентации.

На рис. 2 представлена структура программно-алгоритмического обеспечения интегрированной системы. Структура системы отражает тот факт, что интегрированная система основана на комплексной обработке информации от инерциальной и спутниковой частей. Так, задача разрешения неоднозначности, которая является ключевой в чисто спутниковых системах ориентации, в предлагаемой структуре решается, в том числе, с применением информации от внешних (инерциальных) измерителей, погрешности которых в свою очередь оцениваются на основе оптимальной обработки информации от инерциальной и спутниковой систем. Комплексное решение, получаемое на выходе системы, также

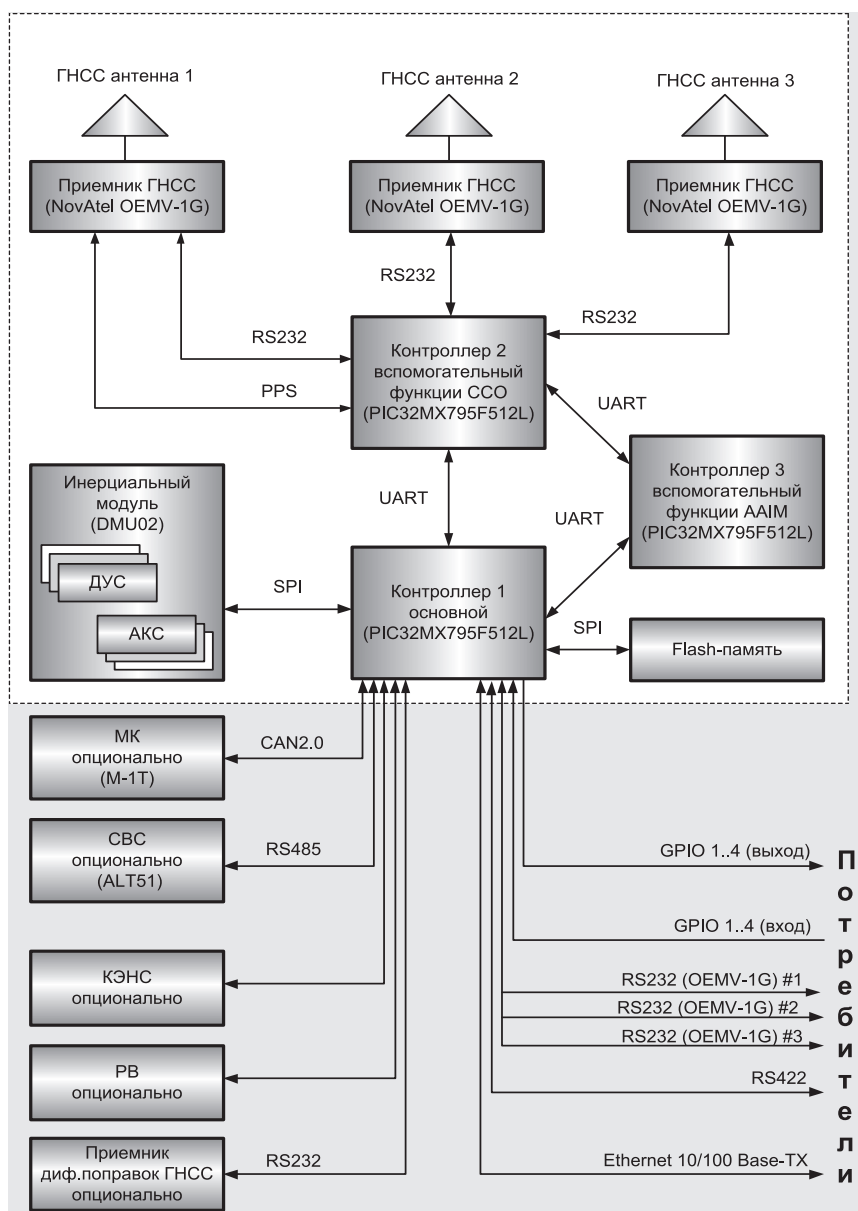


Рис. 1. Обобщенная структура интегрированной системы ориентации и навигации

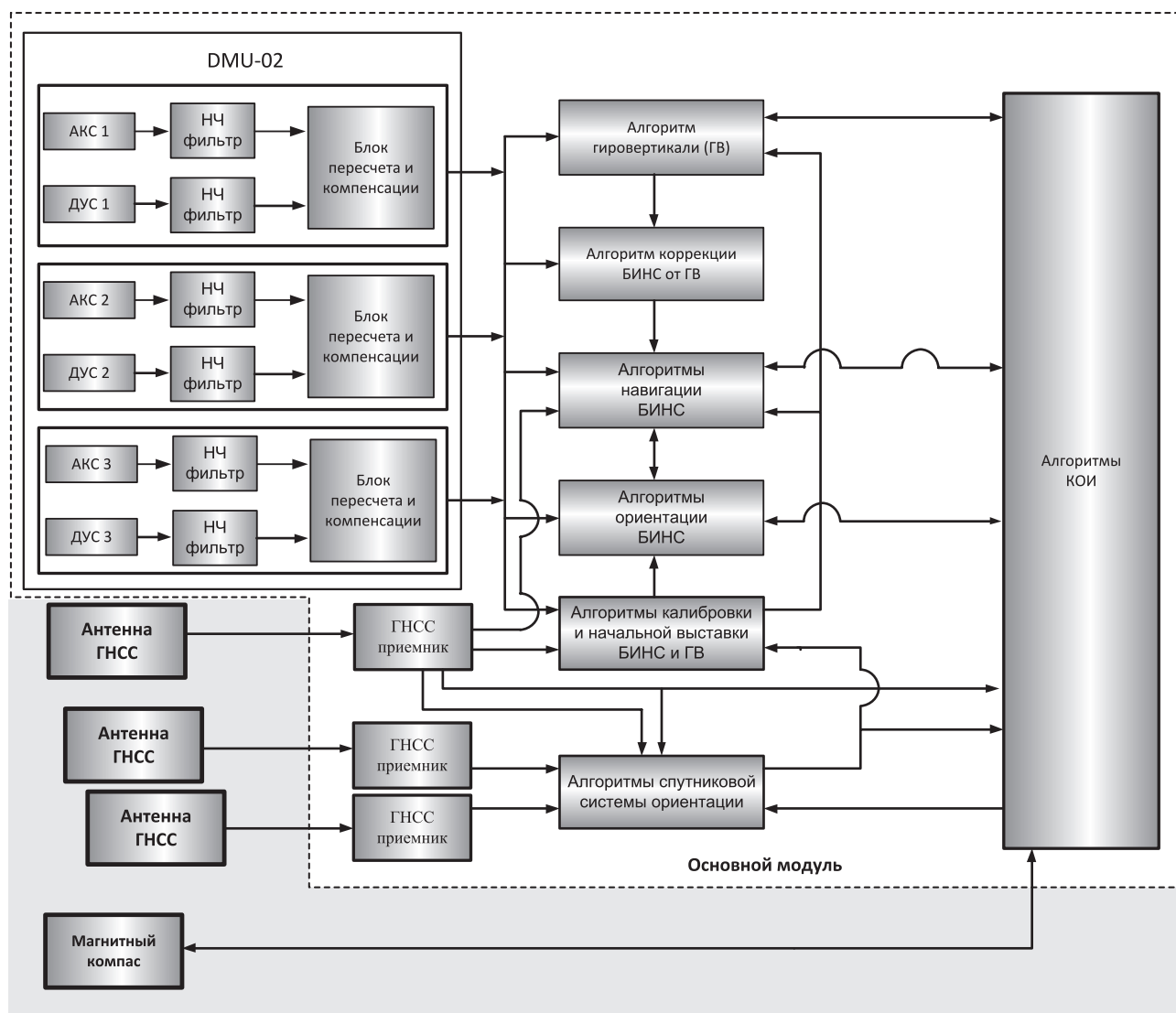


Рис. 2. Структура программно-алгоритмического обеспечения

является результатом оптимальной обработки всей имеющейся информации: координаты, скорости и параметры ориентации от БИНС, координаты, скорости и параметры ориентации от СНС.

Большинство современных OEM приемников (в том числе приемники NovAtel) предоставляют пользователю вместе с сырыми измерениями также и решение задач определения координат и скоростей по кодовым и доплеровским измерениям, соответственно. Этот факт позволяет исключить из рассмотрения соответствующие алгоритмы. Кроме того, на сегодняшний день достаточно хорошо проработаны алгоритмы бесплатформенной инерциальной навигационной системы, которые также предусмотрены в структуре программно-алгоритмического обеспечения. Подробное описание этих алгоритмов можно найти, например, в работе [14].

4. Особенности структуры системы

Как отмечалось выше, в состав основного модуля экспериментального образца в качестве измерителей входят: инерциальный модуль DMU02 производства

компании Silicon Sensing и три спутниковых навигационных приемника ГЛОНАСС/GPS OEMV-1G производства компании NovAtel. Микромеханический инерциальный модуль DMU02 выдает потребителю три проекции абсолютной угловой скорости вращения и три проекции ускорения на ортогональные оси приборной системы координат. К достоинствам модуля следует отнести относительно низкую стоимость, малые габариты (объем менее 0,018 дм³), достаточно высокую точность для датчиков такого класса (уход нуля менее 10 град/час), широкий диапазон измеряемых угловых скоростей ± 300 град/сек, ускорений $\pm 6g$.

В состав модуля, согласно обобщенной структуре интегрированной системы, включены три приемника ГЛОНАСС/GPS OEMV-1G, способные вырабатывать «сырые» измерения псевдодальностей, доплеровских сдвигов и набега фазы несущей с частотой 5 Гц. Частота решения навигационной задачи также составляет 5 Гц. Точность измерения фазы несущей приемниками OEMV-1G составляет 0,05 мм для сигналов GPS и 1,5 мм для сигналов ГЛОНАСС. Такие точности позволяют реализовать на базе этих приемников

алгоритмы ориентации по фазовым измерениям СНС. Приемники СНС оснащены антеннами ANT-538 производства компании NovAtel.

Для реализации разработанных алгоритмов в состав основного модуля входит вычислительный комплекс из трех микроконтроллеров Microchip. Один из них является основным для реализации главных функций модуля. Два других являются вспомогательными, введенными в состав системы в связи со значительными потребными вычислительными ресурсами, необходимыми для реализации функций ССО и интегрального контроля целостности.

В составе системы имеется модуль памяти для хранения электронной карты магнитного склонения, записи и хранения пакетов данных (функция «черный ящик»), версий программного обеспечения и для реализации функции перезаписи программной памяти контроллеров через внешние порты.

В состав системы при необходимости может входить внешний магнитный компас (МК). МК выполняется в виде отдельного устройства для установки на борту в местах наименьшего уровня возмущающих магнитных полей. В качестве магнитного датчика выбран прибор, производства компании «Транзас-Телематика», базирующийся на трехосном магнито-резистивном измерительном модуле производства компании Honeywell HMC1043.

5. Математические модели и алгоритмы системы

Математическое обеспечение системы базируется на разработанных ранее алгоритмах, которые можно найти в [1, 14]. Учитывая грубость инерциальных датчиков, основным режимом работы системы является режим коррекции от СНС. Отличительной особенностью алгоритмического обеспечения рассматриваемой системы является наличие дополнительных угломерных измерений Z_{op} , образуемых как разности между углами курса, крена и тангажа, измеренными БИНС и ССО, которые можно представить в виде:

$$Z_{op} = [C_{ij}] \begin{bmatrix} \alpha - \frac{x_1}{R} \\ \beta + \frac{x_2}{R} \\ \gamma + \frac{x_2}{R} \operatorname{tg} \varphi \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \Delta \psi_c \\ \Delta \vartheta_c \\ \Delta \gamma_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

здесь $[C_{ij}]$ – матрица пересчета между осями системы координат, в которой ведется решение уравнений ошибок, и осями отсчетных направлений углов курса (вертикаль), крена и тангажа (продольная и боковая оси БПЛА); $\Delta \psi_c, \Delta \vartheta_c, \Delta \gamma_c$ – ошибки ССО в определении углов курса, крена и тангажа; остальные обозначения характеризуют ошибки БИНС и совпадают с обозначениями работы [1]. При комплексировании по предлагаемой схеме вектор состояния системы насчитывает 13 компонентов: погрешности БИНС в определении

горизонтальных координат (x_1, x_2) , производные этих погрешностей, угловые погрешности ориентации измерительного трехгранника относительного вычисленного (α, β, γ) , систематические погрешности акселерометров и гироскопов:

$$x = [x_1 \dot{x}_1 x_2 \dot{x}_2 \alpha \beta \gamma \Delta \Omega_1 \Delta \Omega_2 \Delta \Omega_3 \Delta n_1 \Delta n_2 \Delta n_3]^T. \quad (2)$$

Также как и в системе с координатно-временной коррекцией [1] основу алгоритмов оптимального оценивания ошибок системы образуют математическая модель ошибок БИНС и уравнения дискретного оптимального фильтра Калмана (ДОФК), которые можно найти в работах [1, 14]. Вектор измерений по сравнению с [1] расширяется за счет включения в него трех дополнительных измерений (1) и, как следствие, увеличивается размерность вектора шумов измерений за счет шумов ССО:

$$V_c = [\Delta \psi_c, \Delta \vartheta_c, \Delta \gamma_c]^T. \quad (3)$$

В соответствии с расширенными векторами измерений и их шумов изменяются матрица измерений H , которая приобретает размерность 7×13 , и квадратная матрица интенсивностей шумов измерений R , ее размерность станет равной 7. В остальном математический аппарат остается, как в работе [1], что позволяет при необходимости легко переходить на разные режимы оценивания.

6. Конструкция системы

Внешний вид экспериментального образца системы приведен на рис. 3 (сверху). Ниже показана одна из модификаций внешнего магнитного компаса М-1Т производства компании «Транзас Телематика».



Рис. 3. Малогабаритная интегрированная система ориентации и навигации и ее внешний магнитный компас



Рис. 4. Комплекс в сборе с тремя СНС антеннами

На рис. 4 экспериментальный образец представлен в сборе с тремя СНС антеннами, расположенными на треугольном основании, закрепленном для демонстрации на геодезическом штативе. В такой конфигурации комплекс демонстрировался в экспозиции МАИ на МАКС-2011.

Конструкция системы позволяет легко монтировать ее на борту аппаратов, а богатый интерфейс системы обеспечивает простое сопряжение ее с внешними устройствами.

7. Результаты экспериментов

Созданный экспериментальный образец системы проходил испытания в различных условиях.

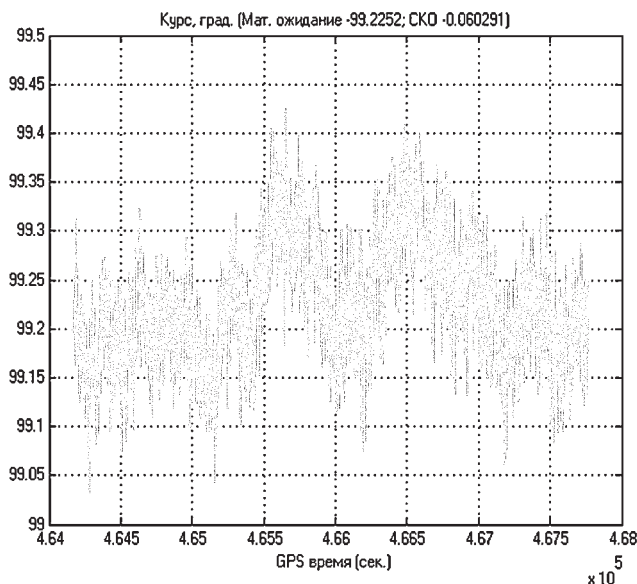


Рис. 5. Показания СКО по углу курса

Одна из важнейших задач испытаний заключается в проверке работоспособности ССО. К настоящему времени такая проверка проведена в стационарном режиме. Система с тремя антеннами была установлена на крыше здания в зоне хорошей видимости спутников. Расстояния между антеннами составило 2,04 м. Показания системы записывались в течение одного часа. Неоднозначность была разрешена в течение 20 секунд. При этом в решении было использовано 10 спутников GPS и 8 спутников ГЛОНАСС. На рис 5 и 6 приведены показания системы в определении углов курса и тангажа. По результатам испытаний среднеквадратическая ошибка (СКО) в определении угла курса составила 0,06 градуса, угла тангажа – 0,09 градуса. Полученные результаты позволяют судить о работоспособности разработанной системы.

Второй задачей испытаний являлась проверка работы системы на борту БПЛА. Проведенная к настоящему времени серия испытаний из-за технологических ограничений на установку дополнительных антенн на авиационном носителе была проведена только в одноантенном варианте исполнения. Испытания заключались в сравнении показаний разработанного экспериментального образца и штатной бортовой системы, в качестве которой выступала навигационная система аналогичного класса точности. Данные систем записывались на всем протяжении полета от взлета до посадки. Траектория полета носителя была сформирована с энергичными эволюциями по всем трем параметрам ориентации – курсу, крену и тангажу. На рис. 7, 8 приведены результаты испытаний, которые позволяют судить о работоспособности системы в этом режиме. На протяжении большей части полета показания экспериментального образца были близки к данным эталонной системы.

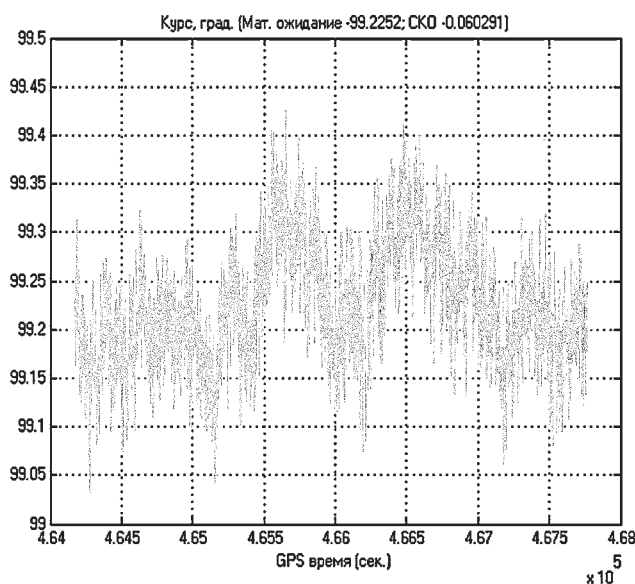


Рис. 6. Показания СКО по углу тангажа

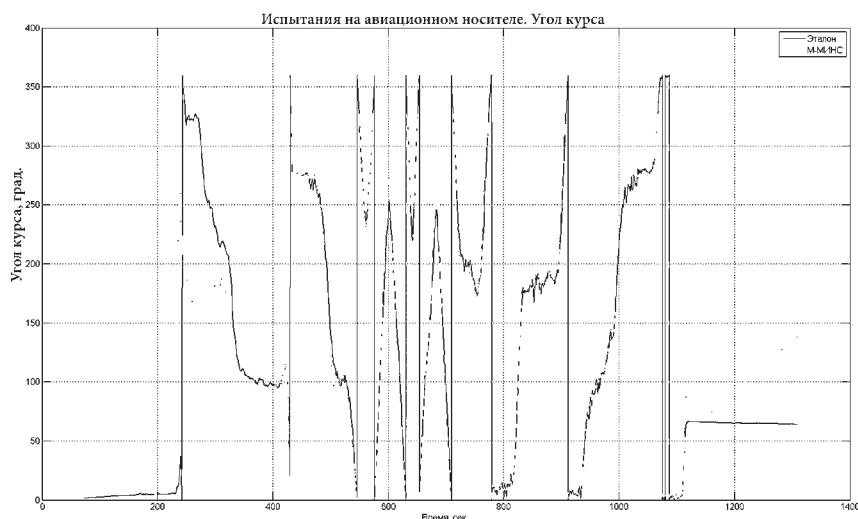


Рис. 7. Показания эталонной системы и экспериментального образца по углу курса

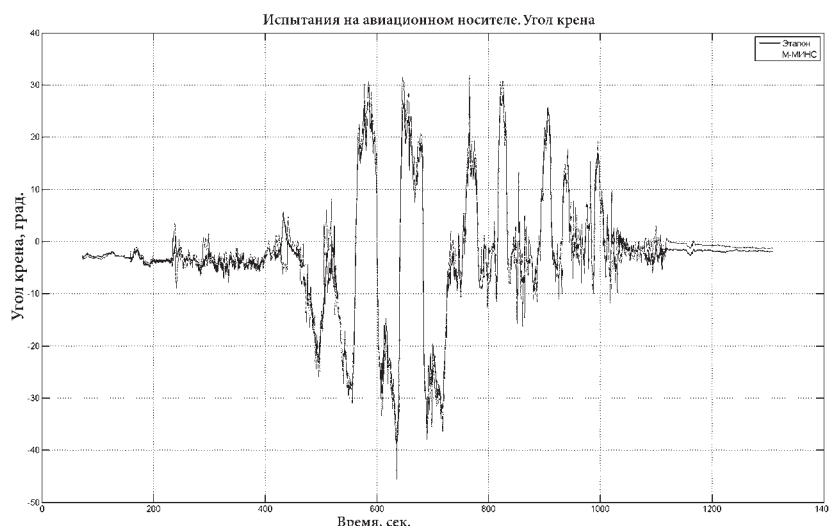


Рис. 8. Показания эталонной системы и экспериментального образца по углу крена

На некоторых особо маневренных участках отмечается существенное расхождение показаний, что, как установлено, обусловлено работой встроенных алгоритмов контроля и переключения режимов, которые переводили систему в режим выставки, при котором происходит перезапуск алгоритмов определения параметров ориентации и навигации. Анализ и отработка работы системы на сложных эволюциях носителя будет являться основной задачей дальнейших испытаний.

8. Заключение

Созданный экспериментальный образец малогабаритной интегрированной системы ориентации и навигации БПЛА в ходе лабораторных и полевых испытаний показал свою работоспособность и точность, достаточную для применения в широком круге практических задач. В настоящее время ведется подготовка для его всестороннего глубокого тестирования на автомобиле и беспилотных аппаратах.

Работа выполнялась при поддержке грантов РФФИ 09-08-13808офи-ц и 11-08-00515-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веремеенко К. К., Антонов Д. А., Жарков М. В., Зимин Р. Ю., Белобородов О. П., Чернодубов А. Ю. Малогабаритная интегрированная навигационная система БИСНС-1ТМ: структура, алгоритмы, результаты испытаний.— *Новости навигации*, № 1, 2011, с.14–21.
2. Веремеенко К. К., Кошелев Б. В., Соловьев Ю. А. Анализ состояния разработок интегрированных инерциально-спутниковых навигационных систем.— *Новости навигации*, № 4, 2010, с.32–41.
3. Веремеенко К. К., Тихонов В. А. Навигационно-посадочный комплекс на основе спутниковой радионавигационной системы.— *«Радиотехника»*, Москва, 1996, № 1, с.94–99
4. Интегрированные инерциально-спутниковые системы навигации /Составитель О. А. Степанов. Под общей редакцией В. Г. Пешехонова.— СПб.: ГИЦ ЦНИИ «Электроприбор», 2004, 235 с.
5. Веремеенко К. К., Антонов Д. А., Жарков М. В., Зимин Р. Ю. Малогабаритная комплексная система навигации и ориентации.— *Сборник трудов XIV Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам*. Санкт-Петербург, 28–30 мая 2007 г., с. 160–164.
6. http://www.rockwellcollins.com/ecat/br/AHS-3000A_S.html
7. <http://www.xsens.com/en/general/mti-g>
8. http://www.rotomotion.com/prd_AHPRS200A.html
9. <http://www.teknol.ru/products/aviation/companav2/>
10. <http://www.ion.org> — официальный сайт некоммерческого профессионального союза «Институт навигации» (The Institute of Navigation)
11. <http://www.siliconsensing.com/DMU02>
12. <http://www.u-blox.com>
13. <http://www.novatel.com>
14. Веремеенко К. К., Козорез Д. А., Красильщиков М. Н. и др. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. /Под ред. М. Н. Красильщикова и Г. Г. Себрякова.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.



УДК 629.7.05

АЛГОРИТМ ВЫСОКОТОЧНОГО СЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ В ИНЕРЦИАЛЬНО-СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ ПОСАДКИ¹

С. В. Михальченко, С. Н. Фесенко, В. В. Косьянчук²

В статье рассматривается функционирование систем посадки летательных аппаратов на основе алгоритмов высокоточного определения координат путем непрерывного слежения за изменением фаз радиосигналов от навигационных спутников.

Ключевые слова: инерциально-спутниковые системы посадки, алгоритмы высокоточного счисления координат

HIGH-PRECISION POSITION CALCULATION ALGORITHM FOR INERTSIAL-SATELLITE LANDING SYSTEMS

S. V. Mikhalchenko, S. N. Fesenko, V. V. Kosianchuk

The paper considers functioning of aircraft landing systems on the basis of high-precision definition coordinate algorithms by continuous tracking of changes in radio signal phases of navigation satellites

Перспективные комплексы навигации и управления летательных аппаратов все более широко используют алгоритмы спутниковой навигации [1]. Эти алгоритмы широко применяются как на этапе маршрутного полета, так и на этапе посадки. Тем не менее, повышение точности и помехозащищенности этих алгоритмов, в особенности на этапе посадки, до сих пор является актуальной научной задачей.

Рассмотрим способ измерений координат, основанный на слежении за изменением фаз радиосигналов от навигационных спутников.

Если известна полная (не ограниченная величиной 2π) разность фаз Φ излученного и принятого радиосигналов, то расстояние R между передатчиком и приемником определяется как

$$R = \frac{\lambda}{2\pi} \Phi = \frac{\lambda}{2\pi} (2\pi k + \varphi), \quad (1)$$

где λ — длина радиоволны, k — целое число волн, укладываемых на отрезке R , φ — разность фаз, лежащая в пределах от 0 до 2π , т.е. та разность фаз, которая реально может быть измерена. Вычисление R по неполной разности фаз φ связано с трудностями в разрешении фазовой неоднозначности, т.е. в определении неизвестного целого числа k .

В связи с этим представляется целесообразным вычислять не само расстояние R , а его изменение ΔR на сравнительно небольшом отрезке времени, когда оно не превышает половину длины волны:

$$\Delta R = \frac{\lambda}{2\pi} \Delta\varphi, \quad (2)$$

где $\Delta\varphi$ — изменение соответствующей разности фаз, которое лежит в интервале $(-\pi; \pi]$.

На практике такие измерения проводят следующим образом. Кроме информации от приемника, установленного на борту ЛА, используют также информацию от наземного приемника, координаты которого известны с высокой точностью.

Будем считать, что сигналы, принимаемые наземным приемником, удалось передать на борт ЛА и синхронизировать их с сигналами бортовой аппаратуры спутниковой радионавигационной системы (СРНС). Тогда представляется возможным измерить разности фаз φ_i радиосигналов, принимаемых обоими приемниками от любого i -го спутника. Полученные величины будут соответствовать разностям хода d_i радиоволн (рис. 1):

$$d_i = \lambda k_i + \frac{\lambda}{2\pi} \varphi_i. \quad (3)$$

Следует заметить, что в измерении φ_i практически отсутствуют ошибки, обусловленные прохождением радиоволн через ионосферу и другие погрешности, характерные для данного спутника.

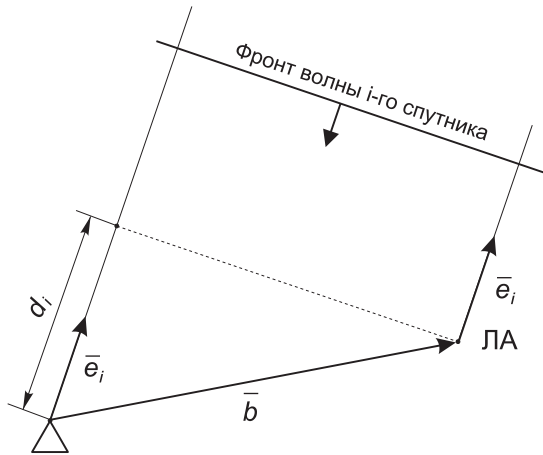
Выбирают четыре спутника, один из которых считают опорным, и составляют три так называемых вторых разности фаз, которые соответствуют следующим разностям хода:

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 11-08-00988).

² Михальченко С. В. — кандидат технич. наук, доцент, Фесенко С. Н. — кандидат технич. наук, доцент, Косьянчук В. В. — доктор технич. наук, проф. — все из ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина».

$$d_i - d_0 = \lambda(k_i - k_0) + \frac{\lambda}{2\pi}(\varphi_i - \varphi_0), \quad (4)$$

где $i = 1, 2, 3$, а индекс «0» относится к опорному спутнику.



Наземный приемник

Рис. 1

В измерениях вторых разностей компенсируются ошибки, свойственные бортовому приемнику, например, погрешности из-за расхождения показаний бортовых и спутниковых часов.

Эти вторые разности рассматривают в различные (но достаточно близкие) моменты времени и составляют третьи разности, в которых будет отсутствовать фазовая неоднозначность:

$$(d_i(t_2) - d_0(t_2)) - (d_i(t_1) - d_0(t_1)) = \frac{\lambda}{2\pi}(\varphi_i(t_2) - \varphi_0(t_2) - \varphi_i(t_1) + \varphi_0(t_1)). \quad (5)$$

С другой стороны, разности хода радиоволн можно определить из геометрических соображений как скалярные произведения соответствующих единичных векторов \bar{e}_i , направленных на i -й спутник, и базового вектора \bar{b} , соединяющего наземный приемник и ЛА (см. рис. 1):

$$d_i = \bar{e}_i \cdot \bar{b}, \quad (6)$$

что справедливо, когда оба приемника находятся достаточно близко друг к другу и фронт волны при этом можно считать плоским.

Тогда вторые разности хода в векторной и матричной форме записи выглядят как

$$d_i - d_0 = (\bar{e}_i - \bar{e}_0) \cdot \bar{b} = (\mathbf{e}_i - \mathbf{e}_0)^T \mathbf{b}, \quad (7)$$

где разности единичных векторов, направленных на i -й и опорный спутники, нетрудно определить, зная координаты спутников и наземного приемника.

Рассматривая разности (7) совместно для четырех спутников, получим:

$$\mathbf{d} = \begin{pmatrix} d_1 - d_0 \\ d_2 - d_0 \\ d_3 - d_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (\mathbf{e}_1 - \mathbf{e}_0)^T \\ (\mathbf{e}_2 - \mathbf{e}_0)^T \\ (\mathbf{e}_3 - \mathbf{e}_0)^T \end{pmatrix} \cdot \mathbf{b} = \mathbf{H} \cdot \mathbf{b}, \quad (8)$$

где \mathbf{H} — обозначение матрицы, составленной из координат соответствующих единичных векторов.

Заметим, что на достаточно малых интервалах времени, когда ЛА пролетает расстояние, равное половине длины волны (порядка 0,1 м), матрицу \mathbf{H} можно считать постоянной. Поэтому третья разность хода представляется в следующем виде:

$$\Delta \mathbf{d} = \mathbf{d}(t_2) - \mathbf{d}(t_1) = \mathbf{H}(\mathbf{b}(t_2) - \mathbf{b}(t_1)) = \mathbf{H} \Delta \mathbf{b}, \quad (9)$$

Пусть для выбранного созвездия спутников существует матрица \mathbf{H}^{-1} . Тогда, зная вектор $\Delta \mathbf{d}$, три координаты которого находим из выражения (5) для $i = 1, 2, 3$, можно вычислить изменение координат ЛА на соответствующем интервале времени:

$$\Delta \mathbf{b} = \mathbf{H}^{-1} \Delta \mathbf{d}. \quad (10)$$

Алгоритм определения местоположения самолета, задаваемого вектором \mathbf{r} (рис. 2), выглядит следующим образом:

$$\mathbf{r}_k = \mathbf{r}_{k-1} + \Delta \mathbf{b}_k, \quad (11)$$

где индексы $k, k-1$ соответствуют последовательным моментам времени проводимых измерений.

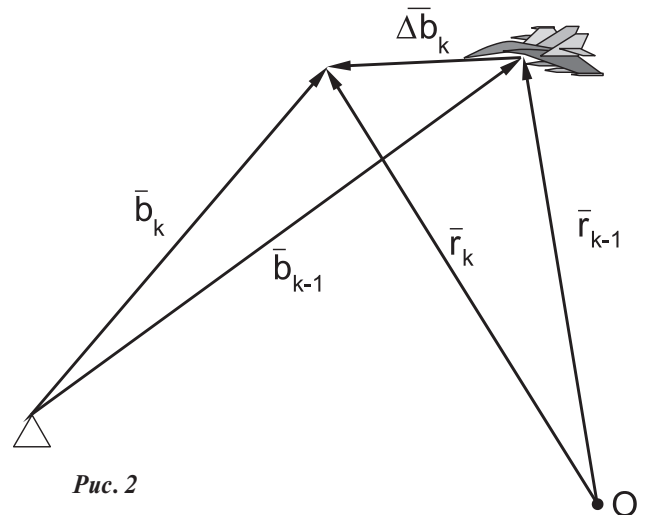


Рис. 2

Если известны координаты самолета \mathbf{r}_0 в некоторой начальной точке, то, проводя измерения и вычисления в соответствии с выражениями (5), (10), (11) при непрерывном слежении и известной высокой точности измерения фаз принимаемых радиосигналов, возможно определять координаты ЛА с сантиметровой точностью.

Такая точность существенно выше точностных требований к определению координат на этапе посадки. В соответствии с [3-5] точностные характеристики лежат на уровне дециметров, а не сантиметров, тем не менее, указанная потенциальная точность на уровне единиц сантиметров этим требованиям, естественно, не противоречит.

Изложенный метод напоминает счисление координат в инерциальных навигационных системах (ИНС). Разница состоит в характере погрешностей радионавигационной и инерциальной систем. Ошибки радиотехнического счисления координат не имеют тенденции

накопления и представляют собой высокочастотный шум, лежащий в пределах одного или нескольких сантиметров. Это дает основания ожидать хороших показателей точности в комплексной инерциально-спутниковой системе. С другой стороны, при комплексной обработке информации можно допустить кратковременные срывы режима слежения за фазой радиосигнала. Наконец, при комплексировании систем на уровне первичной обработки информации можно существенно повысить помехоустойчивость радиотехнического измерителя.

Основным, пожалуй, недостатком подобного комплекса является наличие в его составе наземного приемника, что ограничивает радиус действия системы и несколько снижает ее автономность. Тем не менее, такой комплекс как нельзя лучше подходит для навигационного обеспечения этапа посадки ЛА.

Можно предположить, что фазовые измерения на борт самолета могут передаваться с помощью линии передачи информации, подобной линии, которая удовлетворяет требованиям нормативных документов [6-8].

Рассмотрим вариант синтеза простейшего алгоритма комплексной системы.

Запишем упрощенные уравнения функционирования идеальной инерциальной навигационной системы:

$$\begin{cases} \mathbf{v}_k = \mathbf{v}_{k-1} + \mathbf{a}_k \tau, & \mathbf{v}_0; \\ \mathbf{r}_k = \mathbf{r}_{k-1} + \mathbf{v}_{k-1} \tau, & \mathbf{r}_0, \end{cases} \quad (12)$$

где \mathbf{r} , \mathbf{v} — соответственно вектора местоположения и скорости ЛА, τ — интервал дискретизации сигналов, $\mathbf{a}_k \tau$ — вектор приращения скорости на этом интервале. Упрощение состоит в некоторых приближениях, которые в ряде случаев вполне приемлемы на коротких отрезках времени [9].

С блока интегрирующих акселерометров снимают сигнал

$$\mathbf{a}_k^* \tau = \mathbf{a}_k \tau + \Delta \mathbf{a}_k \tau, \quad (13)$$

где $\Delta \mathbf{a}_k \tau$ — погрешность в измерении приращения скорости, которую здесь будем считать дискретным белым шумом.

Отсюда получим уравнения состояния, исходные для синтеза фильтра Калмана [2]:

$$\begin{cases} \mathbf{v}_k = \mathbf{v}_{k-1} + \mathbf{a}_k^* \tau - \Delta \mathbf{a}_k \tau, & \mathbf{v}_0; \\ \mathbf{r}_k = \mathbf{r}_{k-1} + \mathbf{v}_{k-1} \tau, & \mathbf{r}_0, \end{cases} \quad (14)$$

За уравнение наблюдения примем выражение для координат самолета, измеряемых радиосистемой:

$$\mathbf{r}_k^p = \mathbf{r}_k + \Delta \mathbf{r}_k^p, \quad (15)$$

где $\Delta \mathbf{r}_k^p$ — ошибки измерений, которые обычно представляют в виде дискретного белого шума.

Исходя из (14), (15), запишем уравнения фильтрации:

$$\begin{cases} \hat{\mathbf{v}}_k = \hat{\mathbf{v}}_{k-1} + \mathbf{a}_k^* \tau + \mathbf{K}_1 (\mathbf{r}_k^p - \hat{\mathbf{r}}_{k-1} - \hat{\mathbf{v}}_{k-1} \tau), & \hat{\mathbf{v}}_0; \\ \hat{\mathbf{r}}_k = \hat{\mathbf{r}}_{k-1} + \hat{\mathbf{v}}_{k-1} \tau + \mathbf{K}_2 (\mathbf{r}_k^p - \hat{\mathbf{r}}_{k-1} - \hat{\mathbf{v}}_{k-1} \tau), & \hat{\mathbf{r}}_0, \end{cases} \quad (16)$$

где \mathbf{K}_1 , \mathbf{K}_2 — матрицы коэффициентов фильтра, которые могут быть либо найдены из соответствующих

уравнений Риккати, либо определены заранее, если сделаны какие-то предположения об уровне погрешностей обеих систем.

Обратим внимание на принятое выше допущение о плоском фронте радиоволны от спутника. Когда речь заходит о сантиметровых погрешностях в определении координат, оно является неприемлемым. В самом деле, если расстояние между наземным приемником и ЛА составляет, например, 20 км, а дальность до спутника на уровне 20000 км, то ошибка Δ в вычислении разности хода радиоволн по формуле (6) равна 10 м (рис. 3). Однако указанное обстоятельство не влияет на вид алгоритма (10), (11). Докажем это.

Запишем точное выражение для разности хода радиоволн (см. рис. 3):

$$d_i = r_i - r_i^{ЛА} = \bar{e}_i \cdot \bar{b} - \delta_i, \quad (17)$$

где поправка Δ_i учитывает все члены высоких порядков малости относительно угла α :

$$\delta_i = (1 - \cos \alpha) r_i^{ЛА} = (1 - \bar{e}_i \bar{e}_i^{ЛА}) r_i^{ЛА}. \quad (18)$$

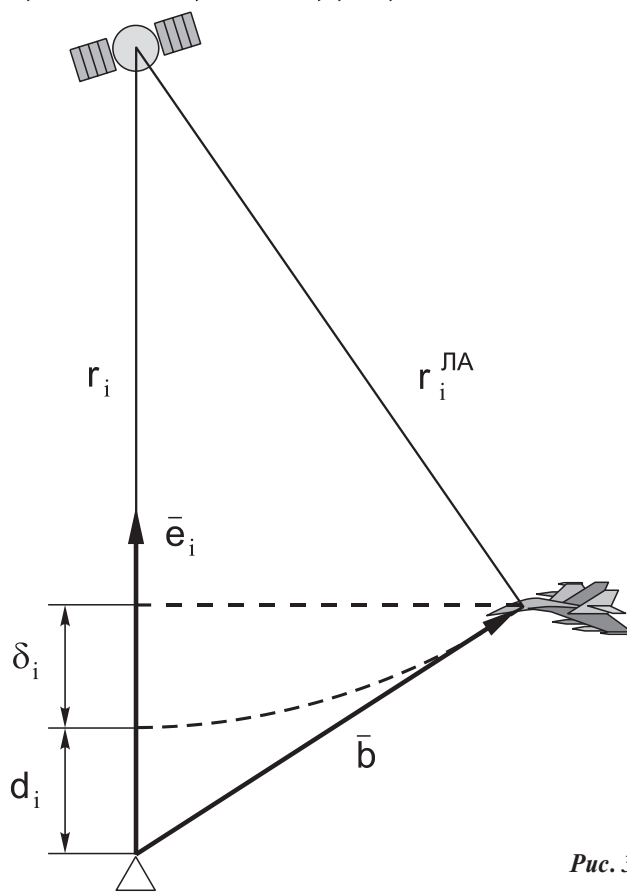


Рис. 3

Тогда выражение для вектора двойных разностей, которое следовало бы записать вместо (8), выглядит как:

$$\mathbf{d} = \mathbf{H} \cdot \mathbf{b} - \delta, \quad (19)$$

где $\delta = (\delta_0 - \delta_1 \delta_0 - \delta_2 \delta_0 - \delta_3) \Gamma$ — вектор, составленный из разностей соответствующих поправок.

Поскольку указанные поправки имеют более высокий порядок малости, чем угол α , их изменением на интервале образования третьих разностей вполне можно пренебречь. Тогда приходим к выражению (10).

Рассматриваемый в статье режим не является дифференциальным в классическом понимании (трансляция опорной дифференциальной станцией потребителям информации об необходимых поправках). Общепринятое наименование такого способа – RTK (Real Time Kinematic). В то же время особенности обработки информации в этом случае (известный метод первых и вторых разностей, формула (5)), позволяют практически полностью избавиться от погрешностей определения координат спутников.

В заключение отметим одну проблему, связанную с формированием сигналов инерциальной поддержки радиотехнического измерителя. Для того чтобы по информации от ИНС определить “ожидаемую” фазу принимаемого радиосигнала, необходимо с “сантиметровой” точностью знать местоположение самолета. Эта задача в настоящее время не решена.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-08-00988-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев, Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения: – М.: Эко-Трендз, 2003.
2. Бабич О.А. Обработка информации в навигационных комплексах. – М.: Машиностроение, 1991.
3. “Руководство по требуемым навигационным характеристикам”, “Руководство по RNP для захода на посадку, посадки и вылета” (Приложение 1): ИКАО, 1997.
4. Радионавигационный план Российской Федерации. – М.: Минпромторг, 2010.
5. «Руководство по навигации, основанной на характеристиках (РВН)», том II «Реализация RNAV и RNP» изд. 3, ИКАО, 2008.
6. КТ - 253 «Бортовое оборудование ГНСС/ЛККС».
7. ИКАО 9718 - AN/957 «Справочник по спектру радиочастот для нужд гражданской авиации».
8. Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации: Авиационная электросвязь (ИКАО): ИКАО, 2006.
9. Михальченко С.В. Уравнения погрешностей ИНС на различных интервалах времени. Статья в сборнике НММ “Авиационные приборы и навигационные системы ЛА”. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1995.



УДК 681.7:528.022.62

ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ ПОПРАВК В БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ АСТРОИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ

Ю. Н. Герасимчук, С. Г. Брайткрайц, С. А. Болотнов, М. Б. Людомирский, И. С. Каютин, Н. Е. Ямщиков, Р. В. Бессонов¹

Рассматриваются основные математические соотношения, обеспечивающие возможность коррекции бесплатформенной инерциальной навигационной системы по данным широкоугольного астродатчика. Обсуждаются предварительные результаты испытаний макета бесплатформенной астроинерциальной системы.

Ключевые слова: астроинерциальная, бесплатформенная, БИНС, инерциальная, навигационная, спутниковая, система, СРНС

THE BASICS OF THE STRAPDOWN ASTRO-INERTIAL NAVIGATION SYSTEM CORRECTION DETERMINATION

Yu. N. Gerasimchuk, S. G. Braitkraits, S. A. Bolotnov, M. B. Lyudomirsky, I. S. Kayutin, N. E. Yamshchikov, R. V. Bessonov

The main mathematical relations ensuring the possibility of the strapdown inertial navigation system correction by wide-angle lens star tracker are considered. The preliminary results of the experimental astro-inertial navigation system testing are discussed

Введение

В навигационных комплексах современных ЛА основным средством коррекции инерциальных навигационных систем являются спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Возможности СРНС чрезвычайно широки в силу высокой точности, непрерывности и глобальности навигационных определений, обеспечиваемых спутниковыми системами. Инерциально-спутниковые системы, реализованные по разным схемам комплексирования [1], являются ядром большинства навигационных, пилотажно-навигационных и прицельно-навигационных комплексов ЛА. Вместе с тем, в условиях сложной помеховой обстановки, особенно в условиях активного радиопротиводействия, эффективность инерциально-спутниковых систем может быть поставлена под сомнение. Данное обстоятельство заставляет разработчиков искать альтернативные СРНС информационные средства коррекции. В качестве возможного решения рядом разработчиков рассматривается создание астроинерциальных систем [2]. Данное направление, активно развивавшееся в 1960–70 годы, в современных условиях может привести к получению существенно новых характеристик на основе научно-технического задела в области бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) [3], оптических звездных датчиков [4–8], современных вычислительных

и программных средств. Результатом работ в этом направлении должно стать создание бесплатформенных астроинерциальных систем (АБИНС).

Технологические и алгоритмические принципы построения астроинерциальных бесплатформенных навигационных систем

При формировании облика АБИНС особый интерес представляет использование астродатчиков с широким полем зрения, определяющих по фиксируемому изображению участка звездного неба ориентацию собственной оптической системы в мировом (инерциальном) пространстве. Такая конструкция позволяет довести до минимума количество подвижных механических элементов астровизирующего устройства (АВУ).

В качестве инерциальной системы в АБИНС используется современная лазерная БИНС, разработанная и серийно выпускаемая в ЗАО «НПК «Электрооптика» [3]. Астронавигационная компонента АБИНС представлена блоком определения координат звезд (БОКЗ) разработки ИКИ РАН из семейства приборов, находящихся в штатной эксплуатации на космических аппаратах [6].

В отличие от традиционных АВУ в кардановых подвесах, а также от бесплатформенных АВУ с широкоугольным объективом, описанных, например,

¹ Ю. Н. Герасимчук – кандидат технич. наук, доцент, С. Г. Брайткрайц – кандидат технич. наук, снс, С. А. Болотнов – кандидат технич. наук, доцент, М. Б. Людомирский, И. С. Каютин, Н. Е. Ямщиков – ЗАО «НПК «Электрооптика», Р. В. Бессонов, канд. тех. наук, ИКИ РАН

в [2], БОКЗ не определяет параметры положения отдельных наблюдаемых астроориентиров. Параметры светочувствительной ПЗС-матрицы и оптической системы БОКЗ подобраны таким образом, чтобы в поле зрения БОКЗ в любой момент времени находилось не менее трех различимых звезд. Изображения, фиксируемые ПЗС-матрицей, подвергаются обработке во встроенном вычислителе БОКЗ.

На первом этапе обработки производится выделение изображений светил на фоне неба и определение центров яркости этих изображений. На втором этапе обработки производится распознавание наблюдаемого участка неба по выявленной совокупности светил. В постоянную память вычислителя БОКЗ предварительно заносится полный каталог астрономических координат, доступных для обнаружения звезд. Этот набор астрономических координат используется в процедуре распознавания, по завершении которой каждому изображению звезды на кадре матрицы приводятся в соответствие астрономические координаты. Используются координаты в экваториальной системе, характеризующие положение звезд на небесной сфере относительно небесного экватора и точки весеннего равноденствия, т. е. в мировом (инерциальном) пространстве, и не зависящие от географических координат места наблюдения и звездного времени [7,8]. На третьем этапе обработки по астрономическим координатам звезд, выявленных на кадре, определяются астрономические координаты воображаемой точки проекции оптической оси БОКЗ на небесную сферу. Эта точка соответствует центру кадра. Кроме того, по угловому расположению наблюдаемого на кадре созвездия определяется угол поворота БОКЗ относительно собственной оптической оси. Таким образом, в БОКЗ по результатам обработки изображения наблюдаемого участка неба определяется угловое положение оптической системы БОКЗ относительно осей астрономической экваториальной системы координат, иначе называемой фундаментальной инерциальной системой координат [7,8]. Данные об угловом положении БОКЗ передаются в БИНС.

Рассматривается функционирование АБИНС в двух основных рабочих режимах:

- астроинерциально-спутниковый режим;
- астроинерциальный режим.

В первом режиме с использованием данных СРНС корректируются параметры угловой ориентации БИНС (курс, крен, тангаж). Во втором, астроинерциальном режиме осуществляется коррекция выходных параметров БИНС по курсу, широте и долготе.

Взаимодействие БОКЗ и БИНС осуществляется следующим образом. Бесплатформенная инерциальная навигационная система и звездный координатор БОКЗ жестко закреплены относительно друг друга. Бесплатформенная инерциальная навигационная система в режиме реального времени определяет координаты пространственного положения центра масс

объекта (B, L, H) и углы пространственной ориентации ψ, ϑ, γ . Звездный координатор по результатам наблюдения астроориентиров определяет и выдает в БИНС углы, характеризующие ориентацию оптической системы БОКЗ в инерциальной системе координат. Параметры, позволяющие использовать данные астрономических наблюдений для решения навигационных задач – дата, параметры движения Земли, параметры прецессии и нутации оси вращения Земли, смещение полюса и др. – определяются заранее по астрономическим справочникам и считаются известными с высокой точностью. Спутниковая радионавигационная система определяет геодезические координаты B, L и высоту над поверхностью H опорного эллипсоида. Всемирное время в моменты измерений считается известным (по данным СРНС или других систем).

Возможность реализации различных режимов координатной коррекции основана на установлении взаимосвязи между используемыми координатными базами. Указанными выше системами используются следующие координатные базы:

- 1) базис Γ – фундаментальная инерциальная система координат эпохи T_0 ;
- 2) базис G – гринвичская система координат;
- 3) базис ENU – топоцентрическая система координат;
- 4) базис B – система координат, связанная с БИНС;
- 5) базис P – система координат, связанная с оптической осью и плоскостью ПЗС-матрицы БОКЗ (приборный базис).

Фундаментальная инерциальная система координат эпохи T_0 это прямоугольная система координат $Ox_0y_0z_0$, имеющая начало в центре масс O Земли. Ось Ox_0 направлена в среднюю точку весеннего равноденствия эпохи T_0 . Ось Oz_0 направлена по нормали к плоскости среднего экватора эпохи T_0 к Северному полюсу мира. Ось Oy_0 дополняет систему $Ox_0y_0z_0$ до правой. В фундаментальной инерциальной системе определяются астрономические координаты светил, заносимые в звездные каталоги. В качестве эпохи T_0 принята эпоха фундаментального звездного каталога FK5: 2000 г., январь 1,12^h UT1 (январь 1,5).

Приборный базис (базис P) – прямоугольная система координат $O_pX_pY_pZ_p$, имеющая начало в точке O_p пересечения оптической оси БОКЗ с плоскостью чувствительной ПЗС-матрицы БОКЗ. Ось OZ_p направлена по нормали к плоскости ПЗС-матрицы вдоль оптической оси БОКЗ. Оси OY_p и OX_p направлены вдоль строк и столбцов ПЗС-матрицы, дополняя систему до правой. Такая ориентация осей определена технической документацией на БОКЗ [5].

Переход от базиса Γ (фундаментальной инерциальной системы координат) к приборному базису БОКЗ осуществляется тремя последовательными поворотами (рис. 1).

В астрономии угол, отсчитываемый в плоскости небесного экватора от точки весеннего равноденствия до плоскости круга склонения светила, проходящей через ось мира и выбранное светило, называется углом

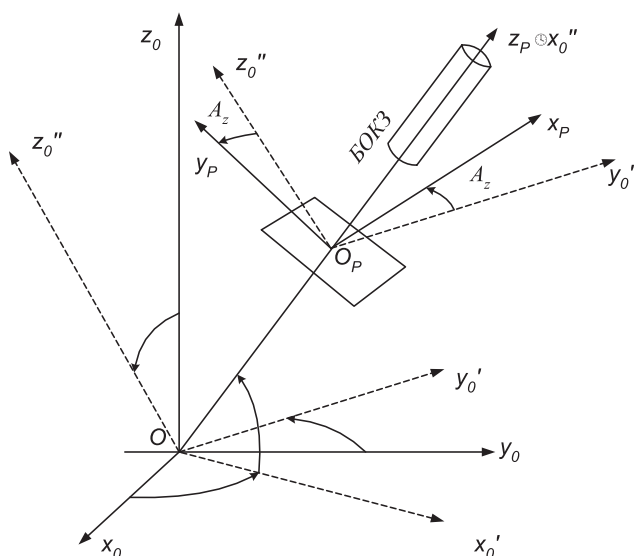


Рис. 1. Связь между фундаментальной инерциальной системой координат и приборным базисом БОКЗ

прямого восхождения и обозначается α . Таким образом, при переходе от базиса Г к базису Р первый поворот относительно оси Oz_0 осуществляется на угол α . Угол, отсчитываемый в плоскости круга склонения от плоскости экватора до направления на светило, в астрономии называется углом склонения светила и обозначается δ . Таким образом, при переходе от базиса Г к базису Р второй поворот относительно оси Oy_0' осуществляется на угол δ . Третий поворот при переходе от базиса Г к базису Р осуществляется относительно оси Ox_0' на угол, для которого вводится название «угол азимутального поворота БОКЗ» и обозначение A_z . С учетом изменения порядка чередования осей согласно [5] матрица направляющих косинусов P_y , описывающая переход от базиса Г к базису Р, имеет следующий вид:

$$P_y = \begin{bmatrix} \cos \alpha \cos \delta & \sin \alpha \cos \delta & \sin \delta \\ -\cos \alpha \sin \delta \sin A_z - \sin \alpha \cos A_z & -\sin \alpha \sin \delta \sin A_z + \cos \alpha \cos A_z & \cos \delta \sin A_z \\ -\cos \alpha \sin \delta \cos A_z + \cos \alpha \sin A_z & -\sin \alpha \sin \delta \cos A_z - \cos \alpha \sin A_z & \cos \delta \cos A_z \end{bmatrix},$$

где α, δ – соответственно угол прямого восхождения и угол склонения точки проекции оптической оси БОКЗ на небесную сферу, A_z – угол азимутального поворота БОКЗ.

В процессе работы БОКЗ определяет и передает в БИНС элементы матрицы Γ_p , обратной по отношению к матрице P_y :

$$\Gamma_p = P_y^{-1} = P_y^T. \tag{1}$$

Гринвичская система координат (базис G) – прямоугольная система координат $OXYZ$, имеющая начало в центре масс O Земли, вращающаяся вместе с Землей. Ось OZ направлена к Международному условному началу (полюсу мира). Ось OX лежит в плоскости среднего гринвичского меридиана. Ось OY дополняет систему $OXYZ$ до правой. Переход от фундаментальной инерциальной системы эпохи T_0 (базиса Г) к гринвичской системе (базису G) описывается следующей матрицей:

$$G_y = R_{pol} R_s N P, \tag{2}$$

где P – матрица прецессии, определяющая переход от среднего экватора и средней точки весеннего равноденствия Y_{cpT_0} (эпохи T_0) к среднему экватору и точке весеннего равноденствия Y_{cpt} (эпохи t); N – матрица нутации в эпоху t ; R_s – матрица учета суточного вращения Земли; R_{pol} – матрица, учитывающая смещение положения мгновенного полюса Земли в эпоху t относительно Международного условного начала.

Указанные матрицы определяются согласно [4].

Топоцентрическая система координат $O_T ENU$ (базис ENU) имеет начало, расположенное в центре масс объекта. Ось $O_T U$ направлена по нормали к поверхности опорного эллипсоида Земли (земной поверхности). Оси $O_T E$ и $O_T N$ лежат в плоскости местного горизонта (касательной к поверхности опорного эллипсоида). Ось $O_T U$ направлена в плоскости местного меридиана в сторону Севера, ось $O_T E$ направлена перпендикулярно плоскости $NO_T U$ в сторону Востока. Базис ENU может быть получен из базиса G (гринвичской системы координат) двумя последовательными поворотами. Матрица направляющих косинусов, описывающая переход от базиса G к базису ENU, имеет следующий вид:

$$ENU_G = \begin{bmatrix} -\sin L & \cos L & 0 \\ -\sin B \cos L & -\sin B \sin L & \cos B \\ \cos B \cos L & \cos B \sin L & \sin B \end{bmatrix}, \tag{3}$$

где B, L – геодезические широта и долгота точки местонахождения объекта.

Система координат $Oxyz$, связанная с БИНС (базис B), имеет центр O , расположенный в центре масс объекта. Ось Oy расположена в вертикальной плоскости симметрии объекта и направлена от хвостовой его части к носовой. Ось Oz расположена в вертикальной плоскости симметрии объекта и направлена от нижней его части к верхней. Ось Ox расположена перпендикулярно плоскости симметрии объекта и дополняет систему координат до правой. Матрица направляющих косинусов, описывающая переход от базиса ENU к базису B, имеет следующий вид:

$$B_{ENU} = \begin{bmatrix} \cos \gamma \cos \psi - \sin \gamma \sin \vartheta \sin \psi \\ -\cos \vartheta \sin \psi \\ \sin \gamma \cos \psi + \cos \gamma \sin \vartheta \sin \psi \\ \cos \gamma \sin \psi + \sin \gamma \sin \vartheta \cos \psi \\ \cos \vartheta \cos \psi \\ \sin \gamma \sin \psi - \cos \gamma \sin \vartheta \cos \psi \\ -\sin \gamma \cos \vartheta \\ \sin \vartheta \\ \cos \gamma \cos \vartheta \end{bmatrix}, \tag{4}$$

где ψ, ϑ, γ – углы рыскания, тангажа и крена соответственно.

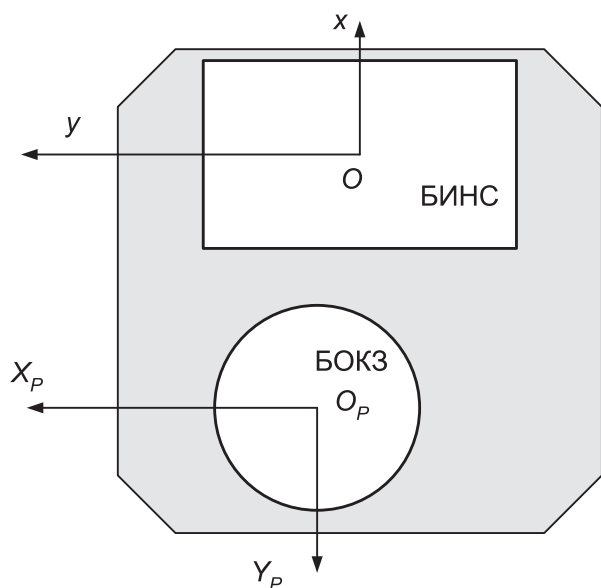


Рис. 2. Взаимное расположение осей базисов БОКЗ и БИНС

Так как БОКЗ и БИНС жестко закреплены относительно друг друга, связь между базисами Р и В может быть определена на этапе взаимной привязки базисов БОКЗ и БИНС. Если считать, что взаимное расположение БОКЗ и БИНС соответствует рис. 2, и пренебречь несоосностью базисов, то матрица направляющих косинусов, определяющая переход от базиса В к базису Р, имеет следующий вид:

$$P_B = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Полный набор используемых базисов и связей между ними может быть изображен в виде схемы на рис.3.

Анализ схемы связей между базисами показывает, что матрицы направляющих косинусов, определяющие эти связи, удовлетворяют следующему соотношению:

$$\Gamma_P^{-1} = P_B \cdot B_{ENU} \cdot ENU_G \cdot G_\gamma. \quad (6)$$

На основе последнего соотношения обосновываются различные варианты коррекции инерциальной навигационной системы.

Режим коррекции значений углов ориентации БИНС по данным БОКЗ и СРНС

Пусть совместно с БИНС работают БОКЗ и СРНС. Работа БОКЗ обеспечивает выдачу с заданной периодичностью элементов матрицы Γ_P . Получаемые от СРНС значения B и L позволяют сформировать матрицу ENU_G в соответствии с (3). Матрица P_B определяется в процессе взаимной привязки БОКЗ и БИНС. Матрица G_γ вычисляется по справочным данным и значениям всемирного времени в соответствии с (2) и [4]. Это дает возможность выразить матрицу B_{ENU} через остальные известные матрицы путем преобразования выражения (6):

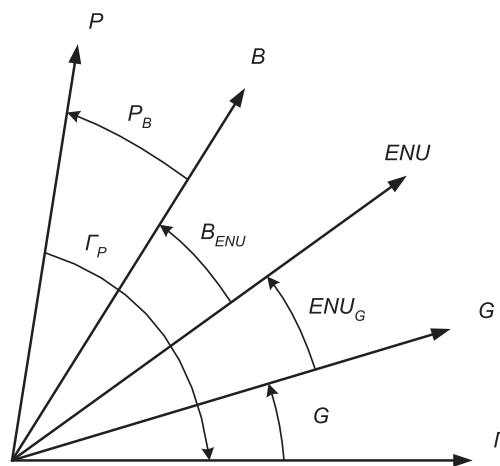


Рис. 3. Схема связей между координатными базисами

$$B_{ENU} = P_B^{-1} \Gamma_P^{-1} G_\gamma^{-1} ENU_G^{-1}. \quad (7)$$

По известной правой части выражения (7) вычисляются элементы матрицы B_{ENU} . Элементы матрицы B_{ENU} зависят от значений углов ψ , ϑ , γ ориентации БИНС. Эти значения могут быть получены из (4):

$$\vartheta = \arcsin (B_{ENU})_{23}; \quad (8)$$

$$\psi = \arctg \frac{-(B_{ENU})_{13}}{(B_{ENU})_{33}}; \quad (9)$$

$$\gamma = \arctg \frac{-(B_{ENU})_{21}}{(B_{ENU})_{22}}. \quad (10)$$

Значение курса ψ_u вычисляется на основе значения угла рыскания:

$$\psi_u = \begin{cases} -\psi, & \text{при } \psi \leq 0, \\ 2\pi - \psi, & \text{при } \psi > 0. \end{cases} \quad (11)$$

Соотношения (7) – (10) позволяют осуществлять коррекцию данных БИНС по углам ψ , ϑ , γ при работе БОКЗ и СРНС.

Режим коррекции геодезических координат и курса по данным БОКЗ

Пусть СРНС отключена, совместно с БИНС работает БОКЗ. Работа БОКЗ обеспечивает выдачу с заданной периодичностью элементов матрицы Γ_P . Матрица P_B определяется в процессе взаимной привязки БОКЗ и БИНС. Матрица G_γ вычисляется по справочным данным и значениям всемирного времени в соответствии с (2) и [4]. Значения углов ψ , ϑ , γ определяются БИНС с различной точностью. Погрешности определения угла ψ , как правило, растут значительно интенсивнее, чем погрешности определения углов ϑ , γ . Возможность уточнения значений угла ψ и определения геодезических координат B и L , как и в предыдущем случае, следует из соотношения (6).

Матрица \mathbf{B}_{ENU} может быть представлена как результат произведения матриц элементарных поворотов:

$$\mathbf{B}_{ENU} = \mathbf{B}_{ENU\psi} \cdot \mathbf{B}_{ENU\vartheta} \cdot \mathbf{B}_{ENU\gamma} = \mathbf{B}_{ENU\gamma\vartheta} \cdot \mathbf{B}_{ENU\psi}, \quad (12)$$

где

$$\mathbf{B}_{ENU\psi} = \begin{bmatrix} \cos\psi & \sin\psi & 0 \\ -\sin\psi & \cos\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad (13)$$

$$\mathbf{B}_{ENU\gamma\vartheta} = \begin{bmatrix} \cos\gamma & \sin\gamma \sin\vartheta & -\sin\gamma \cos\vartheta \\ 0 & \cos\vartheta & \sin\vartheta \\ \sin\gamma & -\cos\gamma \sin\vartheta & \cos\gamma \cos\vartheta \end{bmatrix}. \quad (14)$$

Подстановка (12) в (7) дает следующее соотношение:

$$\mathbf{B}_{ENU\gamma\vartheta} \cdot \mathbf{B}_{ENU\psi} = \mathbf{P}_B^{-1} \cdot \mathbf{\Gamma}_P^{-1} \cdot \mathbf{G}_\gamma^{-1} \cdot \mathbf{ENU}_G^{-1}, \quad (15)$$

откуда следует

$$\mathbf{B}_{ENU\psi} \cdot \mathbf{ENU}_G = \mathbf{B}_{ENU\gamma\vartheta}^{-1} \cdot \mathbf{P}_B^{-1} \cdot \mathbf{\Gamma}_P^{-1} \cdot \mathbf{G}_\gamma^{-1}. \quad (16)$$

Левая часть последнего уравнения с учетом (3) и (13) выражается следующими соотношениями:

$$\mathbf{B}_{\psi G} = \mathbf{B}_{ENU\psi} \cdot \mathbf{ENU}_G;$$

$$\mathbf{B}_{\psi G} = \begin{bmatrix} -\cos\psi \sin L - \sin\psi \sin B \cos L \\ \sin\psi \sin L - \cos\psi \sin B \cos L \\ \cos B \cos L \\ \cos\psi \cos L - \sin\psi \sin B \sin L \\ -\sin\psi \cos L - \cos\psi \sin B \sin L \\ \cos B \sin L \\ \sin\psi \cos B \\ \cos\psi \cos B \\ \sin B \end{bmatrix}. \quad (17)$$

Элементы правой части уравнения (16) известны. Это позволяет вычислить элементы матрицы $\mathbf{B}_{\psi G}$. Из (17) выводятся формулы для вычисления ψ , B и L :

$$B = \arcsin(\mathbf{B}_{\psi G})_{33}; \quad (18)$$

$$L = \arctg \frac{(\mathbf{B}_{\psi G})_{32}}{(\mathbf{B}_{\psi G})_{31}}; \quad (19)$$

$$\psi = \arctg \frac{(\mathbf{B}_{\psi G})_{13}}{(\mathbf{B}_{\psi G})_{23}}. \quad (20)$$

Значение истинного курса вычисляется по значению угла рыскания в соответствии с (11).

Экспериментальная проверка расчетных соотношений

Испытания макета АИНС проводились в нормальных климатических условиях. Место проведения испытаний – испытательная площадка ИКИ РАН.

Выставка БИНС проводилась в течение 540 с (9 минут). Общее время работы макета АИНС, включая время выставки БИНС, составляло 10085 с, за вычетом времени выставки – 9545 с. При этом БОКЗ был закреплен на платформе, неподвижной относительно Земли, т. е. истинные значения углов ориентации платформы оставались неизменными в течение эксперимента.

При обработке измерений в инерциальном режиме с коррекцией от СРНС и АБУ включение коррекции от СРНС производилось при достижении времени работы 1140 с, первая коррекция от АБУ проводилась при достижении времени работы 3500 с, последующие коррекции от АБУ проводились через каждые 15 минут работы. На рис.4 серым цветом изображены графики значений углов ориентации, вычисленных по данным БОКЗ и СРНС после выхода на рабочий режим. Линиями с символами «□» изображены

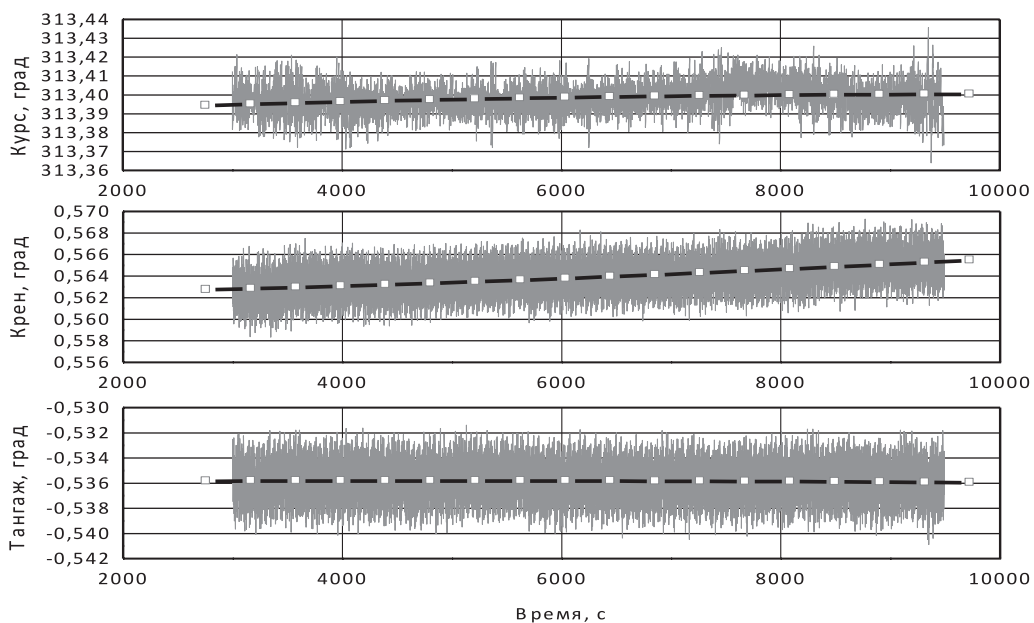


Рис. 4. Значения углов ориентации, определенные по данным БОКЗ и СРНС

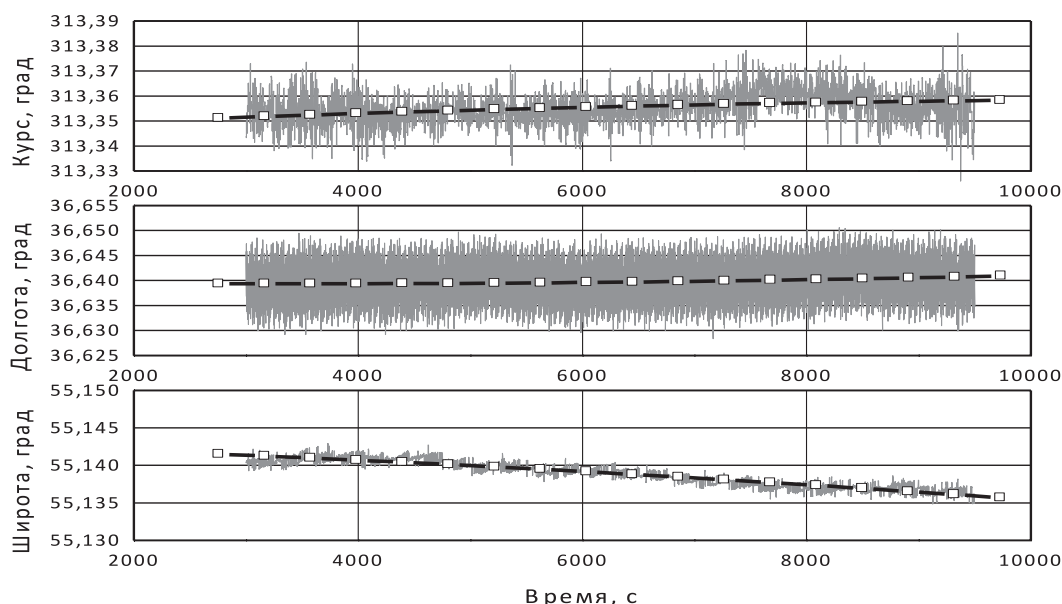


Рис. 5. Значения курса, широты, долготы, определенные при совместной работе БОКЗ и БИНС

Ошибки определения углов ориентации

Параметр	Режим работы АИНС				
	Автономный инерциальный		Коррекция от СРНС	Коррекция от СРНС и АВУ	Коррекция от АВУ
	Уход за час работы	Уход за время работы (9545 с)	Уход за время работы		
Курс, град.	0,011	0,03	0,03	0,006	0,005
Тангаж, град.	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002
Крен, град.	0,006	0,006	0,003	0,003	0,006

Таблица 1

последующие коррекции от АВУ проводились через каждые 15 минут работы.

Для вычисления значений курса, геодезической долготы и широты использовались данные об ориентации в инерциальном пространстве, вырабатываемые БОКЗ, и значения углов тангажа и крена, вырабатываемые БИНС. На рис.5 серым цветом изображены графики вычисленных значений курса, долготы и широты после выхода на рабочий режим. Красным цветом с символами «□» изображены графики изменения этих же величин, сглаженные полиномами второго порядка. Судя по полученным данным, за 6500

Ошибки определения координат

Параметр	Режим работы АИНС				
	Автономный инерциальный		Коррекция от СРНС	Коррекция от СРНС и АВУ	Коррекция от АВУ
	Уход за час работы	Уход за время работы (9545 с)	Уход за время работы		
Широта, град.	0,006 (670 м)	0,017 (1893 м)	< 0,0001 (12 м)	< 0,0001 (12 м)	0,004 (445 м)
Долгота, град.	0,016 (1020 м)	0,043 (3273 м)	< 0,0001 (6 м)	< 0,0001 (6 м)	0,01 (638 м)

Таблица 2

графики изменения значений углов, сглаженные полиномами второго порядка. Согласно полученным данным, за 6500 с изменение сглаженного значения курса составило около 0,005°, значения крена – около 0,002°, значения тангажа – менее 0,001°. Это меньше, чем составляют дрейфы значений углов, вырабатываемых БИНС.

При обработке измерений в инерциальном режиме с коррекцией от АВУ первая коррекция от АВУ проводилась при достижении времени работы 3500 с,

с дрейф значения курса составил не более 0,01°, долготы – не более 0,002°, широты – не более 0,005°.

Обобщенные показатели работы АИНС представлены в таблицах 1–2, в наглядном виде – на рис. 6–7.

Выводы:

1. В режиме коррекции от СРНС и АВУ исследуемая астроинерциальная навигационная система обеспечивает максимальную ошибку определения курса не более 0,006°, ошибку определения

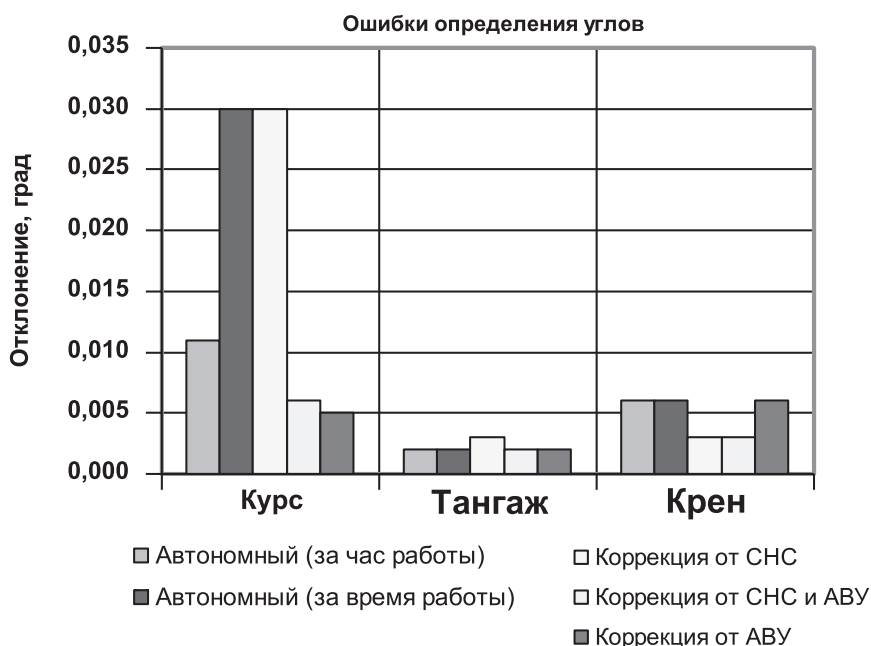


Рис. 6. Сравнительная оценка режимов АИНС по точности определения углов

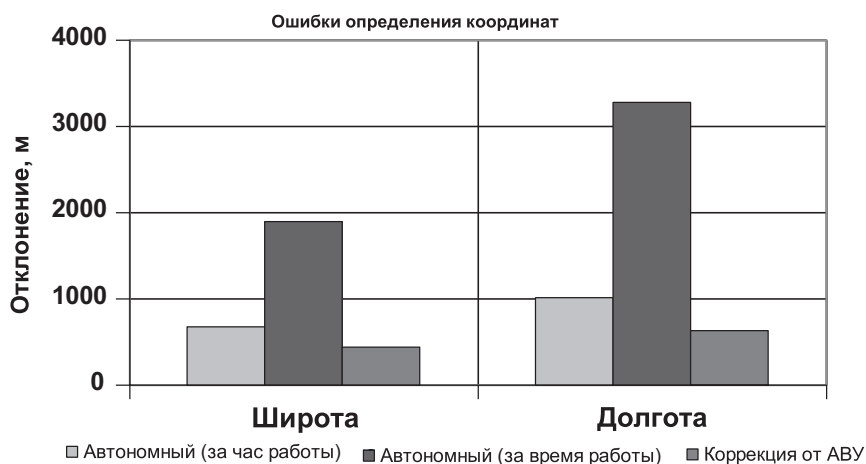


Рис. 7. Сравнительная оценка режимов АИНС по точности определения координат

тангажа не более 0,002°, ошибку определения крена не более 0,003°. Максимальная погрешность

определения углов за весь период работы как минимум в 2 раза меньше погрешности, накапливающейся за час работы автономного инерциального режима.

2. В режиме коррекции от АВУ исследуемая астроинерциальная навигационная система обеспечивает максимальную ошибку определения широты не более 450 м, максимальную ошибку определения долготы не более 650 м. Максимальная погрешность определения координат за весь период работы как минимум в 1,5 раза меньше погрешности, накапливающейся за час работы автономного инерциального режима.

Дальнейшие исследования и разработки в области создания АБИНС могут развиваться по следующим направлениям:

- совершенствование аппаратных средств (разработка моноблочной конструкции АБИНС, совершенствование оптико-механической части АБИНС, разработка фотоприемных устройств повышенной чувствительности, повышение быстродействия вычислителей);
- разработка и реализация в вычислителе АБИНС алгоритмов комплексной обработки информации, в т.ч. основанных на концепции интегрированных навигационных систем с обеспечением непрерывного контроля

целостности системы и диагностики всех ее компонентов.

целостности системы и диагностики всех ее компонентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации.— М.: Эко-Трендз, 2000.
2. Levine S., Dennis R., Bachman K. L. Strapdown Astro-Inertial Navigation Utilizing the Optical Wide-Angle Lens Startracker. Navigation, Vol. 37, No. 4, 1990.
3. Болотнов С.А., Вереникина Н.М., Алексейченко А.А. Бесплатформенная инерциальная навигационная система на лазерных гироскопах. Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Приборостроение», 2007, № 1.
4. РД 50–25645.325–89. Руководящий нормативный документ. Методические указания. Спутники Земли искусственные. Основные системы координат для баллистического обеспечения полетов и методика расчета звездного времени.
5. НРДК.201231.001–06 ТО. Блок определения координат звезд БОКЗ-М. Техническое описание.
6. Аванесов Г.А., Форш А.А., Бессонов Р.В., Зима Я.Л., Куделин М.И. Звездный координатор БОКЗ-М и перспективы его развития. XIV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.— СПб.: ЦНИИ «Электроприбор», 2007.
7. Воробьев Л.М. Астрономическая навигация летательных аппаратов.— М.: Машиностроение, 1968.
8. Анучин О.Н., Комарова И.Э., Порфирьев Л.Ф. Бортовые системы навигации и ориентации искусственных спутников Земли.— СПб.: ГИЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», 2004.



УДК 621.391.26

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПЕНСАЦИИ ПОМЕХ В КАНАЛАХ ПРИЕМНИКОВ СРНС ПРИ ВЗАИМНОМ ВЛИЯНИИ ЭЛЕМЕНТОВ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

С. Г. Быстраков

Одним из факторов, снижающих эффективность пространственного подавления помех в каналах приемников спутниковых радионавигационных систем, является взаимное влияние элементов антенной решетки. Особый интерес имеет оценка степени снижения эффективности подавления мощных широкополосных помех в условиях взаимного влияния элементов в N-элементной антенной решетке (АР). В статье приведены результаты исследования влияния частотно-зависимой межэлементной развязки на эффективность подавления помех для N-элементной решетки на входе антенного автоматического компенсатора помех (АКП). Исследование проведено с учетом задержки по раскрытию антенной решетки и неидентичности частотных характеристик (ЧХ) антенных элементов.

Ключевые слова: Антенная, компенсатор, помеха, радионавигационная, решетка, система, спутниковая, СРНС

JAMMER SUPPRESSION EFFICIENCY IN THE GNSS RECEIVERS CHANNELS IN THE PRESENCE OF INFLUENCE OF ANTENNA ARRAY MUTUAL COUPLING

S. G. Bystrakov

Antenna array mutual coupling is one of the factors which restrict spatial jammer suppression efficiency of the GNSS receivers. Thus there appears a need for determining of degree of jammer suppression efficiency decreasing due to antenna elements mutual coupling. This paper investigates an influence of frequency-dependent mutual coupling on the jammer suppression efficiency for the case of N-element array with jammer canceller. The investigation has been conducted with taking into consideration of array aperture delay and non-identity of the antenna elements frequency responses

Введение.

Наиболее эффективным способом повысить помехозащищенность современных приемников СРНС является пространственная компенсация помех [1, 4]. Датчиком пространственных различий сигнала и помехи для АКП служит антенная решетка. Эффективность подавления помех ограничена одновременно действием нескольких основных факторов, обусловленных параметрами АР:

- взаимное влияние элементов АР друг на друга;
- задержка по раскрытию АР;
- неидентичность частотных характеристик элементов АР.

Основным параметром, характеризующим эффективность подавления помех в АКП, является коэффициент подавления помехи $K_{\text{под}}$, под которым понимают отношение мощности помехи на входе АКП к суммарной мощности помех и внутренних шумов на выходе АКП [1, 3].

Взаимное влияние элементов АР заключается в проникновении энергии, возбуждаемой в одном антенном элементе (АЭ), в другие АЭ решетки,

и определяется параметром межэлементной развязки. Под межэлементной развязкой понимается доля энергии, наведенная на один АЭ из другого АЭ решетки. Развязка обычно выражается в децибелах. Для современных АР типовые значения развязки $(|L|^2)_{\text{дБ}} \leq -20$ дБ по мощности [11, 12].

Влияние задержки по раскрытию АР и неидентичности частотных характеристик (ЧХ) приемных трактов АКП подробно исследовано [3–6]. В [10] проведено исследование взаимного влияния АЭ на примере двухэлементной АР. По результатам этого исследования были получены основные выводы:

- взаимное влияние АЭ в решетке имеет существенную частотную зависимость, которую необходимо учитывать при анализе характеристик подавления широкополосных помех;
- направление провала диаграммой направленности (ДН) АКП не зависит от межэлементной развязки в АР, а глубина провала ДН двухэлементной АР изменяется незначительно (<0,3 дБ) для типовых значений развязки;

- максимальный проигрыш в коэффициенте подавления при взаимном влиянии АЭ в двухэлементной АР составляет менее 2,7 дБ для широкополосной помехи и менее 1 дБ для узкополосной помехи;
- величина проигрыша в коэффициенте подавления при взаимном влиянии АЭ в условиях неидентичности ЧХ зависит от направления прихода помехи и ее ширины спектра при фиксированной мощности.

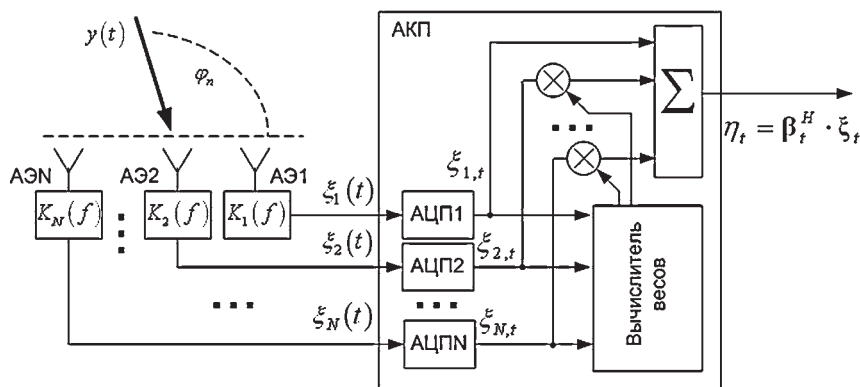


Рис. 1. Структурная схема N-элементного АКП

Было отмечено, что взаимное влияние АЭ в N-элементной АР еще более жестко ограничивает эффективность подавления помех. Некоторые исследования в этой области приведены в [8], где исследовано взаимное влияние АЭ на характеристики диаграммообразующего подавителя помех (отношение мощности помехи к мощности сигнала).

Особый интерес представляет исследование взаимного влияния АЭ в условиях действия мощных широкополосных помех в каналах приемников СРНС. Результатам дополнительных исследований взаимного влияния АЭ в N-элементной АР с точки зрения ограничения коэффициента подавления АКП посвящена данная публикация.

Постановка задачи.

Как и в предыдущем исследовании [10], для выявления степени влияния межэлементной развязки будем рассматривать задачу пространственной компенсации мощной широкополосной помехи, действующей на входе АКП (рис. 1).

Учет взаимного влияния АЭ в большинстве случаев является сложной задачей, учитывающей множество факторов, связанных с конкретными конструктивными особенностями реализации АЭ [8, 9, 11, 12]. Однако для задачи компенсации помех, достаточно ограничиться упрощенной моделью [7].

Физическое действие взаимного влияния АЭ заключается в том, что на выходе каждого элемента АР присутствуют не только прямые колебания, но и «наведенные»

от соседнего АЭ. Осциллограммы, поясняющие суперпозицию прямого и наведенного колебания на выходе элементов АР, приведены на рис. 2.

Наведенное колебание с μ -го АЭ на ν -й АЭ меньше по амплитуде, пропорционально развязке и имеет фазовый сдвиг. В случае N-элементной АР на выходе каждого АЭ наблюдается суперпозиция прямого колебания и N-1 «наведенных» колебаний с соседних АЭ. Для примера на рис. 3 показано взаимодействие элементов АР с элементом АЭ2 в четырех и семиэлементной антенных решетках, часто используемых для компенсации помех в каналах приемников СРНС [7, 11, 12].

В общем случае для каждой пары μ -го АЭ и ν -го АЭ величина межэлементной развязки $|L_{\mu\nu}|^2 \geq |L_{\nu\mu}|^2$ различна. Экспериментальные исследования [11, 12] показывают, что, например, для семиэлементной АР $|L_{12}|^2 > |L_{32}|^2$, а для четырехэлементной АР $|L_{12}|^2 > |L_{42}|^2$. Это обусловлено в большей степени межэлементным расстоянием и уровнем технической реализации АР. Однако в практической реализации АР интересуют наибольшее (наихудшее) значение межэлементной развязки между ближайшими АЭ.

В [10] представлен подход к оценке эффективности подавления помех в наихудших условиях при заданном значении межэлементной развязки. С этой точки зрения в исследовании зададимся наибольшим значением $|L|^2$, что будет характеризовать наихудшие условия с точки зрения межэлементной развязки для любой пары АЭ $|L|^2 \geq |L_{\nu\mu}|^2$.

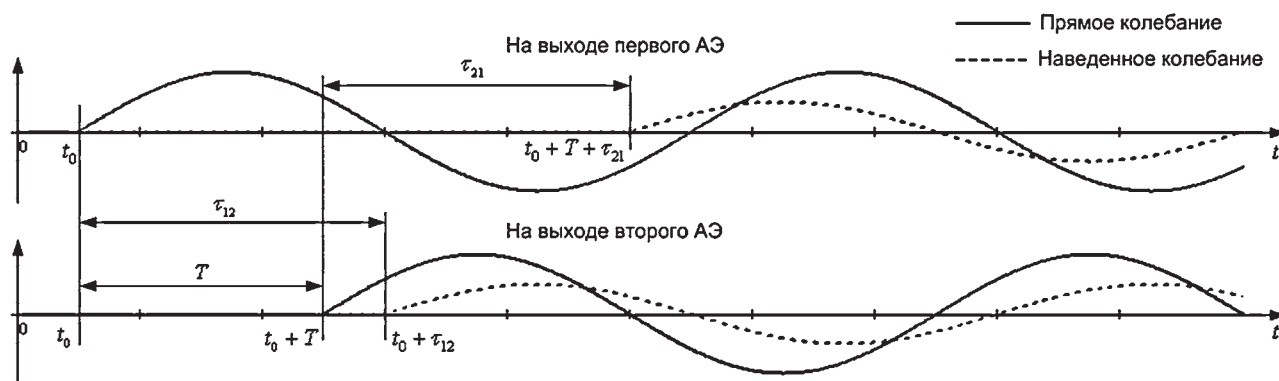


Рис. 2. Осциллограммы, поясняющие суперпозицию прямого и наведенного колебания на выходе элементов АР

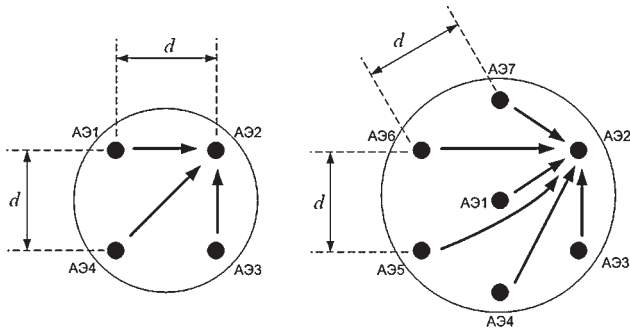


Рис. 3. Схема расположения элементов в 4-х и 7-ми элементной АР

В качестве АЭ для современных приемников СРНС используются в основном антенны с круговой ДН в азимутальной плоскости. Следует отметить, что наличие межэлементной развязки изменяет диаграмму направленности АЭ в составе АР [8], что приводит к неидентичности частотных характеристик каналов компенсаторов помех.

С учетом сказанного, межэлементную развязку μ -го АЭ и ν -го АЭ будем характеризовать комплексной величиной $L_{\mu\nu}$:

$$L_{\mu\nu} = L_M \cdot e^{-j\psi_{\mu\nu}} = L_M \cdot e^{-j[\psi(\tau_{\mu\nu}) + \psi_{0\mu}]}, \quad (1)$$

где L_M – величина межэлементной развязки по амплитуде, обусловленной взаимным влиянием АЭ (индекс «М» – Magnitude);

$\psi(\tau_{\mu\nu})$ – фазовый сдвиг, обусловленный задержкой наведенного колебания от μ -го АЭ на ν -й АЭ;

$\psi_{0\mu}$ – случайный начальный фазовый сдвиг наведенного колебания μ -м АЭ.

Развязка по амплитуде L_M и величина $\psi(\tau_{\mu\nu}) = \psi(\tau_{\nu\mu})$ зависят от конструктивной реализации АР: расстояния между взаимодействующими АЭ; взаимного сопротивления между ними; от электрической и магнитной проницаемости материала подложки, диаграмм направленности, поляризационных характеристик АЭ и т. д. Величина $\psi_{0\mu}$ зависит от входного сопротивления АЭ, его согласования по входу с приемным трактом, от толщины диэлектрика подложки, на которой выполнена микрополосковая антенна, наличия экрана и многих других факторов [8, 9]. Ввиду действия многих случайных факторов, фазовый сдвиг $\psi_{0\mu}$ можно считать случайной величиной.

Как показало исследование [10], частотная зависимость эффективности подавления широкополосных помех обусловлена одновременным действием совокупности факторов: задержки по раскрытию АР; задержки по развязке между элементами АР; неидентичности ЧХ антенных элементов [3–7]. Поэтому исследование взаимного влияния в N-элементной АР будем рассматривать для случая воздействия на входе АР широкополосной помехи.

Пусть на входе АР во всей полосе пропускания приемного тракта АКП (см. рис 1) действует помеха $y(t)$ в виде идеального полосового сигнала. На рис. 4

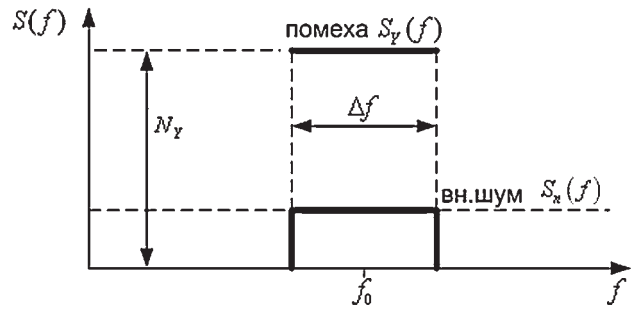


Рис. 4. Спектр помехи и внутренних шумов в полосе приемника

представлены спектральная плотность помехи $S_y(f)$ и внутреннего шума $S_n(f)$ каналов АКП.

Здесь f_0 – центральная частота спектра помехи, Δf – полоса помехи. Введем далее $P_N = N_y \cdot \Delta f$ – мощность

помехи и $N_0 = \int_{f_0 - \Delta f/2}^{f_0 + \Delta f/2} S_n(f) df$ – мощность внутренних шумов.

Замечания

- 1) Для учета частотной зависимости межэлементной развязки и неидентичности ЧХ АЭ задачу пространственной компенсации помех будем рассматривать без использования адаптивных корректирующих фильтров в приемных каналах АКП.
- 2) Так как для приемников СРНС используются АЭ с полосой пропускания, значительно превышающей полосу входных фильтров, и добротность АЭ на 1–2 порядка ниже добротности входных фильтров, то величину межэлементной развязки $|L|^2$ по мощности можно считать независимой от частоты.
- 3) Так как в каналах приемников СРНС полезный сигнал значительно слабее помехи, то исследование влияния межэлементной развязки на коэффициент подавления будем производить без учета сигнала.

С учетом проявления частотной зависимости межэлементной развязки и указанных замечаний, исследование воздействия широкополосной помехи на АКП в условиях взаимного влияния и неидентичности ЧХ элементов АР удобно рассматривать в частотной области [3, 5, 6].

Принимая во внимание рис. 2 и 3, выражение, запишем выражения для спектров наблюдения на выходе N-элементной АР при взаимном влиянии АЭ с учетом задержки по развязке $\tau_{\mu\nu}$, задержки по раскрытию $T_\mu(\varphi_n)$ и неидентичности ЧХ:

$$\begin{aligned} F_{\xi_1} &= K_1 \cdot F_y \cdot (C_1 + K_2 \cdot C_2 \cdot L_{21} + K + K_N \cdot C_N \cdot L_{N1}) + K_1 \cdot F_{n_1}; \\ F_{\xi_2} &= K_2 \cdot F_y \cdot (K_1 \cdot C_1 \cdot L_{12} + C_2 + K + K_N \cdot C_N \cdot L_{N2}) + K_2 \cdot F_{n_2}; \\ &\dots \dots \dots \\ F_{\xi_N} &= K_N \cdot F_y \cdot (K_1 \cdot C_1 \cdot L_{1N} + K_2 \cdot C_2 \cdot L_{2N} + K + C_N) + K_N \cdot F_{n_N}, \quad (2) \end{aligned}$$

где $F_x(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \cdot e^{-j2\pi f t} dt$ – случайный спектр колебания $x(t)$;

$C_\mu(f) = e^{-j2\pi f T_\mu(\varphi_\mu)}$ – частотно-зависимый фазовый коэффициент, обусловленный задержкой распространения помехи по раскрытию АР от первого АЭ до μ -го; $K_\mu(f)$ – комплексная ЧХ μ -го АЭ.

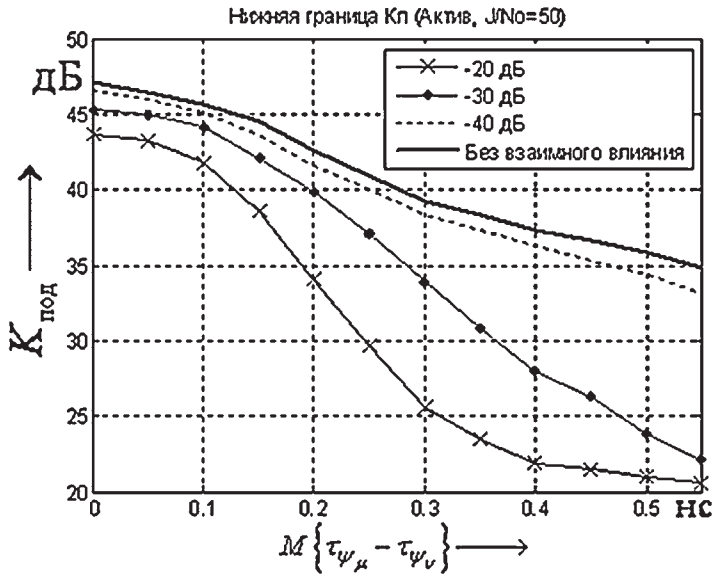


Рис. 5. Влияние межэлементной развязки для 4-х элементной AP

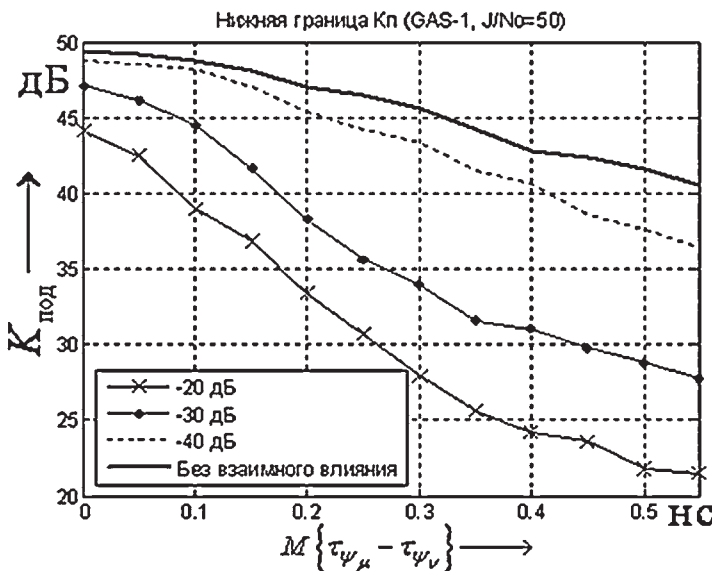


Рис. 6. Влияние межэлементной развязки для 7-ми элементной AP

Замечание

Для упрощения записи в выражении опущена зависимость от частоты f для функций $K_{\Delta\mu}(f)$, $F_x(f)$, $C_\mu(f, \varphi_n)$, $L_{\mu\nu}(f)$.

Неодинаковое групповое время запаздывания (ГВЗ) характеризует неидентичность ЧХ АЭ приемников СРНС; тогда выражение для ЧХ каналов μ -го АЭ, опуская постоянную АЧХ в полосе приемника, имеет вид

$$K_\mu(f) = const \cdot \exp(-j \cdot 2\pi \cdot \tau_{\psi_\mu} (f - f_0)).$$

Степень взаимного влияния АЭ зависит от угла прихода помехи, фазовых соотношений в развязке, ширины спектра помехи. ГВЗ каждого АЭ случайно. На рис. 5 и 6 приведены зависимости нижней границы $K_{под}$ от разности ГВЗ в АЭ $M\{\tau_{\psi_\mu} - \tau_{\psi_\nu}\}$ для 4-х (рис. 5) и 7-ми элементных AP (рис. 6) при $\Delta f = 20$ МГц; $J/N_0 = 50$ дБ; $d = \lambda_0/2$.

Согласно экспериментальным исследованиям, типовые значения разности групповых задержек современных АЭ составляют несколько десятков пикосекунд. Применение дополнительных мер по коррекции ЧХ характеристик каналов позволит в значительной мере компенсировать групповые задержки в каналах [1, 5, 6]. Такие значения групповых задержек позволяют получать коэффициент подавления для широкополосной помехи выше 35 дБ даже при значении межэлементной развязки $L^2_M = -20$ дБ.

На основе анализа делаются выводы: При идентичных ЧХ АЭ влияние межэлементной развязки на $K_{под}$ незначительно (проигрыш 2–5 дБ). С увеличением числа АЭ и степени неидентичности ЧХ взаимное влияние АЭ усиливается. При отсутствии взаимного влияния с увеличением числа АЭ ослабевает влияние неидентичности их ЧХ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. /Под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. Изд. 3-е, перераб.— М.: Радиотехника, 2005.— 688 с.: ил.
2. Тихонов В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем /В. И. Тихонов, В. Н. Харисов.— М.: Радио и связь, 1991.
3. Монзинго Р. А., Миллер Т. У. Адаптивные антенные решетки. /Введение в теорию. /Пер. с англ. /Под ред. В. А. Лексаченко.— М.: Радио и связь, 1992.
4. Ефименко В. С., Харисов В. Н. Эффективность пространственной обработки для СРНС. М.: Радиотехника (Журнал в журнале), 2002, № 7, с.88–92.
5. Быстраков С. Г., Папков Р. С. Экспериментальное исследование методов коррекции частотных характеристик каналов при пространственной обработке сигналов. М.: Радиотехника (Журнал в журнале), 2006, № 7.
6. Харисов В. Н., Быстраков С. Г., Пастухов А. В., Сизов Р. Н. Метод задания требований к неидентичности каналов компенсаторов помех. М.: Радиотехника (Журнал в журнале), 2007, № 7.
7. Progni I. F., Nicholson B. W., Upton D. M., Upadhyay T. Impacts of Frequency Dependent Mutual Coupling and Channel Errors on Digital Beam Forming Antenna Performance. ION GPS, 1998, pp.275–283
8. Milligan T. A. Modern antenna design.— 2nd ed. -New Jersey, Canada.: John Wiley & Sons, Inc., 2005. —614 p.
9. Панченко Б. А., Нефедов Е. И. Микрополосковые антенны. -М.: Радио и связь, 1986. —114 с.
10. Быстраков С. Г. Исследование взаимного влияния элементов антенной решетки на эффективность компенсации помех в каналах приемников СРНС. М.: Радиотехника, 2007, № 11.
11. Ly H., Eyring P., Traum E., Brown A. and etc. Design, Simulation and Testing of a Miniaturized GPS Dual-Frequency (L1/L2) Antenna Array. ION GPS, 2002, 24–27 September, pp. 2111–2119
12. Rao B. R., Williams J. H., Boschen C. D., Ross J. T., Rosario E. N., Davis R. J. Characterizing the Effects of Mutual Coupling on the Performance of a Miniaturized GPS Adaptive Antenna Array. The MITRE Corporation paper, 2005.



УДК 621.37

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ТЕКУЩИХ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА, ДВИЖУЩЕГОСЯ С ПОСТОЯННОЙ СКОРОСТЬЮ, ПО ДАННЫМ ПЕЛЕНГОВАНИЯ ЕГО АКУСТИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЙ НЕПОДВИЖНЫМ НАБЛЮДАТЕЛЕМ

Ю. П. Мельников, С. В. Попов¹

Предложен вариант процедуры последовательного измерения и обработки нескольких пеленгов движущегося объекта для определения и предвычисления его координат на основе использования явления запаздывания приема акустического излучения относительно электромагнитного, которым может быть, например, мешающее воздействие для радионавигационных средств. Приведена оценка погрешности определения дальности для одного из численных примеров.

Ключевые слова: дальность, излучение, объект, оценка, пеленг, прием, погрешность.

DETERMINATION AND PREDICTION OF THE CURRENT POSITION OF AN OBJECT MOVING WITH A CONSTANT VELOCITY FROM DIRECTION FINDING OF THE ACOUSTIC AND ELECTROMAGNETIC EMISSIONS BY A STATIONARY OBSERVER

Yu. P. Melnikov, S. V. Popov

The paper proposes a version of a serial measurement/processing procedure for several direction findings of a moving object to determine and pre-process its position based on the phenomenon of delayed reception of its acoustic emission relative to the electromagnetic emission that can be, for example, a disturbing effect for radio navigation aids. Error estimation is given of range measurement for one of numerical parameters

Определение дальности до движущегося объекта по данным его пеленгования из одиночного неподвижного наблюдательного пункта возможно при наличии дополнительных сведений о параметрах движения и / или характеристиках излучений объекта, имеющих линейную размерность. Такими сведениями могут быть величина скорости объекта, координаты какой-либо точки на траектории, доплеровское смещение несущей частоты или частоты модуляции принимаемого регулярного сигнала при известной скорости его распространения (например, [1–3]). В частности, в случае возможности одновременного приема и пеленгования непрерывно существующих во время наблюдения излучений движущегося объекта в акустическом и электромагнитном (оптическом) диапазонах для определения дальности можно использовать наблюдаемое при этом смещение акустического относительно электромагнитного (оптического) пеленгов, обусловленное запаздыванием прихода акустического излучения относительно электромагнитного (кроме ситуации, когда наблюдательный пункт находится на линии траектории объекта).

Предлагаемый вариант процедуры выполнения последовательных операций приема и пеленгования излучений и обработки данных измерений включает в себя первоначальный (в момент времени t_1) акт приема и пеленгования акустического и электромагнитного

излучения (АК и ЭМ, соответственно), например, как определение углов $\alpha_{1АК}$ и $\alpha_{1ЭМ}$, измеряемых относительно некоторого опорного направления в плоскости, проходящей через точку наблюдения и линии пеленгов α_i ; значения акустического и электромагнитного (оптического) пеленгов запоминаются, после чего производится отслеживание изменяющихся угловых координат объекта по АК и ЭМ излучениям до момента t_2 , когда акустический пеленг объекта $\alpha_{2АК}$ совпадет с направлением измеренного ранее ЭМ пеленга в момент t_1 ($\alpha_{2АК} = \alpha_{1ЭМ}$). При этом определяется и запоминается величина интервала времени $\tau_{12} = t_2 - t_1$ и значение ЭМ пеленга объекта $\alpha_{2ЭМ}$ и продолжается отслеживание угловых координат объекта до момента t_3 , когда акустический пеленг объекта $\alpha_{3АК}$ совпадет с ЭМ пеленгом в момент t_2 ($\alpha_{3АК} = \alpha_{2ЭМ}$), при этом определяются и запоминаются значения интервала времени $\tau_{23} = t_3 - t_2$ и ЭМ пеленг объекта $\alpha_{3ЭМ}$. Изложенная процедура иллюстрируется рис. 1.

Текущая дальность до объекта в момент t_3 (R_3) определяется по величинам угловых интервалов $\delta_{12} = \alpha_{2ЭМ} - \alpha_{1ЭМ}$ и $\delta_{23} = \alpha_{3ЭМ} - \alpha_{2ЭМ}$, величинам временных интервалов τ_{12} и τ_{23} и известной скорости распространения акустического излучения $U_{АК}$ как:

$$R_3 = U_{АК} \cdot \frac{(\tau_{13} + \tau_{23}) \cdot \tau_{23} \cdot \sin \delta_{12}}{\tau_{12} \cdot \sin \delta_{13}}, \quad (1)$$

¹ Мельников Ю.П. и Попов С.В. – сотрудники НИЦ (АТ и В) 4 ЦНИИ Минобороны России

где $\tau_{13} = (\tau_{12} + \tau_{23}) = t_3 - t_1$, $\delta_{13} = (\delta_{12} + \delta_{23}) = \alpha_{3ЭМ} - \alpha_{1ЭМ}$. При этом возможно также определение промежуточных дальностей R_1 и R_2 (из очевидных для данной процедуры соотношений $R_1 = U_{AK}\tau_{12}$ и $R_2 = U_{AK}\tau_{23}$ и величины скорости объекта $V_{об}$, например, по формуле:

$$V_{об} = U_{AK} \sqrt{1 + \frac{\tau_{23}}{\tau_{12}} \left(\frac{\tau_{23}}{\tau_{12}} - 2 \cos \delta_{12} \right)}. \quad (2)$$

Сведения о последовательно определяемых значениях дальности до объекта могут быть использованы для прогнозирования момента максимального сближения с наблюдателем и величины расстояния до него в этот момент по методике [4]. Прогнозируемое на некоторый момент времени $t_{пр}$ угловое положение объекта $\alpha_{пр}$ определяется по трем последовательным истинным (несмещенным, т. е. ЭМ) пеленгам α_{1-3} по формуле [1]:

$$\alpha_{4пр} = \text{arctg} \frac{\tau_{23}\tau_{14} \cos \alpha_3 \sin \delta_{12} - \tau_{12}\tau_{34} \cos \alpha_1 \sin \delta_{23}}{\tau_{23}\tau_{14} \sin \alpha_3 \sin \delta_{12} - \tau_{12}\tau_{34} \sin \alpha_1 \sin \delta_{23}}, \quad (3)$$

где $\tau_{34} = t_{пр} - t_3$, $\tau_{14} = t_{пр} - t_1$.

При отсчете последовательных значений измеряемых угловых координат объекта от линии первого пеленга ($\alpha_1=0$) формула (3) будет определять угловую разность $\delta_{1-пр}$ и принимает вид

$$\delta_{пр-1} = \alpha_{4пр} = \text{arctg} \left(\text{ctg} \delta_{13} - \frac{\tau_{12}\tau_{34} \sin \delta_{23}}{\tau_{23}\tau_{14} \sin \alpha_3 \sin \delta_{12}} \right). \quad (3а)$$

Дальность ($R_{пр}$) до объекта на момент прогнозирования $t_{пр}$ можно определить по совокупности измеренных и вычисленных значений угловых и временных интервалов и величин скорости объекта и дальности R_3 в результате решения последующего треугольника, примыкающего к таковым на рис. 1. Совместная обработка ряда последовательных данных пеленгования позволит повысить точность прогнозируемых координат и определить наличие изменений курса и величины скорости объекта.

Варианты возможных наборов точных значений пеленгов и временных интервалов для двух ситуаций А) и Б) при $U_{AK} = 320$ м/с.

- А) $V_{об} = 40$ м/с, $\alpha_{1AK} = 7,1807552^\circ$, $\tau_{12} = 4,3805981$ с,
 $\alpha_{1ЭМ} = \alpha_{2AK} = 8,2026409^\circ$, $\tau_{23} = 3,8394206$ с,
 $\alpha_{2ЭМ} = \alpha_{3AK} = 9,3685825^\circ$, $R_3 = 1077,3763$ м,
 $\alpha_{3ЭМ} = 10,698233^\circ$.
- Б) $V_{об} = 160$ м/с, $\tau_{12} = 32$ с, $\delta_{12} = 24,169448^\circ$,
 $R_3 = 5258,14$ м, $\tau_{23} = 20$ с, $\delta_{23} = 29,908703^\circ$, ($\alpha_1 = 0$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Ю.П., Попов С.В. Определение и прогнозирование координат равномерно движущегося в пространстве объекта по данным единичных локационных измерений. «Радиотехника», 2002, № 3.
2. Мельников Ю.П., Попов С.В. Определение и прогнозирование расстояния между движущимися с постоянной скоростью излучателем и наблюдателем по доплеровской модуляции и периоду принимаемого сигнала. — «Проблемы транспорта», вып. 9. - С-Пб.:

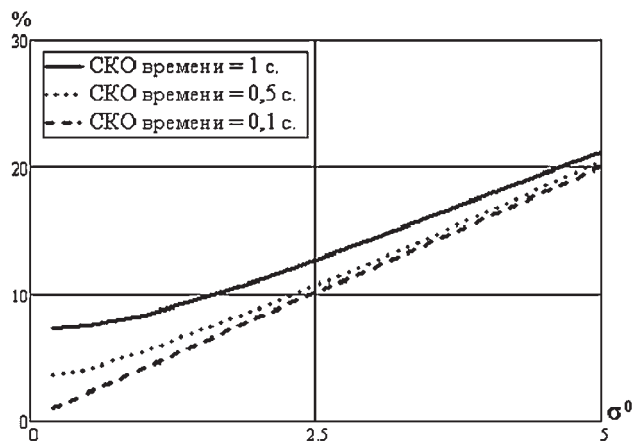


Рис. 1. К определению дальности по данным АК и ЭМ пеленгования

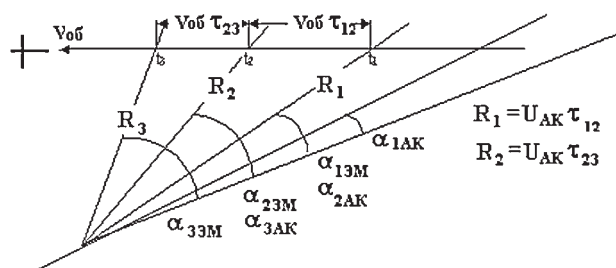


Рис. 2. Относительные погрешности определения дальности до объекта

На рис. 2 приводятся результаты оценки относительных среднеквадратических погрешностей определения дальности по соотношению (1) применительно к исходным данным примера Б), полученные методом статистического моделирования. При этом по оси абсцисс отложена среднеквадратическая погрешность пеленгации электромагнитного (оптического) излучения, а погрешность акустической пеленгации учитывается косвенно, посредством наложения ошибок на измеряемые интервалы времени τ_{12} и τ_{23} , отсчитываемые от моментов времени, когда ЭМ-пеленги совпадают с АК-пеленгами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенная процедура и соотношения могут быть использованы при построении алгоритмов локализации источника помех радионавигационным средствам и системам, например, спутниковым, которая является одной из важных предпосылок повышения эффективности радионавигационного обеспечения.

- Международная академия транспорта, 2003.
3. Мельников Ю.П., Попов С.В. Определение дальности при пеленговании объекта с частично известными параметрами движения. «Радиотехника», 2003, № 4.
4. Мельников Ю.П., Попов С.В. К местоопределению летательного аппарата относительно объектов, оснащенных ответчиками, по единичным измерениям дальности. «Новости навигации», 2002, № 1.



СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КА ГЛОНАСС

НА 08.12.2011 г.

(по анализу альманаха от 17:00 08.12.11 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ)

№ точки	№ пл.	№ лит.	НКУ	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Факт. сущ. (мес.)	Пригодность КА по сообщениям		Примечание
								альманаха	эфемерид (UTC)	
1	1	01	730	14.12.09	30.01.10		23,8	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
2	1	-4	728	25.12.08	20.01.09		35,4	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
3	1	05	744	04.11.11	08.12.11		1,1	+	+ 16:3108.12.11	Используется по ЦН
4	1	06	742	02.10.11	25.10.11		2,2	+	+ 17:0108.12.11	Используется по ЦН
5	1	01	734	14.12.09	10.01.10		23,8	+	+ 17:0108.12.11	Используется по ЦН
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10		23,8	+	+ 17:0008.12.11	Используется по ЦН
7	1	05	712	26.12.04	07.10.05		83,4	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
8	1	06	729	25.12.08	12.02.09		35,4	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
9	2	-2	736	02.09.10	04.10.10		15,2	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07		59,5	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
11	2	00	723	25.12.07	22.01.08		47,5	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
12	2	-1	737	02.09.10	12.10.10		15,2	+	+ 15:4508.12.11	Используется по ЦН
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08		47,5	+	+ 17:0008.12.11	Используется по ЦН
14	2	-7	715	25.12.06	03.04.07		59,5	+	+ 17:0008.12.11	Используется по ЦН
15	2	00	716	25.12.06	12.10.07		59,5	+	+ 17:0008.12.11	Используется по ЦН
16	2	-1	738	02.09.10	11.10.10		15,2	+	+ 17:0008.12.11	Используется по ЦН
17	3	04	714	25.12.05	31.08.06		71,5	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
18	3	-3	724	25.09.08	26.10.08		38,4	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
19	3	03	720	26.10.07	25.11.07		49,4	+	+ 16:1508.12.11	Используется по ЦН
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		49,4	+	+ 17:0108.12.11	Используется по ЦН
21	3	04	725	25.09.08	05.11.08		38,4	+	+ 17:0108.12.11	Используется по ЦН
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10		21,2	+	+ 17:0708.12.11	Используется по ЦН
23	3	03	732	02.03.10	28.03.10		21,2	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
24	3	02	735	02.03.10	28.03.10		21,2	+	+ 15:5908.12.11	Используется по ЦН
2	1	-4	743	04.11.11			1,1			На этапе ввода в эксплуатацию

7	1	05	745	04.11.11			1,1		На этапе ввода в эксплуатацию
17	3	04	746	28.11.11			0,3		На этапе ввода в эксплуатацию
21	3		701	26.02.11			9,4		На этапе ЛИ
14	2		722	25.12.07	25.01.08	12.10.11	47,5		Орбитальный резерв
3	1		727	25.12.08	17.01.09	08.09.10	35,4		КА на исслед. Гл. конструктора
22	3		726	25.09.08	13.11.08	31.08.09	38,4		КА на исслед. Гл. конструктора

Всего в составе ОГ ГЛОНАСС 31 КА, используются по целевому назначению 24 КА, на этапе ввода в систему 3 КА, временно выведены на техобслуживание 2 КА, орбитальный резерв – 1 КА, на этапе летных испытаний – 1 КА. <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/GLONASS/8.12.2011>

СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ GPS НА 08.12.11 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		219,4	
	2	31	29486	II-R-M	25.09.06	13.10.06		61,8	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		166,8	
	4	7	32711	II-R-M	15.03.08	24.03.08		44,4	
	6	27	22108	II-A	09.09.92	30.09.92	10.08.11	225,8	Временно выведен
В	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		105,4	
	2	25	36585	II-F	28.05.10	27.08.10		15,4	
	3	28	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		135,8	
	4	12	29601	II-R-M	17.11.06	13.12.06		59,7	
	5	30	22779	II-A	30.08.93	28.09.93	05.12.11	186,5	Временно выведен
С	1	29	32384	II-R-M	20.12.07	02.01.08		47,1	
	2	3	23833	II-A	28.03.96	09.04.96		186,6	
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		92,0	
	4	17	28874	II-R-M	26.09.05	13.11.05		71,6	
	6	6	23027	II-A	10.03.94	28.03.94		211,6	
D	1	2	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		84,4	
	2	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		143,2	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		103,8	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		216,5	
	6	1	37753	II-F	16.07.11	14.10.11		1,8	
E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		138,0	
	2	22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		94,8	
	3	5	35752	II-R-M	17.08.09	27.08.09		27,4	
	4	18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		129,6	
	5	32	20959	II-A	26.11.90	10.12.90		203,4	
	6	10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		182,8	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		131,9	
	2	15	32260	II-R-M	17.10.07	31.10.07		49,3	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		166,1	
	4	23	28362	II-R	23.06.04	09.07.04		88,9	
	5	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		232,3	

Всего в составе группировки GPS 31 КА. Работает по целевому назначению 29КА, 2 КА временно выведены на техобслуживание <http://www.glonass-ianc.rsa.ru/GPS/8.12.2011>

Перевозчиков пассажиров обязали устанавливать навигаторы ГЛОНАСС

Правительство РФ с 1 января 2012 года обязало компании, осуществляющие пассажироперевозки, устанавливать на транспортных средствах аппаратуру спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS. Соответствующее постановление опубликовано на сайте российского правительства в пятницу, 30 сентября. В документе, озаглавленном «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 30 октября 2006 г. № 637», говорится, что с 1 января 2012 наличие «транспортных средств, оснащенных в установленном порядке аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» становится обязательным условием для получения лицензии на перевозку пассажиров автомобильным транспортом. Речь идет о транспортных средствах, предназначенных для перевозки более восьми человек, за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется для обеспечения собственных нужд юридического лица или индивидуального предпринимателя.

<http://www.lenta.ru/news/2011/09/30/lonass/>

С Плесецка запустили «Союз-2.1Б» со спутником «Глонасс-М»

Ракета-носитель «Союз-2.1Б» со спутником «Глонасс-М» на борту стартовала в ночь на понедельник 03.10.2011 с космодрома Плесецк в Архангельской области, передает РИА Новости. Как рассказал журналистам официальный представитель Минобороны РФ по космическим войскам полковник Алексей Золотухин, запуск был осуществлен в 0:15 по московскому времени с пусковой установки номер 4 площадки номер 43 и прошел в штатном режиме.

<http://lenta.ru/news/2011/10/03/lonass/>
03.10.2011

РОСНАНО профинансирует разработку двухсистемного чипсета ГЛОНАСС/GPS

ОАО «Роснано» профинансирует разработку отечественного двухсистемного навигационного чипсета ГЛОНАСС/GPS «ГеоС-4», которую ведет компания «ГеоСтар навигация». Об этом сообщил гендиректор федерального сетевого оператора в сфере навигационной деятельности «НИС ГЛОНАСС» Александр Гурко на встрече с журналистами в понедельник.

<http://rusnanonet.ru/news/65086/> 13.10.2011

Фирма L-3 IEC выпускает приемник с приемом сигнала на основе военного М-кода

Фирма L-3 Interstate Electronics Corporation (IEC) выпустила военный приемник нового поколения, в котором отмечаются существенные улучшения конструктивных и стоимостных характеристик. Новый приемник использует общий GPS модуль (CGM), который позволяет принимать сигналы с P-, C/A- и M-кодами. Он также предусматривает общую

архитектуру обеспечения безопасности, в том числе обеспечения помехоустойчивости и антиспуфинга (anti-spoof). Модуль CGM является стандартным и совместимым со многими конструкциями, обеспечивая приемлемость его для использования в различных GPS платформах. Это помогает снизить расходы при создании приемников для конкретных применений.

<http://www.gpsworld.com/defense/> 17.10.2011

Второй спутник GPS IIF признан исправным

Второй спутник GPS IIF SVN63/PRN01 признан исправным 14.10.2011 и пригодным для использования. Об этом выпущено соответствующее уведомление (Notice Advisory to Navstar Users, NANU). Задержка с приведением спутника в рабочее состояние была, в частности, связана с неудовлетворительной работой цезиевого стандарта. Спутник имеет три стандарта: один цезиевый и два рубидиевых. Переключение на рубидиевые стандарты было осуществлено 5 октября. Спутник был запущен в июле этого года и находился с 19 августа под оперативным управлением 2-й эскадрильи космических операций ВВС США (Air Force 2nd Space Operations Squadron, 2 SOPS), находящейся на авиабазе Schriever, Colorado.

<http://www.gpsworld.com/gnss-system1219017.10.2011>

«Союз» вывел на орбиту спутники Galileo

Ракета-носитель «Союз-СТ-Б» вывела на орбиту два космических аппарата для европейской спутниковой системы Galileo — «Тиис» и «Наталия». Об этом сообщает «Интерфакс» со ссылкой на представителя Роскосмоса. «Союз» стартовал с космодрома Куру во Французской Гвиане. Спутники отделились от разгонного блока «Фрегат-МТ», они выведены на круговую околоземную орбиту высотой 23,2 тысячи километров и наклоном 54,7 градуса. Спутники уже переданы под управление заказчика.

Спутники «Тиис» и «Наталия» были построены компаниями EADS Astrium и Thales Alenia Space по заказу Европейского космического агентства (ESA). Запущенные спутники предназначены для стадии орбитальной оценки (In-Orbit Validation, IOV) системы, в ходе которой должны интенсивно испытываться космический и наземный сегменты, а также аппаратура потребителя. В настоящее время они находятся под управлением команды, состоящей из представителей Европейского и Французского космических агентств (CNES), расположенной в Тулузе (Франция). Затем, после проведения первоначальных операций, они будут переданы под управление объединенной команды SpaceOpal специалистов DLR German Aerospace Center для 90-дневных испытаний перед началом непосредственно этапа орбитальной оценки. Два следующих спутника Galileo должны быть запущены летом 2012 года.

<http://www.lenta.ru/news/2011/10/21/galileo/>

Три спутника «Глонасс-М» вышли на орбиту

Три спутника «Глонасс-М» отделились от разгонного блока «Бриз-М» и вышли на целевую орбиту. Как сообщает пресс-служба Роскосмоса в пятницу, 4 ноября, отделение прошло в штатном режиме в 22:41 по московскому времени. «Интерфакс» отмечает, что целевая орбита, на которую были выведены космические аппараты, находится на высоте около 19 тысяч километров. Старт ракеты-носителя «Протон-М» с разгонным блоком и тремя спутниками состоялся на космодроме Байконур в 16:52 в пятницу.

http://www.glonass-ianc.rsa.ru/content/news/?ELEMENT_ID=19505.11.2011

Бомбардировщик В-2 слетал на Северный полюс

Американский стратегический бомбардировщик В-2 Spirit 27 октября 2011 года выполнил полет на Северный полюс и обратно, сообщает DefenceTalk. О том, что такой полет был выполнен, стало известно только сейчас. Общая продолжительность полета составила около 18 часов. Целью столь длительного перелета была проверка бомбардировщика, прошедшего модернизацию, на возможность совершать полеты на большой высоте, высоких широтах и в суровых климатических условиях. В ходе модернизации на В-2 были установлены новые программное обеспечение, навигационные и коммуникационные системы. Во время перелета американский бомбардировщик дважды произвел дозаправку в воздухе с помощью самолетов-заправщиков KC-135 Stratotanker: один раз по пути на Северный полюс над Канадой и второй раз — на обратном пути.

<http://www.defencetalk.com/air-force-modernization-takes-b-2-to-north-pole-38113/>

Спутник «Глонасс-М» успешно выведен на целевую орбиту

28 ноября в 12 часов 25 минут мск со стартового комплекса площадки 43 космодрома Плесецк боевыми расчетами Космических войск России при участии специалистов ракетно-космической промышленности выполнен успешный пуск ракеты космического назначения «Союз-2.1б» с разгонным блоком «Фрегат» и навигационным космическим аппаратом «Глонасс-М». В соответствии с циклограммой выведения космического аппарата на целевую орбиту в 15 часов 57 минут мск космический аппарат «Глонасс-М» штатно отделился от разгонного блока и в 16.03 мск взят на управление.

После вывода российского космического аппарата на орбиту, орбитальная группировка ГЛОНАСС будет состоять из 31 спутника, из которых в настоящее время 23 используются по целевому назначению, 4 находятся на этапе ввода в систему, 2 временно выведены на техническое обслуживание, по одному — в орбитальном резерве и на этапе летных испытаний.

http://www.glonass-ianc.rsa.ru/content/news/?ELEMENT_ID=20628.11.2011

Китай успешно запустил еще один навигационный спутник

Как отмечает «Синьхуа», это пятый по счету спутник, находящийся на наклонной геостационарной (геосинхронной) орбите и входящий в навигационную систему «Бэйдоу». Ожидается, что к концу года система начнет в пробном порядке предоставлять находящимся в Китае и соседних с ним государствах клиентам услуги по позиционированию, навигации и показанию времени.

Росбалт 02.12.1121:23

Ракета-носитель «Великий поход» CZ-3 со спутником «Бэйдоу» была запущена с космодрома Сичан сегодня в 5.07 по местному времени (1.07 мск), спутник успешно выведен на расчетную орбиту. Это был уже десятый спутник китайской навигационной системы «Бэйдоу-2» и 153-й запуск китайских ракет-носителей «Великий поход».

РИА Новости 02.12.1104:11

<http://news.yandex.ru/>

Группировка ГЛОНАСС достигла штатной численности

Группировка ГЛОНАСС достигла штатной численности в 24 космических аппарата, используемых по целевому назначению. Об этом сообщается на официальном сайте Информационно-аналитического центра Роскосмоса. На момент написания заметки в состав космической группировки входит 31 аппарат. Из них 24 используются по целевому назначению, три аппарата находятся на этапе ввода в систему, два находятся на техобслуживании, по одному — в резерве и на этапе летных испытаний.

<http://www.lenta.ru/news/2011/12/08/glonass/>

Космический аппарат «Луч-5А» выведен на целевую орбиту

12 декабря в 00.11 мск космический аппарат (КА) «Луч-5А» успешно выведен на целевую орбиту и взят на управление. КА «Луч-5А» создан в ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнёва на основе новой лёгкой негерметичной платформы «Экспресс-1000». Масса КА «Луч-5А» (в заправленном состоянии) 1148 кг. Спутник оборудован двумя абонентскими антеннами диаметром 4,2 м и семью транспондерами Ku- и S-диапазонов. Пропускная способность каналов: Ku-диапазона — 150 Мбит/с, S-диапазона — до 5 Мбит/с. Антенны выполнены по так называемой схеме «зонтик». Спицы антенн изготовлены из композиционных материалов, а радиоткань — из позолоченной микропроволоки. «Луч-5А» может принимать сигналы системы «КОСПАС/САРСАТ» и транслировать их на наземные пункты приема информации. Кроме того, космический аппарат будет передавать поправки к измерениям, выполняемым по спутникам системы ГЛОНАСС, что позволит увеличить точность измерения сигнала.

<http://www.federal-space.ru> 12.12.2011

Использование ГЛОНАСС смартфоном Apple iPhone 4S подтверждено испытаниями

Использование смартфоном Apple iPhone 4S отечественной навигационной системы ГЛОНАСС подтверждено результатами независимых испытаний, проведенных по заказу федерального сетевого оператора «НИС ГЛОНАСС». iPhone 4S стал первым массовым смартфоном, производителем которого в спецификациях заявлена поддержка ГЛОНАСС, наряду с американской навигационной системой GPS.

http://www.glonass-ianc.rsa.ru/content/news/?ELEMENT_ID=21213.12.2011

Qualcomm рассказала о ГЛОНАССе в мобильных процессорах

Компания Qualcomm объявила, что российскую систему спутниковой навигации ГЛОНАСС поддерживают все мобильные устройства на платформах Snapdragon S2 и Snapdragon S3. Чипсеты этих семейств являются двухсистемными, то есть могут

работать и с GPS и с ГЛОНАСС, говорится в сообщении на сайте компании. Однако окончательное решение о том, включать ли на устройстве поддержку российской системы, принимает производитель. Сообщается, что к спутникам ГЛОНАСС устройства на базе Snapdragon обращаются в том случае, когда сигнал GPS недостаточно силен. Такая схема позволяет сэкономить заряд батареи, а также повысить точность позиционирования до двух метров.

Чипсеты из серий S2 и S3 производятся по 45-нанометровому процессу и используются в смартфонах и планшетах BlackBerry, HP, HTC, Nokia, Samsung, Sharp, Sony Ericsson и других компаний. Qualcomm также отметила, что ГЛОНАСС будет поддерживать 28-нанометровые чипсеты S4, которые выйдут в 2012 году. Работать с системой ГЛОНАСС могут также некоторые чипсеты связи Qualcomm – в частности, MDM6610, который используется в смартфоне iPhone 4S.

<http://www.lenta.ru/news/2011/12/16/qualcomm/>



IV ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ И ПРИКЛАДНОЕ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННОЕ И НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ» (КВНО-2011)

IV ALL-RUSSIA CONFERENCE «FUNDAMENTAL AND APPLIED PNT» (PNT 2011)

С 10 по 14 октября 2011 г. в Санкт-Петербурге в Институте прикладной астрономии (ИПА) РАН Российская академия наук, Роскосмос, Минобороны России, Минкомсвязь России, Росстандарт, Росреестр, Научный совет РАН по проблеме «Координатно-временное и навигационное обеспечение» провели 4-ю Всероссийскую конференцию «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение» (КВНО-2011).

Основными задачами конференции были обсуждение широкого круга научно-методических, технических и организационно-правовых вопросов в области фундаментального и прикладного координатно-временного и навигационного обеспечения и координация работ различных ведомств и организаций по развитию средств координатно-временного и навигационного обеспечения России. Практическим выходом конференции являются рекомендации по повышению точности и надежности координатно-временного и навигационного обеспечения, эффективности совместного применения технических средств и систем КВНО, в том числе в рамках международной кооперации и Федеральной целевой программы поддержания, развития и использования системы ГЛОНАСС на период 2012–2020 гг.

Перед открытием участники конференции почтили память одного из ее основных организаторов, директора ИПА РАН, члена-корреспондента РАН **Финкельштейна А. М.**, скоропостижно скончавшегося 19.09.2011 г.

По поручению программного комитета конференцию открыл академик РАН **Багаев С. Н.** (Институт лазерной физики СО РАН).

В ходе работы конференции были рассмотрены следующие вопросы:

1. Теоретические основы фундаментального координатно-временного и навигационного обеспечения (опорные системы отсчета и их устойчивость, связь между системами отсчета, параметры вращения Земли, шкалы времени, теории движения ИСЗ, эфемеридное обеспечение, гравитационное поле Земли, релятивистские и негравитационные эффекты и др.).
2. Методы координатно-временного и навигационного обеспечения (установление, поддержание и мониторинг систем отсчета, мониторинг параметров

вращения Земли, хранение и синхронизация шкал времени, определение гравитационного поля Земли, методы определения орбит, колокация средств наблюдения и др.).

3. Технические средства и системы координатно-временного и навигационного обеспечения (радио- и оптическая интерферометрия со сверхдлинными базами, глобальные навигационные системы ГЛОНАСС, GPS, Compass и Galileo, лазерная локация ИСЗ и Луны, доплеровские наблюдения, оптические стандарты частоты и времени (оптические часы), космическая астрометрия, гравиметрия, инерциальная навигация, наземная радионавигация, геоинформационные и телекоммуникационные системы и др.).
4. Программные средства, центры данных и распределенные центры обработки наблюдений и анализа данных.
5. Международные программы и международное сотрудничество в области координатно-временного и навигационного обеспечения: VLBI 2010, GGOS, GIC и GIAC, GGAO, IERS, IGS, IVS, ILRS, IDS, ICG, VIPM, ITU.
6. Метрологическое обеспечение средств и систем координатно-временного и навигационного обеспечения: состояние и перспективы развития.
7. Проблемные вопросы формирования и администрирования массовых услуг, основанных на применении КВНО.

На конференции было представлено более 100 пленарных (сессийных) и стендовых докладов и сообщений от 75 организаций. В частности, в рамках Сессии 1 под председательством академика РАН Багаева С. Н. были заслушаны доклады:

- Урличич Ю. М., Ступак Г. Г. (ОАО «Российские космические системы»), Ревнивых С. Г. (Информационно-аналитический центр ФГУП «ЦНИИмаш» Роскосмоса), Данилюк А. Ю. (ФГУ «4 ЦНИИ Минобороны России»), Тестоедов Н. А. (ОАО «Информационные спутниковые системы им. академика М. Ф. Решетнева»), Финкельштейн А. М. (Институт прикладной астрономии РАН) **Система ГЛОНАСС – непрерывно развивающаяся основа координатно-временного и навигационного обеспечения России.**

- Лаверов Н. П. (РАН), Крутиков В. Н. (Росстандарт), Финкельштейн А. М. (Институт прикладной астрономии РАН)

Фундаментальный сегмент координатно-временного и навигационного обеспечения — настоящее и будущее.

- Козлов С. В. (Военно-топографическое управление Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации)

Вопросы геодезического, картографического и навигационного обеспечения в сфере обороны и безопасности Российской Федерации.

- Царев В. М., Редкозубов В. Н., Соловьев Ю. А. (ОАО «НТЦ «Интернавигация»)

О новой редакции Радионавигационного плана Российской Федерации.

В рамках конференции 10.10.2011 г. под руководством академика РАН **Багаева С. Н.** в помещении Санкт-Петербургского научного центра РАН был проведен круглый стол «Федеральная целевая программа по поддержанию, развитию и использованию системы ГЛОНАСС: «Задание на 2012–2020 гг.». Основными вопросами круглого стола были:

- Направления совершенствования государственной геоцентрической системы координат.
- Развитие теории движения планет и Луны на базе создания системы локации планет и Луны.
- Направления развития системы ГЛОНАСС.

Участникам круглого стола было представлено письмо в ВПК вице-президента РАН академика **Лаверова Н. П.** о необходимости совершенствования и дальнейшего развития ГЛОНАСС. В ходе обсуждения, которое поддержало обращение академика Лаверова Н. П., выступили: академик **Багаев С. Н.** (Институт лазерной физики СО РАН), д.т.н. **Ступак Г. Г.** (ОАО «Российские космические системы»), к.т.н. **Ревнивых С. Г.** (Информационно-аналитический центр ФГУП «ЦНИИмаш» Роскосмоса), к.т.н. **Данилюк А. Ю.** и к.т.н. **Пасынков В. В.** (ФГУ «4 ЦНИИ Минобороны России»), д.т.н. **Непоклонов В. Б.** (Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»), д.т.н. **Донченко С. И.** (ФГУП «Всероссийский Научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» Росстандарта), д.т.н. **Филатов В. Н.** (ОАО «Концерн «РТИ системы»), д.ф.-м.н. **Гаязов И. С.** (ИПА РАН), д.т.н. **Шаргородский В. Д.** (ОАО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения»), контр-адмирал **Козлов С. В.** (Военно-топографическое управление Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации) и др.

В целом конференцию отличали прекрасная организация и широкий круг участников: более 200 ученых и специалистов, представлявших практически все научные центры Российской Федерации.



XXXII ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ АКАДЕМИИ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ

XXXII GENERAL ASSEMBLY OF THE NAVIGATION & MOTION CONTROL ACADEMY

19 октября 2011 г. в Санкт-Петербурге в Государственном научном центре РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» состоялась XXXII общее собрание Академии навигации и управления движением

В ходе научной сессии были заслушаны следующие доклады:

В. М. Пашин (ФГУП «ЦНИИ имени академика А. Н. Крылова)

Проблемы развития российского судостроения.

Г. А. Леонов (Санкт-Петербургский государственный университет)

Решенные и нерешенные проблемы устойчивости управляемых систем.

С. В. Смирнов (ФГУП «ЦНИИ автоматики и гидравлики»)

Система коррекции положения летательного аппарата по искусственному навигационному полю.

О. А. Степанов (ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

О 18-ом международном конгрессе ИФАК (Милан, 2011 г.).

Был проведен также отчет Президиума о работе Академии за период с 02.06.11 г. по 19.10.11 г. и рассмотрены организационные вопросы (отв. **А. В. Небылов**).



ИТОГИ КОНФЕРЕНЦИИ «ОБОРУДОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ, МОДУЛИ И ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ. ПРОИЗВОДСТВО И ТЕХНОЛОГИИ»

CONFERENCE «SATELLITE NAVIGATION EQUIPMENT? MODULES AND COMPONENTS. TECHNOLOGIES AND PRODUCTION» (ChipEXPO 2011)

Организатор конференции: Компания «Профессиональные Конференции»

Соорганизатор: ЗАО «ЧипЭКСПО»

Партнерами конференции выступили:

Стратегический партнер: ООО «ИД «Национальная оборона»

Экспертный партнер: GPS Club

1 ноября 2011 г. в Москве состоялась международная конференция «Оборудование спутниковой навигации, модули и электронные компоненты Производство и технологии» проводящаяся в рамках Российской

недели электроники, выставки «ChipEXPO-2011». На конференции была представлена информация о новых разработках навигационного GPS/ГЛОНАСС оборудования, его элементной базы и компонентов навигационной аппаратуры, а также обобщены рекомендации по производству навигационных изделий, кооперации предприятий в рамках федеральной целевой программы.

Конференцию посетили около 120 российских и зарубежных делегатов и 15 докладчиков. Среди делегатов 73% – из Москвы и Московской области, 25% региональных представителей и 2% международных представителей. Более 20 представителей российских СМИ освещали событие до и во время его проведения.



На конференции была представлена информация о новых разработках навигационного оборудования, его элементной базы и компонентов, а также обобщены рекомендации по производству навигационных изделий.

Мероприятие открыл и поздравил делегатов с началом работы директор Департамента абонентских устройств Программы «ЭРА-ГЛОНАСС» ОАО «НИС ГЛОНАСС», к.т.н., Домарацкий Ярослав Александрович.

Он также выступил с докладом «Терминалы ЭРА-ГЛОНАСС: требования, результаты работ 2011 г. и организация пилотного тестирования в 2011 г.». Доклады представили руководители ведущих компаний и исследовательских коллективов:

- КБ «НАВИС»;
- Навигационно-Информационные Системы;
- Российские космические системы;
- Евромобайл.
- М2М электроника (ГК «М2М телематика»);
- КБ «ГеоСтар навигация»;
- SPIRIT Telecom;
- MStar Semiconductor;
- Навигационные Технологии;
- ПетроИнТрейд;
- МикроЭМ;
- Московский радиозавод «Темп»;
- STMicroelectronics;
- ГК «Эшелон Геолайф»;
- ГК «Аркан»;
- ATGroup.

Я. А. Домарацкий сообщил, что ОАО «Навигационно-информационные системы» ведет разработку системы ЭРА ГЛОНАСС в соответствии

с планом, предполагающим ввод системы в эксплуатацию в 2013 г. Дополнительно были обсуждены требования к терминалам ЭРА ГЛОНАСС, включая совместимость с Европейской системой eCall и требования к программно-аппаратной платформе для различных версий терминалов.



Тематика конференции:

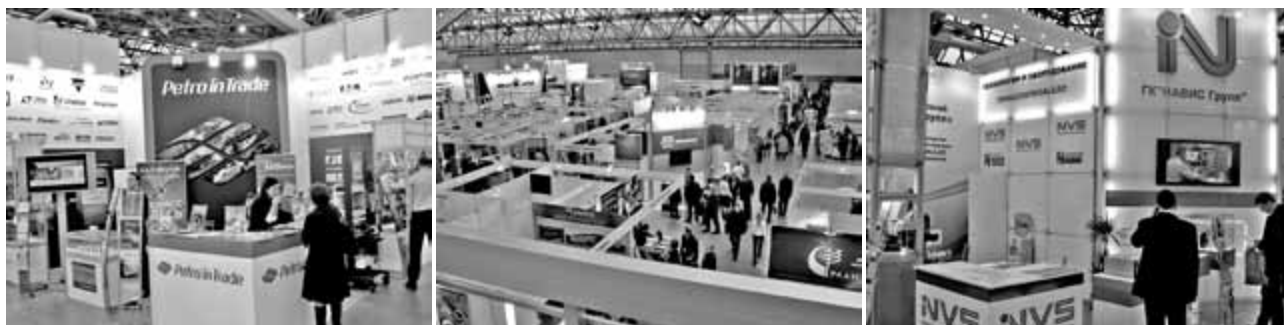
- **Производство навигационного оборудования, OEM-модулей и компонентов.**
- Перспективы и проблемы развития технологической базы для создания навигационного оборудования в Российской Федерации.
- Оборудование, технологии и материалы.
- Программно-аппаратные средства разработки.
- Специализированное лабораторное и тестовое оборудование.
- **Навигационные приемники и OEM-модули.**
- Навигационные ГНСС-приемники и OEM-модули для российского коммерческого рынка. НАП: решения, сравнительный анализ и перспективы.
- ГЛОНАСС/GPS- модули КБ «ГеоСтар-Навигация».
- ГЛОНАСС/GPS – модули компании ЗАО «КБ Навис».
- Навигационные OEM-модули производства МКБ «Компас».
- Навигационный модуль ОАО «Ижевский Радиозавод».
- ГНСС-приемники и OEM-модули от ведущих зарубежных производителей.
- **Антенны и антенно-фидерное оборудование для приема спутниковых навигационных сигналов.**
- Антенны для приема сигналов различных ГНСС, комбинированные ГЛОНАСС/GPS/Galileo – антенны, внутренние и внешние антенны, антенны для спутникового навигационного оборудования различного назначения.
- **Модули приема-передачи навигационной информации.**
- GSM/GPRS/EDGE/GPS- модули.
- Модули спутниковой связи (Инмарсат, Иридиум и пр.).

- Модули УКВ-диапазона.
- **Навигационное оборудование различного назначения.**
- Тенденции развития российского рынка ГЛОНАСС/GPS-оборудования.
- Автомобильные ГЛОНАСС/GPS/GSM-терминалы и регистраторы.
- Навигационное оборудование для различных областей экономики.
- Повторители GPS-сигналов.
- **Опыт применения спутниковой навигации в различных отраслях экономики.**

Участники конференции получили подробную информацию от ведущих компаний — разработчиков потребительского навигационного оборудования, OEM-модулей и компонентов о тенденциях развития российского рынка ГЛОНАСС/GPS — оборудования, проблемах применения при разработке навигационных устройств современной элементной компонентной базы, о перспективах развития ГЛОНАСС в России, а также познакомились с новейшими технологиями в области разработки, производства и применения навигационной аппаратуры.



ВЫСТАВКА «CHIPEXPO-2011»



Выставка «ChipExpo-2011» — ведущая российская выставка по электронике, компонентам, оборудованию и технологиям. На выставке демонстрировались достижения науки и промышленности в микроэлектронике, разработке и производстве электронных компонентов,

создании технологического оборудования и радиоэлектронных изделий различного назначения.

**Пресс-служба ООО
«Профессиональные конференции» (495) 66-324-66
office@profconf.ru**



УДК 621.78:525.35

ЗАМЕТКИ О ПЕРВЫХ ЭТАПАХ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ДАЛЬНЕЙ РАДИОНАВИГАЦИИ

А. В. Балов¹

В статье рассказывается о первых этапах формирования и развития международного сотрудничества в области дальней радионавигации в 1979–1985 гг., в которых автор заметок принимал непосредственное участие как Главный конструктор направления по системам и средствам дальней радионавигации.

Ключевые слова: ИФРНС, ЛНИРТИ, ОМЕГА, радионавигация, РНС, ТРОПИК-2, Logan–С

NOTES ON THE FIRST STAGES OF INTERNATIONAL COOPERATION IN THE FIELD OF LONG RANGE RADIONAVIGATION

A. V. Balov

The article describes the first stages of formation and development of international cooperation in long range navigation in the 1979–1985 years in which the author, was been closely involved as the Chief Designer of systems and means to long range radionavigation

1. Первая советско-американская встреча экспертов в области дальней радионавигации

Впервые в 1976 году на заседании Межведомственного координационного совета по системам и средствам радионавигации одним из участников совещания (Парфенов В. П.) было упомянуто, что американцы дважды выходили в ГШ МО СССР с предложением провести переговоры по определению взаимодействия ИФРНС Logan – С и ТРОПИК-2, расположенных в смежных географических районах. Реально эпоха международного сотрудничества в области дальней радионавигации была открыта распоряжением Совета министров СССР «О совместном использовании РНС ТРОПИК-2 (СССР) и Logan – С (США)» от 19.07.79. Перед подписанием этого распоряжения Министр радиопромышленности Плешаков П. С. должен был сделать доклад на заседании Политбюро ЦК КПСС, в котором ему необходимо было ответить в частности на следующие вопросы:

- в чем выгода предлагаемого сотрудничества;
- какие меры будут приняты на «особый период»;
- какие характеристики будут получены в результате совместного использования систем?

Ответы на все эти вопросы были сформулированы на совещании у заместителя министра радиопромышленности Коблова В. Л. (на котором присутствовал и автор заметок) в следующем виде:

- открывается возможность получения дополнительной работы и финансирования от стран Дальневосточного региона, ФРГ, Дании;

- возможно создание рабочей зоны в стратегически важном районе Баренцева моря и увеличение вдвое рабочей зоны Восточной цепи РНС ТРОПИК-2;
- достигается экономия бюджетных средств за счет исключения затрат на капитальное строительство порядка 40 млн. рублей и 1,5 млн. рублей за счет эксплуатационных расходов ежегодно;
- на «особый период» предусмотрено изменение частотно-кодовых каналов и применение ПСШ модуляции (после проведения соответствующей НИР);
- в части технических характеристик достигается уменьшение погрешности позиционирования, решаются вопросы электромагнитной совместимости систем.

В развитие распоряжения Совета Министров 30 июля 1979 года Министром радиопромышленности был издан приказ, в котором, в частности, говорилось: «Совет Министров согласился с предложением о проведении на уровне экспертов в 1979–1980 гг. Советско-американских переговоров о совместном использовании РНС ТРОПИК-2 и Logan – С с целью повышения безопасности и надежности воздушного и морского движения в районах Северного полушария Земли, а также исключения взаимных помех». Было дано указание руководству ЛНИРТИ о формировании группы экспертов и осуществлении необходимых организационно-технических мероприятий. Все контакты

¹ Анатолий Васильевич Балов – доктор технич. наук, профессор, ОАО «РИРВ»

с американской стороны предписывалось осуществлять через министерство Морского флота СССР.

По предложению представителей США первая встреча экспертов должна была состояться в Вашингтоне в декабре 1980 г. В повестку дня встречи были включены следующие вопросы:

Обсуждение с целью координации распределения частот для обеспечения ЭМС РНС дальнего действия, включая:

- работу синхронизированных цепей и работу цепей в автономном режиме с использованием атомных стандартов частоты;
- проблемы внутрисистемных и внесистемных помех, создаваемых навигационными сигналами других служб в диапазоне частот 90–110 кГц;
- критерии для выбора интервалов повторения групп навигационных сигналов.

Обсуждение унификации требований к параметрам излучаемых сигналов, включая:

- проект спецификации сигналов Logan – С;
 - публикации параметров РНС, навигационных карт и таблиц;
 - характеристики систем малого и среднего радиуса действия систем навигации, подобных Logan – С.
- Обсуждение возможности создания объединенных цепей станций ИФРНС США и СССР.

Обсуждение унификации методов исследований условий распространения радиоволн в ДВ-диапазоне, требований на приемное и другое оборудование пользователей.

Обсуждение мониторинга РНС Омега на территории СССР.

Под эгидой министерства Морского флота СССР была сформирована группа экспертов в составе:

- Ю. Г. Зурабов, глава делегации, заместитель председателя В. О. Морсвязьспутник;
 - А. А. Богданов, старший эксперт В. О. Морсвязьспутник;
 - В. И. Быков, главный специалист ЦНИИ МФ;
 - А. Т. Бондарев, главный специалист комитета радиочастот Минсвязи (полковник отдела ГШ МО СССР);
 - А. И. Баранов, специалист ЦНИИ им. Крылова (капитан 1 ранга ГУ НИО ВМФ);
 - Е. И. Снастин, специалист Радиопрома (полковник, главный инженер ЦДРН ВВС);
 - С. М. Шаргородский, специалист Радиопрома (Главный конструктор систем дальней радионавигации, начальник отдела ЛНИРТИ);
 - Ю. И. Никитенко, специалист Радиопрома (заместитель Главного конструктора систем дальней радионавигации по системным вопросам, начальник лаборатории ЛНИРТИ);
 - Е. И. Морозков, специалист Радиопрома (заместитель Главного конструктора систем дальней радионавигации по системам синхронизации, начальник лаборатории ЛНИРТИ);
 - А. Ю. Климов, переводчик Министерства торгового флота.
- Рабочие материалы к совещанию экспертов рабочих групп СССР и США были разработаны группой

сотрудников ЛНИРТИ под руководством доктора технических наук профессора Никитенко Ю. И.

Однако, как не парадоксально это звучит, советская группа экспертов улетела в США без представителей ЛНИРТИ. Дело в том, что в связи с закрытостью института оформление документов велось с такой «тщательностью», что было закончено лишь в день отлета в США самолета с остальными членами группы. У многих сотрудников тогда сложилось мнение, что эта задержка в оформлении была преднамеренной.

Тем не менее, встреча и переговоры экспертов состоялись в Вашингтоне 3–5 декабря 1980 г в Госдепартаменте США. С американской стороны в группу экспертов, кроме руководителя – начальника радионавигационного отдела Береговой Охраны США капитана Jon C. Uithol, входили шесть офицеров БО и шесть гражданских специалистов по системам Logan-С и Омега. В итоге переговоров руководителями делегаций был подписан протокол, основное содержание которого приведено ниже.

1. Участники переговоров констатировали, что в США и СССР используются НЧ ИФРНС дальнего действия, принцип работы которых обуславливает возможность появления взаимных помех. Так помехи снижают эффективность систем и могут привести к невозможности их использования в отдельных районах, что в свою очередь сказывается на навигационной безопасности. Для более эффективного совместного разрешения таких потенциальных проблем необходим взаимный обмен информацией по ИФРНС сторон. Обе стороны пришли к заключению о необходимости разработать терминологию и составить словарь радионавигационных терминов и определений, что бы способствовать лучшему пониманию общности и различий в ИФРНС СССР и США.

2. Обсудив вопросы координации распределения частот НЧ ИФРНС СССР и Logan-С, стороны отметили наличие подобных проблем, связанных с внутрисистемными (перекрестными) помехами. Было отмечено, что в СССР и США используются принципиально одинаковые критерии выбора интервалов повторения сигналов в разных цепях ИФРНС.

3. Стороны согласились, что с целью уменьшения взаимных помех целесообразно, чтобы администрации обеих стран до выбора периодов повторения сигналов своих цепей, проводили взаимные консультации. С этой целью было предложено осуществлять обмен соответствующей информацией. Стороны согласились также о необходимости согласования процедуры выбора периодов повторения сигналов РНС и обсуждения вопроса о расширении полосы частот для Logan-С и ИФРНС СССР. Было признано, что для координации в этом направлении необходимо использовать стандартные термины и взаимоприемлемые критерии оценок (как для внутрисистемных, так и внешних помех). В целях обеспечения навигационной безопасности путем координации работы систем Logan-С и ИФРНС, а также других систем, обе стороны

отметили целесообразность обмена в дальнейшем технической информацией по ИФРНС. Участники переговоров констатировали различие форм сигналов ИФРНС, а также целесообразность изучения этих различий и проведения работ по унификации характеристик излучаемых сигналов.

4. Стороны признали определенные преимущества создания смешанных цепей РНС после унификации излучаемых сигналов РНС. Возможность создания смешанных цепей предполагалось изучать в ходе последующих консультаций.

Было решено, что предложение США о размещении контрольных пунктов системы ОМЕГА в СССР подлежит дальнейшему обсуждению после представления американской стороной дополнительной информации.

В заключение обе стороны выразили удовлетворение атмосферой сотрудничества и взаимопонимания и решили, что следующая встреча состоится в СССР в 1981 году.

Протокол подписали:

- за Береговую охрану США Jon C. Uithol,
- за Министерство морского флота СССР Ю. Г. Зурабов.

В повестку дня будущей встречи были предложены следующие вопросы:

- согласование терминологии и словаря терминов и определений;
- координация выбора периодов повторения сигналов;
- расширения полосы частот сигнала и минимизации помех обеим системам от других радиосистем;
- обмен технической информацией и стандартами по РНС;
- обмен технической информацией по системам, отличающимся от систем Logan-C и ОМЕГА;
- процедуры работы объединенных цепей США и СССР.

Приятное впечатление от удачно проведенных переговоров было несколько омрачено потерей одним из наших офицеров папки с документами в нью-йоркском метро (к счастью без последствий).

По ряду объективных причин следующая встреча состоялась не в 1981 г., а в марте 1985 г.

2. Вторая встреча советских и американских экспертов по проблеме совместного использования ИФРНС СССР и США, состоявшаяся в марте 1985 года в Москве

В январе 1984 года вышло распоряжение Совета Министров СССР, а затем 1-го февраля последовало указание Министра радиопромышленности о продлении срока действия распоряжения Совета Министров СССР 1979 года «О совместном использовании РНС ТРОПИК-2 и Logan – С» до 1-го января 1986 года.

Практические шаги по подготовке ко второй встрече были предприняты только в августе 1984 года.

По представлению соответствующих ведомств была сформирована группа экспертов в составе:

- Зурабов Ю. Г.— руководитель группы экспертов, заместитель председателя ВО «Связьморспутник»;
- Денисов В. И.— заместитель руководителя группы, генерал — инспектор, командир войск связи ВВС;
- Теркин В. И.— заместитель руководителя группы, генерал — инспектор, начальник заказывающего управления ВВС;
- Шатраков Ю. Г.— заместитель руководителя группы, главный инженер БГУ МРП;
- Балов А. В.— эксперт, начальник отделения ЛНИРТИ, Главный конструктор направления по системам и средствам дальней радионавигации;
- Никитенко Ю. И.— эксперт, заместитель главного конструктора РНС ТРОПИК-2
- Янковский Л. И.— эксперт, начальник отделения ЛНИРТИ (в работе делегации не участвовал);
- Быков В. И.— эксперт, главный специалист ЦНИИМФ;
- Павлов А. А.— эксперт, представитель В.О. «Связь-морспутник»;
- а также ряд старших офицеров различных управлений ВВС, ВМФ, ГШ. МО СССР: Андреев Г. Н., Кочергин Б. Н., Кесаев К. М., Снастин Е. В., Парфенов В. П., Могдаленко А. В.

Как и на первой встрече, все эксперты МРП и МО СССР выступали в роли представителей Минсвязи и Минморфлота. Перед членами рабочей группы была поставлена задача, не только подготовить к встрече материалы в соответствии с повесткой дня, сформулированной по результатам первой встречи, но и извлечь максимальное количество информации от американских специалистов по всему спектру проблем создания и применения ИФРНС Logan – С.

8 октября 1984 года в США было направлено письмо с предлагаемой нашей стороной повесткой дня и, начиная с этого времени, регулярно проводились совещания группы экспертов, посвященные распределению работ и контролю исполнения заданий. Представителям ЛНИРТИ было поручено подготовить тезисы сообщений, касающиеся технических проблем создания и обеспечения совместимости ИФРНС обеих стран, и подготовить документы для выхода в Международный Союз Электросвязи (МСЭ) с целью расширения полосы частот, отведенной Регламентом радиочастот для ИФРНС — (90–110) кГц, до величины (85–115) кГц, характерной для сигналов РНС ТРОПИК-2. В связи с этим потребовалось подготовить материалы для регистрации наземных станций РНС ТРОПИК-2 в МСЭ. Предполагалось, что в этом вопросе удастся получить поддержку делегации США.

7 марта 1985 года посольство США сообщило через руководство ММФ о согласии с предложенной повесткой дня, но предложило для обсуждения несколько дополнительных тем.

В окончательном виде на первом заседании делегаций 25 марта 1985 года в повестку дня были включены следующие вопросы:

- о распределении и выборе периодов повторения излучаемых сигналов между близко расположенными цепочками ИФРНС ТРОПИК-2 и Logan — С;
- о снижении или исключении синусоидальных помех в диапазоне (90–100) кГц (величина диапазона частот уменьшена с (85–115) кГц по инициативе американцев);
- о работе систем связи в полосе частот (90–100) кГц;
- о расширении полосы частот, излучаемых ИФРНС ТРОПИК-2 и Logan — С, до (85–115) кГц (по нашей инициативе);
- словарь специальных терминов по радионавигации;
- техника синхронизации и управления ИФРНС ТРОПИК-2.

С американской стороны в состав делегации входили:

- контр – адмирал начальник управления навигации Береговой охраны США, Т.Д. Войнар;
- капитан I ранга – начальник Европейского региона системы Logan — С, Д.Л. Уокер;
- капитан III ранга – начальник Лантарского региона системы Logan — С (Канада, Атлантическое побережье США, Мексиканский залив, Великие озера), У. Шорр (специалист по радиоэлектронному оборудованию);
- капитан III ранга – руководитель радионавигационного проекта БО США, Р.Д. Венцель;
- начальник отделения морской радионавигационной политики БО США, В.А. Паппас;
- представители Госдепартамента и посольства США.

Основным докладчиком со стороны американцев был Р.Д. Венцель, который подробно изложил характеристики системы, результаты многолетних исследований работы Logan — С в дифференциальном режиме для обеспечения судоходства в гаванях, узко-стях и т. д. Были изложены детали проектирования и профилактики антенных сооружений, ламповых и твердотельных передатчиков, динамика совершенствования и удешевления бортовой аппаратуры и др. Американцы совершенно откровенно отвечали на все вопросы наших специалистов (это хорошо видно из сохранившейся в моих записных книжках протокольной записи дискуссии). В частности они пояснили, почему не используют АМУ с шунтовым питанием, как им удалось обеспечить стабильность характеристик сигналов, излучаемых ламповыми передатчиками и т. п. Их, в свою очередь, интересовали вопросы синхронизации и управления, используемые в нашей системе. Кроме того, выяснилось, что они тщательно проанализировали теоретические материалы, предоставленные нашей стороной на предыдущей встрече, и получили оценки, не совпадающие с нашими результатами. Это послужило основой для дискуссии и устранения разногласий в оценках. Много взаимных вопросов касалось проблем распространения сигналов и приема поверхностных сигналов в условиях воздействия

отражений от ионосферы, особенно в северных широтах (в районах Канады, Аляски, нашего Севера).

С нашей стороны первым выступил В. И. Денисов с сообщением об общем состоянии и перспективах развития цепей станций системы ИФРНС ТРОПИК-2 и возможности создания объединенной цепи ИФРНС. Затем Шатраков Ю. Г. сделал сообщение о процедурах распределения и выбора периодов повторения сигналов близкорасположенных цепочек ИФРНС и Logan — С. Вопросу целесообразности расширения выделенного для ИФРНС спектра частот было посвящено сообщение А. В. Балова. Категорически против расширения спектра выступил руководитель делегации США Т. Д. Войнар со следующими мотивировками:

- этот вопрос не поднимался на предыдущей встрече;
- крутизна сигнала может быть, по их мнению, увеличена и в существующем диапазоне частот;
- они не станут изменять стандарты на приемодикаторы и излучаемый сигнал;
- на континентальной части США будут реализованы цепи с базами не более 400 миль;
- у них нет конкурентов в полосе (90–110) кГц, а при расширении спектра возникнут трения с другими службами.

Тем не менее, они потратили потом еще два дня, чтобы дополнительно аргументировать нецелесообразность выхода в МСЭ с этим вопросом.

Профессор Ю. И. Никитенко сделал доклад по проблеме унификации сигналов. В процессе обсуждения его доклада В. Шорр заявил буквально следующее: «Рад возможности заслушать этот доклад. Это лучшая работа, которую я слышал за многие годы». Венцель сообщил, что известная нашим специалистам работа М. Дишела, на которую ссылался Ю. И. Никитенко, не нашла применения в передатчиках, которые изготавливались различными фирмами по заданию БО США, а попытка самого М. Дишела создать передатчик по заданию БО США закончилась неудачей.

В. Шорр сообщил, что за 6 лет работы твердотельного передатчика на станциях Восточного побережья США ни разу не потребовалось подстройки ЕСД (расхождения фазы и огибающей радиоимпульсов сигнала). В процессе обсуждения доклада было сообщено много технических подробностей о различных типах передатчиков, методах генерирования радиоимпульсов, методах контроля и управления характеристиками излучаемого сигнала. Интересно было узнать, что станцию с твердотельным передатчиком обслуживают 4 человека, а с ламповым — 12 человек. Количество персонала на наших станциях (с тиратронными РПУ) было выше на порядок.

У представителей Заказывающего управления наших ВВС возникло много трудностей в связи с неготовностью (скорее невозможностью) назвать точные координаты станций нашей системы (координаты американских станций объявлялись с погрешностью не более 3 м).

Замечу, что никогда больше в последующих переговорах, в которых мне пришлось участвовать, не было

столь содержательного обмена информацией по техническим вопросам.

На заключительном этапе переговоров мы передали американцам тезисы наших сообщений, изложенные на 29 страницах машинописного текста и размноженные на ксероксе ГВЦ ММФ. Американцы, в свою очередь, передали помимо рабочих материалов, подготовленных участниками переговоров 27–28 марта 1985 года на 33 страницах, 16 технических отчетов и других информационных материалов с общим объемом 1241 страниц.

Все материалы были переданы в библиотеку РИРВ, отчет о содержании и результатах переговоров был доложен мной на НТС института 10 апреля 1985 года.

Министру радиопромышленности Плешакову П. С. была направлена докладная записка от имени начальника главного управления МРП Шатракова Ю. Г, в которой помимо отчета о встрече поднимались вопросы, о расширении сети стационарных контрольных пунктов РНС ТРОПИК-2 и создании автомобильного приемника с весом не более 1,6 кг. Это предложение впоследствии вылилось в многократные поездки многих сотрудников и руководителей подразделений ЛНИРТИ в страны Варшавского пакта с целью экспериментального исследования условий распространения радиоволн ДВ-диапазона.

Отдельно расскажу о некоторых впечатлениях и памятных событиях, имевших место в ходе встречи. Это новизна впечатлений от знакомства с американскими гражданами, манерой их поведения, внешнего облика во время приема в честь нашей делегации в американском посольстве в Москве. Кроме того, выяснилось, что адмирал Войнар потомок выходцев из Польши и неплохо знает польский и русский языки — настолько, что мог подпевать русские песни во время нашего приема (который проходил в снесенной теперь гостинице Метрополь), аккомпанируя себе на рояле. На этом же приеме был небольшой конфуз, когда на предложение выпить за таких известных нам американских специалистов как Джоллер, Доггерти, Франк, возникло впечатление, что представителям делегации США эти имена ни о чем не говорят. Памятен еще один случай. Переговоры проходили в здании Министерства морского флота в одном из огромных залов, специально оборудованных для подобных переговоров из расчета на значительное количество участников. Утром второго дня до начала заседания появился командор У. Шорр с уголками проволочного «лозоискателя» в руках. Пройдя вдоль стола, он зафиксировал несколько мест, в которых «лозоискатель» начинал реагировать. Он пояснил, что делает это для обнаружения подслушивающих устройств. Действительно в полу от стен к столу были обнаружены несколько металлических кабель-ванн с проводами для подключения индивидуальных микрофонов и телефонов для синхронного перевода. Шорр этой шуткой продемонстрировал метод, которым часто пользовались специалисты Logan — С для обнаружения посторонних металлических предметов

(кабелей, трубопроводов) и источников воды при со- оружении различных объектов системы. Он подарил мне эти две латунные проволочки (сделанные из сломанной одежной вешалки) и я демонстрировал потом их полезность на дачных участках соседей, действительно обнаруживая участки с повышенной влажностью, просто канавы с водой и водопроводные трубы. Должен сказать не у всех взрослых этот «лозоискатель» работал, в то время как у большинства детей все получалось. Эти проволочки хранятся у меня на даче до сих пор.

В последующих встречах, проходивших в 1987 году в Вашингтоне, в феврале 1988 года в Ленинграде мне участвовать не пришлось. В результате последней встречи было подписано соглашение о создании совместной Советско-американской цепи станций в Дальневосточном регионе. В 1990 году я вновь был включен совместно с Главным конструктором Советско-американской цепи станций (САЦ) главным инженером ЛНИРТИ Балясниковым Б. Н. и начальником отделения ЛНИРТИ В. А. Давыдовым в состав делегации СССР для переговоров с представителями БО США по вопросам, касающимся конкретных проблем создания САЦ.

Кроме делегации из 12 человек (в основном членов и сотрудников созданному к этому времени комитета «ИНТЕРРАДИОНАВИГАЦИЯ»), в работе участвовали 18 экспертов, включая сотрудников ЛНИРТИ Соколова В. Е., Абрамова Л. А., Кичигина В. А., Корниенко В. В.

В ноябре 1991 года в Москве состоялась первая международная встреча представителей радионавигационных служб стран Дальневосточного региона (FERNs), в которой я участвовал в роли одного из технических экспертов. Полные отчеты об этих встречах были оформлены в моей лаборатории и сохранились до сих пор. В последующие годы мне пришлось работать в рамках проекта САЦ, других международных проектов с неоднократными командировками в составе интернациональных рабочих групп экспертов в США (четырежды), Италию (дважды), Египет, Германию, на станции РНС ТРОПИК-2 (ЧАЙКА) на Камчатке (в 1989 и 1994 гг.), Брянске, Симферополе и Слониме (в 1997–1999 гг.).

В этих экспедициях мне пришлось работать совместно с выдающимися специалистами-международниками, сотрудниками НТЦ «Интернавигация» Аргуновым А. Д., Никулиным В. М.

и Волченковым В. П., о чем надеюсь еще рассказать.

3. Международный проект по созданию Западной цепи опорных станций РНС ТРОПИК – 2

В начале июня 1983 года ВВС СССР и МРП (ЛНИРТИ) вышли совместно в правительство с инициативой о создании Западной цепи опорных станций РНС ТРОПИК – 2 («Тропик-2ЕЗап»). По техническому заданию, утвержденному в конце декабря 1983 года командиром в/ч 25966-Б Н. И. Григорьевым и в соответствии с приказом МРП от 1103. 84, институтом были

разработаны технические предложения по созданию системы «Тропик-2ЕЗап».

Система должна была иметь зону действия, охватывающую территорию стран Варшавского договора и прилегающих сухопутных и морских областей, включая акватории Балтийского, Северного и Средиземного морей.

Требования к конфигурации и размерам рабочей зоны предопределили расположение стационарных наземных станций в районе городов Зуль (ГДР), Дьер (ВНР), Плевен (НРБ), Потти (СССР). С учетом особенностей расположения территории стран Варшавского договора расположение цепи наземных станций оказалось вытянутым по широте. При этом размещение одной из станций в возможно более удаленной на Запад точке (Зуль) обеспечило расширение рабочей зоны на акваторию Средиземного моря. Однако такое размещение станций не позволяло получить высокоточную рабочую зону на территории ФРГ, Бельгии, Франции. Для обеспечения высокоточных рабочих зон к западу от ГДР было предложено установить ведущую станцию мобильной РНС «Тропик-2П» в районе города Шпремберг (в ГДР), а ведомые станции – в районе гг. Дьер (ВНР) и Висмар-Росток (ГДР) на побережье Балтийского моря у самой границы ФРГ.

В состав системы «Тропик-2ЕЗап» должны были входить три цепи станций (не считая мобильных) ИФРНС:

- Балтийская цепь из станций, расположенных в районе городов Зуль, Слоним, Петрозаводск;
- Центрально-европейская цепь из станций, расположенных в районе городов Зуль, Дьер, Плевен;
- Черноморская цепь из станций, расположенных в районе городов Плевен, Симферополь, Потти.

Для создания этих цепей необходимо было построить четыре новые станции в районе городов Зуль (ГДР), Дьер (ВНР), Плевен (НРБ), Потти (СССР) и провести модернизацию существующих станций Европейской цепи (Петрозаводск, Слоним, Симферополь), для обеспечения работы на двух периодах повторения.

Технические предложения содержали:

Обоснование характеристик наземных станций:

- мощность излучения;
- параметры радиотехнической аппаратуры (РТА);
- параметры антенно-мачтовых систем (АМС).

Расчеты рабочих зон с учетом проводимости подстилающей поверхности распространения сигналов и параметров используемой приемоиндикаторной аппаратуры.

Особое внимание уделялось обоснованию средств борьбы с непреднамеренными и преднамеренными помехами. В качестве этих средств предлагалось использовать псевдослучайное использование сигналов и режим автономной синхронизации

станций с применением высокостабильных генераторов опорной частоты.

Учитывая сложность с финансированием строительства наземных станций и ограниченное время реализации проекта было предложено использовать для оборудования станций комплекс радиотехнической аппаратуры (РТА) унифицированной наземной станции, разработанной в рамках ОКР по созданию Северной цепи «Тропик – 2С», в составе:

- аппаратуры управления и синхронизации (АУС) на базе ЭВМ «Улан»;
- РПУ, включающее 3 модуля с общей мощностью порядка 2000 кВт и один резервный;
- устройства электропитания и –АМУ зонтичного типа с высотой мачты $H = 250$ м.

РТА штатно располагалось в комплексном техздании проекта ЦУБ 82–15. 171, собранном из 14 цельнометаллических унифицированных блоков ЦУБ-2М, представляющих собой металлический цилиндр диаметром 3,2 метра, длиной 9,8 м, сваренный из стальных листов толщиной 2,5 мм.

Было показано, что стоимость строительства станции, стоимость РТА и монтажностроительных работ не превысят 8,6 млн рублей (в ценах 1984 года), а время строительства не превысит 2-х лет.

К возможному началу работ была организована кооперация предприятий в составе:

- ГСПИ Минсвязи СССР (по разработке АМУ – 250);
- предприятия Минмонтажспецстроя (по изготовлению и монтажу АМУ – 250);
- ДОЗ – 13 (21) МО СССР (по изготовлению и монтажу техздания из ЦУБ2 м);
- Кузнецкий завод радиоприборов МРП (по изготовлению и монтажу АУС);
- опытный завод ЛНИРТИ и КЗРП МРП.

При сложившейся кооперации изготовление и поставка РТА для станций Западноевропейской системы могли быть завершены к концу 1987 года. Были представлены также данные, показывающие возможности МРП, осуществить поставки необходимого количества аппаратуры потребителей системы.

Перечень предприятий, осуществлявших серийное производство аппаратуры потребителей или, как чаще ее называли, бортовой аппаратуры представлен в Таблице 1.

Таблица 1.

Кооперация предприятий по серийному производству аппаратуры потребителей ИФРНС «Тропик – 2»

№ п/п	Наименование предприятия	Шифр или наименование изделия
1	А – 7865	А – 711, А 713 м, А – 723, «Эльдорадо», ПОН А – 711
2	В – 5853	А – 712, КПА 5–715–01
3	Г – 4563	КПИ – 7Ф (Изделие РП)
4	А – 3074	КПИ – 4, КПИ – 5Ф
5	Г – 4366	ПС5–1, РВА,– Б,– В; КРНК»Югла»
6	А – 7364	«Патруль» («Нева»)

Эффективное использование создаваемой системы гарантировалось оснащением носителей различных типов серийно выпускаемой аппаратуры потребителей системы, перечень которых представлен в Таблице 2.

Как видно из Таблицы 2, аппаратура ИФРНС «Тропик – 2» устанавливалась на 20 типов самолетов ВВС и 14 типов кораблей ВМФ.

Перечень носителей бортовой аппаратуры ИФРНС «Тропик – 2»

№ п/п	Наименование ведомства	Шифр или наименование изделия	Шифр или наименование носителя
1	ВВС	А – 720	СУ – 17М2, СУ – 17М3, СУ – 17М4; МИГ – 27, А – 50, МИ – 6, МИ – 26, Т – 8, Изделия 141 и 300
		А – 711, А – 713	МИГ – 25, АН – 26, АН – 12, АН – 22; ТУ – 95М, ТУ – 22М, ТУ – 142, ТУ – 16; ИЛ – 76, СУ – 24
2	ВМФ	КРНК «Авлога», «Югла»; КПИ-7Ф	Надводные корабли (типы проектов) 1144, 1164, 1143, 1143 м, 1113, 1114, 1916
			Подводные лодки (типы проектов) 941, 945, 949, 671 РТМ, 667БДР, 945
			Экранопланы
			904
3	ММФ	КПИ – 4, КПИ – 5Ф	Суда торгового флота, ледоколы
4	МРХ	КПИ – 4, КПИ – 5Ф	Рыболовецкие суда

откликов в период с 31 октября 1984 г по 29 января 1985 г делегация советских специалистов под руководством командира в/ч 73808 Денисова В. И. посетила указанные страны, провела предварительную рекогносцировку площадок, на которых возможно строительство объектов, и оформила соответствующие протоколы.

В состав делегации входили представители ЛНИРТИ (Балов А. В.), 6 ГУ МРП (Шатраков Ю. Г.), ЦДРН ВВС (Иванов И. И., Снастин Е. В.), заказывающего управления ВВС (Лукичев Ю. А.), Строительного управления ВВС (Демидов В. В.) и ГШ МО СССР (Исаков).

Таблица 2.

С 31 октября по 7 ноября 1984 г состоялись переговоры в МО НРБ. С болгарской стороны в переговорах участвовали представители МО, МГА, ММФ, промышленности и Госплана республики. Переговоры производились по специальному постановлению Совета Министров НРБ.

В результате обследования с помощью вертолета нескольких площадок, предложенных болгарской стороной, было выбрано 2 площадки в районе г. Плевен, отвечающих требованиям к размещению наземных станций.

В результате проделанного технико-экономического обоснования 23 июля 1984 года было выпущено распоряжение Совета Министров СССР о создании Западноевропейской цепи РНС «Тропик – 2», в развитие которого в августе 1984 года был издан приказ Министра радиопромышленности, в котором, в частности, говорилось:

«Совет Министров СССР согласился с предложением МО СССР и МРП, о проведении переговоров на уровне экспертов с НРБ, ВНР, ГДР, МНР по вопросам размещения на территории этих стран и участия их в строительстве станций ИФРНС «Тропик – 2».

На основании решения Совета Министров СССР от 23.07.84 МО СССР обратилось к Министерством Обороны НРБ, ВНР, ГДР, МНР с предложением провести переговоры с целью определения возможности размещения стационарных наземных станций ИФРНС на территории этих стран. После получения положительных



Фото 1. В процессе выбора площадки в районе Плевны. В штатском слева направо: переводчик НРБ, Е. В. Снастин, Ю. И. Лукичев, А. В. Балов, Исаков, В. В. Демидов, О. И. Евдокимов, И. И. Иванов, В. И. Денисов

В ходе переговоров обсуждались также вопросы сотрудничества в области производства средств РНС.

В результате переговоров руководителями делегаций и главным конструктором был подписан протокол, подтверждающий возможность и целесообразность строительства станции ИФРНС в районе г. Плевен, определены взаимные обязательства сторон. Болгарская сторона приняла на себя обязательство строительства технического здания, казарм, подъездных путей, канализации и др. объектов, изготовления и монтажа АМУ. Советская сторона должна была обеспечить разработку технической документации на строительство техздания, поставку РТА, шефмонтаж и помощь в подготовке специалистов. В ходе переговоров с представителями МО НРБ и генерального штаба отмечалась целесообразность направления консультантов из СССР для оказания помощи в научной ориентации радиотехнического НИИ НРБ и передачи конструкторской документации на современную бортовую аппаратуру для организации ее производства в НРБ.

С 15.11.84 по 22.11.84 было проведено ознакомление представителей делегации ВНР с материалами по системе «Тропик – 2». В районе г. Дьер обследованы и выбраны 2 площадки, пригодные для строительства наземной станции. В состав делегации ВНР входили зам. начальника ГШ, специалисты УРЭБ, связисты, представители Минфина, промышленности и Госплана. В результате переговоров был составлен протокол, подтверждающий целесообразность строительства станции и необходимость межправительственного соглашения по этому вопросу. В отличие от болгарской делегации венгры выставили массу контраргументов против строительства станции на их территории. Они объясняли это отсутствием национальных интересов, полным отсутствием флота и мизерным количеством самолетов, проблемами защиты своих средств связи от мощного излучения станции ИФРНС, отсутствием соответствующей статьи о финансировании работ в уже принятом бюджете страны и т. п. В результате долгих переговоров все контрдоводы были устранены и необходимые документы были подписаны. В заключение состоялась дегустация великолепных венгерских вин. В памяти сохранились воспоминания о прекрасной архитектуре зданий, мостах и набережных Дуная. Не тронутые войной старинные здания и улицы Будапешта, наполненные большим количеством легковых автомобилей, изобилие продуктов и других товаров в магазинах, красота оформления витрин – все это удивляло в те годы «тотального дефицита» у нас дома.

На прощание после небольшого банкета в зале для VIP – пассажиров аэропорта всем членам

делегации было подарено по несколько бутылок (а для генерала – нескольких коробок) коллекционных вин. К сожалению не все смогли довести их до дома.

С 04.12.84 по 12.12.84 состоялись переговоры в МНР, входе которых была выбрана площадка в степи в районе г. Чойболсан вблизи авиабазы ВВС СССР. Это позволяло решить вопросы обеспечения станции электроэнергией, водоснабжением и жильем для специалистов. В заключение был подписан протокол подтверждающий целесообразность и возможность строительства станции, определяющий распределение взаимных обязательств и необходимость подписания соглашения на межправительственном уровне.

Из общих впечатлений запомнились часто повторяющиеся в районе авиабазы предупреждения «Воин! До границы 36 км!», сплошные цепи траншей и эскарпов, наблюдаемые с борта вертолета, огромное количество военной техники на охраняемых открытых стоянках.

Интересно было познакомиться с Улан-Батором – городом одной улицы «Мира», с одной стороны которой располагались кварталы новостроек (подобных Черемушкам), а с другой – тысячи юрт, разбитых на аккуратные кварталы подобные городским кварталам с многоэтажной застройкой.



Фото. 2. У памятника Г. К. Жукову в столице Монголии. Второй слева главный инженер 6 ГУ МРП. Ю. Г. Шатраков

Кстати, экскурсовод уникального краеведческого музея, который нам удалось посетить, рассказал, что юрта исключительно комфортное и здоровое жилище. Однако, постоянное ощущение наружного холода, нехватки кислорода в воздухе и солнечного света (из-за постоянно висящего облака смога – дыма

котельных) — все это создавало у нас ощущение дискомфорта особенно после посещения солнечной Венгрии.



Фото. 3. В поисках площадки в районе г. Зуль. Члены делегации А. В. Балов и И. И. Иванов (командир ЦДРН ВВС) с немецкими офицерами и переводчиком.

Приятно было наткнуться посреди степи в 22–25 км от выбранной нами площадки на радиостанцию, только — что введенную в строй специалистами НПО им. Коминтерна. Станция с мощностью излучения 150 кВт на частотах 209/872 кГц явно предназначалась для вещания на сопредельную территорию Китая.

В период с 22.01.85 по 29.01.85 состоялись переговоры в ГДР. В ходе переговоров был осуществлен подбор нескольких площадок для размещения наземной станции в районе города Зуль. Окончательный выбор площадок предлагалось выполнить немецкой стороне в летнее время с учетом сформулированных требований. В заключение был подписан протокол с рекомендациями о строительстве станции силами ГДР при поставках РТА из СССР.

Специалисты ГДР выказывали готовность сотрудничать (большинство участников переговоров учились в институтах и военных училищах СССР). Однако также как и в Венгрии, представители делегации ГДР высказали сомнение о возможности строительства объектов в 12 пятилетке, т. к. оно не было предусмотрено в утвержденных бюджетах республик.

Грядущая вскоре «перестройка» смела все эти планы, но прописанная в рамках этого проекта работа по исследованию условий распространения радиоволн на территории социалистических стран Восточной Европы позволила совершить в последующие годы многократные экспедиции многих наших специалистов (и не специалистов) в эти страны. К сожалению, практического выхода в виде каталога поправок на распространения радиоволн в результате этих поездок не получилось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Summary of Discussion. Joint meeting of U. S. /U.S.S.R. representatives: Discussion on low frequency radionaviga-

tion systems /3–5 December, 1980, The State Department Washington, D. C. и март 1985 г., Москва (личный архив).



ПАМЯТИ БОРИСА ЕВСЕЕВИЧА ЧЕРТОКА

IN MEMORIAM OF BORIS CHERTOK

14 декабря 2011 года в Москве на 100-м году жизни скончался академик РАН, выдающийся ученый-конструктор Борис Евсеевич Черток.

Борис Евсеевич родился 1 марта 1912 года в городе Лодзь Российской империи. В 1929 году окончил школу-девятилетку и начал трудовую деятельность электромонтером на Краснопресненском силикатном заводе. Еще в школе он увлекся радио и электротехникой, а в 1928 году журнал «Радио всем» опубликовал описание разработанного им универсального лампового приемника. В конце 1930 года Б. Е. Черток перешел на завод № 22 (впоследствии завод имени Горбунова), который в то время был крупнейшим в стране авиационным предприятием. Здесь он работал электромонтером, электрорадиомонтером по оборудованию самолетов, радиотехником по самолетному радиооборудованию, начальником конструкторской группы ОКБ, начальником конструкторской бригады по самолетному оборудованию и вооружению.

В 1936–1937 годах Б. Е. Черток был ведущим инженером по электрооборудованию самолетов полярных экспедиций и участвовал в подготовке самолетов экспедиции группы Водопьянова на Северный полюс и самолета Леваневского для трансполярного перелета Москва – США. В 1934–1940 годы Б. Е. Черток учился в Московском энергетическом институте. Темой его дипломного проекта являлась разработка системы электрооборудования тяжелого самолета на переменном токе повышенной частоты.

С 1940 по 1945 год Б. Е. Черток работал в ОКБ В. Болховитинова на заводе № 84, затем на заводе № 293



и в НИИ-1 Народного комиссариата авиационной промышленности, где впоследствии был назначен начальником отдела электро- и спецоборудования, автоматики и управления.

Во время Великой Отечественной войны Б. Е. Черток разрабатывал автоматику управления вооружением самолетов и зажигания жидкостными ракетными двигателями. Им также была создана система управления и электрического зажигания жидкостных ракетных двигателей, которая использовалась в первом полете ракетного самолета БИ-1, осуществленном в 1942 году.

В 1945–1947 годах Б. Е. Черток был командирован в Германию, где руководил работой группы советских специалистов по изучению ракетной техники.

Вместе с А. Исаевым он организовал в Тюрингии совместный советско-германский ракетный институт «Рабе», который занимался изучением и развитием техники управления баллистическими ракетами дальнего действия. На базе института в 1946 году был создан новый институт – «Нордхаузен», главным инженером которого был назначен С. П. Королев. В августе 1946 года Б. Е. Черток был переведен на должность заместителя главного инженера и начальника отдела систем управления НИИ-88. Он принимал участие в изучении, сборке и первых пусках трофейных ракет Фау-2, затем в разработке, производстве и испытаниях их советского аналога Р-1, а вслед за этим и всех последующих советских боевых ракет. В 1950 году Б. Е. Черток перешел на работу в ОКБ-1 (Конструкторское бюро Сергея Королева, с 1994 года – Ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия» имени С. П. Королева) заместителем начальника отдела № 5 (отдел систем

управления), начальником которого в тот период был М. Янгель.

В 1974 году Б. Е. Черток стал заместителем генерального конструктора по системам управления. В этой должности он проработал до 1992 года, с 1993 года был главным научным консультантом генерального конструктора РКК «Энергия» имени С. П. Королева.

Борис Евсеевич участвовал в разработке и сдаче на вооружение первых отечественных баллистических ракет дальнего действия, создании и запусках высотных геофизических ракет, космических ракет-носителей, первых искусственных спутников Земли, научных спутников «Электрон», автоматических межпланетных станций для полетов к Луне, Марсу, Венере, спутников связи «Молния-1», фотонаблюдения «Зенит», проектировании и создании первых космических кораблей, на одном из которых совершил полет первый космонавт планеты Юрий Гагарин.

Борисом Евсеевичем создана научная школа в сфере проектирования, изготовления, испытаний и применения бортовых систем управления, навигации и электрических систем для ракетных комплексов, ракетно-космических комплексов и систем.

В 1968 году Б. Е. Черток был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР по отделению механики и процессов управления, в 2000 году — действительным членом Российской академии наук, в 1990 году — действительным членом Международной академии астронавтики. Б. Е. Черток является почетным членом Российской академии космонавтики и Академии навигации и управления движением.

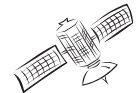
Борис Евсеевич проводил большую общественно-научную работу в Научном Совете по проблемам

управления движением и навигации Академии наук СССР и Российской академии наук и в ряде других научных советов. Более 50 лет Б. Е. Черток вел педагогическую работу. Он читал лекции студентам Московского физико-технического института и Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана.

Борис Евсеевич — автор и соавтор более 200 научных трудов, в том числе ряда монографий. В последние годы участвовал в издательской деятельности. Им написаны четырехтомные воспоминания «Ракеты и люди», изданные в РФ и за рубежом.

Б. Е. Черток был удостоен звания Героя Социалистического Труда (1961). Ему присуждены Ленинская и Государственная премии СССР (1957, 1976). Он награжден двумя орденами Ленина (1956, 1961), орденами Октябрьской Революции (1971), Трудового Красного Знамени (1975), Красной Звезды (1945), «За заслуги перед Отечеством» IV степени (1996), медалью «За оборону Москвы» (1944), а также золотыми медалями РАН имени Б. Н. Петрова (1992) и имени С. П. Королева (2008). В 2010 году Б. Е. Чертоку была присуждена Международная премия Андрея Первозванного «За веру и верность».

Руководство и сотрудники ОАО «НТЦ «Интернавигация», Исполнительный комитет Российского общественного института навигации, редколлегия журнала «Новости навигации» скорбят по поводу кончины Бориса Евсеевича Чертока и приносят свои самые искренние соболезнования его родным и близким.



ОТЧЕТ «МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

(НАП ГНСС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO) В 2004 – 2010 гг.»

GLONASS/GPS/GALILEO USER EQUIPMENT MARKET INVESTIGATION (2004 – 2010)

Предлагаемый отчет содержит результаты исследования российского рынка навигационной аппаратуры потребителей (НАП) глобального позиционирования, проведенного ООО «Центр консалтинговых услуг «ИНТЕРКОН» на основе анализа информации о состоянии мирового рынка НАП ГНСС, данных внешнеэкономических контрактов (таможенной статистики) за 2004–2010 гг., данных внутреннего производства и другой доступной информации

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.

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.

Структура отчета опубликована на сайте ФГУП НТЦ «Интернавигация» www.internavigation.ru

**Полная версия отчета распространяется
ФГУП НТЦ «Интернавигация»**

Контактный тел. (495) 626-25-01.

Директор – Царев Виктор Михайлович.

Памяти профессора Л. П. Несенюка. Избранные труды и воспоминания...— СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электрон», 2010.— 254 с. ISBN 5-900780-79-5.

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. Рассмотрены особенности проектирования и использования прикладных автоматизированных систем обработки информации и управления, а также автоматизации учета транспортной работы и диспетчерского управления движением на базе навигационных систем. Описаны новые технологии автоматизированной идентификации в системах обработки информации на транспорте.

Для специалистов транспортной отрасли, связанных с разработкой и использованием информационных технологий. Книга может быть использована для подготовки специалистов в области внедрения информационных технологий на транспорте.

«ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования». Под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. Изд-во «Радиотехника», 2010.

Изложены принципы построения спутниковой радионавигационной системы (СРНС) ГЛОНАСС, 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, перспективы совершенствования космического и наземного сегментов, контроля целостности, использования высокоточных фазовых измерений,

интегрирования с инерциальными системами навигации и использования пространственной обработки сигналов. Для специалистов по разработке, производству и эксплуатации аппаратуры потребителей СРНС ГЛОНАСС, а также для студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов при изучении радиотехнических дисциплин.

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 разработки алгоритмического обеспечения КОН ряда подвижных объектов, включая алгоритмы на основе нейронных сетевых технологий. Рассмотрены структурные алгоритмы систем обеспечения безопасности полета как элементов КОН авиационного применения. Книга представляет интерес для специалистов, работающих в области навигационных приборов, систем и комплексов, а также для аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

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

В книге излагаются общие принципы и подходы, используемые при построении алгоритмов оценивания как в линейных, так и в нелинейных задачах. Значительное внимание уделяется обоснованию возможности синтеза наиболее распространенных стохастических алгоритмов оценивания на основе детерминированного подхода, не требующего привлечения понятий теории вероятностей. Анализируется взаимосвязь алгоритмов, получаемых в рамках рассматриваемых подходов при различном объеме априорной

информации. Методы и алгоритмы, полученные для постоянного вектора, обобщаются применительно к оцениванию случайных последовательностей, наиболее важными из которых являются алгоритмы калмановского типа.

Предлагаемый материал поясняется на примерах и задачах методического характера, а также задачах, связанных с обработкой навигационной информации, в частности, применительно к задачам оценивания коэффициентов полинома, определения сдвига между реализациями, определения координат по точечным ориентирам, комплексной обработки избыточных измерений. При этом значительное внимание уделяется алгоритмам, используемым при коррекции навигационных систем с привлечением внешних данных. К примеру, здесь обсуждаются особенности реализации слабосвязанных и сильносвязанных схем комплексов, 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. 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, 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.

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

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

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

Результаты теоретических исследований иллюстрируются примерами корреляционно-экстремальных

систем автоматической навигации и наведения, использующих для наблюдения за ориентирами датчики различного типа (радиолокационные, тепловые, телевизионные и т. д.). Теоретические результаты дополнены математическими и натурными экспериментами.

Монография предназначена для специалистов в области автоматической навигации, наведения и распознавания образов. Она также может быть полезна студентам старших курсов соответствующих вузов. По всем вопросам приобретения монографии можно обращаться по сотовому телефону 8-906-656-55-99 к координатору издательского проекта Кудрявцеву Вячеславу Николаевичу. tverbook@mail.ru

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

В книге на основе критического обзора выявлена противоречивость смыслового содержания, придаваемого в литературе по спутниковой навигации понятиям «псевдозадержки» («псевдодальности») и «псевдофазы». Проведено уточнение этих понятий, устраняющее выявленные противоречия. Изложены основы теории формирования измерений псевдозадержек и псевдофаз в навигационных приемниках. Приведены основные положения теории линейного оценивания при неоднозначных измерениях. Рассмотрено решение нескольких важных прикладных задач обработки неоднозначных измерений псевдофаз при относительных определениях в спутниковых радионавигационных системах. Книга предназначена для разработчиков программного обеспечения измерений в каналах навигационного приемника, специалистов в области обработки неоднозначных измерений, а также аспирантов и студентов.

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

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

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

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

Международный форум по спутниковой навигации [Электронный ресурс], CD.— М.: Профессиональные конференции, 2010.

Международный форум по спутниковой навигации [Электронный ресурс], CD.— М.: Профессиональные конференции, 2011.

«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).

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

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

«XVIII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам», 30 мая – 1 июня 2011, Санкт-Петербург, Россия (ISBN 978-5-91995-002-8). (На русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

«18th St Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 30 May – 1 June, 2011, St. Petersburg, Russia. (ISBN 978-5-91995-004-2), англ.

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 2011 – 2014 гг.

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

JANUARY 30 – FEBRUARY 12012

ION International Technical Meeting

Marriott Newport Beach Hotel & Spa, Newport Beach, California

<http://www.ion.org>

FEBRUARY 27-MARCH 12012

Mobile World Congress 2012

Barcelona, Spain. Far more than a mere communication device, mobiles now serve as our books, health monitors, payment transfer devices, social connectors and tour guides. Mobile technology is embedded in our cars, homes, appliances, governments and utilities. Mobile is enhancing and expanding education and thus, transforming the world. Mobile World Congress 2012 will celebrate the current state of mobile and offer a glimpse into where mobile has the potential to go next.

<http://www.gpsworld.com>

МАРТ 13–152012

ГЕОФОРМ+ 2012

9-я международная промышленная выставка

Выставка новейших технологий в области геодезии, картографии, геоинформационных систем, интеллектуальных транспортных систем и спутниковой навигации, инженерной геологии и геофизики, строительства и проектирования тоннелей и подземных коммуникаций. Россия, Москва, ЭЦ «Сокольники»

<http://www.geoexpo.ru/home/default.aspx>

АПРЕЛЬ 17–182012

VI Международный форум по спутниковой навигации
Москва, ЦВК «Экспоцентр».

www.glonass-forum.ru/

APRIL 23–262012

2012 European Frequency and Time Forum

Gothenburg, Sweden.

<http://www.insidegnss.com>

APRIL 23–272012

Geospatial World Forum 2012

Amsterdam, Netherlands.

<http://www.insidegnss.com>

APRIL 24–262012

IEEE/ION PLANS 2012

(Tutorials: April 23)

Myrtle Beach Marriott Resort & Spa, Myrtle Beach, South Carolina

www.ion.org

APRIL 25–272012

ENC 2012

European Navigation Conference.

Gdansk, Poland.

<http://www.insidegnss.com>

MAY 3–52012

Intergeo East 2012

Istanbul, Turkey

Geo data is a key element in today's business processes. The trade fair and conference Intergeo East is the central communication platform in South East Europe for this rapidly growing market covering aspects that range from recording, gathering and processing geoinformation to distributing and supplying it. The conference trade fair for land management, geoinformation, building industry and environment will give the industry real impetus for the future of the region.

<http://www.gpsworld.com>

MAY 21–242012

6th GNSS Vulnerabilities and Solutions Conference

Baska, Krk Island, Croatia

<http://www.insidegnss.com>

МАЙ 28–302012

XIX Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.

Санкт-Петербург, ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор». 197046, С-Петербург, Россия, 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.

<http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins2012/rindex.php>

MAY 2012

3rd China Satellite Navigation Conference (CSNC2012)

Guangzhou, China

<http://www.insidegnss.com>

JUNE 12–142012

SDE/ION Joint Navigation Conference 2012

(Tutorials: June 11)

Tutorials and FOUO Sessions: Crowne Plaza Hotel, Colorado Springs, Colorado

www.ion.org

JULY 1–32012

COMGeo 2012

The International Conference on Computing for Geospatial Research and Application

Washington, Washington D. C., USA. COM.Geo 2012 is the 3rd International Conference on Computing for Geospatial Research and Applications, to be held on July 1–3, 2012, in the Washington, D. C., area. COM.Geo Conference is a leading-edge computing for geospatial conference, focusing on the latest computing technologies for multidisciplinary research and development that enables the exploration in geospatial areas. Innovative geospatial research and application technologies are the brightest spotlights at COM.Geo conference. COM.Geo is playing a guiding role to advancing the technologies in computing for geospatial fields.

<http://www.gpsworld.com>

JULY 14–22 2012
COSPAR 2012: Committee on Space Research
Scientific Assembly
Mysore, India

<http://www.gpsworld.com>

SEPTEMBER 12–14 2012

VTS Symposium

Istanbul, Turkey.

<http://www.iala-aism.org>

SEPTEMBER 18–21 2012

ION GNSS 2012

(Tutorials: September 20–21)

Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee

www.ion.org

OCTOBER 1–3 2012

14th IAIN World Congress

International Association of Institutes of Navigation

Egypt, Cairo.

www.iainav.org

OCTOBER 9–11 2012

Intergeo 2012

Hannover, Germany. Intergeo is a conference and trade fair for geodesy, geoinformation, and land management. Held

in a different location in Germany each year, INTERGEO stimulates and guides dialogue within the industry. Regional and global sales markets intermesh and promote ongoing communication with all the relevant target groups.

<http://www.gpsworld.com>

JANUARY 28–30 2013

ION International Technical Meeting

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California

www.ion.org

SEPTEMBER 17–20 2013

ION GNSS 2013

(Tutorials: September 16–17)

Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee

www.ion.org

JANUARY 27–29 2014

ION International Technical Meeting

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California

www.ion.org



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка на журнал «Новости навигации».

Подписка оформляется через редакцию журнала. Юридические и физические лица могут приобрести издаваемый журнал, оформив подписку либо заказ на конкретный номер журнала, а также за наличный расчет. Время оформления подписки не ограничено. В стоимость подписки входит оплата 4-х номеров журнала. С учетом почтовых расходов и НДС (10%) стоимость подписки на 2012 год – 2800 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,
ОАО «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 (формат А4, А5):

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 Открытого акционерного общества «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация» (ОАО «НТЦ «Интернавигация»)

ИНН/КПП 7709877563/770901001 ОГРН 1117746369531 ОКАТО 45286555000

Реквизиты банка:

Межгосударственный банк г. Москва

БИК 044525362 к/счет 30101810800000000362 р/счет 40502810100000000008

Платежное поручение № _____ от « _____ » _____ 201 ____ г.

(Следует приложить к заказу копию платежного поручения).

Заказ направить по адресу:

индекс п/о _____, область (край, респ.) _____

город, улица, дом _____

Кому _____

(полное название организации или ФИО заказчика)

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

1. Представляемый материал (статьи, монографии, рецензии, лекции) должен являться оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.
2. Рукопись должна содержать:
 - название на русском и английском языках;
 - инициалы и фамилии авторов на русском и английском языках, список ключевых слов и УДК;
 - аннотацию на русском и английском языках;
 - текст статьи;
 - список литературы в соответствии с ГОСТ 7.0.5-2008.

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