

**НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ
№ 3, 2006 г.**

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

Редакционная коллегия:

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

Члены редакционной коллегии:

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

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

Издание подготовлено и
распространяется ФГУП НТЦ
современных навигационных
технологий «Интернавигация»
при участии Российского
общественного института навигации.
Тел.: (495) 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

РЕШЕНИЕ ОБ ОБЪЯВЛЕНИИ 2006 ГОДА ГОДОМ
СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ3

О СОЗДАНИИ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА
МТК 522 «РАДИОНАВИГАЦИЯ»3

В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ СОВЕТЕ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»
В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТЕНДЕНЦИИ И ГАРМОНИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ РАДИОНАВИГАЦИОННОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ»4

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ
С РАДИОНАВИГАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ГЛОНАСС И GPS7
М.С. Ярлыков, С.М. Ярлыкова

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ РЕДАКЦИИ РОССИЙСКОГО
РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ПЛАНА 15
В.М. Царев, В.С. Жолнеров, Ю.А. Соловьев

УСТОЙЧИВОСТЬ И РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ
СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ТОЧНУЮ СПУТНИКОВУЮ НАВИГАЦИЮ 26
А.Н. Коротышко, Ю.М. Перунов

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТУРЫ СНС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ33
Е.Г. Харин, И.А. Копылов, В.Г. Поликарпов, В.А. Копелович

ОЦЕНКА РАБОЧИХ ЗОН ПРОЕКТИРУЕМОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ГНСС
НА БАЗЕ ПЕРЕДАЮЩИХ СТАНЦИЙ ИФРНС «ЧАЙКА» 37
С.П. Зарубин, В.Н. Ляшко, В.М. Царев

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ 41

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ52

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

О ПЕРВЫХ ДАЛЬНИХ ПЕРЕЛЕТАХ НА САМОЛЕТЕ АН-124 «РУСЛАН»55
А.Г. Смирнов

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ..... 61

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ 62

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ 65

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

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

Contents

OFFICIAL DOCUMENTS

THE CIS 3

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

CONFERENCE “TRENDS AND HARMONISATION
OF RADIONAVIGATION SUPPORT DEVELOPMENT” 4

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

THE INTEGRATION PROBLEMS OF SATELLITE MOBILE
TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND GLONASS/GPS SYSTEMS 7
M.S. Yarlykov, S.M. Yarlykova

PRINCIPAL PROVISIONS OF THE 3rd REVISION
OF THE RUSSIAN RADIONAVIGATION PLAN 15
V.M. Tsarev, V.S. Zholnerov, Yu.A. Soloviev

ROBUSTNESS AND INTERFERENCE IMMUNITY
OF TRANSPORT SYSTEMS USING PRECISE SATELLITE NAVIGATION 26
A.N. Korotonoshko, Yu.M. Perunov

USING GPS TECHNOLOGIES IN AIRCRAFT FLIGHT TESTS 33
E. Kharin, I. Kopylov, V. Polikarpov, V. Kopelovich

COVERAGE AREA EVALUATION OF THE DESIGNED GNSS REGIONAL
DIFFERENTIAL SYSTEM BASED ON THE TRANSMITTER STATIONS
OF THE CHAYKA PULSE-PHASE RNS 37
S.P. Zarubin, V.N. Liashko, V.M. Tsarev

DIGEST OF FOREIGN MAGAZINES 41

OPERATING INFORMATION 52

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

FIRST LONG-RANGE FLIGHTS ON AN-124 RUSLAN 43
A.G. Smirnov

OUR CONGRATULATIONS 61

NEW BOOKS AND MAGAZINES 62

PLANS AND CALENDARS 65

РЕШЕНИЕ ОБ ОБЪЯВЛЕНИИ 2006 ГОДА ГОДОМ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ

В связи с 15-летием образования Содружества Независимых Государств Совет глав государств Содружества Независимых Государств

РЕШИЛ:

1. Объявить 2006 год Годом Содружества Независимых Государств.
2. Правительствам государств — участников Содружества Независимых Государств совместно с Исполнительным комитетом Содружества Независимых Государств предусмотреть организационные мероприятия по подготовке и проведению Года Содружества Независимых Государств с учетом запланированных органами СНГ мероприятий.

* * *

В целях реализации Решения Совета глав государств Содружества Независимых Государств Советом глав правительств государств Содружества был одобрен План основных мероприятий, посвященных Году Содружества Независимых Государств. Указанным планом предусмотрено проведение конференций, семинаров и встреч, посвященных

15-летию СНГ, а также организация 25–28 октября 2006 г. в Москве во Всероссийском выставочном центре межгосударственной выставки «15 лет СНГ: сотрудничество и интеграция».

В ознаменование Года СНГ Межгосударственный совет «Радионавигация» совместно с ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Российским общественным институтом навигации и Ассоциацией транспортной телематики провел 27 июня с.г. научно-техническую конференцию «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», материалы которой нашли отражение в прошлом и нынешнем выпусках нашего журнала.

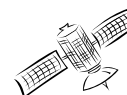
Межгосударственный совет «Радионавигация» планирует провести во время работы межгосударственной выставки в рамках Круглого стола заседание расширенного научно-технического совета с рассмотрением актуальных вопросов деятельности Межгосударственного совета.

* * *

О СОЗДАНИИ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА МТК 522 «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

На 29-м заседании Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации было принято решение о создании Межгосударственного технического комитета (МТК) «Радионавигация», которому присвоен номер 522. В качестве организации, ведущей секретариат нового МТК, определено ФГУП «НТЦ «Интернавигация» от РФ. Председателем комитета № 522 назначен директор

ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Царев Виктор Михайлович, секретарем МТК является Фаткин Николай Васильевич. Областью деятельности Межгосударственного технического комитета № 522 «Радионавигация» определены: радионавигация в области подвижных средств, геодезия с использованием глобальных спутниковых систем.



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

CONFERENCE "TRENDS AND HARMONISATION OF RADIONAVIGATION SUPPORT DEVELOPMENT"

Как мы уже сообщали в предыдущем номере журнала, 27 июня 2006 года в помещении Московского автомобильно-дорожного университета (МАДИ) состоялась научно-техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения». Конференцию организовали и провели Межгосударственный Совет «Радионавигация», ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Российский общественный институт навигации (РОИН) и Ассоциация транспортной телематики. Конференция была посвящена Году Содружества Независимых Государств. В работе конференции приняли участие 107 представителей от 46 организаций, учебных и научно-исследовательских учреждений, фирм и предприятий.

Со словами приветствия в адрес конференции обратились представитель Исполкома СНГ Верещако В.А., проректор МАДИ по научной работе профессор Сильянов В.В., председатель Межгосударственного Совета (МГС) «Радионавигация» Демьяненко А.В. (Республика Беларусь).

С информацией о работе Межгосударственного Совета «Радионавигация» выступил заместитель председателя МГС, директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Царев В.М.

В ходе конференции были заслушаны следующие доклады:

1. Царев В.М. (ФГУП «НТЦ «Интернавигация»), Жолнеров В.С. (ОАО «РИРВ»), Соловьев Ю.А. (РОИН) «Основные положения Российского радионавигационного плана, Межгосударственной радионавигационной программы, радионавигационных планов США и Европы».

2. Казновский Н.И., Глотов В.Д., Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. (ЦУП ЦНИ-Имаш) «Система ГЛОНАСС – основа Единой системы координатно-временного и навигационного обеспечения РФ».

3. Аверин С.В., Дворкин В.В., Карутин С.Н. (ФГУП РНИИ КП) «Перспективы развития системы ГЛОНАСС и ее функциональных дополнений как основы создания единого навигационного поля повышенной точности».

4. Кальменов Т.Ш., Юртаев А.В., Хачикян В.С. (Центр физико-математических исследований, Республика Казахстан) «Перспективы развития и применения спутниковых радионавигационных систем в Республике Казахстан».

5. Власов В.М., Богумил В.Н. (МАДИ, ФДА) «Координатно-временное и навигационное обеспечение как единая информационная основа автоматизации базовых технологий на пассажирском транспорте».

6. Жолнеров В.С., Зарубин С.Л., Ефремов П.Э., Неуймин Б.Г., Чоглоков В.Е. (ОАО «РИРВ») «Перспективы развития ИФРНС «Чайка» в России и предложения по созданию национальных информационных систем координатно-временного обеспечения в странах СНГ».

7. Коротыношко А.Н. (АО «Аэрокосмосинвест») «Результаты исследований устойчивости и радиотехнической защищенности транспортных систем, использующих точную спутниковую навигацию».

8. Несенюк Л.П., Степанов О.А. (ЦНИИ «Электроприбор») «Современное состояние и тенденции развития интегрированных инерциально-спутниковых систем».

9. Макаренко Н.Л., Демьянов Г.В., Горобец В.П. (ЦНИИГАиК) «Развитие системы геодезического обеспечения территории России на основе применения системы ГЛОНАСС».

10. Гребенников С.Н. (МАК), Столяров Г.В., Музыченко Д.Н. (24 НЭИУ МО РФ) «Проблемы гармонизации средств и систем радионавигации, используемых для решения задач гражданской и военной авиации».

11. Бабуров В.И., Воскресенский В.А., Герчиков А.Г., Максименко М.Д., Наливайко В.А., Орлов В.К., Чернявский А.Г. (ВНИИРА) «Состояние и перспективы развития национальной радиотехнической системы ближней навигации и посадки».

12. Козелков С.В., Баранов Г.Л. (ЦНИИ навигации и управления, Украина) «Средства повышения функциональной устойчивости процессов определения координатно-временных параметров».

подвижных объектов в условиях уязвимости канала спутниковой навигации».

13. Донченко С.И., Блинов И.Ю., Денисенко О.В., Федотов В.Н. (32 ГНИИИ МО РФ) «Состояние и перспективы развития технических средств метрологического обеспечения создания и использования навигационной и геодезической аппаратуры потребителей ГЛОНАСС/GPS».

14. Зайцева Н.А., Стрелков В.Т. (АООТ МИЭА) «Интеграция навигационных систем на примере опыта вычислительных систем разработки МИЭА».

15. Харин Е.Г., Копылов И.А., Поликарпов В.Г., Копелович В.А. (ФГУП «ЛИИ им. М.М. Громова») «Использование аппаратуры СНС для обеспечения летных испытаний летательных аппаратов».

16. Пучков В.А., Кузнецов А.В. (ФГУП НИИ-МА «Прогресс») «Приемник TFAГ-50. Особенности рынка и перспективы развития».

17. Грошев В.В. (журнал «Геопрофи») «О юридическом научно-техническом журнале по геодезии, картографии и навигации».

В заключение состоялась дискуссия и было принято развернутое решение.

РЕШЕНИЕ

научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» Межгосударственного Совета «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российского общественного института навигации (РОИН) и Ассоциации транспортной телематики, проведенной 27.06.2006 г. в ознаменование Года Содружества Независимых Государств.

В конференции приняли участие 107 человек из 46 организаций Российской Федерации и государств-участников СНГ. На конференции заслушано 17 докладов.

Конференция отмечает:

Радионавигационное обеспечение России и государств-участников СНГ осуществляется с помощью космических и наземных радионавигационных систем при преобладающем на нынешнем этапе использовании последних. Это обусловливается состоянием орбитальной группировки ГЛОНАСС, парка потребительской аппаратуры и освоением технологий использования спутниковых радионавигационных систем. Освоение космических технологий пока практически осуществляется при использовании системы GPS.

Разработанные функциональные дополнения (дифференциальные подсистемы) спутниковых радионавигационных систем (СРНС) ГЛОНАСС и GPS являются важными средствами повышения точности и надежности информации СРНС. В этой

области в СНГ проведен ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, начато практическое использование дифференциальных подсистем (ДПС). Большинство работ в этом направлении проводится в соответствии с Федеральной целевой программой России «Глобальная навигационная система» и планами государств-участников СНГ. В настоящее время наиболее активно ведутся работы по созданию, размещению и предварительной эксплуатации морских дифференциальных подсистем ГЛОНАСС и GPS на побережье и на внутренних водных путях, а также по использованию ДПС в интересах геодезии и землеустройства. Получены предварительные положительные результаты отработки авиационной локальной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС и GPS ЛККС-А-2000 для посадки воздушных судов гражданской авиации.

Проводятся работы по модернизации радиотехнических систем дальней навигации (РСДН) и исследования в части использования технологии Еврофикс для повышения характеристик СРНС, а также РСДН в качестве Федеральных резервных систем навигации.

Представляются перспективными работы по созданию российской широкозонной системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) разработки ФГУП РНИИ КП.

Развернуты работы по созданию навигационно-связных систем для контроля и управления автомобильным транспортом и другими объектами.

В ряде докладов обращено внимание на необходимость добиваться живучести навигационного обеспечения, предусматривающей, в частности, борьбу с уязвимостью СРНС при воздействии внешних факторов. В этом смысле оказывается важным резервирование радионавигационных систем. Важным направлением в борьбе с уязвимостью СРНС является создание специальных средств обнаружения и подавления помех (антенные подавители помех и др.) и комплексирование приемной аппаратуры СРНС с автономными средствами (инерциальные, курсо-доплеровские, одометрические системы и др.).

Продолжаются работы по созданию Межгосударственной научно-информационной системы (МНИС) – системы информационного обмена Межгосударственного совета (МГС) «Радионавигация».

Наметилась тенденция к снижению уровня информированности потребителей о состоянии орбитальной группировки системы ГЛОНАСС.

Важное значение для планирования развития и гармонизации радионавигационного обеспече-

ния России и СНГ имеют подготавливаемые 3-я редакция Российского радионавигационного плана и Межгосударственная радионавигационная программа государств-участников Содружества Независимых Государств на 2007-2010 годы.

Обсуждено решение МГС «Радионавигация» о создании в СНГ Межгосударственной ассоциации операторов по предоставлению навигационных услуг.

Конференция рекомендует:

1. Считать важнейшей задачей при развитии координатно-временного и навигационного обеспечения России и СНГ завершение работ по воссозданию орбитальной группировки ГЛОНАСС в соответствии определенным Президентом России сроком в 2009 году.

2. Считать радиотехнические системы дальней навигации и радиомаячные системы навигации и посадки необходимыми для обеспечения живучести и надежности навигационного обеспечения подвижных объектов, даже с учетом воссоздания полной орбитальной группировки ГЛОНАСС.

3. Учитывая необходимость повышения живучести и резервирования навигационного обеспечения, продолжить исследования по определению рационального состава резервных наземных средств навигации для всех видов транспорта, возможных сроков их эксплуатации и планов замены, проявлять осторожность при проведении мероприятий по реорганизации и сокращению парка наземных радионавигационных средств, что подтверждается, например, опытом планирования радионавигационного обеспечения США.

4. При планировании конкретных мероприятий по радионавигационному обеспечению учитывать необходимость совместного использования и базирования в портах, гаванях и на аэродромах морских и воздушных судов различных ведомств и принадлежности, а также их оснащенность навигационным оборудованием.

5. Усилить работы по созданию средств мониторинга электромагнитной обстановки, выявления помех СРНС и борьбы с ними, комплексированию потребительской аппаратуры СРНС с автономными средствами счисления (инерциальные навигационные системы и др.) для различных транспортных средств, а также по созданию многочастотной аппаратуры потребителей СРНС.

6. Ускорить работы по развертыванию российской широкозонной системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) в интересах потребителей СНГ.

7. В ходе дальнейших работ проводить более детальное рассмотрение вопросов метрологичес-

кого обеспечения использования потребительской аппаратуры и функциональных дополнений спутниковых радионавигационных систем.

8. Ускорить определение государственных информационных органов, ответственных за информирование потребителей о состоянии орбитальной группировки системы ГЛОНАСС.

9. Одобрить предварительные результаты работ по созданию МНИС – системы информационного обмена МГС «Радионавигация» и продолжить их в выбранном направлении.

10. С целью повышения эффективности влияния спутниковых и наземных систем радионавигационного обеспечения потребителей на безопасность аэронавигации считать целесообразным организовать информационный обмен между Межгосударственным советом «Радионавигация» и Межгосударственным советом по авиации и использованию воздушного пространства результатами своих работ в области радионавигации.

11. Поддержать решение МГС «Радионавигация» о создании в СНГ Межгосударственной ассоциации операторов по предоставлению навигационных услуг.

12. Одобрить доложенные результаты работ и использовать их при завершении работ по 3-й редакции Российского радионавигационного плана и при разработке Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников Содружества Независимых Государств.

13. Учитывая большое значение Российского радионавигационного плана для планирования развития средств радионавигации в России, ФГУП «НТЦ «Интернавигация» принять необходимые меры к завершению разработки 3-й редакции в 2006 г.

14. Принять меры к ускорению возобновления деятельности в РФ межведомственной комиссии «Интернавигация».

15. Обеспечить возможность публикации материалов конференции на страницах журналов «Новости навигации» и «Геопрофи».

16. Провести международную научно-техническую конференцию по проблемам развития радионавигационного обеспечения в Москве в июне 2007 г.

Ниже публикуются некоторые из докладов, представленных на конференции.



ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ С РАДИОНАВИГАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ ГЛОНАСС И GPS

М.С. Ярлыков¹, С.М. Ярлыкова²

Исследованы возможности совместного использования спутниковых систем мобильной связи и систем ГЛОНАСС/GPS с целью повышения точности позиционирования подвижных телекоммуникационных пользователей. Представлена структурная схема субоптимальной системы приема и комплексной обработки сигналов в многофункциональном интегрированном абонентском терминале для таких систем.

THE INTEGRATION PROBLEMS OF SATELLITE MOBILE TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND GLONASS/GPS SYSTEMS

M.S. Yarlykov, S.M. Yarlykova

The paper considers the possibilities of combined using satellite mobile telecommunication systems and GLONASS/GPS with the purpose of positioning accuracy increasing for mobile users. The block diagram of a sub-optimal system for signal reception and complex processing in multifunctional integrated user terminal for these systems is presented.

Повышение качества предоставления услуг позиционирования спутниковыми системами мобильной связи на основе их интеграции с системами ГЛОНАСС и GPS

Общее направление развития телекоммуникаций в начале XXI века обусловлено расширением номенклатуры предоставляемых услуг и возрастающими требованиями к повышению их качества. Среди всех видов базовых и факультативных услуг, предоставляемых абонентам систем мобильной связи (СМС), все большую роль играют услуги, связанные с определением местоположения различных групп подвижных (сухопутных, морских, речных, авиационных и др.) телекоммуникационных пользователей. Уже сейчас многие спутниковые системы персональной связи с подвижными абонентами, такие как, например, системы голосовой связи GLOBALSTAR и THURAYA, системы низкоскоростной передачи данных ORBCOMM и ГОНЕЦ, предусматривают предоставление такого вида услуг, как позиционирование пользователя [1, 2]. Услуга позиционирования обычно организуется в СМС потому, что функция определения местоположения абонен-

та прежде всего реализуется для внутренних, технологических нужд телекоммуникационных систем. Так, в частности, позиционирование необходимо для определения права абонента получать связь на определенной территории (регион страны или страна в целом и т.п.), а также для организации входящих вызовов к пользователю. Кроме того, регистрация (или перерегистрация) местонахождения абонента требуется для обновления сведений о пользователе, хранящихся в опорной станции сопряжения, что используется для реализации роуминга.

Однако до сих пор потребности и возможности применения в СМС услуг, связанных с определением местоположения, были явно недооценены. В настоящее время непрерывно возрастает число абонентов СМС, которым требуется собственно навигационное обеспечение, позволяющее с должным качеством определять их координаты, скорость и другие параметры движения. Внедрение в спутниковые СМС услуг, связанных с собственно навигационным обеспечением пользователей, резко усиливает потребность в интеграции средств связи и навигации в интересах различных групп подвижных абонентов таких систем.

¹ М.С. Ярлыков – профессор, д.т.н., Заслуженный деятель науки и техники РФ, академик Академии инженерных наук и Международной академии информатизации; ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского

² С.М. Ярлыкова – к.т.н., начальник отдела ЦНИИС

Позиционирование абонента представляет собой определение его координат (если необходимо, то пространственных), величины и направления скорости перемещения, а также времени наблюдения. Применительно к спутниковым СМС позиционирование создает основу для значительного расширения спектра услуг, среди которых прежде всего уместно выделить [2, 3, 4]:

- навигационные услуги (навигационное обеспечение) для различных видов транспорта (оценка текущей навигационной ситуации и организация трафика, прогнозирование и предупреждение аварийных ситуаций или столкновений; подготовка решений по управлению и т.п.);
- диспетчерские службы – обеспечение работы пожарных, милиции, неотложной врачебной помощи;
- спасательно-предупредительные работы, в том числе геодезическое обеспечение при бедствиях и катастрофах;
- обеспечение инженерно-прикладных работ, таких как мостостроение, прокладка путепроводов, ЛЭП и др.;
- мониторинг местонахождения конкретно человека, включая передачу данных о состоянии здоровья, вызов экстренной помощи; создание устройств, используемых в качестве поводырей слепых;
- услуги трансляции сообщений на родной язык телекоммуникационного абонента, зависящие от информации о его местоположении;
- справочная информация, привязанная к текущему местоположению.

В услугах такого рода могут быть заинтересованы как частные лица, так и организации, использующие спутниковую связь.

Потребность в услугах, связанных с позиционированием, как правило, возникает для следующих групп потребителей услуг связи [2, 3, 5]:

- персональные абоненты спутниковых СМС;
- абоненты дальних транспортных и грузовых перевозок, в частности, при транспортировке контейнеров смешанными видами транспорта;
- индивидуальный автомобильный транспорт;
- абоненты при движении в сельских, удаленных, малонаселенных и лесных районах;
- железнодорожный транспорт, особенно в связи с повышением интенсивности движения поездов;
- авиация;
- речные и морские суда, рыболовство;
- различные службы в чрезвычайных ситуа-

циях (спасательные службы, службы скорой помощи, милиция и т.д.) и др.

Возможности и качество позиционирования абонентов СМС характеризуются основными показателями [2, 3, 6, 7]:

- рабочая зона действия (глобальная или региональная);
- максимальная погрешность определения координат, скорости и времени;
- целостность;
- доступность временная, пространственная и организационно-техническая;
- непрерывность и надежность определения местоположения;
- период измерений.

Требования к основным показателям позиционирования воздушных, морских, речных и наземных групп абонентов зависят от характера решаемых задач и окружающих условий [2, 3, 7, 8].

При выборе метода позиционирования абонентов СМС исходят из возможности удовлетворения предъявляемых требований к показателям с учетом глобальности; независимости от гидрометеорологических условий, времени суток и года; подстилающей поверхности, непрерывности, пропускной способности и т.п.

В ряде спутниковых СМС (например, типа GLOBALSTAR) предоставляемая абонентам услуга позиционирования заключается в возможности автономного определения координат пользователей по сигналам только собственных связанных космических аппаратов (СКА), т.е. без непосредственного использования на абонентском терминале (АТ) сигналов спутниковых радионавигационных систем (СНС) ГЛОНАСС или GPS [2, 4, 9]. Отметим, что при этом на самих СКА приемники СНС обычно устанавливаются и используются.

Погрешности определения местоположения абонентов телекоммуникационных систем в таком случае зависят от следующих факторов:

- числа СКА в зоне видимости АТ;
- точности определения положения и движения СКА;
- взаимного пространственного расположения АТ, СКА и опорной СС;
- затраченного времени на измерения и т.д.

Сведения о местоположении абонентов в системе GLOBALSTAR защищены от несанкционированного доступа.

Определение местоположения абонентов спутниковых СМС, в частности GLOBALSTAR, прежде всего выполняется на опорной станции сопряжения (СС) методом «геолокации» в режиме с обычной точностью, который характеризуется максималь-

ной погрешностью до 10 км [2]. Подобная процедура требуется, как отмечалось, при регистрации абонентов и т.д.

Для определения местоположения какого-либо абонента не на СС, а на АТ в системе GLOBALSTAR реализуется один из двух режимов позиционирования:

- 1) позиционирование абонента с обычной точностью;
- 2) позиционирование абонента с повышенной точностью.

В режиме позиционирования с обычной точностью пользователь связывается с СС, которая выдает результат определения его местоположения, выполненного для регистрации.

При использовании режима позиционирования с повышенной точностью используются дополнительные вычислительные алгоритмы как на СС, так и на АТ. Более высокая точность достигается благодаря уменьшению погрешности определения положения и скоростей СКА. Для этого используются приемники GPS, установленные на каждом телекоммуникационном спутнике.

В режиме позиционирования АТ с повышенной точностью в общем возможно как активное, так и пассивное определение местоположения абонента.

В случае активного определения местоположения АТ связывается с СС и получает от нее результат выполненных вычислений с повышенной точностью.

В случае пассивного определения местоположения АТ какой-либо специальный запросный сигнал на СС не посылается. Расчеты выполняются на АТ с использованием принимаемых радиосигналов и сведений, полученных ранее от СС. Максимальная погрешность определения плановых координат местоположения абонента в режиме позиционирования с повышенной точностью имеет значение, равное 300 м (в случае использования двух СКА, видимых под углом не менее 22° над горизонтом, при измерениях в течение 10 с) [2, 4, 9].

Наличие на АТ сведений о своем местоположении, а также о точном времени и эфемеридах СКА позволяет (помимо всего прочего) реализовать при типовой процедуре запроса обслуживания (т.е. организации радиолинии между АТ и СКА) «теплый старт», а не «холодный старт», что приводит к сокращению времени на поиск и подстройки от 12–20 с до 1,5–2,5 с.

Таким образом, можно заключить, что к настоящему времени качество автономного позиционирования (и прежде всего его точность) АТ спутниковых СМС при использовании только собс-

твенных телекоммуникационных радиосигналов дает возможность удовлетворить лишь внутренние, технологические потребности СМС, но во многих случаях не обеспечивает выполнение требований к собственно навигационному обеспечению различных групп подвижных телекоммуникационных абонентов [2, 3, 7, 8].

Кардинальным выходом из сложившегося положения для необходимого повышения качества позиционирования мобильных абонентов спутниковых СМС представляется использование (в той или иной мере) ресурсов среднеорбитальных СНС типов ГЛОНАСС или GPS и создание на этой основе многофункциональных интегрированных АТ (МИАТ), которые способны выполнять с требуемым качеством не только телекоммуникационные функции, но и функции навигации [3, 7, 10, 11]. При этом степень совместного использования для такой цели спутниковых СМС и СРНС (т.е. глубина их интеграции), в частности, в МИАТ различна в зависимости от назначения, решаемых задач и предъявляемых требований.

В простейшем случае объединенный АТ представляет собой комбинированную телекоммуникационную и навигационную аппаратуру, имеющую единый вычислитель и общие источники питания. Так, например, АТ региональной спутниковой системы THURAYA имеет встроенный GPS-приемник, который обеспечивает позиционирование пользователя с максимальной погрешностью 100 м [1]. Мобильные телефоны сотовой связи стандарта GSM, обеспечивающие позиционирование абонентов в соответствии с методом А-GPS (Assisted GPS), также имеют встроенные приемник и антенну GPS [10, 11]. Однако даже в этом случае интегрирование предусматривает создание и применение объединенного радиосвязного и радионавигационного поля, имеющего согласованную (или единую) координатно-временную основу при взаимоувязанной структуре радиосвязных и навигационных сигналов. Общепризнанной является целесообразность использования СНС типов ГЛОНАСС и GPS для синхронизации спутниковых СМС и сотовых систем связи, реализующих стандарты и технологии GSM, TDMA и CDMA. Так, к настоящему времени уже разработаны несколько вариантов навигационной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS для синхронизации телекоммуникационных систем, в том числе для спутниковых СМС [9, 11].

При трехмерном или двумерном определении местоположения абонентов общепринятым способом пространственной линейной засечки (а именно этот способ лежит в основе функционирования СНС ГЛОНАСС и GPS) весьма важной представ-

ляется возможность использования всех потенциально имеющихся сферических поверхностей (или линий) положения. Поэтому позиционирование пользователей даже в комбинированном АТ при необходимости в принципе может быть выполнено путем совместного использования поверхностей (или линий) положения, образованными всеми видимыми НКА и СКА.

При более глубокой интеграции связного и навигационного сегментов в МИАТ предусматривается комплексная обработка информации (КОИ) как на уровне обработки данных (вторичная обработка), так и на уровне обработки сигналов (первичная обработка) [2, 12, 15].

Как известно, помимо совместного использования связного и навигационного оборудования в едином АТ, в соответствующих случаях для высокочастотных потребителей (например, для авиационных пользователей) предусматривается комплексирование с автономными измерителями скорости, прежде всего с инерциальными навигационными системами (ИНС) [3, 11, 12].

Среднеорбитальные СНС, такие как отечественная ГЛОНАСС и американская GPS, дают много преимуществ по сравнению со всеми другими существующими навигационными средствами. Например, они обеспечивают возможность всепогодных операций, постоянную и высокую точность по всему миру, возможность использования неограниченным количеством мобильных абонентов и др. Они реализуют простой экономичный режим навигации для всех видов АТ: от носимого («телефон в руке») до фиксированного, железнодорожного, морского или авиационного терминалов. Применение приемников GPS/ГЛОНАСС даже в стандартном режиме позволяет достичь существенно более высокой точности (максимальная погрешность 15–20 м) позиционирования [7, 8].

Вместе с тем, удовлетворение требований к точности, помехоустойчивости и надежности навигационного обеспечения абонентов СМС при использовании только СНС в реальных условиях осложняется по ряду объективных причин, а именно: затенения, плохой геометрии видимых НКА, перебоев в слежении, радиопомех, многолучевость и т.д. [3, 6, 11]. Установлено, что точность, помехоустойчивость, целостность и доступность СНС GPS и ГЛОНАСС по отдельности в стандартном режиме их использования не являются достаточными для обеспечения навигации в сложных условиях применения, в частности в современных крупных городах, горных условиях с учетом ущелий и туннелей [2, 6, 7].

Дальнейшее повышение качества функционирования АТ спутниковых СМС применительно к услугам позиционирования может быть достигнуто за счет их интеграции с СНС ГЛОНАСС и GPS при использовании информационной избыточности, под которой понимается наличие некоторых дополнительных наблюдений сверх минимально необходимого их числа (например, в силу избыточного количества одновременно видимых СКА НКА), позволяющего обеспечить функциональное назначение АТ [3, 13].

Таким образом, в рамках общей тенденции развития информационных технологий мобильных (воздушных, морских, речных и наземных) телекоммуникационных пользователей, направленной на интеграцию аппаратно-программных связных и навигационных средств, требуется создание и использование единого телекоммуникационно-навигационного комплекса на базе интеграции спутниковых СМС и СРНС. Причем для того, чтобы гарантировать выполнение услуг позиционирования с требуемым в современных условиях качеством, в любое время и в любом месте предпочтительно использовать МИАТ, работающий по сигналам от всех одновременно видимых спутниковых СМС и СНС ГЛОНАСС или GPS (концепция all in-view).

Объединение (интеграция) телекоммуникационного и навигационного оборудования в единый функционально, структурно и конструктивно взаимосвязанный МИАТ позволяет полнее использовать имеющуюся избыточность информации, благодаря чему появляется возможность повышения точности, помехоустойчивости, целостности, непрерывности и надежности работы АТ, а также значительного расширения круга предоставляемых услуг (в частности, связанных с позиционированием) и улучшения качества их реализации.

Интеграция спутниковых СМС и СНС предусматривает создание общей для них зоны обслуживания, имеющей общую координатно-временную основу при согласованной структуре сигналов, и разработку МИАТ.

Если в МИАТ комплексирование выполнено на уровне первичной обработки информации, то представляется возможным полнее использовать преимущество от интеграции не только в штатных, но и в сложных условиях применения АТ, т.е. при наличии срывов в слежении и ложных захватов, работе с ограниченным набором КА, временных пропаданиях сигналов, малых отношениях сигнал/шум, переотражениях и многолучевости [3, 6, 12, 13].

Кроме того, совместное использование рассматриваемых систем в соответствии с концепцией all in-view при реализации комплексной обработки информации (КОИ) позволяет за счет избыточной информации вырабатывать соответствующие команды на реконфигурацию структуры АТ в тех случаях, когда характеристики той или иной системы (или канала приема) выходят за пределы установленных допусков [13, 14].

Поэтому основная цель структурного и функционального объединения оборудования в составе МИАТ на уровне первичной обработки информации заключается прежде всего в улучшении качества его функционирования в аномальных режимах работы (в сложных условиях применения). Наибольший выигрыш от комплексирования измерителей, естественно, удастся получить, решив соответствующую задачу синтеза, что дает возможность создать оптимальные структуру и характеристики системы КОИ.

Принципиальная возможность функционального структурного и конструктивного интегрирования спутниковых СМС (особенно с кодовым разделением каналов) и СНС обусловлена определенным сходством их построения и функционирования. В частности, обе системы основаны на многопозиционном расположении источников сигналов, в каждой из них в качестве радионавигационных параметров используются псевдодалности, а радиосигналы представляют собой шумоподобные сигналы (ШПС) и др.

Как отмечалось, для динамичных пользователей в едином МИАТ спутниковой СМС, построенной на основе объединения систем GLOBALSTAR и ГЛОНАСС/GPS целесообразным является также использование информации о текущей скорости подвижного объекта [15]. Рассмотрение состава оборудования, которым оснащены самолеты, морские суда, автомобили и т.д., показывает, что основным средством определения скорости в большинстве случаев являются автономные измерители скорости (для воздушных и морских судов прежде всего ИНС). Данное обстоятельство объясняется автономностью таких систем, не требующих для своего функционирования какого-либо дополнительного наземного оборудования, и в этом смысле являющихся полностью помехозащищенными [7, 11, 14].

Комплексная обработка информации спутниковой СМС, СНС и автономных измерителей скорости позволит сочетать высокую точность определения координат с помощью СНС и высокую точность хранения этих координат на небольших интервалах времени с помощью измерителей ско-

рости. Заметим, что более предпочтительным является комплексирование на уровне первичной обработки радиосигналов, так как это обеспечивает выигрыш в качестве функционирования в сложных условиях применения аномальных режимов работы спутниковых СМС и СНС [8, 11, 15].

Такие МИАТ спутниковых СМС при их интеграции с СНС, используя имеющуюся информационную избыточность, (концепция all in-view), способны изменять свою структуру (коммутировать каналы приема и менять их количество) практически в реальном времени в соответствии с текущими условиями функционирования, обеспечивая требуемые значения показателей качества услуг позиционирования (в том числе и в сложных условиях применения).

Структурная схема субоптимальной системы приема и комплексной обработки радиосигналов в МИАТ

Алгоритмы, которые положены в основу предлагаемой структурной схемы субоптимальной системы приема и комплексной обработки радиосигналов в МИАТ спутниковой СМС с кодовым разделением каналов при ее интеграции с СНС типов ГЛОНАСС или GPS, синтезированы на базе марковской теории оценивания случайных процессов методом поэтапного решения уравнения Стратоновича [15].

Принципы функционирования спутниковых телекоммуникационной и навигационной систем, применительно к которым разработаны алгоритмы МИАТ, в целом являются традиционными. Заметное отличие по принципу действия уместно выделить лишь для спутниковой СМС в режиме определения местоположения пользователя. Согласно рассматриваемому способу повышения точности позиционирования в синтезированном МИАТ предусматривается комплексная (совместная) обработка радиосигналов, которые принимаются от всех (не менее четырех) одновременно видимых КА, принадлежащих двум спутниковым системам: СМС, например, типа GLOBALSTAR и СНС (типов ГЛОНАСС и GPS). При этом определение местоположения пользователя в телекоммуникационном и навигационном сегментах МИАТ основывается на псевдодалномерном беззапросном методе. Для вычисления на основе измеренных псевдодалностей прямоугольных координат пользователя (например, в системе ПЗ-90 или WGS-84), как известно, необходимо располагать на АТ сведениями об эфемеридах, альманахе, поправках к бортовой шкале време-

ни и т.д. для каждого КА, получаемых с помощью принятой служебной информации. Такой способ определения координат подвижных объектов является типичным для СНС.

В состав МИАТ входят: передатчик, приемник с вычислителем, устройство преобразования и воспроизведения речи, устройство контроля и управления, антенны, дисплей, клавиатура, звонок (зумер) и питающее устройство.

Структурная схема субоптимальной системы приема и комплексной обработки принимаемых сигналов, являющаяся основой приемника с вычислителем в МИАТ спутниковой СМС с кодовым разделением каналов при ее совместном использовании с СРНС, представлена на рисунке 1.

На вход системы поступают радиосигналы $\Xi_c(t)$ от всех одновременно видимых СКА и $\Xi_n(t)$ от всех одновременно видимых НКА, а также дискретные сигналы $\Xi_2(t_k)$ от автономных измерителей скорости (ИНС). В составе синтезированной системы приема и обработки ШПС в МИАТ можно выделить три составные части: телекоммуникационный сегмент, выходные сигналы которого $\theta_{cp}^*(t_{k+1} - 0)$, где $p = 1, I$, представляют собой субоптимальные оценки информационных ДП, предназначенных для передачи речи, данных, служебной информации (эфемерид СКА, альманаха СКА и т.п.) и т.д.; навигационный сегмент, выходные сигналы которого $\theta_{nb}^*(t_{k+1} - 0)$, где $b = 1, J$, представляют собой субоптимальные оценки информационных дискретных параметров (ДП), предназначенных для передачи служебной информации (эфемерид НКА, альманаха НКА и т.п.), и блок обработки данных (БОД), выходными сигналами которого являются субоптимальные оценки вектора состояния X_{k+1}^* , в которых содержится информация о непрерывных параметрах (НП), о местоположении АТ, динамике его перемещения и сопутствующих параметрах [15]. Кроме того, в телекоммуникационном и навигационном сегментах формируются субоптимальные оценки энергетических ДП $\Lambda_{cp}^*(t_{k+1} - 0)$ и $\Lambda_{nb}^*(t_{k+1} - 0)$, которые предназначены для осуществления автономного контроля целостности (АКЦ) в МИАТ. Эти оценки поступают на устройства выбора рабочего созвездия СКА и НКА, где в соответствии с тем или иным алгоритмом при учете геометрического фактора (GDOP) вырабатываются управляющие воздействия для выбора и коммутации используемых КОРС применительно к текущим условиям применения МИАТ.

Структура телекоммуникационного и навигационного сегментов во многом одинакова, что обусловлено общностью применяемых ШПС. Основу каждого сегмента составляет совокупность парал-

лельных каналов обработки принимаемых радиосигналов (КОРС), в которых осуществляется первичная обработка радиосигналов, устройства прямого преобразования координат $(L'_{cp})^T$ и $(L'_{nb})^T$, а также сумматор.

Количество параллельных КОРС в телекоммуникационном и навигационном сегментах соответственно равно I и J , что обусловлено максимальным возможным числом одновременно принимаемых сигналов СКА $\xi_{cp}(t)$ и НКА $\xi_{nb}(t)$. Устройства, выполняющие операции прямого преобразования координат $(L'_{cp})^T$ и $(L'_{nb})^T$, необходимы для формирования сигналов ошибки

$\Phi'_{c\lambda\theta}(t_{k+1}, X_k^*)$ и $\Phi'_{n\lambda\theta}(t_{k+1}, X_k^*)$ в системе координат, связанной с вектором состояния $X(t)$.

Любой отдельный КОРС функционирует с использованием своей СК, связанной с соответствующим вектором параметров радиосигналов (ПРС),

$$Y_{gk} = [d_g(t_k), \dot{d}_g(t_k), \Delta\omega(t_k), \varphi_g(t_k)]^T$$

где $d_g(t_k)$ – радиальная псевдодальность по направлению «МИАТ– g -й КА», $\dot{d}_g(t_k)$ – радиальная псевдоскорость по направлению «МИАТ– g -й КА», $\Delta\omega(t_k)$ – уход несущей частоты; $\varphi_g(t_k)$ – случайная фаза ШПС. В свой состав каждый КОРС включает устройство формирования дискретного параметра (УФДП) и модуль многомерных дискриминаторов (ММД), структура и принцип действия которых типичны для подобных субоптимальных систем приема и комплексной обработки сигналов.

Входящие в КОРС УФДП и ММД охвачены перекрестными связями, что отражает факт совместной обработки ДП и НП.

Блок обработки данных включает в свой состав: модуль формирования первичной оценки (МФПО) $X^*(t_k | t_{k+1})$, устройство комплексной вторичной оценки (УКВО) и модуль обратного преобразования координат (МОПК). На основе X_{k+1}^* в МОПК вырабатываются субоптимальные оценки всех векторов ПРС $Y_{cp}^*(t_{k+1})$, где $p = 1, I$, и $Y_{nb}^*(t_{k+1})$, где $b = 1, J$, которые затем подаются на соответствующие входы многомерных дискриминаторов для выработки опорных сигналов в каждом КОРС.

Достоинство синтезированной субоптимальной системы приема и комплексной нелинейной обработки ШПС в таком МИАТ состоит в том, что в ней каждый КОРС телекоммуникационного и навигационного сегментов функционирует в своей СК, связанной с отдельным вектором ПРС Y_{gk} , а между различными КОРС перекрестные структурные связи отсутствуют. При всем этом преимущества от комплексирования на уровне первичной обработки радиосигналов сохраняются, так как формирование

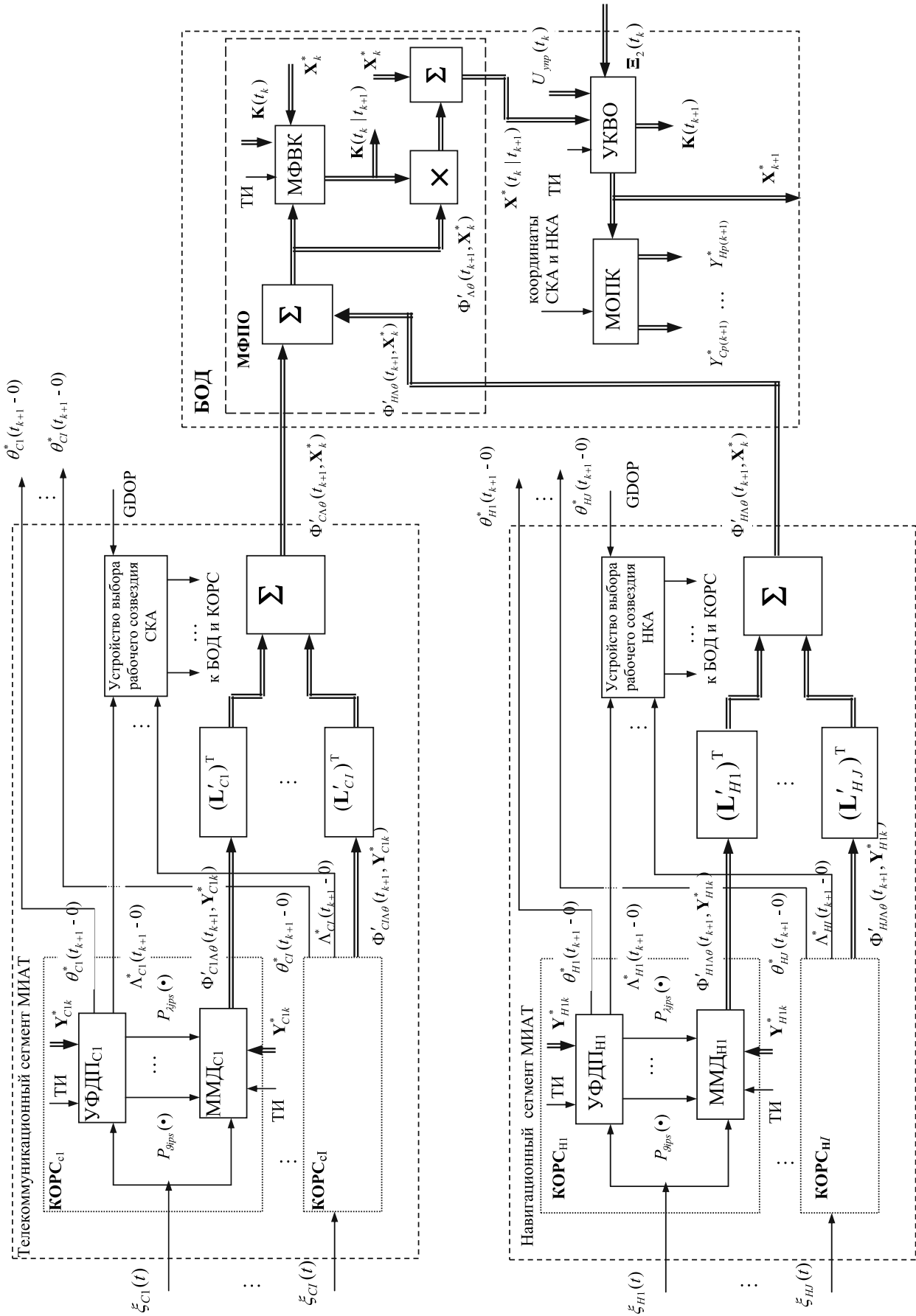


Рис. 1. Структурная схема субоптимальной системы приема и комплексной нелинейной обработки сигналов в МИАТ

опорных сигналов в каждом отдельном КОРС осуществляется на основе оценок $Y_{cp}^{*(k+1)}$ и $Y_{nb}^{*(k+1)}$, являющихся результатом совместной обработки информации применительно ко всем каналам от всех видимых СКА и НКА, а также при учете выходных данных ИНС $\Xi_2(t)$.

Использование в МИАТ синтезированной системы, обеспечивающей АКЦ применительно к сигналам всех одновременно видимых спутниковых СМС и СНС, позволяет реализовать с высоким качеством весь ряд услуг, в том числе связанных с высокоточным позиционированием телекоммуникационных абонентов, и, в частности, дает возможность определять координаты пользователей как в штатном режиме работы, так и в сложных условиях применения СМС и СНС. В последнем случае для определения текущих координат пользователей могут быть использованы поверхности (или линии) положе-

ния как от спутниковой СМС, так и от СНС. Это является важным фактором повышения качества позиционирования АТ (и вообще его принципиальной возможности) в условиях, когда имеет место работа с ограниченным созвездием КА, либо большое значение геометрического фактора КА, либо сложная помеховая обстановка для используемых систем. Кроме того, сопряжение при необходимости в МИАТ телекоммуникационного и навигационного сегментов с ИНС в соответствии с предложенными алгоритмами комплексной обработки позволяет рационально сочетать высокую точность определения координат телекоммуникационного пользователя с помощью СНС с высокой точностью хранения этих данных на сравнительно небольших интервалах времени с помощью ИНС (например, при временных пропаданиях радиосигналов).

Литература

1. Спутниковые системы персональной и подвижной связи для обслуживания абонентов на территории России/Под ред. А.А. Кучейко. – М.: ИПРЖР, 2001.
2. CDMA: прошлое, настоящее, будущее / Под ред. Л.Е. Варакина и Ю.С. Шинакова – М.: МАС, 2003.
3. Ярлыков М.С. Навигационное обеспечение абонентов систем мобильной связи на основе спутниковых радионавигационных систем. – М.: Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники, 2001, № 9.
4. Макеева М.М., Шинаков Ю.С. Системы связи с подвижными объектами. – М.: Радио и связь, 2002 г.
5. Гольдштейн Б.С., Фрейкман В.А., Витченко А.А. Перспективные услуги сотовых сетей поколений 2,5G и 3G. – М.: Мобильные системы, 2002, № 5.
6. Балов А.В. и др. Позиционирование транспортных средств по глобальным спутниковым системам ГЛОНАСС/GPS в сложных условиях применения. – М.: Новости навигации, 2005, № 4.
7. Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: Эко-трендз, 2000.
8. Болдин В.А., Зубинский В.И., Зурабов Ю.Г. и др. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС. – М.: ИПРЖР, 1998.

9. Васин В.А., Калмыков В.В., Себекин Ю.Н. и др. Радиосистемы передачи информации. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005.
10. Закиров З.Г., Надеев А.Ф., Файзулин Р.Р. Сотовая связь стандарта GSM. Современное состояние, переход к сетям третьего поколения. – М.: Эко-Трендз, 2004.
11. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: Эко-Трендз, 2003.
12. Ярлыков М.С., Кудинов А.Т. Позиционирование абонентов мобильной связи на основе спутниковых радионавигационных систем. – М.: Труды МАС, 2002, № 3 (23).
13. Ярлыков М.С., Кудинов А.Т. Повышение качества функционирования спутниковых радионавигационных систем за счет использования информационной избыточности. – М.: Радиотехника, 1998, № 2.
14. Ярлыков М.С., Пригонюк Н.Д. Заход на посадку и посадка самолетов по сигналам спутниковых радионавигационных систем. – М.: Радиотехника, 2001, № 1.
15. Ярлыков М.С., Ярлыкова С.М. Синтез алгоритмов приема и обработки сигналов спутниковых систем мобильной связи с кодовым разделением каналов при их совместном использовании со спутниковыми радионавигационными системами. – М.: Радиотехника и электроника, 2006, т.51, № 8.



ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ РЕДАКЦИИ РОССИЙСКОГО РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ПЛАНА¹

В.М. Царев, В.С. Жолнеров, Ю.А. Соловьев

Рассмотрены основные положения третьей редакции Российского радионавигационного плана (РРНП), в том числе цели, задачи РРНП, требования потребителей к радионавигационным системам (РНС), перспективные направления их развития и совершенствования, вопросы снижения уязвимости и политики в области радионавигационных систем, технико-экономической эффективности реализации радионавигационного плана и международного сотрудничества в области РНС.

PRINCIPAL PROVISIONS OF THE 3rd REVISION OF THE RUSSIAN RADIONAVIGATION PLAN

V.M. Tsarev, V.S. Zholnerov, Yu.A. Soloviev

The paper presents the principal provisions of the 3rd revision of the Russian Radionavigation Plan (RRNP), the purposes, objectives, RNS user requirements, promising areas for development and improvement, vulnerability mitigation and radionavigation policy, cost efficiency of the RRNP implementation and international co-operation in the area of radionavigation support.

Первая редакция Российского радионавигационного плана (РРНП-1994), изданная в 1994 году (далее План), была разработана во исполнение Постановления Совета Министров Российской Федерации от 20 июня 1992 года № 410 [1]. В соответствии с решением Межведомственной комиссии «Интернавигация» от 20 июня 1996 г. была разработана и издана в 1998 г. вторая редакция Плана (РРНП-1998) [2]. Проект третьей редакции Плана разрабатывается в соответствии с Концепцией единой системы координатно-временного и навигационного обеспечения Российской Федерации (ЕС КВНО) и Решением об определении федеральных органов исполнительной власти, ответственных за поддержание, развитие и использование единой системы координационно-временного и навигационного обеспечения Российской Федерации и ее основных подсистем, одобренными Правительством Российской Федерации (АЖ-П7-5911 от 1 ноября 2004 г. и АЖ-П7-5684 от 19 октября 2004 г.). В ходе работы использованы источники [1-31] и др.

Структура третьей редакции РРНП предусматривает следующие разделы:

1. Общие положения.

2. Требования потребителей к радионавигационным системам.

3. Общая характеристика существующих и разрабатываемых радионавигационных систем.

4. Перспективные направления развития и совершенствования систем радионавигации.

5. Снижение уязвимости радионавигационных систем.

6. Политика в области радионавигационных систем и оперативные планы их развития.

7. Технико-экономическая эффективность реализации радионавигационного плана.

8. Международное сотрудничество в области радионавигационных систем.

9. Приложение.

Российский радионавигационный план является официальным правительственным документом по вопросам государственной политики и нормативно-правового регулирования в сфере отечественной радионавигации, издаваемым Правительством Российской Федерации по представлению Министерства промышленности и энергетики Российской Федерации в интересах обеспечения функционирования народного хозяйства, обороны и безопасности государства. План учитывает требования таких международных организаций, как ИКАО и ИМО.

¹ Статья подготовлена на основе доклада, представленного на конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» 27.06.06.

План является координирующим документом в интересах обеспечения взаимодействия между федеральными органами исполнительной власти, предприятиями промышленности, научными организациями и учреждениями, осуществляющими разработку, производство радионавигационных систем и средств, их эксплуатацию и предоставляющими услуги в области радионавигации.

Ответственность за разработку и согласование очередной редакции Плана возложена на Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации. Министерство промышленности и энергетики Российской Федерации осуществляет свою деятельность по разработке Российского радионавигационного плана во взаимодействии с другими заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, научными организациями, предприятиями промышленности и общественными объединениями ученых и специалистов.

Целями РРНП являются:

- эффективное использование всеми группами потребителей КВНО имеющихся и перспективных радионавигационных систем и средств наземного и космического базирования Российской Федерации, а также объединенных международных систем в интересах обеспечения национальной безопасности и решения социально-экономических задач;

- обеспечение координации взаимодействия между федеральными органами исполнительной власти, предприятиями промышленности, научными организациями и учреждениями, осуществляющими разработку, производство радионавигационных систем и средств, их эксплуатацию и предоставляющими услуги в области радионавигации в целях гарантированного предоставления потребителям необходимой навигационно-временной информации, качество которой должно соответствовать мировому уровню.

Задачами РРНП являются:

- планирование наиболее перспективных направлений государственной политики в области развития конкурентоспособной отечественной индустрии радионавигационных услуг, учитывающей интересы и требования различных групп потребителей КВНО в Российской Федерации, а также определение наиболее эффективных путей использования государственных и внебюджетных ресурсов в этой области;

- обеспечение эффективного формирования, поддержания и развития радионавигационных полей (пространств) в космосе и над территорией, в

воздушном пространстве и прибрежных водах Российской Федерации;

- создание условий для экономически эффективной межведомственной координации мероприятий по развитию и обеспечению функционирования радионавигационных систем и средств и предоставлению качественных радионавигационных услуг потребителям; совершенствование информационного взаимодействия между разработчиками и потребителями навигационных услуг в Российской Федерации и за рубежом;

- информирование различных групп потребителей КВНО в Российской Федерации, мирового сообщества и международных организаций об основных направлениях политики государства в области развития и использования имеющихся и перспективных радионавигационных систем и средств космического и наземного базирования Российской Федерации, а также объединенных международных систем по их состоянию, техническим возможностям, планируемыми срокам использования, а также по направлениям международного сотрудничества в области радионавигации;

- создание условий для преодоления научно-технической, технологической и экономической зависимости Российской Федерации от зарубежных средств КВНО в части, касающейся радионавигационных систем и средств; обеспечение совместимости и интеграции зарубежных и отечественных РНС в ходе их разработки, эксплуатации и модернизации;

- достижение в рамках формирования нормативной правовой базы КВНО терминологического единства, выработка и реализация согласованных требований по радионавигационному обеспечению воздушных, морских и наземных потребителей через разработку соответствующих нормативных документов (технических регламентов, стандартов и др.) и проведение сертификации радионавигационных систем и средств.

В ходе разработки РРНП учитывались следующие основные факторы:

- решаемые задачи (рис. 1) и требования потребителей к навигационно-временному обеспечению;

- характеристики используемых радионавигационных систем;

- оснащенность потребителей навигационной аппаратурой и степень удовлетворения их требований;

- основные направления развития и возможности перспективных радиотехнических и автономных навигационных систем;

- обеспечение надежности и живучести навигационного обеспечения;



Рис. 1. Задачи, решаемые с использованием радионавигационных систем

- ресурсы и экономические возможности развития средств радионавигационного обеспечения;
- возможности по переоборудованию парка потребителей навигационной аппаратурой;
- возможности внедрения технологий использования новых радионавигационных систем.

В ходе анализа решаемых задач были уточнены и сведены в таблицу 1 требования (среднеквадратическое отклонение, СКО) к навигационному обеспечению авиационных, морских, наземных и космических потребителей.

Таблица 1. Обобщенные требования потребителей к навигационному обеспечению

Потребители	Решаемые задачи	Рабочая зона	Погрешность местоопределения (СКО)	Доступность	Целостность
1	2	3	4	5	6
В ОЗДУШНЫЕ	Полеты по маршруту (трассе)	Глобальная Региональная	0,25-5,8 км	0,99 - 0,99999	1-10 ⁻⁷ /ч (15 с)
	Полеты в зоне аэродрома	Район аэродрома	370 м	0,99 - 0,99999	1-10 ⁻⁷ /ч (15 с)
	Некатегорированный заход на посадку	Район аэродрома	110 м	0,99 - 0,99999	1-10 ⁻⁷ /ч (10 с)
	Заход и посадка по категориям ИКАО	Зона средств посадки	2,0-8,5 м 0,3...2 м (Н)	0,999 - 0,99999	1-2×10 ⁻⁷ 1-2×10 ⁻⁹ (6 - 1 с)
	Спецзадачи, геодезические и геофизические наблюдения	Локальная	1 - 10 м	0,999	0,999
МОРСКИЕ	В районах океанского плавания	Глобальная	50 м	0,998 за 30 сут.	10 с
	В районах прибрежного плавания при невысокой интенсивности движения судов	Региональная	5 м	0,995 за 2 года	10 с
	При плавании в портах, на подходах к ним и в прибрежной зоне с высокой интенсивностью движения судов	Локальная	5 м	0,998 за 2 года	10 с
	По всему Мировому океану (перспект)	Глобальная	10 м	0,998 – 0,9997	10 с
	Акватории портов, спец. работы	Локальная	0,05...0,5 м	0,998 – 0,9997	10 с

Потребители	Решаемые задачи	Рабочая зона	Погрешность местоопределения (СКО)	Доступность	Целостность
1	2	3	4	5	6
РЕЧНЫЕ	Движение судов по внутренним водным путям: — свободные реки — каналы — расстановка знаков, картография и т.д.	районы рек р-ны каналов р-ны рек, каналов	5-15 м 3-5 м 0,25-3 м	0,999 0,999 0,99	0,99 0,99 0,9
	Движение наземного транспорта по произвольным маршрутам (одиночные средства и группировки)	Региональная, локальная	100 м	0,99	0,95
	Движение наземного транспорта по установленным маршрутам (одиночные средства и группировки)	Региональная, локальная	100 м	0,99	0,95
НАЗЕМНЫЕ	Решение спец. задач	Локальная	5-15 м	0,99	0,95
	Картография и геодезия, землеустройство	Глобальная, региональная, локальная	0,02-0,03 м 0,02-0,05 м 3...6 мм	-	-
	КА связи и ретрансляции		200 м		
	КА навигационного обеспечения		3 - 5 м		
КОСМИЧЕСКИЕ	КА геодезического обеспечения		3 - 5 м		
	КА системы обнаружения терпящих бедствие объектов		33 м		
	КА геофизического обеспечения		17 - 50 м		

Требования частотно-временного обеспечения систем связи и других систем пока недостаточно обобщены соответствующими государственными органами подобно требованиям к обеспечению точности определения места различных объектов. В то же время существующая практика показывает на существенную потребность в получении точного времени, а также высокостабильных эталонных частот. Это, в частности, относится к синхронизации быстродействующих синхронных линий передачи данных, основанных на принципах синхронной цифровой иерархии и использующих тактовую сетевую синхронизацию.

Актуальной является и задача синхронизации базовых станций (БС) систем сотовой связи (ССС), например, технологии CDMA, которая обеспечивает поддержку режима «мягкой эстафетной передачи» и связи абонента одновременно с 2–3 БС и подавление взаимных помех между перекрывающимися сотами при обслуживании абонентов (в том числе фиксированных), позволяет автоматически перераспределять нагрузку между соседними сотами, поддерживать нужные соотношения между сигналами в системе, критичными к временным сдвигам, позволяет отличать друг от друга базовые станции, сокращает время поиска пилотной псевдослучайной последовательности абонентской станцией и т.д. [14–16].

В интересах систем сотовой связи требуется точная частотная настройка с относительными погрешностями: $0,5 \cdot 10^{-7}$ для ССС технологий GSM и CDMA, а также - $0,5 \cdot 10^{-6}$ для ССС технологии TDMA. Требования к точности синхронизации чаще всего определяют сами производители. При этом типовым является требование обеспечения погрешностей определения времени на уровне 7 мкс за 24 ч., что обуславливает использование высокостабильного рубидиевого или специального кварцевого генератора между коррекциями времени по данным спутниковых РНС (СРНС) ГЛОНАСС и GPS. Необходимость иметь точное временное обеспечение с помощью СРНС для ССС технологии CDMA по-видимому сохранится и для мобильных систем 3-го поколения.

Учитывая также предполагаемое использование базовых станций всех сотовых систем для определения места потребителя с точностью (СКО) в диапазоне 50...500 м, получим требование их привязки к шкале точного времени (ГЛОНАСС) и синхронизации с точностью на уровне 50...100 нс. Существует также целесообразность обеспечения точной синхронизации устройств, работающих в стандарте DECT.

Информация может использоваться для измерения разности фаз на электростанциях, регистрации событий, последующего анализа ситуаций, для

измерения относительной частоты электростанций и т.д. [14–16].

В целом, соответствующие требования здесь пока находятся в стадии формирования.

Исходя из задачи удовлетворения выдвинутых требований, большинство из которых по точности определения координат составляют 10 и менее метров, рассматривались следующие радионавигационные системы РФ:

Глобальные космические (спутниковые) радионавигационные системы

ГЛОНАСС с функциональными дополнениями, Цикада (Цикада-М).

Наземные радионавигационные системы

Системы дальней навигации Альфа, Тропик-2 (Чайка), Тропик-2П, Тропик-2С, Марс-75.

Системы ближней навигации БРАС-3, РС-10, ГРАС (ГРАС-2), Крабик-Б (Крабик-БМ), всенаправленные маяки (морские), РСБН-4Н, ПРС, РМА-90, РМД-90 (авиационные).

Системы посадки воздушных судов СП-70 (80,90), ПРМГ-5 (76У), МЛС.

Результаты соответствующего анализа иллюстрируются рисунком 2, который свидетельствует, что большинству перспективных требований по точности определения координат удовлетворяет лишь СРНС ГЛОНАСС.

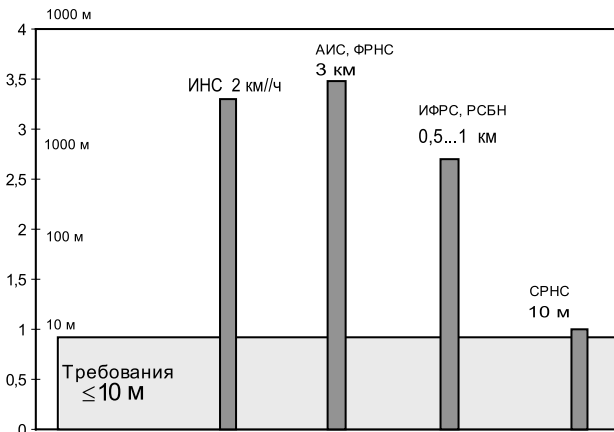


Рис. 2. Удовлетворение требований

Системы, предназначенные для обеспечения движения по маршруту и вблизи терминальных зон (фазовая РНС (ФРНС) «Альфа», импульсно-фазовые РНС (ИФРНС) типа «Чайка» (Тропик-2, Тропик-2П, Тропик-2С), многочастотная РНС Марс-75, радиосистемы ближней навигации РСБН-4Н, маяки и приводные радиостанции вместе с радиокompасами, системы РМА-90 и РМД-90 (ВОР/ДМЕ), также, как и автономные инерциальные навигационные системы (ИНС) и астроинерциальные системы (АИС) имеют существенно худшие погрешности, находящиеся на уровне сотен

метров – единиц километров.

Исключение составляют лишь локальные системы, обеспечивающие специальные (например, гидрографические) работы для моряков, типа БРАС-3, РС-10, ГРАС (ГРАС-2), «Крабик-Б» («Крабик-БМ»), и системы посадки воздушных судов (ВС) типа СП-70 (80,90), ПРМГ-5 (76У), МЛС.

Аналогично, ГЛОНАСС и частично ИФРНС являются единственными РНС-носителями временной информации. Однако необходимо учитывать реальное состояние ГЛОНАСС. В частности, динамика развития ее орбитальной группировки (ОГ) – количество работоспособных навигационных космических аппаратов (НКА) на орбитах – ориентировочно иллюстрируется рис.3 (темные столбцы). Более светлые столбцы иллюстрируют развитие ОГ GPS. Восстановление полной ОГ ГЛОНАСС (24 НКА) ожидается к 2010 году.

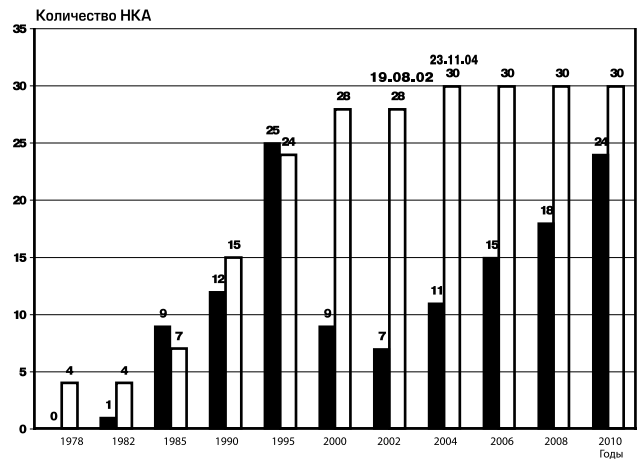


Рис. 3. ОГ ГЛОНАСС и GPS

Тем не менее, высокие потенциальные возможности ГЛОНАСС позволяют считать ее основой ЕС КВНО ближайшего будущего.

Проведенное изучение показывает необходимость учитывать недостаточную помехоустойчивость и уязвимость маломощных сигналов ГЛОНАСС (и GPS) в первую очередь при воздействии организованных помех (от террористов и т.д.).

Например, расчеты отношения $\frac{P_J}{P_S}$ (отношения мощностей помехи P_J и спутникового сигнала P_S (~-161 дБВт) на входе приемника ГЛОНАСС) как функции расстояния S от передатчика помехи до приемника, вычисленные по известной формуле

$$\frac{P_J}{P_S} = \frac{G_R G_T P_T \lambda^2 \gamma}{16\pi^2 S^2 P_S}$$

где G_R, G_T – коэффициенты усиления соответственно антенн приемника ГЛОНАСС и передатчика помехи, P_T – мощность передатчика поме-

хи при условии, что мощность помехи «размазывается» по половине полосы 6 МГц, приведены на рис. 4. Здесь λ - длина волны, γ - коэффициент, учитывающий несоответствие поляризации сигнала и помехи; обычно он принимается равным 0,5. Цифрами 1, 2, 3, 4 обозначены графики соответственно для мощностей помехи 1, 10, 100 и 1000 Вт. Применительно к ГЛОНАСС предельные отношения сигнал/плотность шума на уровне 36, 28, 18 дБГц примерно соответствуют пороговым отношениям помеха/сигнал соответственно 22, 32 и 42 дБ, уровни которых совместно с уровнем 54 дБ обозначены на рис. 4 горизонтальными линиями.

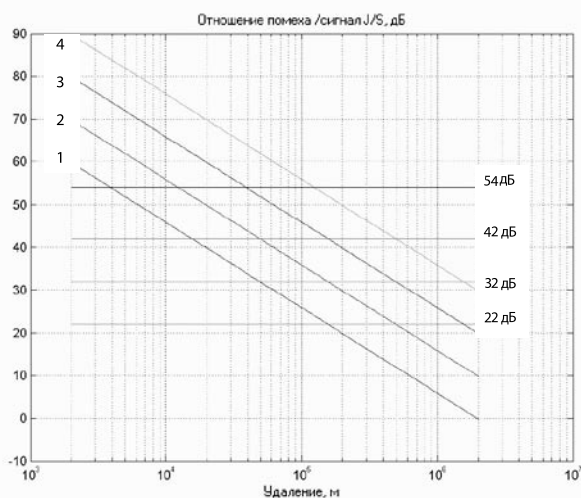


Рис. 4. Отношение помеха/сигнал на входе приемника (ГЛОНАСС, 2)

Уровень 22 дБ ориентировочно характеризует отсутствие комплексирования с ИНС, уровень 32 дБ — слабо связанное комплексирование, 42 дБ — сильно связанное, а 54 дБ — перспективное сильно связанное комплексирование с ИНС. При этом видно, что даже при 42 дБ помеха мощностью 10 Вт в состоянии создать зону поражения радиусом до 50 км.

Уязвимость по отношению к воздействию помех приводит к необходимости ставить вопрос о резервировании ГЛОНАСС. Такой подход используется также при разработке Федерального радионавигационного плана США [6], где в качестве резервных средств рассматриваются ИФРНС Лоран-С, ВОР/ДМЕ для авиации и всенаправленные радиомаяки для судов морского флота. Заметим, что для сухопутных объектов и для объектов, заинтересованных в точном времени, в качестве резервного радионавигационного средства оказывается лишь ИФРНС Лоран-С.

Мы также считаем, что помимо возможностей международного сотрудничества и использования систем GPS и Галилео, для обеспечения устойчи-

вости отечественного радионавигационного обеспечения, основанного на СРНС ГЛОНАСС, целесообразно использовать ИФРНС «Чайка», системы ближней радионавигации РСБН, ПРС и ВОР/ДМЕ для авиации, РНС типа «Марс-75» и всенаправленные радиомаяки для морского флота. В таблице 2 для примера приведены ориентировочные численности наземных станций различных РНС России [24–25] и США [6], используемых авиацией.

Таблица 2. Наземные станции РНС

Страна Наименование РНС	Россия (17,075 млн. км ²)	США (9,4 млн. км ²)
	Количество станций	
РСБН	250...400 (РСБН-4Н)	237+293 (кор.) (Такан)
ВОР/ДМЕ (РМА/РМД)	~29	>1100
СП типа ILS, ПРМГ	>180	1435
ПРС	~2000	>1300
ИФРНС	13 (стац.)+21 (моб.)	26 (стац.)
ФРНС	4 (РСДН-20)	9(Омега, закон- сервирована)

Из таблицы 2 следует, что при практически вдвое большей, чем в США, территории отечественная авиация в значительной степени обеспечивается за счет парка приводных радиостанций, а также РСБН и ИФРНС, поскольку число средств ВОР/ДМЕ пока сравнительно мало. Поэтому требуется бережное отношение к существующему парку радиосредств, если иметь в виду, что, несмотря на известные закупки зарубежных самолетов, основу нашего парка воздушных судов длительное время будут составлять отечественные машины. Поэтому РСБН будут продолжать применяться не только на военных, но и на гражданских ВС (особенно грузовых самолетах Ан-124, Ан-12, Ан-72, Ил-76, вертолетах Ми-26 и др.), в том числе при использовании аэродромов совместного базирования, а также в экстренных ситуациях.

Важным направлением снижения уязвимости и повышения устойчивости навигационного обеспечения является комплексирование бортовой аппаратуры СРНС ГЛОНАСС/GPS и автономных систем счисления координат (ИНС, курсо-доплеровских, одометрических), позволяющих при отказе спутникового канала использовать данные такого счисления. Реализация при этом алгоритмов оптимального последовательного оценивания (фильтр Калмана и др.) позволяет при работе канала СРНС определить квазисистематические погрешности автономных средств, которые затем используются для снижения ошибок счисления автономных средств при отказе СРНС [16, 21–23].

Важным направлением снижения уязвимости СРНС является комплексирование или совместное использование СРНС с аппаратурой ИФРНС. Например, в [26] рассматриваются возможности совместного использования спутниковых и импульсно-фазовых радионавигационных систем с помощью разработанной в Российском институте радионавигации и времени интегрированной аппаратуры. Аппаратура использует сигналы ГЛОНАСС/GPS, наземных импульсно-фазовых радионавигационных систем (ИФРНС) типа Лоран-С и «Чайка» с реализацией технологии Еврофикс [17–20], а также средневолновых морских радиомаяков при реализации дифференциального режима СРНС, и разработана в интересах повышения точности местоопределения подвижного объекта при отказах спутникового канала. Повышение точности обеспечивается калибровкой импульсно-фазового канала посредством определения дополнительных вторичных факторов (ДВФ), обусловленных особенностями распространения радиоволн, при использовании прецизионных спутниковых измерений на этапе работоспособности спутникового канала и компенсацией с их помощью квазисистематических погрешностей ИФРНС при неработоспособности канала СРНС. Анализируются различные модели ДВФ и оцениваются достижимые точности определения координат в таком режиме. В частности, при экспоненциальной модели ДВФ соответствующая точность (среднеквадратическое радиальное отклонение, СРО, ρ_+) может ориентировочно быть оценена с помощью соотношения

$$\rho_+ = \rho_- \sqrt{2(1 - e^{-S/R})}$$

где ρ_- – СРО при использовании ИФРНС без СРНС, R – радиус корреляции поля ДВФ, S – расстояние от точки, последнего получения данных СРНС. Так, при $R=100; 400; 700$ км,

$\rho_- = 250$ м для $S = 20$ км $\rho_+ = 150; 78$ и 59 м соответственно.

Отметим, что за рубежом эти работы ведутся фирмами FreeFlight, Locus, Rockwell Collins, Megapulse, Si-Tex, Reelektronika [26–29].

Основные направления и политика развития РНС

Общие направления модернизации СРНС ГЛОНАСС определены в виде следующих мер:

- повышение доступности и точности навигационных определений, улучшение сервиса, предоставляемого пользователям;
- доведение численности ОГ к 2008 году до 18 и восстановление к 2010 году полной орбитальной группировки в составе 24 спутников;

- повышение надежности и срока службы бортовой аппаратуры спутников и улучшение целостности системы;

- улучшение совместимости с другими радиотехническими системами;

- развитие дифференциальных подсистем.

Вновь запускаемые НКА (ГЛОНАСС-М и ГЛОНАСС-К) по сравнению со спутниками первой модификации будут иметь следующие основные преимущества:

- более стабильный бортовой стандарт частоты, имеющий среднеквадратическое относительное отклонение среднесуточных значений частоты не хуже $1 \cdot 10^{-13}$;

- меньше уровень неучитываемых возмущений орбиты НКА, что позволит повысить точность определения и прогноза ЭИ;

- двухкомпонентный навигационный радиосигнал (узкополосный и широкополосный) в обоих диапазонах частот 1600 МГц и 1250 МГц;

- двухкомпонентный радиосигнал (узкополосный и широкополосный) в диапазоне L3.

В связи с восстановлением ОГ ГЛОНАСС планируется перевод потребителей наземных навигационных систем на обслуживание этой системой и прекращение эксплуатации КНС «Цикада-М», «Цикада» после 2007...2008 гг.

Разработка дифференциальных подсистем (функциональных дополнений) КНС ГЛОНАСС и GPS осуществляется в соответствии с Концепцией создания Единой дифференциальной системы (ЕДС) и системы контроля целостности и ФЦП «Глобальная навигационная система», в рамках которой предусматривалось создание трехуровневой дифференциальной системы, включающей:

- широкозонную дифференциальную подсистему (ШДПС - ДПС-1);

- специализированные региональные дифференциальные подсистемы (ДПС-2);

- специализированные локальные дифференциальные подсистемы (ДПС-3).

Выделение в структуре ЕДС трех иерархических уровней связано с необходимостью удовлетворения требований различных типов потребителей и с особенностями организации соответствующих средств функциональных дополнений. При этом структура и состав ДПС разных уровней существенно различаются, также как и используемые в них способы и средства получения и доставки потребителям корректирующей информации.

Работы по созданию отечественной ШДПС космического базирования (Российской системы дифференциальной коррекции и мониторинга,

РСДКМ) находятся в начальной стадии и проводятся в рамках тем «Метрика-2015» и «СМ-ГЛОНАСС» ФЦП «Глобальная навигационная система». Предполагается, что в состав РСДКМ входят центр управления СДКМ, сеть опорных измерительных станций (ОИС), подсистема доведения корректирующей информации до потребителей в рабочей зоне РСДКМ, наземные закладочные станции и подсистема информационного обмена. Предполагается, что эта система будет предназначена для широкого круга потребителей, не связанных с транспортной безопасностью.

Проводятся работы по созданию региональных ДПС (РДПС) двух типов:

- авиационных РДПС типа GRAS при использовании УКВ станций для передачи дифференциальных поправок и информации контроля целостности;

- РДПС типа Еврофикс с использованием для этой цели передающих станций ИФРНС Чайка [17-20]; эти РДПС могут использоваться всеми потребителями.

Применительно к локальным дифференциальным подсистемам наиболее проработаны вопросы построения морской ДПС (МДПС) для локальных прибрежных районов на базе существующих радиомаяков, работающих в диапазоне средних волн. МДПС используют в качестве средств линий передачи данных круговые средневолновые радиомаяки, работающие в диапазоне от 283,5 до 325 кГц. По ним проведены ОКР и запланированы мероприятия по их развертыванию на побережье России и на внутренних водных путях.

Вопросы создания авиационной локальной ДПС (АЛДПС) типа GBAS, в отличие от МДПС, до настоящего времени находятся в стадии проектирования и испытаний. В ГСГА в 2002 г. в соответствии с этими требованиями сертифицирована первая отечественная ЛККС А-2000 (без канала передачи данных), которая может быть основой АЛДПС посадки по категории I ИКАО для программы оснащения локальными средствами российских аэродромов. Создание средств канала передачи данных выполняется по отдельным работам в рамках темы «Авиа», выполняемой ВНИИРА-НАВИГАТОР. В настоящее время ЛККС А-2000 (с каналом передачи данных) находится на испытаниях [31]. Запланировано оснащение такими системами сети аэродромов.

Для наземного транспорта запланировано создание и развертывание сети центров управления и диспетчерских пунктов наземного транспорта так же, как и развертывание сети геодезических.

Работы по воссозданию ГЛОНАСС и по функциональным дополнениям должны сопровождаться

расширением производства потребительской аппаратуры и оснащением ею различных объектов в соответствии с [30].

Модернизация стационарных и мобильных ИФРНС осуществляется в рамках ОКР «Пустырьник» и «Скорпион» с учетом создания на их основе стационарных систем спутниковых региональных дифференциальных подсистем (РДПС) «Чайка-СНС», «СНС-Север» и «СНС-Восток». Предполагается функционирование этих систем вплоть до 2015 года.

Эксплуатация действующих цепей многочастотной РНС «Марс-75» планируется до выработки технического ресурса с заменой на разрабатываемую систему, которая будет работать вплоть до 2015 года.

Фазовая РНС «Альфа» после модернизации будет эксплуатироваться в составе 4-х станций до 2010 года, после чего будет решаться вопрос о целесообразности ее дальнейшего использования.

РСБН будет продолжать работать в разрешенном диапазоне частот в качестве основного средства ближней навигации военных самолетов и вертолетов, грузовых самолетов ГА и МЧС при использовании аэродромов совместного базирования, самолетов ГА в экстренных ситуациях, по крайней мере, до 2012 года и затем в качестве резервного средства. При этом должны проводиться необходимые мероприятия, связанные с корректировкой диапазона частот, и по поддержанию маяков в работоспособном состоянии.

Комплекс РМА-90, РМД-90 совместим с зарубежной аппаратурой типа ВОР/ДМЕ и обеспечивает самолетовождение по воздушным трассам России зарубежных воздушных судов. Предполагается, что он будет ограниченно развиваться и использоваться, пока это будет экономически нецелесообразно.

Комплекс ПРС-АРК будет продолжать использоваться в качестве радионавигационного средства обеспечения воздушных судов вплоть до 2010 года, а затем – в качестве резервного и аварийного навигационного средства с постепенным снижением числа систем (с необходимыми обоснованиями).

Системы СП-70 (-80, -90), являясь стандартными средствами обеспечения посадки ВС международной гражданской авиации (аналог ИЛС), будут эксплуатироваться, пока это будет экономически целесообразно (решение ИКАО). Возможна замена систем I категории на АЛДПС. Системы ПРМГ-5 (76У), являясь основными инструментальными средствами посадки военной авиации, будут продолжать эксплуатироваться вплоть до 2015 года. При этом предполагается проведение доработки и модернизации систем для работы в разрешенной

части диапазона частот. Предполагается замена устаревших систем на АДПС.

Разностно-дальномерные РНС БРАС-3 и РС-10 предназначены для обеспечения судовождения в прибрежной зоне плавания и при подходе к портам. Эксплуатация действующих цепей РНС планируется до выработки технического ресурса. Будет заменена разрабатываемой системой или МДПС.

В части систем ГРАС (ГРАС-2), «Крабик-Б», «Крабик-БМ» предполагается принять решение о целесообразности включения их в РРНП.

Необходимо отметить, что в целом наши подходы к развитию средств радионавигационного обеспечения аналогичны подходам, принятым при разработке Федерального радионавигационного плана США [6].

Эффективность РРНП

Эффективность РРНП определяется социально-экономическим, социальным, научно-техническим, политическим и экологическим эффектами, которые являются следствием совершенствования радионавигационного обеспечения.

Социально-экономический эффект — это снижение себестоимости перевозок за счет:

- экономии топлива на 5% в результате сокращения времени нахождения транспортных средств в пути;
- сокращения эксплуатационных расходов на 10%;
- экономии капитальных вложений за счет исключения установки новых наземных радионавигационных средств, сокращения номенклатуры навигационной аппаратуры потребителей;
- экономии электроэнергии за счет сокращения количества эксплуатируемых наземных радионавигационных средств.

Социальный эффект включает:

- прогнозируемое уменьшение количества чрезвычайных происшествий за счет повышения уровня безопасности на всех видах транспорта;
- повышение качества обслуживания пассажиров за счет повышения регулярности движения транспорта;
- повышение производительности труда за счет увеличения объемов перевозок в часы «пик» и как следствие — снижение фактора «транспортной усталости»;
- увеличение числа рабочих мест за счет расширения производства спутниковой навигационной аппаратуры потребителей.

Научно-технический эффект означает:

- создание глобального навигационного поля;

- повышение точности местоопределения транспортных и других объектов в 20 — 50 раз;
- повышение степени достоверности получения навигационной информации;
- освоение самых современных микроэлектронных и информационных технологий.

Политический эффект подразумевает:

- признание отечественной системы ГЛОНАСС в качестве международной;
- использование отечественными и зарубежными пользователями отечественных дифференциальных систем на территории Российской Федерации;
- создание рынка сбыта отечественной комбинированной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС\GPS в России и за рубежом.

Экологический эффект учитывает:

- исключение радиоизлучения наземных радионавигационных систем, снимаемых с эксплуатации;
- улучшение экологической обстановки за счет прекращения эксплуатации дизельных установок на наземных радионавигационных объектах.

Международное сотрудничество

Основные направления:

- Создание и обеспечение условий для комбинированного использования КНС ГЛОНАСС, GPS и ГАЛИЛЕО.
- Создание совместных региональных функциональных дополнений. Проведение совместных НИОКР по разработке и созданию отдельных элементов национальных космических навигационных систем на основе КНС ГЛОНАСС и новых навигационных технологий.
- Продажа НАП и средств функциональных дополнений КНС ГЛОНАСС и оказание помощи в их внедрении в гражданские отрасли и объекты МО, обслуживании, ремонте и эксплуатации.
- Проведение натурных экспериментов при создании национальных КНС с использованием средств КНС ГЛОНАСС.
- Проведение маркетинговых исследований в целях определения потребностей в навигационных средствах и услугах КНС ГЛОНАСС иностранных потребителей.
- Совместная разработка навигационных технологий в интересах создания КС навигации III поколения.
- Участие в работе международных форумов и комиссий с целью укрепления статуса системы ГЛОНАСС в качестве элемента международной навигационной системы GNSS.

– Использование зарубежной элементной базы в перспективных космических средствах навигации.

– Работа российских представителей в международных организациях и их навигационных подразделениях: ИКАО, ИМО, МАМС, ФЕРНС, RTCA, RTSM, МАИН, EUGIN; сотрудничество с национальными институтами навигации.

В частности, сформулированы предложения к Межгосударственной радионавигационной программе СНГ на 2007–2010 годы, включающие следующие разделы:

– I подпрограмма «Общесистемные вопросы создания и использования интегрированной системы координатно-временного и навигационного обеспечения (КВНО) народного хозяйства и коллективной безопасности государств-участников СНГ»;

– II подпрограмма «Создание систем и средств координатно-временного и навигационного обеспечения народного хозяйства и коллективной безопасности государств-участников СНГ»;

– III подпрограмма «Внедрение и использование средств координатно-временного и навигационного обеспечения в интересах народного хозяйства и коллективной безопасности государств-участников СНГ».

Эта программа должна придти на смену Программе 2001–2005 гг. [3].

Взаимодействие с ЕС будет зависеть от результатов разработки Европейского радионавигационного плана (ЕРНП) [7, 8], основой которого будет, видимо, создание СРНС Галилео. Предполагается, что создание ЕРНП обеспечит:

– повышение безопасности благодаря направленным усилиям на снижение уязвимости РНС и инфраструктуры;

– гармонизацию инфраструктуры;

– снижение затрат и издержек;

– координацию действий потребителей и промышленности на долговременной основе.

Одним из возможных направлений сотрудничества с ЕС в рамках ЕРНП могут быть работы по созданию совместных региональных ДПС СРНС на основе европейских станций ИФРНС и системы «Чайка», что позволит создать радионавигационное поле с точностью определения координат на уровне 2...5 м.

Заключение

Основные положения 3-й редакции Российского радионавигационного плана должны дополнительно обсуждаться и уточняться, в частности, в связи с недавно осуществленной коррекцией ФЦП «Глобальная навигационная система» и известными преобразованиями в Федеральной аэронавигационной службе.

Литература

1. Российский радионавигационный план – основные направления развития радионавигационных систем и средств, Москва, 1994.
2. Российский радионавигационный план – основные направления развития радионавигационных систем и средств, Москва, 1998.
3. Межгосударственная радионавигационная программа государств – участников Содружества Независимых Государств на 2001–2005 годы (Концепция развития радионавигационных систем), 2001.
4. Концепция гармонизации национальных систем организации воздушного движения государств – участников Содружества Независимых Государств, 2003.
5. Обоснование Концепции гармонизации национальных систем организации воздушного движения государств – участников Содружества Независимых Государств, 2003.
6. 2005 Federal Radionavigation Plan, DoD, DOT, DHS, 2005.
7. General: European Radio Navigation Policy – A New Approach, *European Journal of Navigation*, vol. 1, N2, August 2003.
8. Proposal for a Radio Navigation Plan. A European Approach to Radionavigation (Version 0.1). Предложения для Европейского радионавигационного плана. Европейский подход к радионавигации. Версия 0.1. Перевод с англ. ЦНИИ навигации и управления, Киев, 2002.

9. ФЦП "Модернизация транспортной системы России (2002–2010 годы), Минтранс РФ.
10. ФЦП "Глобальная навигационная система на 2002–2011 гг."
11. Концепция применения спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS в транспортном комплексе Российской Федерации, Минтранс РФ, 2003.
12. Поправка 76 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике «Авиационная электросвязь» (Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации) (SARPs), том 1 (радионавигационные средства), ИКАО, 1.11.2001. Поправка 79, 26.03.04.
13. Поправка 79 к Международным стандартам и Рекомендуемой практике «Авиационная электросвязь» (Приложение 10 к Конвенции о международной гражданской авиации) (SARPs), том 1 (радионавигационные средства), ИКАО, 26.03.04.
14. Mobile Communications International (Мобильные телекоммуникации), 2000, №4
15. Parkinson A., Sage A. The integration of GNSS and cellular positioning, NAV 01, Location and Navigation RIN Conf. Proc., London, 6-8 November 2001.
16. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения, Эко-Трендз, 2003.
17. Van Willigen, et al. Loran-C/Eurofix/EGNOS Test & Validation Program - Concept and Results, ION GPS 2001, 11-14 September 2001, Salt Lake City, UT.

18. Van Willigen, et al. Eurofix: GNSS Augmented Loran-C&Loran-C Augmented GNSS, Proc. of the 1995 Nat. Tech. Meeting of the Inst. of Navigation., Anaheim, CA, Jan. 18-20, 1995.
19. Никулин Ю.М., Создание дифференциальной системы Еврофикс – реализация концепции интеграции спутниковых и наземных средств радионавигации//Новости навигации, НТЦ «Интернавигация», 1999, №2(4).
20. Jørgensen Terje H, Hernes Gunn Marit, Loran-C integrated with satellite systems NELS status report, Proceedings of the IAIN World Congress in association with the U.S. ION Annual Meeting, 26-28 June 2000, San Diego, CA.
21. Соловьев Ю.А. Комплексование глобальных спутниковых радионавигационных систем ГЛОНАСС и GPS с другими навигационными измерителями//Радиотехника, 1999, №1.
22. Schmidt G. INS/GPS Architectures. Advances in Navigation Sensors and Integration Technology. NATO, May-June, 2004.
23. Gustafson D., et al, A High Anti-jam GPS-Based Navigator, ION NTM 2000, 26-28 Jan. 2000, Anaheim, CA.
24. История создания, функционирования и развития единой системы организации воздушного движения российской федерации, 24 НЭИУ МО РФ, Москва, 2003.
25. Задорожный А.И., Гордиенко Н.С., Соловьев Ю.А., Столяров Г.В. Широкозонные системы EGNOS и MSAS и аэронавигационная система России. Материалы международного симпозиума "Аэронавигационная система России – проблемы и пути их решения", 30.9–2.10.98//Новости навигации, 1999, № 1 (3).
26. Бедрин И.Б., Жолнеров В.С., Конаржевский И.К., Соловьев Ю.А., Царев В.М. Совместное использование спутниковых и импульсно-фазовых радионавигационных систем с помощью интегрированной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS/Loran-C/Чайка, XIII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным системам. – С-Пб.: ЦНИИ «Электроприбор», май 2006.
27. Roth G.L., et al. Performance of DSP-Loran/H-field Antenna System and Implications for Complementing GPS, ION NTM 2002, 28-30 January 2002, San Diego, CA.
28. Swaszek P.F., Johnson G., Oates C., Hartnett R., Weeks G. A Demonstration of High Accuracy Loran-C for Harbor Entrance and Approach Areas, ION 59th Annual Meeting/CIGTF 22nd Guidance Test Symposium, 23-25 June 2003, Albuquerque, NM.
29. Roth G.L., Doty J.H., Hwang P.Y., Narins M.J. Results of Recent Testing of an Integrated GPS/WAAS/Loran Receiver, ION 59th Annual Meeting/CIGTF 22nd Guidance Test Symposium, 23-25 June 2003, Albuquerque, NM.
30. Постановление Правительства Российской Федерации от 9 июня 2005 г. № 365 «Об оснащении космических, транспортных средств, а также средств, предназначенных для выполнения геодезических и кадастровых работ, аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS». Собрание законодательства Российской Федерации, №25, 20.06.2005.
31. Крючков Л.А., Завалишин О.И. Результаты летных испытаний по отработке захода на посадку по GBAS, Доклад на заседании секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации, 28.03.2006.



УСТОЙЧИВОСТЬ И РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ТОЧНУЮ СПУТНИКОВУЮ НАВИГАЦИЮ¹

А.Н. Коротоношко, Ю.М. Перунов

Рассматриваются вопросы устойчивости и радиотехнической защищенности транспортных систем, использующих точную спутниковую навигацию. Анализируется возможность возникновения наиболее вероятных помех и методы борьбы с ними. Формулируются предложения по повышению живучести радионавигационного обеспечения.

ROBUSTNESS AND INTERFERENCE IMMUNITY OF TRANSPORT SYSTEMS USING PRECISE SATELLITE NAVIGATION

A.N. Korotonoshko, Yu.M. Perunov

The paper considers the problems of providing robustness and radio interference immunity of transport vehicles using precise satellite navigation. Most probable types of interference are analyzed and the ways to eliminate them. Approaches to radionavigation survivability improvement are formulated and proposed.

С началом этапа широкого внедрения средств спутниковой навигации (1996–1998 гг.) выявились факты существования в спутниковом навигационном поле зон неустойчивой навигации, так называемых «черных дыр». Первыми с этим фактором столкнулись американцы при внедрении полетов по GPS над территорией континентальных Соединенных Штатов, когда в некоторых зонах перерывы в сигналах GPS стали достигать значений в единицы и даже десятки минут. Проведенные оперативные исследования показали, что перерывы в навигационном сигнале вызываются неумышленными (непреднамеренными) помехами, возникающими либо в виде гармонических составляющих от радиосредств, действующих в соседних диапазонах радиоволн, либо от радиосредств, размещенных в пределах спектра навигационного сигнала.

Выявленный факт, свидетельствующий, что система GPS подвержена различного рода помехам, что влечет неприменимость ее в ряде случаев для задач навигации, привел к необходимости проведения Министерством транспорта США ряда иссле-

дований, направленных на оценку помеховой уязвимости GPS и разработку методов повышения устойчивости работы системы GPS в условиях помех.

Результаты этих исследований были изложены в двух основных документах:

– отчет VS-99-007 «Исследования по оценке рисков при использовании GPS в качестве единственного средства навигации» Лаборатории прикладной физики университета Джона Гопкинса, январь 1999 г.;

– заключительный отчет «Оценка уязвимости инфраструктуры систем перевозок, опирающихся на глобальную навигационную систему», подготовленный Национальным центром перевозок им. Дж. А. Волпе для офиса помощника секретаря Минтранса США по стратегии систем перевозок.

Далее в проблему повышения устойчивости навигации активно включилось ИКАО, которое после ряда предварительных проработок на 11-й Конференции по аэронавигационным вопросам (Монреаль, 2003 г.) выработало основные рекомендации государствам, направленные на уменьшение уязвимости ГНСС.

¹ Доклад на научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», Москва, 27 июня 2006 г.
А.Н. Коротоношко – к. т. н., академик Международной академии информатизации
Ю.М. Перунов – д. т. н., генеральный конструктор систем

Государствам—членам ИКАО—было предложено:

- оценить вероятность и влияние уязвимости GNSS в их воздушном пространстве и использовать, по мере необходимости, методы ее снижения, приведенные в руководящих принципах, разработанных комиссиями ИКАО;

- обеспечить эффективное управление спектром и защиту частот ГНСС, чтобы уменьшить возможность неумышленных помех;

- использовать полное преимущество бортовых методов уменьшения влияния помех, в частности средств инерциальной навигации;

- в государствах, которые определили, что наземные службы навигации должны быть сохранены, в процессе эволюционного перехода к ГНСС обеспечить приоритеты по сохранению DME для маршрутных и аэродромных операций, а также ILS или MLS (для операций точного подхода для выбранных взлетно-посадочных полос);

- использовать все преимущества будущих новых сигналов и созвездий ГНСС для уменьшения влияния отказов ГНСС и снижения уязвимости;

- комиссиям ИКАО разработать условия для интегрирования ГНСС/ИНС с целью уменьшения уязвимости ГНСС к радиочастотным помехам и расширения возможности GBAS.

Ниже приведены результаты исследований, проведенных в Российской Федерации в этой области.

1. Основные результаты анализа угроз для транспортных систем, ориентированных на использование ГНСС потребителями транспортного комплекса

Принципиально новым требованием к ГНСС со стороны транспортных потребителей является обеспечение устойчивости навигации, в первую очередь, обеспечение устойчивости работы систем безопасности движения в условиях преднамеренных помех. Остальные факторы обеспечения устойчивости, а именно работа в условиях непреднамеренных радиопомех, изначально учтены при разработке и развертывании систем ГНСС и новизны не представляют. Устойчивость работы в условиях отказов спутников и наземных объектов систем ГНСС также представляет специальный предмет исследований.

Приемники потребителей навигационной информации СНС потенциально подвержены воздействию организованных помех, которые могут приводить к воспрещению обнаружения сигнала и к срыву его сопровождения, к захватам ложных

сигналов и к ошибкам измерения навигационных параметров. В конечном итоге действие помех приводит либо к срыву решения навигационной задачи, либо к появлению ошибок навигации, превышающих требования потребителей.

Преднамеренные помехи, которые могут воздействовать на навигационные приемники, можно классифицировать по двум следующим видам:

силовые:

- шумовая заградительная;

- шумовая прицельная по частоте и согласованная по спектру с сигналом;

- прерывистая (импульсная) шумовая помеха;

- узкополосная помеха со спектром менее 500 кГц (вплоть до излучения монохроматического сигнала на частоте приемника);

информационные:

- имитационная помеха генераторного или ретрансляционного типа (с полным воспроизведением структуры кода переизлучаемого сигнала);

- интеллектуальная с полной имитацией информации, содержащейся в навигационном сигнале.

При проведении исследований были разработаны методологические подходы, основанные на энергетическом анализе воздействия помех, и созданы оперативные, тактические критерии оценки эффективности этого воздействия применительно к конкретным ситуациям, возникающим при проведении транспортных операций.

Проведенный энергетический анализ воздействия помех на приемники систем GPS и ГЛОНАСС показал, что в силу малого уровня входного полезного сигнала преднамеренное подавление при постановке помех из верхней полусферы в основную диаграмму направленности антенны приемника полностью выводит из рабочего режима систему навигации даже при использовании маломощных передатчиков помех. При этом постановка преднамеренных радиопомех может привести к полному выводу из строя всей системы безопасности движения практически для всех видов транспортных потребителей.

Потребители транспортного комплекса по степени подверженности угрозам помехового подавления были разделены на следующие группы:

- потребители с установленными требованиями по безопасности движения и использующие высокодинамичные объекты. Для таких потребителей характерны жесткие требования по навигационным характеристикам, особенно по времени предупреждения. Пример таких потребителей – воздушные

суда гражданской авиации;

– потребители с установленными требованиями безопасности, в которых динамичность (скорость перемещения и ускорение) значительно ниже, чем в предыдущей группе и, соответственно, ниже вероятность катастрофических последствий. У транспортных объектов таких потребителей больше возможности по прекращению критической транспортной операции. В основном это потребители водного (морского и речного) транспорта (кроме высокودинамичных скоростных судов);

– потребители, для которых не установлены навигационные нормы, непосредственно влияющие на безопасность движения и которые по этим параметрам свободны в выборе момента прекращения транспортной операции и/или полного отказа по использованию ГНСС. К таким потребителям относятся все наземные потребители, как транспортные – автомобильные и железнодорожные, так и геодезические.

Исходя из условий повышенной радиотехнической уязвимости ГНСС, угроза от преднамеренных помех была разделена на две большие группы:

– угроза от террористического воздействия, параметры которого ограничены габаритными и энергетическими возможностями средств постановки помех. Указанное подавление характеризуется относительно небольшой мощностью (до 100 Вт), определяемой возможными весами и габаритами переносной аппаратуры, малым временем подавления в силу ограниченной энергоемкости переносных источников питания, малой возможностью выбора типа сигналов, как правило исключающей возможность использования имитационных и ретрансляционных помех. Для такого вида помех можно и необходимо разрабатывать необходимые меры по понижению степени угрозы;

– угроза боевого воздействия, которое может проводиться в условиях конфликтов и боевых действий в зоне транспортных операций и в соседних зонах. Угроза такого типа практически не имеет ограничений по энергетике и возможным видам помех. Указанный вид подавления может обеспечить подавление приемника ГНСС по боковым лепесткам на дальностях прямой видимости, достигающих десятков и сотен километров. Поэтому парирование такого противодействия при гражданском применении ГНСС можно реализовать только методами системного дублирования, переходом на другие системы навигации или на процедурные методы обеспечения безопасности.

Таким образом, делаются следующие выводы:

– угроза террористического подавления ГНСС частично может быть парирована рядом аппаратных

мер, повышающих помехозащищенность приемника потребителя, и мерами системного характера в бортовой аппаратуре потребителя;

– угроза боевого подавления не может быть предотвращена на уровне бортовой аппаратуры потребителей и средств поставщиков услуг ГНСС и требует перехода на резервные системы навигации и/или процедурные методы обеспечения безопасности.

Аппаратные меры повышения помехозащиты от террористического подавления в бортовой аппаратуре потребителей целесообразны только для потребителей воздушного и морского транспорта, у которых такое воздействие может приводить к катастрофическим результатам. При этом состав мер помехозащиты должен определяться экономическими соображениями и с учетом соответствующего развития сигналов космических группировок ГНСС. Для основного состава пользователей наземного транспорта (автомобильного и железнодорожного) следует ограничиться теми общими мерами, которые повышают основные характеристики системы навигации, например, точность, доступность, и одновременно могут дать некоторые возможности работы в условиях террористического подавления.

К мерам повышения устойчивости бортовой аппаратуры транспортных средств к преднамеренным помехам относятся следующие системно-конструкторские решения по улучшению характеристик приемников ГНСС:

– повышение характеристик диаграмм направленности приемных антенн, таких как уменьшение уровня боковых лепестков ДНА в зоне углов возвышения менее 5° , использование в этой зоне экранирования антенн за счет конструкций транспортного средства (например, экранирование фюзеляжа, в перспективе возможно использование управляемых ДНА с установкой «0» в направлении помехопостановщика, улучшение обработки сигналов в приемнике, введение адаптивной фильтрации и др.).

– комплексирование приемника ГНСС с бортовой инерциальной навигационной системой (ИНС). Характеристики ИНС и ГНСС оптимально сочетаются для обеспечения устойчивости, и такие методы уже предусматриваются в авиации (AAIM и RAIM). Указанное комплексирование может стать основным методом для наиболее критичных применений на транспорте.

Возможный выигрыш в помехозащите, сокращения дальности подавления и вероятности реализации предлагаемых мер приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Возможные меры повышения устойчивости бортовой аппаратуры потребителя к радиотехническим помехам

	Меры помехозащиты	Возможный выигрыш по отношению к стандартным приемникам ГНСС, дБ	Возможный прирост стоимости по отношению к стандартным приемникам ГНСС, %	Примечания
1	Улучшение ДНА приемной антенны на малых углах возвышения	10-15	30	Реально, в гражданских системах потребителей
2	Управление ДНА, уменьшающее чувствительность в направлении источника помех	20-25	до 100	Эффективен только по одному помехопостановщику, требуется знание направления помехопостановки
3	Антенная решетка с поляризацией сигнала	10-15	до 50	Действует не во всех условиях применения
4	Улучшение обработки сигналов в приемнике	до 20	5-10	Требуются исследования по возможным методам и реализуемости
5	Комбинирование приемника ГНСС с ИНС	10-15	10-300	Стоимость определяется уровнем ИНС и имеет тенденцию к снижению
6	Использование двухчастотных приемников L1, L2	5	20-30	
7	Использование трехчастотных приемников	8	40-50	

Таблица 2. Оценка эффективности мер защиты при использовании ГНСС в локальной зоне при террористическом подавлении, использующем 50 Вт («базовый») передатчик

	Приемник	Прирост помехозащиты по отношению к базовому варианту, дБ	Дальность подавления от «базового» передатчика, км
1	Стандартный приемник GPS L1 или ГЛОНАСС L1	–	57,0
2	Приемник GPS L1 или ГЛОНАСС L1 с улучшенной ДНА на малых углах места	15	17,5
3	Приемник по п. 2, комплексированный с ИНС	10	10,0
4	Приемник по п. 3 с введенной частотой L2 (двухчастотный)	5	6,0
5	Приемник по п. 3 с введенными частотами L2 (L3) (трехчастотный)	8	4,1
6	Приемник по п. 4 и комплексированием GPS/ГЛОНАСС	5	3,3
7	Приемник по п. 5 с комплексированием GPS/ГЛОНАСС	5	2,2

К основным системным методам обеспечения устойчивости ГНСС в условиях помех относятся два:

– комбинированное использование нескольких созвездий ГНСС и переход на бортовые приемники, использующие многочастотные сигналы

ГНСС в диапазонах L1, L2 и L3(5). Этот метод может быть реализован после внедрения новых сигналов в созвездиях ГНСС;

– использование в качестве резервных средств навигации и контроля наземной структуры систем управления и безопасности движения.

Системы GPS и ГЛОНАСС при воздействии помех по боковым лепесткам по интегральным оценкам имеют близкие по значениям дальности подавления приемников, то есть приблизительно равную помехоустойчивость. Ввод новых гражданских сигналов L2 и L3(5) в GPS и ГЛОНАСС, а также комбинированное использование этих систем в случаях ограниченного подавления может дать выигрыш в противодействии помех за счет расширения используемой полосы частот навигационных сигналов.

Введение и использование второго частотного диапазона (L2) в созвездие GPS или ГЛОНАСС увеличивает помехозащищенность на 3 дБ, а одновременное использование трех диапазонов L1, L2 и L3(5) дает выигрыш в помехозащите в 5 дБ по сравнению с одночастотным вариантом системы.

Комбинированное использование созвездий (GPS/ГЛОНАСС) позволяет повысить помехозащищенность за счет расширения общего частотного диапазона ГНСС. Это повышение составляет 3 дБ по сравнению с одночастотным вариантом использования каждой системы. В целом, комбинированное использование GPS/ГЛОНАСС дает выигрыш в помехозащищенности в 5 дБ для потребителей, одновременно использующих две частоты каждой системы, и 8 дБ для потребителей, работающих на трех частотах. Практическая реализация указанных выигрышей требует разработки соответствующих алгоритмов и методов работы бортовой аппаратуры потребителей. Комбинированное использование созвездий ГНСС, наряду с использованием мер защиты в бортовой аппаратуре потребителей, может полностью исключить возможность энергетического подавления в варианте террористической угрозы, а также увеличить доступность ГНСС за счет увеличения числа используемых для навигации космических аппаратов, что позволит исключить из обработки сигналов зоны, пораженные помехами, и сохранить минимально необходимое число космических аппаратов (КА) для обеспечения качества решения навигационной задачи.

Кроме того, комбинированное использование созвездий целесообразно и по другим (не связанным с помехоустойчивостью) показателям — увеличению доступности и устойчивости к отказам спутниковых созвездий и наземной инфраструктуры.

Необходимость перехода на использование резервных навигационных средств и процедурных методов обеспечения безопасности обусловлена тем, что при противодействии даже террористической угрозе ГНСС не обеспечивается гарантированная вероятность сохранения навигации. При помеховой угрозе боевого типа, особенно с использованием

специальных видов помех — имитационных и комбинированных, ни один из возможных видов помехозащиты не будет эффективным. Поэтому переход на процедурные методы и наземные резервные системы обеспечения устойчивости систем безопасности транспортного комплекса будут единственным реальным способом парирования таких угроз.

2. Угроза возможности создания интеллектуальных помех

Имитационная (сигналоподобная) помеха приемникам спутниковых навигационных систем может дать следующие преимущества: резко (в 10 раз) сократить уровень излучаемых передатчиком помех мощности и тем самым значительно увеличить время действия террористического передатчика; обеспечить скрытность от средств радиотехнической разведки. Ее обнаружение сильно затруднено ввиду отсутствия различия в мощностях сигнала и создаваемой помехи. Эти два важных преимущества делают привлекательными такой вид помехи для террористического подавления.

Имитационная помеха потенциально может быть реализована в виде следующих технических вариантов: генераторная имитационная помеха; ретрансляционная имитационная помеха и «интеллектуальная» имитационная помеха.

Генераторная имитационная помеха может нарушить работу приемника пользователя в очень малой зоне пространства в пределах до 1–2 километров и поэтому для целей террористического подавления малоэффективна. Такой вид помехи дает ложную информацию в виде одного фиксированного положения и может быть использован только для радиотехнического прикрития (искажения реальных координат) объектов.

Ретрансляционная имитационная помеха имеет более широкую зону действия, чем генераторная, но также дает ложную информацию в районе фиксированного положения (точки расположения разведывательного приемника).

В технической реализации создание ретрансляционной помехи требует обеспечения высоких уровней развязки между приемником комплекса радиоэлектронной борьбы и передатчиком помехи (до 170 дБ). Для реализации такой развязки необходим пространственный разнос передатчика и приемника комплекса на десятки или сотни метров, их связь кабельной линией, а также использование специальных мер экранирования. Технические сложности, связанные в первую очередь с разносом элементов комплекса в пространстве, делают такую

схему подавления маловероятной для организации террористического подавления.

«Интеллектуальная» уводящая или перенацеливающая помеха имеет очень высокий уровень сложности реализации и ряд технических ограничений. Ее генерация требует точной информации о текущем положении цели и многоканальной (до 12 каналов) системы формирования имитационной информации. Указанные ограничения и технические сложности приводят к неперспективности такого вида помех для террористического или другого любого вида подавления приемников гражданских спутниковых применений.

Суммируя изложенное выше, был сделан следующий общий вывод.

В обозримой перспективе создание террористических средств имитационной помеховой угрозы для систем транспортной безопасности, ориентированных на использование спутниковых средств навигации, нереально. Поэтому имитационные помехи при решении задачи обеспечения устойчивости транспортного комплекса Российской Федерации в условиях преднамеренных помех в дальнейших работах можно не учитывать.

3. Средства выявления помех

Для обеспечения решения задачи парирования угрозы преднамеренных помех основным способом выявления факта помеховой угрозы является использование средств радиотехнической разведки. Указанные средства также должны обеспечить контроль радиотехнической обстановки и выявление непреднамеренных помех.

Проведенные оценки технических характеристик чувствительности, избирательности, достоверности и анализ возможности реализации этих характеристик подтвердили, что приемники радиотехнической разведки (РТР) диапазонов навигационных сигналов ГНСС могут использоваться как основное средство выявления всех видов естественных и преднамеренных электромагнитных помех (кроме имитационных). Использование таких приемников обеспечит подтверждение признака целостности навигационного сигнала непосредственно на входе приемника потребителя, а также обоснованный выбор действий экипажей транспортных средств в условиях помех и работу алгоритмов использования частотных диапазонов и навигационных созвездий при комбинированном применении систем ГЛОНАСС и GPS. Все это обеспечит повышение устойчивости систем безопасности движения в транспортном комплексе Российской Федерации.

Приемники РТР должны внедряться как в широкозонные системы мониторинга сигналов ГНСС, так и в локальные системы обеспечения безопасности транспортного движения: командно-диспетчерского пункта аэродромов, системы управления движением судов морского и речного транспорта при переходе на следующее поколение многосистемных и многочастотных средств спутниковой навигации.

Проведенные исследования также подтвердили, что информационный канал разведки радиотехнической обстановки с приемлемыми весами и габаритами (0,08–0,1 кг объемом 100–150 см³) может быть непосредственно реализован в составе навигационных приемников ГНСС. Такое решение в перспективе может оказаться наиболее эффективным, а автономные широкозонные и локальные станции РТР должны использоваться в основном в переходный период для оснащения необорудованных дифференциальными системами объектов для оповещения пользователей с невысокими требованиями по безопасности.

4. Выводы и предложения по результатам исследований

1. Преднамеренные помехи системам ГНСС являются реальной и вероятной угрозой, которая может нарушить нормальное функционирование транспортного комплекса Российской Федерации. Применение преднамеренных помех как враждебными стране внешними силами (боевое или сильное подавление), так и террористами (террористическая угроза) может привести к катастрофическим последствиям и значительным потерям для страны. Указанные угрозы реальны уже в настоящее время.

Поэтому необходимы организация и проведение работ по повышению устойчивости системы ГЛОНАСС и потребителей транспортного комплекса Российской Федерации к такого вида угрозе.

2. Первоочередными мерами противодействия постановки помех ГНСС являются меры по предупреждению возникновения помеховой угрозы. Для этого необходимо введение в локальных системах безопасности движения воздушного и водного транспорта и в региональных системах мониторинга ГНСС специальных средств (станций) радиотехнической разведки с функциями выявления факта подавления и обнаружения и локализации источников помех каналам ГНСС, а также введение канала РТР непосредственно в приемники пользователей ГНСС.

В проведенных исследованиях определены требования к указанным станциям РТР. Эти требования необходимо в ближайшее время уточнить и задать соответствующие ОКР в рамках ФЦП «Глобальная навигационная система».

3. Основным методами повышения устойчивости к террористическому радиоподавлению сигналов ГНСС в ближайшей и среднесрочной перспективе являются повышение помехоустойчивости бортовой аппаратуры потребителя. Для критических применений (гражданская авиация и водный транспорт) – это создание специальных диаграмм направленности приемных антенн, комплексирование приемника ГНСС и ИНС (внедрение методов RAIM и AAIM), а также улучшение обработки сигналов в приемнике. Указанные меры должны внедряться на основе анализа «стоимость-эффективность» бортовой аппаратуры потребителей.

На более отдаленную перспективу (после 2008 г.) основным методом повышения устойчивости ГНСС к террористической угрозе помех и в определенной мере к боевой (сильной) помеховой угрозе является комбинированное использование созвездий ГНСС.

4. Работа систем безопасности транспортно-го комплекса Российской Федерации в условиях боевого (сильного) подавления возможна только путем перехода на наземные резервные средства навигации и/или процедурные методы управления. Для обеспечения возможности функционирования транспортного комплекса в таких условиях должен быть определен состав резервных (наземных) средств и систем навигации и управления движением (УД), разработаны и внедрены процедурные методы обеспечения безопасности движения транспорта.

Необходимо продолжить технико-экономические исследования по обоснованию облика состава и сроков вывода из эксплуатации традиционных средств навигации и УД, разрабатываемых и находящихся в оперативном использовании в транспортном комплексе Российской Федерации.

5. В обозримой перспективе создание террористических средств имитационной помеховой угрозы для систем транспортной безопасности,

ориентированных на использование спутниковых средств навигации, представляется мало реальным.

6. Для обеспечения противодействия угрозам боевого, террористического помехового подавления целесообразно в рамках работ по ФЦП «Глобальная навигационная система», а также в соответствующих разделах подпрограмм «Гражданская авиация», «Единая система организации воздушного движения», «Морской транспорт», «Внутренний водный транспорт» ФЦП «Модернизация транспортной системы России (2002–2010 годы)»:

- организовать разработку и внедрение в приемники ГНСС пользователей и приемники дифференциальных станций каналов радиотехнической разведки помех сигналам ГНСС;

- организовать разработку и внедрение в системы мониторинга станций наблюдения за электронной обстановкой и радиотехнической разведки помех системам ГНСС;

- продолжить поиск экономически оправданных решений по созданию комплексированной спутниково-инерциальной бортовой аппаратуры потребителей и разработке алгоритмов функционирования комплексированной бортовой аппаратуры;

- провести работы по повышению характеристик антенных систем приемников ГНСС;

- разработать методы, критерии и алгоритмы работы бортовых и наземных систем, позволяющих выявить факты террористического и сильного подавления навигационных сигналов ГНСС, для осуществления перевода систем транспортной безопасности на резервные наземные средства и процедурные методы управления и контроля;

- разработать методы, критерии и алгоритмы комбинированного использования сигналов от нескольких созвездий применительно к разным видам транспортных операций с учетом их критичности и степени подверженности угрозам;

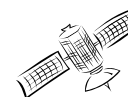
- продолжить исследования по определению рационального состава резервных наземных средств навигации для всех видов транспорта и определению возможных сроков их эксплуатации и планов их замены.

Литература

1. GPS Risk Assessment Study. Final Report. The Johns Hopkins University. Applied Physics Laboratory, 1999.
2. Оценка уязвимости инфраструктуры систем перевозок, опирающихся на глобальную навигационную систему. Национальный центр систем перевозок Д. Волпе, США, Заключительный отчет, 29.08.01.

3. Дятлов А.П., Дятлов П.А., Кульбикаян Б.Х.. Радиоэлектронная борьба со спутниковыми радиолокационными системами. Москва, «Радио и связь», 2004.

4. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Юдин Л.М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов управления оружием. Москва, «Радиотехника», 2003.



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АППАРАТУРЫ СНС ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ¹

Е.Г. Харин, И.А. Копылов, В.Г. Поликарпов, В.А. Копелович

В последние годы в летных испытаниях летательных аппаратов нашел широкое применение комплекс бортовых траекторных измерений (КБТИ). Легкосъемный малогабаритный комплекс производит регистрацию информации бортовых систем, определение траекторных параметров самолета на основе измерений СНС, синхронизацию информации бортовых систем и траекторных параметров. КБТИ используется для решения целого набора разных задач по оцениванию характеристик самолета и его бортового оборудования.

USING GPS TECHNOLOGIES IN AIRCRAFT FLIGHT TESTS

E. Kharin, I. Kopylov, V. Polikarpov, V. Kopelovich

In the recent years an airborne trajectory measurement complex (ATMC) has been widely used in aircraft flight tests. This small-dimension plug-in unit records the airborne system data, determines the aircraft (a/c) trajectory parameters from SNS measurements, synchronizes airborne system data to the trajectory parameters. The AMTS is used to solve a set of various tasks on the evaluation of a/c characteristics and airborne equipment performance.

1. Назначение комплекса бортовых траекторных измерений

В середине 90-х годов в Летно-исследовательском институте им. М.М. Громова разработан легкоъемный малогабаритный комплекс бортовых траекторных измерений (КБТИ) [1, 2]. Комплекс используется при проведении летных испытаний летательных аппаратов (ЛА) и предназначен для определения траекторных параметров ЛА и регистрации параметров бортовых систем. Определение траекторных параметров происходит на основе сигналов аппаратуры спутниковых навигационных систем (СНС) и комплексной обработки информации СНС и бортовой инерциальной навигационной системы (ИНС). В КБТИ предусмотрена автоматическая синхронизация параметров бортовых систем и траекторных параметров ЛА. При обновлении и регистрации параметров систем пилотажно-навигационного комплекса в КБТИ формируется значение Гринвичского времени, которое используется для оценки точностных характеристик испытываемого навигационного оборудования. КБТИ прошел наземные и летные государственные испытания.

2. Определение траекторных параметров ЛА

Одна из основных задач аппаратуры КБТИ – формирование значений траекторными параметрами ЛА в процессе летных испытаний. Траекторные параметры должны быть получены на протяжении всего полета от взлета до посадки. В зависимости от решаемой задачи траекторные параметры ЛА формируются с помощью данных:

- автономного (стандартного) режима работы СНС;
- дифференциального режима СНС по кодовым измерениям;
- комплексной обработки информации (КОИ) СНС и ИНС;
- дифференциального режима СНС по фазовым измерениям.

В КБТИ встроен приемник СНС, информация которого, включающая «сырые» кодовые измерения и вычисленные в приемнике навигационные параметры его антенны, регистрируется в КБТИ с частотой 1 Гц. Данные автономного режима работы СНС принимаются в качестве действительных значений параметров ЛА при оперативном оценива-

¹ Доклад на научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», Москва, 27 июня 2006 г.
 Е.Г. Харин – д.т.н., проф., начальник отделения ФГУП «Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова», г. Жуковский МО
 И.А. Копылов – к.ф.-м.н., с.н.с., ведущий научный сотрудник ФГУП «Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова», г. Жуковский МО
 В.Г. Поликарпов – начальник сектора ФГУП «Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова», г. Жуковский МО
 В.А. Копелович – зам. начальника отделения ФГУП «Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова», г. Жуковский МО

нии бортовых навигационных систем оператором, находящемся на борту ЛА во время полета. Оценка работы бортовых навигационных систем в маршрутных полетах на больших удалениях от размещения наземной базовой контрольно-корректирующей станции также осуществляется на основе данных автономного режима работы СНС.

Для получения данных дифференциального режима СНС вблизи проведения летных испытаний ЛА размещается базовая контрольно-корректирующая станция (БКС). Антенна приемника СНС из состава БКС устанавливается в точке с известными геодезическими координатами. Во время полета данные приемника СНС накапливаются в ПЭВМ БКС. В послеполетной обработке по информации приемников СНС в бортовом блоке КБТИ и наземной БКС формируются траекторные параметры ЛА на основе дифференциального режима работы аппаратуры СНС.

Данные дифференциального режима СНС формируются с частотой 1 Гц. На участках полета маневренного самолета с большими значениями углов крена и тангажа возникает затенение антенны приемника СНС из состава КБТИ фюзеляжем самолета. Количество видимых спутников при этом уменьшается, и информации может стать недостаточно для формирования данных дифференциального режима СНС. Для восстановления траекторных параметров ЛА в периоды пропадания данных дифференциального режима СНС, а также для получения траекторных параметров с частотой более 1 Гц производится комплексная обработка информации СНС и ИНС. Данные бортовой ИНС регистрируются в КБТИ с необходимой частотой. С помощью КОИ траекторные параметры ЛА формируются в требуемые моменты времени. Точность параметров КОИ соответствует точности данных дифференциального режима СНС. В результате КОИ определяются также значения истинного курса ЛА. Для формирования данных дифференциального режима работы СНС и КОИ по материалам КБТИ разработано специальное программно-математическое обеспечение.

Для решения ряда задач в летных испытаниях ЛА точности данных дифференциального режима СНС по кодовым измерениям недостаточно. Например, для оценивания высоты радиовысотомера на малых высотах полета погрешность определения действительных значений высоты самолета не должна превышать 0,5 м. Чтобы обеспечить требуемую точность измерений, на борт самолета и на наземный БКС устанавливаются приемники СНС, производящие фазовые измерения. Информация бортового приемника СНС регистрируется в КБТИ.

В послеполетной обработке вычисляются данные дифференциального режима СНС по фазовым измерениям. Погрешность определения координат при этом не превышает нескольких десятков см.

3. Характеристики погрешности траекторных параметров КБТИ

Точность параметров автономного режима работы СНС зависит от количества видимых спутников и их геометрического расположения. Если полет ЛА проходит с малыми по абсолютной величине углами крена и тангажа (не более 30°), то с вероятностью 0,95 погрешность по каждой из трех координат не превышает 20 м, погрешность по каждой составляющей вектора скорости – 0,2 м/с. Точность и надежность определения траекторных параметров на основе дифференциального режима работы аппаратуры СНС по сравнению с автономным режимом возрастает. Погрешность координат дифференциального режима СНС с вероятностью 0,95 не превышает 5 м, погрешность определения скорости ЛА – 0,1 м/с. Статистические характеристики комплексной обработки информации СНС и ИНС совпадают с соответствующими характеристиками дифференциального режима СНС. Значения истинного курса ЛА определяются КОИ с погрешностью, не превышающей 5 угловых минут. При использовании дифференциального режима СНС по фазовым измерениям погрешность определения координат ЛА уменьшается по сравнению с дифференциальным режимом СНС по кодовым измерениям примерно на десятичный порядок.

4. Задачи, решаемые с помощью КБТИ

Спектр задач, решаемый с помощью КБТИ в летных испытаниях тяжелых и маневренных ЛА, достаточно широкий. С появлением аппаратуры КБТИ в летных испытаниях изменилась технология оценивания бортовых навигационных систем и характеристик как тяжелых, так и маневренных ЛА. С помощью КБТИ при проведении летных испытаний ЛА решаются следующие задачи:

- оценивание функционирования и точностных характеристик вычислительной системы самолетоуправления;
- оценивание инерциальных навигационных систем;
- оценивание приемников СНС;
- оценивание радиотехнических систем посадки и системы автоматического управления;
- оценивание навигационных радиотехнических систем;

- оценивание взлетно-посадочных характеристик ЛА;
- определение поправок высотно-скоростных параметров;
- оценивание систем раннего предупреждения близости земли;
- определение точностных характеристик локатора;
- оценивание шума на местности;
- оценивание выполнения полета по схемам маневрирования при взлете и посадке ЛА и др.

Использование аппаратуры КБТИ позволило решить целый ряд задач, возникающих в процессе летных испытаний ЛА, в которых требуется определение траекторных параметров ЛА и оценивание параметров бортовых систем.

5. Оценивание точностных характеристик радиолокационного комплекса (РЛПК)

В качестве примера использования КБТИ рассмотрим оценивание точностных характеристик радиолокационного комплекса (РЛПК). Большинство современных маневренных самолетов оснащено радиолокационными комплексами. РЛПК может работать по воздушным и наземным целям. Расстояние до цели может достигать 100 и более километров. Так как относительная скорость приближения воздушной цели может принимать значения 500 м/с и более, оценка точностных характеристик прямыми методами представляет собой сложную задачу. Применение КБТИ позволяет получить параметры, значения которых можно принять за действительные при оценивании относительных координат цели, выдаваемых РЛПК.

При работе РЛПК с воздушными целями выходными параметрами являются:

- дальность до цели D ;
- относительная скорость цели $V = dD/dT$;
- азимут цели α_L ;
- угол места цели α_M .

Для оценки точностных характеристик выдаваемых параметров прямыми методами необходимо сформировать их действительные значения. Для получения действительных значений оцениваемых параметров на каждый момент обновления параметров РЛПК достаточно иметь значения геодезических координат каждо-

го из двух самолетов и значения их скоростей. На каждом из двух самолетов, участвующих в летных испытаниях – самолете с РЛПК и самолете-цели – устанавливается блок КБТИ. В каждый момент поступления параметров РЛПК в блок КБТИ в нем определяется соответствующее значение Гринвичского времени, которое регистрируется на диске КБТИ вместе с информацией РЛПК. В послеполетной обработке материалов летных испытаний формируются траекторные параметры дифференциального режима СНС для каждого из самолетов: геодезические координаты и составляющие вектора скорости. С помощью комплексной обработки информации СНС и ИНС траекторные параметры самолетов вычисляются на моменты обновления параметров РЛПК. На основании полученных траекторных данных вычисляются дальность цели, скорость сближения самолетов, углы азимута и места цели. При оценивании погрешностей параметров РЛПК вычисленные параметры принимаются за действительные. Получаемые значения погрешностей заносятся в базу данных. В соответствии с методикой оценивания по информации из базы данных за все полеты вычисляются статистические оценки параметров распределения погрешностей РЛПК.

На рисунке 1 показана погрешность dD дальности РЛПК до цели в зависимости от относительного расстояния между самолетами. Самолеты двигались навстречу друг другу со скоростью сближения порядка 500 м/с. В поведении погрешности дальности заметен линейный тренд, случайные отклонения от которого не превышают величины 20 – 30 м. На удалении 60 км среднее значение погрешности составляет 50 м. По мере сближения самолетов среднее значение погрешности уменьшается, и на удалении 5 км среднее значение погрешности близко к 0.

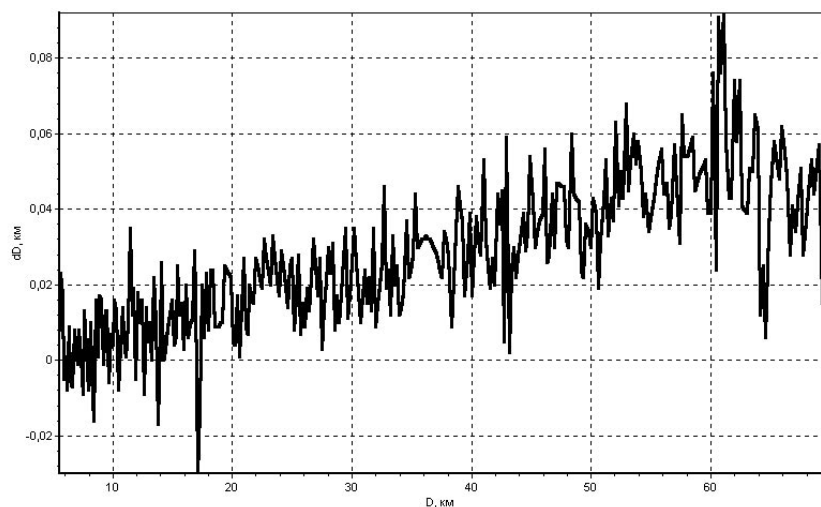


Рис. 1. Погрешность РЛПК по дальности в зависимости от расстояния между самолетами

6. Применение КБТИ

КБТИ нашел широкое применение при испытаниях авиационной техники. Аппаратура КБТИ обеспечила регистрацию параметров бортовых навигационных систем и определение траекторных параметров:

– свыше 3000 испытательных полетов маневренных опытных самолетов (Су-30МКИ, Су-30ММК, Су-27ИБ, Су-27СМ, Су-25СМ, Су-33, С-37, МиГ-29СМТ);

– свыше 3000 испытательных полетов на тяжелых опытных самолетах (Ан-70, Ан-140, Ан-225; Ил-96Т, Ил-76МД, Ил-76МФ; Ту-214, Ту-334; Бе-200; «Гжель»);

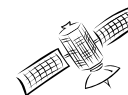
– 12 испытательных полетов вертолета «Ансат».

Использование КБТИ позволило существенно снизить затраты на проведение летных испытаний ЛА и сократить сроки проведения испытаний и обработки материалов летных испытаний.

Литература.

1. Патент №2116666 на изобретение: «Комплекс бортовых траекторных измерений». Патент РФ № 2116666, 27.07.98 г., заявка № 95117763 от 18.10.95 г., патентообладатель – ЛИИ им. М.М. Громова.

2. Копылов И.А., Харин Е.Г., Поликарпов В.Г., Калинин Ю.И. Комплекс бортовых траекторных измерений. Патент на полезную модель № 31663 от 2 декабря 2002 г.



ОЦЕНКА РАБОЧИХ ЗОН ПРОЕКТИРУЕМОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ПОДСИСТЕМЫ ГНСС НА БАЗЕ ПЕРЕДАЮЩИХ СТАНЦИЙ ИФРНС «ЧАЙКА»

С.П. Зарубин, В.Н. Ляшко¹, В.М. Царев

Рассмотрена проектируемая региональная дифференциальная подсистема (РДП) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) на базе российских передающих станций ИФРНС «Чайка» на Дальнем Востоке. С помощью математической модели, учитывающей свойства подстилающей поверхности, мощность и форму излучаемых сигналов, уровень атмосферных шумов и перекрестных помех, получены оценки рабочих зон РДП для различных вариантов кодирования информации и типов приемников.

COVERAGE AREA EVALUATION OF THE DESIGNED GNSS REGIONAL DIFFERENTIAL SYSTEM BASED ON THE TRANSMITTER STATIONS OF THE CHAYKA PULSE-PHASE RNS

S.P. Zarubin, V.N. Liashko, V.M. Tsarev

The paper considers the GNSS Regional Differential Subsystem under development based on the Russian transmitter stations of the Chayka Pulse-Phase RNS in the Far East. Coverage areas have been evaluated based on a mathematical model taking into consideration surface features, transmitted power and pulse shapes, atmospheric noise levels and cross-interference for various receiver types and codes.

Реализация технологии EUROFIX в Западной Европе [1] и некоторых других странах, успешное воплощение в жизнь концепции улучшенного Лорана (eLoran) в США, модернизация аппаратуры передающих станций ИФРНС «Чайка» в России, направленная на интеграцию наземных и глобальных навигационных спутниковых систем, создание технологичной аппаратуры потребителя, способной принимать и совместно обрабатывать сигналы ИФРНС и ГНСС – все это свидетельствует об усилении роли наземных радионавигационных систем (РНС) дальнего действия в современном навигационном обеспечении.

Одним из важнейших направлений модернизации ИФРНС «Чайка» является расширение функциональных возможностей передающих станций за счет создания собственного информационного канала, который может использоваться для передачи дифференциальных поправок к сигналам ГНСС и ИФРНС, а также другой оперативной информации. В целях интеграции с ГНСС и реализации информационного канала на первом этапе модернизации на передающих станциях Дальневосточной цепи ИФРНС

«Чайка» установлены новые комплексы аппаратуры управления и синхронизации, обеспечивающие:

- возможность дискретной трех- или пятиуровневой модуляции временного положения радиоимпульсов навигационного пакета с изменяемой величиной дискрета;
- работу станций на двух навигационных периодах (совмещенный режим);
- синхронизацию моментов излучения станций по меткам внешней временной шкалы, в качестве которой может быть использована шкала времени ГЛОНАСС или GPS.

На втором этапе модернизации, который планируется завершить до 2009 года, в состав аппаратуры Дальневосточной цепи ИФРНС «Чайка» будут введены контрольно-корректирующие станции (ККС) ГНСС, которые обеспечат формирование и кодирование контрольно-корректирующей информации к сигналам ГНСС, а также формирование сигналов, обеспечивающих привязку временной шкалы станции к шкале времени ГНСС ГЛОНАСС или GPS. Организация информационного канала в ИФРНС «Чайка» и использование его для переда-

¹ С.П. Зарубин – нач. лаборатории ОАО «РИРВ»
В.Н. Ляшко – ведущий инженер ОАО «РИРВ»

чи дифференциальных поправок к сигналам ГНСС позволит потребителям повысить точность определения координат до 3–5 метров на удалениях свыше 500 км от станции ИФРНС, передающей поправки.

Дифференциальные поправки к сигналам ГНСС будут излучать четыре станции Восточной цепи ИФРНС «Чайка», расположенные вблизи городов Александровск, Охотск, Петропавловск-Камчатский и Уссурийск. Рабочая зона РДП, рассчитанная с учетом свойств подстилающей поверхности, мощности излучения передающих станций и отношения сигнал/шум, требуемого для обеспечения вероятности правильного приема не ниже 0,999, приведена на рисунке 1.



Рис. 1. Расчетная рабочая зона региональной дифференциальной подсистемы ГНСС на базе четырех станций Восточной цепи ИФРНС «Чайка» (без учета влияния перекрестных помех)

Однако для более точной оценки границ рабочей зоны РДП необходимо учитывать влияние станций соседних цепей ИФРНС, работающих на других навигационных периодах и создающих так называемые перекрестные помехи, препятствующие правильному приему сообщений.

Для защиты передаваемой информации от мешающих воздействий применяются циклические и блочные корректирующие коды, с помощью которых на приемном конце можно частично или полностью восстановить сообщения, искаженные атмосферным шумом и помехами. Увеличение длины корректирующего кода повышает помехозащищенность канала, но заметно снижает эффективную скорость передачи данных. Так, в системе EUROFIX длина корректирующего кода в два раза превышает длину сообщения с дифференциальными поправками, в результате чего эффективная скорость передачи данных составляет от 19 до 47 бит/с в зависимости от периода повторения пакетов навигационных радиоимпульсов.

Специалистами РИРВ был предложен и обоснован другой вариант кодирования сообщений с

дифференциальными поправками [2-5], позволяющий почти в два раза увеличить эффективную скорость передачи данных по сравнению с EUROFIX. При этом в отличие от EUROFIX отношение длины корректирующего кода к длине сообщения с дифференциальными поправками составляет 0,75 (в EUROFIX – 2,0), максимальный временной сдвиг радиоимпульсов в навигационном пакете составляет не 1,0 мкс, а 1,5 мкс, что приводит к эквивалентному снижению уровня мощности сигнала, используемого для навигационных определений, не более чем на 1,72 дБ. Условное обозначение предложенного кода, используемое далее – [8,3], где первая цифра в скобках означает количество навигационных пакетов, требуемых для передачи сообщения с дифференциальными поправками по одному спутнику, вторая – количество исправляемых ошибок.

Для уточнения границ рабочих зон региональных дифференциальных подсистем при различных вариантах кодирования в РИРВ разработана математическая модель РДП, имитирующая на заданных временных интервалах сигналы станций ИФРНС, передающих поправки, и станций ИФРНС, создающих перекрестные помехи. Модель позволяет оценить вероятность правильного приема сообщений и некоторые другие характеристики информационного канала в условиях воздействия атмосферных шумов

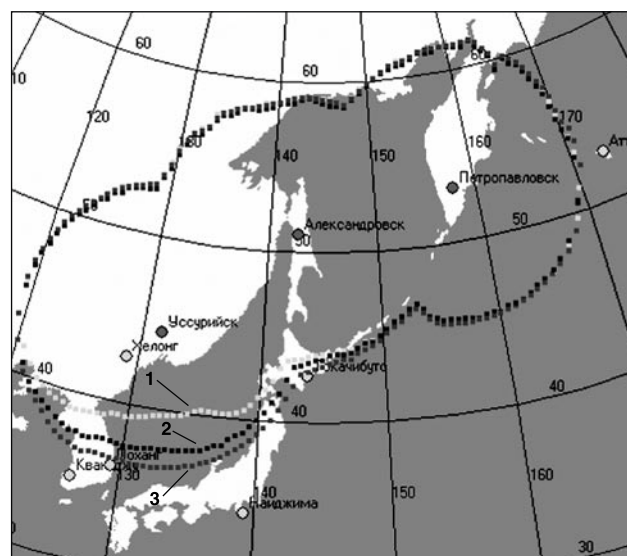


Рис. 2. Рабочие зоны Дальневосточной РДП, в пределах которых обеспечивается вероятность правильного приема сообщений не ниже 0,999.

Вариант кодирования сообщений EUROFIX:

- линия фиолетового цвета (1) – корреляционный приемник;
- линия зеленого цвета (2) – квадратурный приемник;
- линия красного цвета (3) – граница отношения сигнал/шум=5 (перекрестные помехи не учитываются).

и перекрестных помех с учетом формы радиоимпульсов, излучаемых передающими станциями, и типа приемника – квадратурного или корреляционного.

На рисунке 2 приведены полученные на математической модели рабочие зоны Дальневосточной РДП (в составе трех станций – Петропавловск-Камчатский, Александровск-Сахалинский и Уссурийск), в пределах которых обеспечивается вероятность правильного приема сообщений не ниже 0,999. Зоны соответствуют варианту кодирования EUROFIX при использовании корреляционного и квадратурного приемника.

Как видно из рисунка 2, при наличии достаточно сильных перекрестных помех, создаваемых станциями Хелонг, Кванджу, Поханг, Наиджима, Токатибуто, рабочая зона заметно уменьшается. При этом, как показало моделирование, при использовании квадратурного приемника она несколько больше, чем при использовании приемника корреляционного типа. Вдали от мешающих станций предпочтительнее использовать корреляционный приемник.

На рисунках 3 и 4 сравниваются рабочие зоны для квадратурного приемника, ограниченные вероятностью правильного приема 0,9 и 0,999, при различных вариантах кодирования сообщений (EUROFIX и код [8,3]).

Как видно из рисунка 3, вдали от мешающих станций код [8,3] обеспечивает большую рабочую

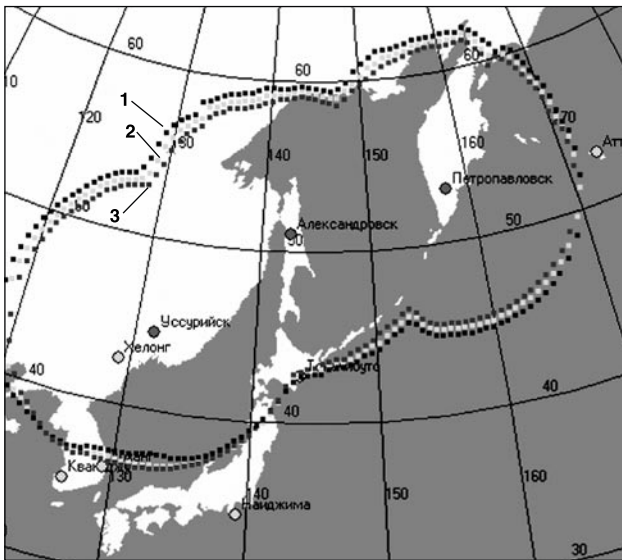


Рис. 3. Рабочие зоны Дальневосточной РДП, в которых при различных вариантах кодирования и использовании квадратурного приемника обеспечивается вероятность правильного приема сообщений 0,9:

- линия зеленого цвета (1) – код [8,3];
- линия фиолетового цвета (2) – код EUROFIX;
- линия красного цвета (3) – граница отношения сигнал/шум=5 (перекрестные помехи не учитываются).

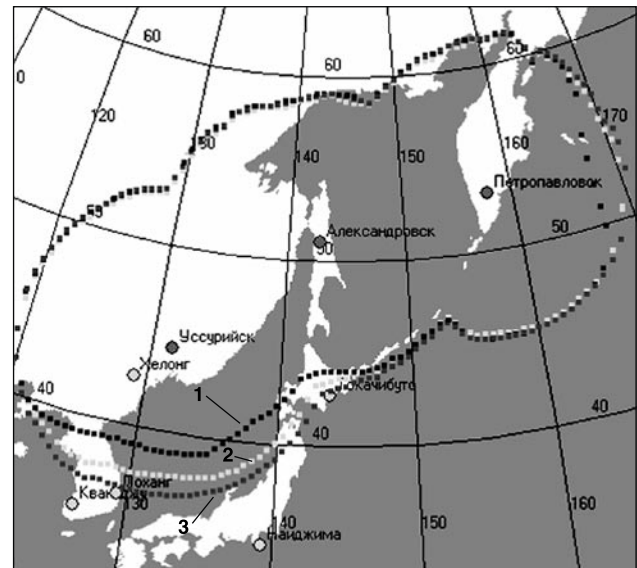


Рис. 4. Рабочие зоны Дальневосточной РДП, в которых при различных вариантах кодирования и использовании квадратурного приемника обеспечивается вероятность правильного приема сообщений не ниже 0,999:

- линия зеленого цвета (1) – код [8,3];
- линия фиолетового цвета (2) – код EUROFIX;
- линия красного цвета (3) – граница отношения сигнал/шум=5 (перекрестные помехи не учитываются).

зону, чем код EUROFIX. Вблизи мешающих станций преимущество имеет система кодирования EUROFIX.

Однако при передаче постоянно обновляемых дифференциальных поправок более важной характеристикой информационного канала, на наш взгляд, является не вероятность правильного приема, а производительность системы кодирования.

Производительность системы кодирования ПР определяется выражением:

$$ПР \cong 30 \cdot P \cdot \frac{N_{cn}}{L}$$

где P – вероятность правильного декодирования;
 N_{cn} – количество спутников в сообщении;
 L – длина сообщения в навигационных пакетах;
 30 – нормировочный коэффициент, при котором при $P=1$ производительность кода EUROFIX равна 1.

Потеря части поправок из-за атмосферного шума и перекрестных помех при использовании короткого корректирующего кода [8, 3] восполняется скоростью передачи, которая почти в два раза выше, чем в EUROFIX.

Рабочие зоны, соответствующие равным производительностям систем кодирования [8,3] и EUROFIX, приведены на рис. 5.

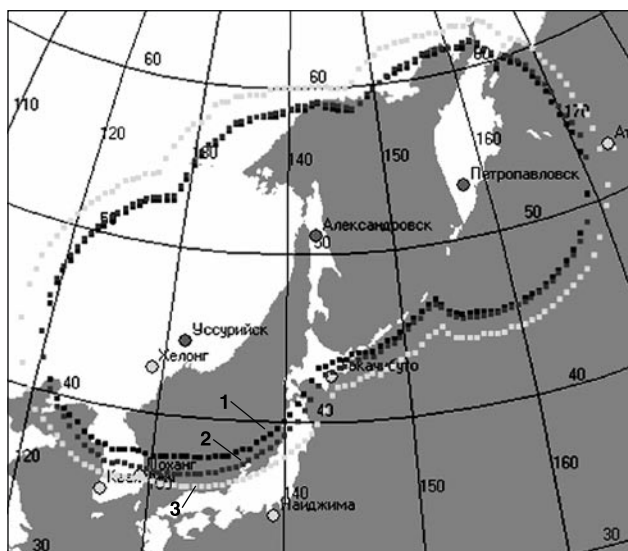


Рис. 5. Рабочие зоны Дальневосточной РДП, ограниченные линиями равной производительности, при использовании разных систем кодирования:

- линия фиолетового цвета (3) – код [8, 3];
- линия зеленого цвета (1) – код EUROFIX;
- линия красного цвета (2) – граница отношения сигнал/шум=5.

Из рисунка 5 следует, что код [8,3] за счет высокой скорости передачи обеспечивает при той же производительности, что у кода EUROFIX, существенное увеличение рабочей зоны. Однако следует отметить, что использование коротких корректирующих кодов повышает вероятность ложного декодирования.

Математическое моделирование показывает, что на границе рабочей зоны для предлагаемого к использованию короткого корректирующего кода [8,3], вероятность ложного декодирования не пре-

Литература

1. Van Willigen D. EUROFIX, The Journal of Navigation, 1989, vol.42, p.375-381.
2. Ляшко В.Н., Малоков С.Н. Использование сигнала ИФРНС для реализации дифференциальной подсистемы СРНС. Сб. трудов НТК ГосНИНГИ «НО-98», 1998.
3. Аргунов А.Д., Бабайкин Б.Ф., Ляшко В.Н., Малоков С.Н. Система передачи информации, использующая навигационный сигнал ИФРНС. Сб. трудов НТК «Глобальное планирование навигации», Интернавигация, 2000.

высит $9,28 \cdot 10^{-5}$, а среднее число ложных декодирований за сутки относительно невелико и составит не более 8.

Выводы

1. Одним из важных направлений развития ИФРНС «Чайка» является создание информационного канала для передачи дифференциальных поправок к сигналам ГНСС и другой оперативной информации в формате собственного навигационного сигнала.

2. Разработанная в РИРВ математическая модель региональных дифференциальных подсистем позволяет оценивать характеристики информационного канала ИФРНС и определять границы рабочих зон подсистем в условиях воздействия атмосферного шума и перекрестных помех при различных вариантах кодирования информации для корреляционного и квадратурного приемников.

3. В той части рабочей зоны РДП, где влияние перекрестных помех невелико, целесообразно использовать приемник корреляционного типа. Вблизи от передающих станций, создающих перекрестные помехи, рабочая зона у квадратурного приемника существенно больше, чем у корреляционного.

4. Короткий корректирующий код обеспечивает высокую производительность системы передачи, что обеспечивает расширение рабочей зоны РДП по сравнению с системой передачи EUROFIX. При выборе системы кодирования необходимо учитывать, что использование короткого корректирующего кода приводит к увеличению числа ложных декодирований.

4. Басс В.И., Зарубин С.П., Кичигин В.А. и др. Реализация интегрированной информационной радионавигационной системы с использованием передающих станций ИФРНС «Чайка» и результаты экспериментальных исследований информационного канала ИФРНС // Международная конференция «Интернавигация-2000», Москва, 9-11 октября 2000 г.
5. Материалы технического проекта ОКР «Чайка-СНС», ОАО «Российский институт радионавигации и времени», Санкт-Петербург, 2004.

Послесловие редакции

Редакция приносит извинения за невозможность по техническим причинам передачи цветов в рисунках статьи и выражает надежду на то, что это не сделало невозможным восприятие материала.



ЖУРНАЛ GPS WORLD ИЮЛЬ 2006 г.

GPS WORLD JULY 2006

Раздел «Системы» этого выпуска журнала открывается заметкой под заголовком «Задержка с GPS III и большие дебаты по целостности». В ней речь идет о задержке работ по программе GPS III, вызывающей озабоченность среди предприятий этой отрасли, но не подтвержденной официально. Участники июньских заседаний органов стратегического планирования и координации хранят молчание. Такая ситуация прогнозировалась заранее, так как финансирование регулярно сокращалось и сместилось с 2002–2009 годов на период 2006–2013 годов. В настоящее время основные игроки – фирма Boeing Corp. и др. – должны нести большие расходы, чтобы сохранить свои коллективы. Кроме того, программа GPS III не может рассматриваться отдельно без учета планов по IIR-M и IIF. Их графики также сдвигаются вправо. Из трех запланированных на 2006 г. запусков IIR-M в плане остался один на сентябрь. Одна из версий таких изменений планов заключается в том, что ВВС не спеша приобретают более новое космическое оборудование и, кроме того, работающие на орбите спутники оказались более надежными, чем рассчитывалось первоначально. Поэтому экономятся средства на замену спутников, а новые спутники, подготовленные к запуску, остаются в ангарах. При этом все сходится во мнении, что система GPS III вполне реальна, но появится намного позже ожидаемых сроков. Решаются вопросы, сколько новых качеств в них будет заложено и можно ли будет одновременно запускать по два спутника, как было рекомендовано в докладе по GPS специальной группы Министерства обороны в начале этого года. Рассматривается вопрос введения контроля целостности не только военных, но и гражданских сигналов. Однако для этого в сигнале GPS недостаточна полоса передачи информации (в сигнале Галилео частота передачи данных больше в два раза), есть проблемы с временем тревоги и, к тому же, целостность стоит очень дорого.

В заметке «Сигнал L1C единой структуры GPS/Галилео» сообщается, что на веб-сайте Офиса объединенных программ GPS опубликованы Интерфейсные спецификации, в которых определены характеристики сигнала открытого доступа GPS только для гражданского сигнала L1 (L1C). США работают с Японией и Европейским Союзом над

обеспечением совместимости сигналов GPS, японской системы QZSS и Галилео. Сигнал L1C будут излучать спутники GPS III, однако их запуск отложен примерно до 2013 г. Этим будет завершена модернизация GPS и обеспечена совместимость со всеми легитимными сигналами GPS и сигналом открытой службы Галилео. Опубликованные на сайте спецификации явились плодом трудов международных потребителей и акционеров, они предложены для комментариев и анализа.

Заметка «Быстрый взгляд на ИКД Галилео» Э. Браун, президента компании, специализирующейся на разработке аппаратуры и программного обеспечения GPS, анализирует Интерфейсный контрольный документ сигнала открытой службы Галилео. Вопрос сформулирован таким образом: достаточно ли информации содержится в ИКД для неевропейских разработчиков аппаратуры? По мнению автора, уровень детализации достаточен для разработки приемника Галилео. Однако документ содержит предупреждение о том, что информация в нем может подвергаться изменениям, поэтому разрабатываемые приемники должны иметь перестраиваемую конфигурацию и адаптируемую архитектуру. В документе описан формат навигационного сообщения свободного доступа (F/NAV) сигналов E5a и формат навигационного сообщения о целостности сигналов E5b и E1-B (I/NAV). Эти сообщения включают информацию по эфемеридам, необходимую для выполнения основных функций навигации. В ИКД отсутствуют определения режима тревоги (I/NAV) и формата сообщения коммерческой навигации (C/NAV). Без сомнения, они будут опубликованы позже. В формате сообщения Галилео включена поправка на разницу времени Галилео – GPS. Отдельные спутники Галилео будут идентифицироваться по приписанным номерам первичного и вторичного кодов, которые будут опубликованы позже. Располагая такой информацией, разработчики во всем мире могут приступать к созданию приемников ГНСС следующего поколения. В документе особо подчеркивается запрещение использовать информацию в коммерческих целях: продукция с использованием кодов Галилео подлежит лицензированию. По мнению автора статьи, время покажет, много ли предприятий захотят работать в таких жестких условиях.

В рубрике «Инновации» вниманию читателей предложена статья под заголовком «GPS+ Лоран-С». Не все пользователи отдают себе отчет в том, что при возникновении проблем с доступностью сигнала GPS функции местоопределения, навигации и определения времени должны выпол-

няться с помощью некоторой резервной системы. По мнению специалистов, эти функции должны осуществляться интегрированными системами. Центр национальных транспортных систем Волпе при Министерстве транспорта США разработал и внедрил системы поиска и сопровождения судов и в настоящее время работает над применением этого решения для сопровождения наземных транспортных средств в условиях города. Информацию о координатах и времени система получает от GPS, e-Лоран и устройств счисления пути. В статье описаны конструкция и применения комплексной системы слежения GPS/LORAN/DR и представлены результаты оценки рабочих характеристик в условиях Нью-Йорка. Аппаратура генерирует выходные данные в текстовом формате. В использованной конфигурации сравниваются рабочие характеристики нескольких систем и много наборов полезных выходных данных по координатам, каждый из которых предлагает свою «идею» местонахождения мобильной испытательной лаборатории. Основу этой системы составляет комплекс GPS/Лоран и аппаратура счисления пути. Полученные результаты свидетельствуют о том, что «e-Лоран» (enhanced Loran) может стать эффективным резервным средством для GPS во многих районах Нью-Йорка, включая открытые туннели и улицы с высотной застройкой, где GPS функционирует плохо.

В заметке «Преимущество в воздухе: надежное соединение блоков инерциальных измерений в меняющейся воздушной обстановке» рассказано о создании твердотельной навигационной системы GPS для небольших пилотируемых и беспилотных самолетов, точность и надежность которой соответствует показателям более дорогостоящих и крупногабаритных систем. Система датчиков NAV420, элементы сбора данных и алгоритмы калмановской фильтрации позволяют малой авиации легко выполнять самые разнообразные задачи примерно за десятую часть затрат, которые делаются при создании большинства тактических инерциальных систем навигации.

Автор заметки «Следующий большой рынок» рассказывает об опросе, проведенном в ходе Европейской навигационной конференции 2006 года в Манчестере (Великобритания) под лозунгом «Какова ваша позиция?». Опрос позволил ознакомиться с мнением примерно 200 профессиональных работников в области ГНСС. Предлагалось оценить, какая область рынка изделий ГНСС будет развиваться сильнее всего до 2015 г. и какие из создаваемых служб ГНСС окажут самое сильное влияние на рынок. Почти 60% респондентов предсказывают

быстрый рост рынка изделий и услуг ГНСС. К 2015 г. Азия рассматривается как самый большой рынок, на котором только Китай по прогнозам займет 38%. Примерно половина респондентов сочла открытую службу Галилео большим прорывом в области ГНСС. Однако респонденты за пределами Европы оценили новые службы GPS намного выше, чем Галилео. Нужно отметить, что общественно регулируемая служба Галилео (PRS) собрала менее 5% голосов. Предлагалось также оценить наиболее существенные препятствия, которые предсказываются на пути создания ГНСС. 36% опрошенных считают главным препятствием стоимость приемной аппаратуры. Около 20% ответов указывают на озабоченность уязвимостью ГНСС, организационные и управленческие проблемы.

Статья «Снижение мощности: достижение малого энергопотребления при определениях места в сотовых телефонах» посвящена проблеме, связанной с широким распространением в ближайшем будущем службы локализации на базе мобильных телефонов. Для успешного развертывания служб локализации необходимо снизить до минимума потребление мощности на местоопределение, так как непрерывное слежение сокращает срок службы батареек сотовых телефонов. В статье описывается разработка ВЧ блока с низким потреблением тока и минимальным активным периодом приема сигналов и создание интеллектуального уровня взаимодействия с GPS, который будет определять, насколько вероятен или необходим режим низкой энергетике при местоопределении.

В статье «Технологии GPS в общественных делах» рассказывается о политике Федерального агентства по чрезвычайным ситуациям США в вопросах борьбы с последствиями ураганов. В частности, по результатам анализа последствий урагана Катрина принято решение об установке систем GPS «на каждом транспортном средстве, которое выходит с наших складов». Практически все наземные транспортные средства с грузом на борту будут в реальном времени сопровождаться по карте. Совершенно другая область применения техники GPS — это поиск домашних животных, потерявшихся во время урагана Катрина. Такой поиск организовали волонтеры в районе Нового Орлеана. Третье сообщение касается оснащения специальными устройствами GPS слепых. Ряд фирм разработал приемники и мобильные телефоны с речевой связью или наборным полем с азбукой Брейля для ввода команд на поиск конкретных адресов для обслуживания слепых.

**АВГУСТ 2006 г.
AUGUST 2006**

Журнал открывается редакционной статьей под заголовком «В чем идея». Мы живем в мире идей. Глобальное местоположение, навигация и определение времени с помощью спутников являются великой идеей. Вокруг возникают и другие идеи. Например, в Японии пользователь сотового телефона с GPS и цифровым компасом может нажатием кнопки, направив телефон на объект, получить об этом объекте всю необходимую информацию. Другая компания выводит на телефон пользователя, стоящего перед зданием, указывает стоимость соседних объектов недвижимости. Когда речь идет о зарабатывании денег на использовании чужих-то идей другими людьми, программа Галилео представляется весьма амбициозным проектом, иронизирует автор. Производство и продажа приемников Галилео будут лицензироваться концессионерами Галилео от имени Европейского Союза. При этом промоутеры Галилео убеждают правительства стран ЕС в том, что они смогут возмещать свои расходы за счет продажи прав интеллектуальной собственности и платы не за их использование, а за потенциальную возможность использования. Очень сомнительная идея, считает автор. Специалисты из Корнельского университета декодировали тестовый сигнал GIOVE, что немедленно вызвало сомнения в экономической жизнеспособности Галилео. На заявления Европейской Комиссии, что эти коды лишь опытные и окончательные версии будут другими, те же исследователи, замечает автор, могут сказать: «Другие? Давайте их сюда!».

В статье под заголовком «Управление воздушным движением следующего поколения на базе GPS» рассказано о представленных Федеральным авиационным управлением (ФАУ) на заседании Конгресса планах создания Воздушно-транспортной системы следующего поколения (NGATS), основой которой станет автоматическое зависимое наблюдение (АЗН-В). В ходе испытаний в течение ряда лет в штате Огайо и на Аляске GPS является источником информации для кабины пилота и наземной диспетчерской службы вместо радаров. ФАУ намечает заключить договор в июле 2007 г. и полностью завершить систему к 2014 г. Система АЗН-В даст в реальном времени информацию в кабине пилота о трафике как в воздухе, так и на земле. С помощью этой системы ФАУ надеется не только повысить пропускную способность, но и безопасность полетов. С момента начала эксперимента количество происшествий в воздухе на Аляске уменьшилось на 49%. По мнению специалистов гражданской авиации Франции, которая также

проводит испытания системы АЗН-В, это возможно благодаря более высокой точности местоположения по сравнению с вторичными радиолокаторами. Координаты известны с точностью 25 метров для бортового приемника GPS и примерно 5 метров для DGPS, тогда как вторичные РЛС дают точность по расстоянию хуже 70 метров. Излагается принцип работы системы АЗН-В. При ее использовании часть ответственности за соблюдение безопасного расстояния между самолетами переместится с диспетчера УВД на пилота. Намерение о создании системы нашло отражение в бюджете ФАУ на 2007 г. — на программу предлагается 80 млн. долларов. ФАУ считает приоритетным пользователем этой системы пассажирские авиалинии, однако они не спешат с решением, возможно, из-за дороговизны переоснащения самолетов. В работе над системой активное участие принимает техническая комиссия RTCA, которая разработала первые редакции стандартов на бортовое оборудование. Теперь для ФАУ дело за отбором компаний, которые смогут установить у себя необходимую аппаратуру. Следующий шаг — введение обязательного использования оборудования в воздушном пространстве страны. Кроме того, известно, что систему АЗН-В готовы внедрить Франция, Италия, Австралия, Китай и Индонезия.

В заметке «Еще три спутника ИФ» сообщается, что фирма Boeing получила 138 млн. долларов от ВВС США на создание трех дополнительных спутников GPS блока ИФ. По планам компании, первый будет доставлен в 2007 г. Компания заключила договор с ВВС и на разработку спутников следующего поколения GPS III. На поддержку наземного сегмента подписан еще один контракт на 800 млн. долларов.

Публикуется краткое сообщение о планах Индии по созданию собственной независимой спутниковой навигационной системы силами Индийской космической исследовательской организации (ISRO). Региональная навигационная система Индии будет реализована в ближайшие 5–6 лет и будет иметь космическую группировку из 7–8 спутников. ISRO уже работает с гражданской авиацией Индии над космическим сегментом GAGAN с двухчастотными спутниками, совместимыми с GPS. Наземный сектор состоит из 8 контрольных станций, центра управления и линий связи.

В заметке «Для ГЛОНАСС важно количество» цитируются высказывания Президента В.В. Путина и Министра обороны С. Иванова о будущем ГЛОНАСС. Сообщается о работах по усилению системы мониторинга целостности спутников ГЛОНАСС и планах по расширению сети станций мониторинга

целостности не только на территории России, но и глобально.

Автор статьи «Интерес пользователей GPS в управлении транспортом, навигации, локализации» является руководителем фирмы, которая провела исследование областей наибольшего интереса для потребителей в США. На первом месте стоит навигация транспортных средств, причем предпочтение отдается портативным устройствам, а не встроенным заводским средствам (только 23% опрошенных), и рынок в 2005 г. вырос вдвое по сравнению с 2004 г. При этом владельцы систем обоих типов весьма удовлетворены их работой и впредь намерены ими пользоваться, даже если речь идет о дорогостоящей встраиваемой заводской системе – 71% владельцев или арендаторов машин со встроенной системой предпочтут в дальнейшем такой же вариант. Пользователи также проявили интерес к навигационным устройствам на базе мобильного телефона, хотя и признают, что при вождении трудно смотреть на маленький экран. При опросе был очевиден интерес к получению информации в процессе движения машины, причем интерес представляют как маршрут и условия следования, так и окружающие объекты. Велик интерес и к службам локализации с использованием сотовых телефонов. Абонентам сотовых сетей в США предлагается 22 вида услуг. Из них 10 самых популярных касаются локализации с помощью GPS.

Под заголовком «Что нового: ION GNSS 2006» предложен материал о подготовке к конференции института навигации США, которая будет проходить 26–29 сентября с.г. в штате Техас. На 37 сессиях ожидаются выступления с 288 докладами.

БЮЛЛЕТЕНЬ «НОВОСТИ ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ США»

ТОМ 16, № 1, ВЕСНА 2006 г.

NEWSLETTER OF THE INSTITUTE OF
NAVIGATION
VOL. 16, NO 1, SPRING 2006

Этот выпуск бюллетеня открывается статьей «COSMIC: на орбите метеорология по GPS». В ней сообщается, что ученые Америки и Тайваня вывели на орбиту шесть низкоорбитальных спутников, которые будут принимать сигналы GPS после рефракции и прохождения атмосферы. Система носит название «Наблюдательная орбитальная группировка для метеорологии, изучения ионосферы и клима-

та» (Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere and Climate). В отличие от проводившихся ранее исследований такого рода впервые в реальном времени проводятся масштабные почти непрерывные измерения состояния атмосферы. Ученые надеются с их помощью проводить мониторинг изменений климата и погоды.

Значительная часть бюллетеня посвящена итогам Симпозиума PLANS2006, прошедшего в апреле и организованного Институтом навигации (ION) и Институтом инженеров по электротехнике и электронике (IEEE).

В разделе, посвященном программам ГНСС, помещен материал под заголовком «Модернизация GPS, ГЛОНАСС и Галилео». Сообщается, что на 14 сентября с.г. запланирован запуск следующего спутника блока IIR-M GPS. В настоящее время на орбите находятся 29 спутников, многие из которых давно выработали свой ресурс. Между тем, Объединенный офис программ GPS объявил, что запуск первых спутников блока IIF будет перенесен с мая 2007 года на март 2008 г. в связи с проблемами, возникшими на фирме Boeing. В отношении российской системы сообщается, что Роскосмос планирует восстановить орбитальную группировку ГЛОНАСС до 18 спутников к концу 2007 года, а 24 спутника иметь в 2009 году. Россия заключила договор с Индией по совместным разработкам и мирному использованию ГЛОНАСС. Подписано совместное заявление с США о бесплатном предоставлении услуг гражданскому сообществу и об обеспечении совместимости и взаимодействия систем. Аналогичный документ готовится с Европейским Союзом. По программе Галилео выпущены проекты свода основных навигационных кодов, а также Интерфейсного контрольного документа. Они защищены правами на интеллектуальную собственность, поэтому могут быть использованы только в целях исследований, но коммерческое использование запрещается.

В заметке «Техническая рабочая группа ЕС/США предлагает новый гражданский сигнал L1» сообщается, что на техническом совещании, предшествовавшем симпозиуму PLANS2006, был впервые представлен рекомендуемый группой совместно оптимизированный сигнал для гражданских пользователей GPS и Галилео будущего на частоте L1 вблизи 1575 МГц. Впервые США оформили приглашение по сигналу с зарубежными партнерами. Предлагается общий подход для сигналов открытой службы Галилео на частоте L1 и L1C GPS с одинаковой спектральной плотностью мощности и комбинированием двух модуляций с двоичным смещением несущей, BOC(1,1) и BOC(6,1). Этим обеспечиваются оптимальное слежение по кодам и

подавление многолучевости и рефракции, а также гибкость при разработке приемников.

ЖУРНАЛ «ГНСС ИЗНУТРИ» АПРЕЛЬ 2006 г.

INSIDE GNSS APRIL 2006

В редакционной статье Глена Гиббонса «Появление ИКД Галилео» рассматриваются сложные проблемы, связанные с подготовкой этого документа. Он насущно необходим для разработки новых приемников и другой аппаратуры. По существу он должен содержать такие детали, которых не было в ранее опубликованных проектах спецификаций. В документе должно найти подтверждение решение об использовании в открытом сигнале Галилео, как и в гражданском сигнале GPS L1C, оптимизированной версии формата ВОС(1,1), что раскроет широкие перспективы перед инженерами. За прошедшие пару лет появилось несколько статей, авторами которых были члены рабочей группы по разработке сигнала Галилео, в которых содержалась информация о ряде параметров сигналов. Не было лишь официальной информации о кодах и структуре навигационного сообщения. Некоторые разработчики попытались обойти эту проблему, используя при разработке приемников перестраиваемые чипы с перепрограммируемыми полевыми вентилями матрицами. Но это весьма трудоемкий и дорогостоящий процесс, что затруднит реализацию такой аппаратуры на рынке. В авиации и автомобилестроении, где обязательна сертификация аппаратуры, предприятия не могут приступить к адаптации к новым технологиям. В процессе подготовки ИКД Галилео участвуют многие организации, и неясно, кто реально несет ответственность за этот документ: Европейское космическое агентство (ЕКА), Европейская Комиссия, совместное предприятие Галилео, надзорное руководство или консорциум из 30 компаний. Ситуация осложнилась тем, что одна европейская компания объявила о создании приемника и дала информацию, что параметры Галилео известны только фирмам, уполномоченным ЕКА. Другая известная компания предложила генератор сигналов ГНСС с функциями Галилео и добавила, что всегда будет на шаг впереди других, так как причастна к разработке ИКД Галилео. Все это требует скорейшего официального выхода этого документа.

В статье «На цель: регистрация попаданий снарядов с помощью оффшорной акустической геолокационной системы» описан буй, оснащенный приемником GPS, и акустическая аппаратура, которые размещаются на полигоне, созданном в открытом море. С помощью такой аппаратуры осуществляются наведение и регистрация точности попаданий боеприпасов по морским целям.

Статья под заголовком «Помощь GPS: Новый оперативный центр для истребителей» рассказывает о создании вблизи станции контроля GPS нового оперативного центра поддержки. Его командир, используя готовое программное обеспечение, помогает личному составу боевых подразделений в полевых условиях оценивать рабочие характеристики аппаратуры GPS в различных условиях.

Автор статьи «Геодезия и спутниковая навигация: легкий взгляд на странное соотношение» рассматривает проблемы гравитации и их влияние на решение задач геодезии и спутниковой навигации.

В статье российских специалистов под заголовком «Заметки создателей: российский ГЛОНАСС на этапе активной реализации» рассказывается о создании модернизированного спутника ГЛОНАСС-М и о новых возможностях второй старейшей глобальной навигационной спутниковой системы в мире.

Автор статьи «Карты как автомобильные датчики: содействие и ознакомление водителя», инженер-разработчик программного обеспечения для автомобилей, рассказывает, как с помощью мощных цифровых баз картографических данных осуществлять ситуационное прогнозирование в помощь автомобилистам.

Автор статьи «Подвижные платформы с метеорологическим оборудованием ГНСС: преимущества и недостатки кинематической оценки водяных паров» рассказывает о новом методе оценки содержания электронов и водяного пара в атмосфере с помощью двухчастотного приемника GPS, отличие которого в том, что он размещается на подвижной платформе, например, на борту судна.

В разделе «Новости ГНСС со всего мира» помещена статья под заголовком «ГЛОНАСС набирает темп». В ней сообщается, что в России разрабатывается план, который позволит выполнить распоряжение Владимира Путина восстановить космическую группировку ГЛОНАСС в полном объеме в 2009 году. Со ссылкой на РИА «Новости» статья сообщает, что НПО ПМ им. академика Решетнева, которое является разработчиком космических аппаратов, получило заказ на изготовление четырех спутников ГЛОНАСС-М, возможно,

для увеличения количества запусков в 2007 г. В настоящее время на орбите находятся 17 спутников, из которых работают 13. Два новых спутника ГЛОНАСС-М, запущенные в декабре прошлого года, пока не излучают сигнал. 10 марта с.г. Российская Федерация и Европейский Союз подписали широкомасштабное соглашение о развитии двусторонних отношений. Предусматривается сотрудничество в области ГНСС, космической связи, наблюдений за Землей, космических транспортных систем, использования Международной космической станции, создания космических технологий. В части ГНСС готовится завершение и подписание соглашения по Галилео-ГЛОНАСС и сотрудничеству в разработке аппаратуры потребителя.

ЖУРНАЛ «ГНСС ИЗНУТРИ» МАЙ/ИЮНЬ 2006 г.

INSIDE GNSS MAY/JUNE 2006

В редакционной статье «Рынок ГНСС» главный редактор журнала Глен Гиббонс рассуждает на темы важности роли рынка в жизни общества. Вряд ли кто-то мог предположить, что рынок приведет к созданию нескольких глобальных спутниковых навигационных систем, но это произошло – есть GPS, ГЛОНАСС, Галилео, и, возможно, Бейду. Сложилась выгодная ситуация, когда резервируются не только спутники, но и программы. Если в одном из элементов ГНСС меняются или запаздывают плановые работы, действуют другие. Поэтому если возникнут проблемы в сложной бизнес-модели Галилео, на помощь придет GPS со своей простой системой оплаты из налогов. Если возникнут трудности, скажем, во взаимодействии военных и промышленности в системе GPS, будет работать ГЛОНАСС, которая сейчас находится в стадии восстановления. Если она опять начнет испытывать финансовые или политические проблемы, будут действовать GPS и Галилео. Сложившуюся ситуацию автор называет этапом создания ГНСС «два шага вперед, один шаг назад». Для Галилео последние недели были плодотворными: опубликованы совместные рекомендации по проектированию новых гражданских сигналов GPS и Галилео, Интерфейсный контрольный документ Галилео. Однако в отношении GPS невольно возникает вопрос: что происходит, вернее, не происходит с программой GPS? Задерживаются запуски спутников блока ПФ, и уже на год запаздывает про-

грамма создания GPS III. Как и в других программах в области обороны, в программе GPS есть три отдельных канала прохождения и принятия решений. Эти параллельные схемы дают асинхронные и неокончательные результаты. Необходим единый центр принятия решений, пишет автор.

Есть множество радиосигналов, несущих модернизированные навигационные сообщения ГНСС. В статье «Альбом ГНСС: изображения и спектральные особенности новых сигналов ГНСС» большая группа авторов показывает и описывает характеристики новых сигналов в пространстве систем GPS, ГЛОНАСС, Галилео и Бейду, которые были получены методом ВЧ мониторинга.

В статье «Перестройка авиалиний» ведущий специалист Центра транспортных систем Волпе Карен Ван Дайк рассказывает, как с помощью ГНСС сделать инфраструктуру воздушного транспорта более надежной, управляемой и менее уязвимой.

Обычно сети наземных станций слежения рассчитывают орбиты спутников ГНСС, исходя из данных точных координат наземных станций и принимаемых от спутников сигналов измерения дальности. В статье «Первые лазерные измерения дальности до спутника GIOVE-A» рассказывается о другом методе точного определения орбит спутников – лазерном дальномерном методе. Сотрудники института космической геодезии (Великобритания) получили первые результаты измерений орбиты спутника GIOVE-A.

В заметке «Использование дешевых телефонов с GPS и Интернетом» группа исследователей из фирмы Nokia описывает программное решение кинематических измерений в реальном времени (RTK) с помощью аппаратно-программных и связанных средств, заложенных в существующих мобильных телефонах.

Автор статьи «Создание и летные испытания дешевого устройства определения ориентации самолета» рассказывает, как с помощью разработанного им алгоритма можно получить дешевый и высоконадежный индикатор определения ориентации для самолетов авиации общего назначения.

Техническая группа Европейского Союза и США предложила для сигнала общего пользования Галилео и модернизированного сигнала L1C GPS расширенную модуляцию с мультиплексным двоичным сдвигом несущей (MBOC). Авторы статьи «MBOC: новая оптимизированная модуляция, рекомендованная для сигналов L1 Галилео и L1C GPS» рассматривают различные характеристики этой модуляции и статус в структуре сигналов Галилео и GPS.

ЖУРНАЛ «ГНСС ИЗНУТРИ» ИЮЛЬ/АВГУСТ 2006 г.

INSIDE GNSS JULY/AUGUST 2006

На обложку этого номера журнала вынесен основной спорный вопрос «ВОС или МВОС? Общий гражданский сигнал GPS/Галилео: диалог производителей». Публикуется первая часть большого материала, в котором собраны основные вопросы по проблеме и отражены мнения экспертов и представителей промышленности. Сейчас перед создателями приемников ГНСС стоит проблема большого количества «хороших идей» и необходимости анализа конкурирующих версий единого гражданского сигнала частоты L1. Специалисты в области проектирования сигналов и представители компаний, выпускающих приемники ГНСС, высказывают мнения относительно двух форм модуляции единого сигнала – ВОС и МВОС.

Автор статьи «Глобальная дифференциальная подсистема GPS для поиска неразорвавшихся снарядов» рассказывает об опыте восстановления большой территории военного лагеря, закрытого много лет назад, и об использовании системы GPS для поиска неразорвавшихся мин, снарядов, противотанковых ракет, ручных гранат и прочих видов боеприпасов.

Статья «Преимущества нового гражданского сигнала GPS» рассказывает о недавно проведенном департаментом коммерции и транспорта США исследовании возможностей нового сигнала GPS L2. Результаты исследования показали, что для приложений, где требуются двухчастотные определения, выигрыш значителен. Более того, создается долгосрочный задел для направлений, требующих трех или более частот.

В разделе технических материалов помещена статья «Трехчастотные сочетания в будущей ГНСС», в которой рассматривается задача сочетания новых сигналов трех систем ГНСС. Как поведут себя многочисленные сигналы? Анализ многолучевости и разрешение многочастотных неопределенностей – это одна из проблем, с которой неизбежно столкнутся разработчики приемников.

Возможность замены некоторых аппаратных элементов в приемниках ГНСС программными средствами обработки сигналов уже дала свои результаты при создании опытных образцов новой аппаратуры и анализе качества и рабочих характеристик сигналов. О результатах работы в этом направлении рассказали авторы статьи под заголов-

ком «Программное обеспечение приемника ГНСС: реальный приемник или просто средство для специалистов?».

В статье, озаглавленной «Отсрочка контракта на GPS III», сообщается об официальном переносе подписания договора с 2006 финансового года на 2007 год. Заявка на подачу предложений теперь будет опубликована в декабре с.г. и договор с единым подрядчиком планируют подписать в конце июня 2007 года. Это почти годичная задержка в программе. Между тем, этап А программы создания блока GPS III (концепция и техническая проработка), по которому в январе 2004 года заключены конкурирующие контракты с фирмами Lockheed Martin и Boeing, будет продлен. Общая дополнительная сумма должна быть определена в августе с.г. При этом поставлена задача снижения риска для бортового навигационного оборудования. Официальные источники заявляют, что первый запуск спутников GPS блока III по-прежнему планируется на 2013 финансовый год, но применяется стратегия «возврата к основам», то есть разработка будет вестись по принципу минимального риска и высокой уверенности.

В статье «Промышленность ожидает контракт по Галилео в 2006 году» сообщается, что консорциум предприятий, который ведет переговоры о создании и эксплуатации системы Галилео, ожидает подписания контракта с Совместным предприятием Галилео в июне с.г. Однако это не будет контракт в полном объеме, а лишь разделы, определяющие ключевые вопросы и ответственность при подписании и ведении контракта между концессионерами и наблюдательным руководством Галилео (Galileo Supervisory Authority). Это руководство было создано Европейским Союзом пару лет назад, и оно по существу станет собственником Галилео. Что касается членов консорциума, они в настоящее время создают эксплуатирующую компанию Галилео со штаб-квартирой в Тулузе (Франция). Она подпишет три субподряда на запуски спутников, развертывание космической и наземной инфраструктуры и сервисный контракт сроком на 20 лет с эксплуатирующей компанией. Концессионерам предстоит найти свыше 100 субподрядчиков и прописать все поставки и расходы, чтобы выйти к европейским банкам за финансовой поддержкой. Реально считается возможным подписать такой контракт в конце 2007 года. На график создания Галилео это не повлияет.

Между тем, идут дискуссии относительно роли сторонних государств в программе Галилео. В частности, министры транспорта Европейского Союза пытаются отказать Китаю в участии в наблюдательном руководстве, хотя Китай является партнером

в Совместном предприятии Галилео. Присоединяясь к проекту, Китай пообещал 200 млн. долларов. Однако большая часть этих денег реализована в Китае на проекты по созданию инфраструктуры, и по оценке представителя одного из предприятий Галилео, в бюджет программы Галилео реально попало не более 10 млн. долларов. Усложняют картину сообщения о том, что Китай планирует создать собственную военную систему ГНСС под названием COMPASS и может разместить сигналы в том же диапазоне частот L1, где сосредоточены новые военные сигналы GPS M-кода.

**ЖУРНАЛ «НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ»
КОРОЛЕВСКОГО
ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ
ВЕЛИКОБРИТАНИИ
МАЙ/ИЮНЬ 2006 г.**

**NAVIGATION NEWS
THE MAGAZINE OF THE ROYAL
INSTITUTE OF NAVIGATION
MAY/JUNE 2006**

Среди кратких новостей опубликована заметка «Призыв к работе над Европейским радионавигационным планом от Европейской группы институтов навигации EUGIN». Председатель Европейской группы институтов навигации Рейн Ван Гусвиллиген призвал к действиям в направлении создания Европейского радионавигационного плана вслед за подвижками в Брюсселе. Европейская Комиссия сдерживала работы над ЕРНП до заключения контракта на концессию по Галилео. Однако некоторые политические подвижки означают, что независимо от контракта план будут пробивать. Гусвиллиген сообщил делегатам на Европейской конференции по навигации ENC2006, что ЕРНП является серьезным планом действий, в котором будет изложен курс для государств – членов Европейского Союза: «Например, в отношении eLogan мы можем поискать, есть ли станции, которые по-прежнему можно использовать для повышения безопасности». Он также рассказал, что в ответ на новости из Европы была образована контактная группа по ЕРНП, и предложил всем тем, кто заинтересован в ЕРНП, сделать «следующий важный шаг»: «Мы должны убедиться, что делегаты от стран знают и осознают смысл плана. Все должны обеспечивать постоянное давление на Комиссию для поддержания темпов со-

здания плана. Для этого нам нужна поддержка международного навигационного сообщества».

В заметке «TCAS повышает безопасность полетов» рассказано о завершении второго этапа программы оснащения коммерческих самолетов оборудованием предупреждения столкновений в воздухе (TCAS). На первом этапе программы оборудовались большие гражданские авиалайнеры, на втором этапе оснащаются самолеты весом до 5700 кг. Теперь европейская система организации воздушного движения может максимально использовать сеть TCAS.

Заметка «Стань магистром Галилео в 2006» рассказывает о конкурсе на соискание звания магистра Галилео в Великобритании. Конкурс прошлого года дал очень большие результаты – свыше 240 работ с новыми идеями и предложениями.

В статье «За знаниями» рассказывается о школе лицензированных лондонских таксистов, в которой они получают «знание» – досконально изучают Лондон в соответствии с законом 1843 года. Таксисты-кэбмены должны знать более 20000 улиц Лондона с расположенными на них основными зданиями, объектами и достопримечательностями. Уровень подготовки таков, что они мало доверяют спутниковой навигации.

В статье «Пример «eЛоран» д-р Салли Баскер рассказывает о документе, подготовленном Генеральным руководством маячных служб Великобритании, в котором излагается концепция стратегии усовершенствованной навигации (enhanced navigation, e-navigation) на море, базирующаяся на использовании «Лоран» в качестве резерва ГНСС и на ее дальнейшем развитии в виде «eЛоран». Великобритания при поддержке ряда стран выступила в ИМО с инициативой о принятии программы работ по развертыванию усовершенствованной навигации. Международная ассоциация маячных служб (МАМС) на своей конференции в мае этого года планировала создать новый комитет по e-навигации. Элементами такой навигации являются точные электронные карты, надежные сигналы местоопределения, информация о курсе, маневренности, статусе судна, связь между судами и с берегом, отображение всей информации на борту и на берегу, возможности установки приоритетов и предупреждений при возникновении рисков на борту и на берегу. Создание единого механизма позволит сократить физический объем средств навигации и сэкономить на этом. Ядром системы в части местоопределения и времени становится ГНСС. Однако преимущества усовершенствованной навигации могут быть подвергнуты серьезным сомнениям, если не принять меры по обеспечению безопасности на случай отказа ГНСС как источника данных местоопределения.

Нужна еще одна независимая система выдачи такой информации, хорошо известная в навигационной практике. В Рекомендациях к Европейскому радионавигационному плану предлагается «Лоран-С» в качестве такой системы и ставится задача уточнения планов России в отношении системы «Чайка» и формата Еврофикс. Однако под «Лоран» понимается модернизированная система, которая сможет соответствовать требованиям по точностям для захода самолетов на посадку и судов в порты (NPA2, HEA3), а также по времени и частоте. Такая модернизированная система «Лоран», называемая «усиленной Лоран» (enhanced Loran) или «e-Лоран», характеризуется следующими параметрами: диапазон частот 90-110 кГц, синхронизация с универсальным временем (UTC), новый метод модуляции каналов связи, который обеспечит соблюдение указанных выше требований по точности, доступности, целостности и непрерывности, твердотельные передатчики, новая аппаратура синхронизации и управления, процедуры эксплуатации под приемники новых технологий. Очевидно, что традиционная система «Лоран-С» этим требованиям не соответствует. Концепцию «e-Лоран» разработали в США, однако, по мнению автора, развитие европейских систем «Лоран-С» в «e-Лоран» по тем же требованиям не только реально, но и проще осуществимо. Многие европейские станции, особенно из бывшей системы НЕЛС, имеют твердотельные передатчики, необходимые информационные каналы и управляются по времени излучения. Необходимо лишь принятие решения относительно формата Еврофикс. Кроме того, эта система может продвигаться на Средний и Дальний Восток и в Индию, особенно с учетом существования системы «Чайка», одна из станций которой успешно адаптирована к передаче данных «Лоран».

В заметке «Проходя через канал» рассказывается об истории Панамского канала и процедуре прохода через него, которая изменится с 2007 г.

Журнал публикует отчет о конференции ENC2006, которая прошла в Великобритании в мае с.г. На конференции был официально запущен проект под названием «Сеть передачи информации о локализации и времени». Идея этого проекта заключается в создании «сети сетей» для повышения конкурентоспособности Великобритании и получения стратегических преимуществ в технологиях локализации и времени. В сеть уже могут быть вовлечены свыше 650 членов — от правительственных организаций и научно-исследовательских институтов до промышленных предприятий и общественных учреждений. Благодаря такой сети, разработчики новых применений смогут получать финансиру-

ние и готовиться к выходу на рынок. В целом конференция прошла успешно и на высоком уровне.

ЖУРНАЛ «НАВИГАЦИЯ» ФРАНЦУЗСКОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ ТОМ 54, № 215, ИЮЛЬ 2006 г.

**NAVIGATION
INSTITUT FRANCAIS DE NAVIGATION
VOL. 54, № 215, JUILLET 2006**

Журнал открывается статьей под заголовком «Блуждающие волны — реальное, но мало изученное явление». Блуждающая волна (rogue wave) изучается в течение многих лет, по этой теме проводилось несколько научных семинаров, последний из которых проходил в 2004 г. В предлагаемой статье дан синтез докладов, сделанных на семинаре по наблюдению за этим видом волн, разрушениям морских сооружений, по численному анализу и моделированию, повышению безопасности морских объектов и прогнозированию блуждающей волны. Это явление должно серьезно изучаться конструкторами морских сооружений, моряками и операторами оффшорных предприятий.

В статье «Проект Score — оперативное содействие службе E112 на базе ЕГНОС» рассматривается проблема, решение которой намечено Европейской Комиссией. Речь идет о проблеме точной локализации аварийных вызовов службы E112. Предполагается, что в ближайшие 3 года от 10 до 50% мобильных телефонов в Западной Европе получат возможность точного местоопределения. В проекте Score исследуется возможность использования метода A-GPS (GPS с вспомогательными средствами), ЕГНОС и Галилео для локализации аварийных звонков с сотовых телефонов, диспетчеризации и маршрутизации транспортных средств аварийных служб. В статье представлены результаты выполненного анализа и изучения существующих стандартов и юридического статуса службы E112, требований потребителей, характеристик системы и рынка сбыта.

Статья «Проблема зон отстоя для аварийных судов: метод подбора и перспективы использования» рассматривает идею создания «зон отстоя», предложенную ИМО и Европейской Комиссией. Суть ее в том, что попавшие в аварию суда лучше размещать в специальных местах, где последствия такой аварии будут менее ощутимы. Прибрежные

государства должны принять решение, согласиться или нет на это требование, нужны точные знания об аварии и ее последствиях, оценка рисков, выбор места для наиболее удобного размещения и ремонта таких судов.

В статье под заголовком «Оценка характеристик предложенных схем доступа в АИС класса Б с использованием программы моделирования разработки Береговой охраны США» изложены результаты моделирования трафика сообщений АИС различных конфигураций, поскольку посылаемые сообщения могут накладываться друг на друга. Представлен процент правильно принятых сообщений. Как и ожидалось, результат лучше при работе со сложными сообщениями класса Б, чем со стандартными сообщениями класса А. Выше оказывается результат при работе в форматах CSTDMA (канал проверяется и используется в случае молчания) и SOTDMA (в повторяемой последовательности находятся пустые позиции).

В журнале также опубликован отчет о XVI конференции МАМС, которая проходила 22–27 мая с.г. в Шанхае (КНР) по приглашению Управления морской безопасности Китая.

ЕВРОПЕЙСКИЙ ЖУРНАЛ НАВИГАЦИИ ТОМ 4, № 3, ИЮЛЬ 2006 г.

EUROPEAN JOURNAL OF NAVIGATION VOL. 4, NO. 3, JULY 2006

Первая статья в этом номере журнала называется «Сравнение характеристик ориентирования в пространстве многоантенных приемников». В ней рассмотрены аспекты оценки неоднозначности двух типов одноплатных приемников ГНСС для определения ориентации в пространстве. В одночастотном приемнике ориентация антенной решетки вычисляется по измерениям фазы несущей на частоте L1 с трех антенн. В двухчастотном приемнике курс и крен вычисляются с помощью двух двухчастотных антенн. Детально рассматриваются характеристики разрешения неоднозначности. Показано, что второй тип приемника имеет прекрасные характеристики разрешения неоднозначности даже в отсутствие допущений относительно антенной решетки. В одночастотном приемнике сходные характеристики получаются при жесткой антенной решетке и при использовании в процессе оценки целых неоднозначностей. Одночастотный приемник был успешно применен с ограничениями по

геометрии в тестах на автомобиле в условиях города и на самолете.

В статье «Сравнение методов обнаружения сигналов в приемниках Галилео» рассматриваются отличительные признаки сигналов Галилео по сравнению с сигналами GPS, в частности, наличие плотных каналов во всех полосах частот и использование модуляции несущей с двоичным смещением (binary offset carrier), которые позволяют улучшить характеристики обнаружения и сопровождения сигнала. В статье обсуждаются различные методы обнаружения сигналов Галилео и анализируются их характеристики с точки зрения создания программного обеспечения для приемников. Для первичного обнаружения наименее сложным считается метод быстрого преобразования Фурье (FFT); для оптимизации скорости обнаружения за ним может быть выполнен последовательный поиск и переход в режим сопровождения.

В разделе кратких новостей представляет интерес сообщение под заголовком «Корея готовит приглашение по Галилео». Переговоры об участии Республики Корея в программе Галилео достигли этапа одобрения. Это даст стране возможность активного участия в научных исследованиях, подготовке специалистов, промышленной кооперации, торговле, развитию рынка, разработке стандартов и сертификации. В настоящее время Корея активно использует средства спутниковой навигации в различных секторах экономики.

Заметка «Сопровождение грузов с помощью «Лоран» посвящена разработке немецкой фирмы ELSIS AG. Первоначальной задачей было создание устройства обнаружения возгораний внутри помещений с помощью системы «Лоран». Скоро стало очевидно, что только на основе «Лоран» получить заданную точность 3–4 метра невозможно. Тогда в сотрудничестве с фирмой Reelektronika, используя их приемник «Лоран», фирма ELSIS создала устройство слежения первого поколения e-Tracker, которое впоследствии испытали в системе сопровождения грузов и курьерской службы DHL. В настоящее время завершается разработка устройства второго поколения. Оценивается рынок сопровождения грузов и продажи устройства e-Tracker в Европе и перспективы выхода в США и Азию.

В статье «Статистическое исследование непрямого многолучевого распространения сигнала в условиях города» предложен метод слежения за отдельным отраженным лучом и вычисления порога мощности, вероятности слежения за одним лучом и максимальной погрешности смещения. Ошибка псевдодальности в статье исследуется на модели узкой городской улицы в условиях отсутствия прямых

лучей. Это сценарий наихудшего случая, поэтому наиболее критичная ситуация с точки зрения безопасности.

Автор статьи «Трехкоординатная локализация в многоэтажных зданиях» считает, что основной проблемой при решении таких задач является правильное определение этажа в здании, так как многочисленные методы местоопределения дают точную информацию по двум координатам. Автор предлагает дополнять устройства позиционирования датчиками барометрического давления. Опыты, проведенные автором с использованием датчика давления фирмы Vaisala, показали высокую точность определения этажности.

Статья украинских исследователей «Метод достоверных измерений для определения орбит КА» предлагает новый метод оценки орбит (consistent measurements method – СММ), который стал развитием ранее предложенного авторами метода гарантированных оценок. По мнению авторов, реальный путь к повышению точности измерений орбит космических аппаратов заключается в улучшении статистической обработки полученных данных. Предложены относительно простые критерии отбора ошибок в первичных данных измерений, которые позволяют определять состояние космических (и наземных) объектов с большей точностью. Этот метод применим к решению широкого класса задач определения параметров различных процессов и систем.

Заключительный материал в этом выпуске журнала – отчет о Европейской навигационной конференции ENC-GNSS 2006. Конференции предшествовали заседания Международной ассоциации институтов навигации (IAIN), европейской группы институтов навигации (EUGIN) и редакции Европейского журнала навигации. Председательс-

твовавший на заседании EUGIN Р. Ван Гусвиллиген в своем выступлении выразил озабоченность по поводу замедления работ по созданию Европейского радионавигационного плана. Были посланы соответствующие письма в Европейскую Комиссию и Европарламент. Небольшой успех был достигнут по вопросу прекращения действия соглашения по НЕЛС. В результате действий EUGIN ЕК обратилась с письмами к странам-участницам НЕЛС с просьбой приостановить решение о закрытии станций до официального принятия Европейского радионавигационного плана и получили положительные ответы. Что касается собственно конференции, в ней приняли участие 350 человек из 25 стран, и на выставке было представлено 25 экспонатов. С основным докладом выступил проф. Б. Паркинсон. Он отметил ряд недостатков в GPS, которые должны быть учтены при проектировании Галилео. В выступлении представителя Федерального авиационного управления (ФАУ) США был дан анализ состояния и перспектив развития систем воздушной навигации страны. Расходы на визуальные средства наведения (огни) для аэропортов будут равны расходам на системы ILS. Системы VOR начнут демонтировать в 2007 г. и закончат к 2015 г. Демонтаж систем DME также начнется в 2007 г. После ввода в эксплуатацию сигнала L5 начнется активный переход к космическим средствам. Система времени на базе e-Лоран станет независимым источником времени наряду с GPS. По исследованиям ФАУ, e-Лоран является наилучшим средством резервирования ГНСС для навигации и определения времени. Решение о продолжении действия e-Лоран будет приниматься политиками не ранее 2008 г.

Обзор подготовлен Цикаловой Е.Г.



Информация ГЛОНАСС

Сайт КНИЦ МО РФ www.glonass-center.ru перемещен на официальный сайт www.glonass-ianc.rsa.ru Прикладного потребительского центра (ППЦ) на базе Информационно-аналитического центра (ИАЦ) ЦУП ЦНИИмаш. Распределенный ППЦ создается на базе трех информационных центров Роскосмоса и Минобороны РФ: ИАЦ, МНИЦ (www.rniikp.ru) и КНИЦ.

Многофункциональный навигационно-информационный центр (МНИЦ) Росавиакосмоса создан в ФГУП «РНИИ КП» в соответствии с приказом генерального директора Росавиакосмоса в обеспечении выполнения Постановления Правительства Российской Федерации от 7 марта 1995 года № 237 «О проведении работ по использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС» и Постановления Правительства Российской Федерации от 20 августа 2001 года № 587 «О федеральной целевой программе “Глобальная навигационная система».

Цели создания МНИЦ:

–реализация государственной политики в области координатно-временного обеспечения российских и зарубежных потребителей;

–формирование и проведение единой технической политики при создании предприятиями Росавиакосмоса навигационно-информационных систем с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и системы поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ;

–эффективное выполнение федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система»;

–координатно-временное и информационное обеспечение потребителей.

Основные задачи МНИЦ:

–оказание навигационно-информационных услуг (формирование и доставка потребителям дифференциальных коррекций, мониторинг целостности ГНСС и радионавигационных полей, эфемеридно-временное обеспечение и пр.) различным пользователям;

–участие в международном сотрудничестве в области спутниковой навигации и взаимодействие с российскими и зарубежными навигационно-информационными центрами;

–развитие функциональных дополнений ГНСС;

–популяризация спутниковой навигации;

–создание нормативно-правовой базы применения аппаратуры, систем спутниковой навигации;

–совершенствование и внедрение навигационно-информационных систем различного назначения, использующих сигналы ГНСС и спутниковую систему поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ;

–координация работ по созданию наземной инфраструктуры ГЛОНАСС;

–сертификация навигационной спутниковой аппаратуры потребителей.

Приоритеты в деятельности центра:

–участие в совершенствовании геодезического обеспечения ГЛОНАСС;

–участие в создании Государственной системы геодезического обеспечения России, стран СНГ;

–участие в развитии Государственной системы времени и частоты;

–участие в создании Государственного земельного кадастра;

–координатно-временное, геодезическое и информационное обеспечение потребителей.

Представляем материалы нового сайта.

Состояние группировки КНС ГЛОНАСС на 02.08.06 г. по анализу альманаха, принятого в ЦУП

№ пл.	№ точки	№ лит. частоты	№ по НКУ	Космос №	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Акт. суц. (мес)	Примечания
I	1	7	796	2411	26.12.04	06.02.05		17.2	
	2	1	794	2402	10.12.03	02.02.04		29.7	
	3	12	789	2381	01.12.01	04.01.02		52.7	
	4	6	795	2403	10.12.03	29.01.04		30.0	
	5	7	711	2382	01.12.01	13.02.03	09.07.06	36.1	Временно выведен
	6	1	701	2404	10.12.03	08.12.04		15.5	
	7	4	712	2413	26.12.04	07.10.05		8.6	
	8	6	797	2412	26.12.04	06.02.05		17.0	
III	17	5	787	2375	13.10.00	04.11.00	27.07.06	67.4	Временно выведен
	18	10	783	2374	13.10.00	05.01.01		60.0	
	19	3	798	2417	25.12.05	22.01.06		6.3	
	20	11	793	2396	25.12.02	31.01.03		40.1	Переведен из 23
	21	5	792	2395	25.12.02	31.01.03		41.8	
	22	10	791	2394	25.12.02	21.01.03		41.5	
	23	3	714	2419	25.12.05				ГЛОНАСС-М
24	2	713	2418	25.12.05				ГЛОНАСС-М	

Состояние группировки КНС GPS на 02.08.06 г. по анализу альманаха, принятого в ЦУП

№ пл.	№ точки	ПСП	Номер NORAD	Тип КА Блок...	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вы-вода из системы	Акт. сущ. (мес)	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	1	9	22700	II-A	26.06.93	20.07.93		155.8	
	2	25	21890	II-A	23.02.92	24.03.92		169.8	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		103.5	
	4	27	22108	II-A	09.09.92	30.09.92		165.5	
В	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		41.3	
	2	30	24320	II-A	12.09.96	01.10.96		117.2	
	3	28	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		71.5	
	4	5	22779	II-A	30.08.93	28.09.93		153.9	
С	1	6	23027	II-A	10.03.94	28.03.94		147.6	
	2	3	23833	II-A	28.03.96	09.04.96	02.08.06	123.5	Временно выведен
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		27.8	
	4	17	28874	II-R-M1	26.09.05	13.11.05		7.4	
	5	7	22657	II-A	13.05.93	12.06.93		157.3	
D	1	24	21552	II-A	04.07.91	30.08.91		179.1	
	2	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		78.9	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		39.6	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		152.4	
	5	15	20830	II	01.10.90	15.10.90		189.7	
E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		74.0	
	2	22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		30.6	
	3	10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		119.6	
	4	18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		65.5	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		67.7	
	2	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		168.3	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		102.0	
	4	23	28362	II-R	23.06.04	09.07.04		24.7	
	5	29	22275	II-A	18.12.92	05.01.93		162.9	
	6	1	22231	II-A	22.11.92	11.12.92		163.4	

Казахстан стал космическим государством

Одно из значимых событий лета этого года – запуск первого казахстанского космического аппарата (КА) «КазСат», который состоялся на космодроме Байконур 18 июня. Особенность этого запуска в том, что космический аппарат «КазСат» является первым национальным спутником Республики Казахстан, и его подготовка проходила под пристальным вниманием президента Н. Назарбаева. Президенты России и Казахстана В. Путин и Н. Назарбаев после совещания в Алматы прилетели на Байконур и присутствовали на запуске космического аппарата «КазСат». Спутник создан Государственным космическим научно-производственным центром им.

М.В. Хруничева на основе новейших технологий. Характеристики этого КА соответствуют мировому уровню: технический ресурс 12,5 лет; зона обслуживания – Республика Казахстан и прилегающие регионы; количество активных каналов 12, из них 4 для телевизионного вещания и 8 для фиксированной связи. В результате выполнения договора Республика Казахстан получила КА на геостационарной орбите для связи и телевещания на территории Казахстана и части сопредельных государств, наземный комплекс управления и систему мониторинга связи на территории страны, обученный и квалифицированный персонал из числа казахских специалистов для управления КА и эксплуатации наземного ком-

плекса управления и системы мониторинга связи. В соответствии с подписанным соглашением спутник выводится на геостационарную орбиту и размещается во временно предоставляемой скоординированной российской позиции на орбите.

В декабре 2004 г. председатель правительства РФ Михаил Фрадков и премьер-министр Республики Казахстан Даниал Ахметов подписали в Москве соглашение о создании на космодроме Байконур космического ракетного комплекса (КРК) «Байтерек». Соглашение определяет основные принципы и условия сотрудничества при создании и совместном использовании нового экологически безопасного космического ракетного комплекса на космодроме Байконур, а в марте 2005 г. были подписаны учредительные документы совместного российско-казахстанского предприятия «Байтерек». В настоящее время программа «Байтерек» является самым масштабным международным космическим проектом на постсоветском пространстве и открывает широкие возможности участникам проекта.

Собственная спутниковая группировка Украины

Украина прорабатывает возможность создания в течение пяти ближайших лет собственной многофункциональной спутниковой группировки.

Об этом сообщил генеральный директор Национального космического агентства Украины (НКАУ) Юрий Алексеев. По его словам, уже в течение пяти лет можно запустить 2–3 космических аппарата, которые и сформируют группировку. Проект можно было бы реализовать совместно с Россией, Белоруссией и Китаем, добавил он. Построение многофункциональной национальной спутниковой группировки рассматривается в числе приоритетных задач Украины в космической сфере. По оценкам специалистов отрасли, основой для построения национальной группировки могут стать создание, запуск и применение микроспутников.

*По сообщениям корреспондентов «ВПК»,
Информагентств АРМС-ТАСС и Интерфакс-АВН*

Новый спутниковый трехсистемный приемник фирмы Торсон

Фирма Торсон представляет первый приемник GPS+, выполненный по технологии G3. Возможности новейшего приемника GR-3 предлагают “тотальное” слежение за всеми спутниками всех навигационных систем, высокозащищенное исполнение с “пуленепробиваемой” гарантией надежности. Чип Paradigm G3 захватывает сигналы от всех трех спутниковых систем позиционирования: GPS, ГЛОНАСС и вводимой в эксплуатацию системы Galileo, устанавливая новые стандарты для качества работы и точности. GR-3 имеет 72 универсальных канала, которые могут отслеживать до 36 спутников одновременно. GR-3 отличается полностью интегрированным исполнением и в качестве базовой станции, и как мобильный приемник.

www.glonass-ianc.rsa.ru 03.08.2006.

Интегрирование GPS и Loran-C

Сообщается о проводимых экспериментах с интегрированной аппаратурой, включающей приемники GPS+Loran-C в комбинации со средствами автономного счисления. Эксперименты проводились в финансовом районе Нью-Йорка. Выявлено, что использование системы Loran-C совместно с автономным счислением позволяло осуществлять навигационные определения в тех местах, где использование GPS было затруднено (каньоны улиц, образованных небоскребами на Манхэттене).

James Carroll, Innovation: GPS + LORAN-C. Performance Analysis of an Integrated Tracking System, GPS World, Jul 1, 2006. www.gpsworld.com 09.08.2006.



О ПЕРВЫХ ДАЛЬНИХ ПЕРЕЛЕТАХ НА САМОЛЕТЕ АН-124 «РУСЛАН»

А.Г. Смирнов¹

Моим друзьям-авиаторам посвящается

В статье освещены работы по созданию пилотажно-навигационного прицельного комплекса самолета Ан-124, состав его оборудования, предшествующие полеты, обстановка и организационные мероприятия, а также сам полет самолета Ан-124 «Руслан» 6 мая 1987 года с установлением мирового рекорда дальности полета по замкнутому маршруту свыше 20150 км.

FIRST LONG-RANGE FLIGHTS ON AN-124 RUSLAN

A.G. Smirnov

The paper describes the works on the development of a navigation/pilotage system for aircraft An-124, the set of airborne equipment, prior flights, the situation and arrangements for the flight, and also the course of An-124 Ruslan flight on May 6th, 1987, that became the world record for long-range closed-cycle flights of

От автора

От тех времен активной летной работы меня отделяет почти два десятилетия. Много, что тогда происходило, сегодня, возможно, оценивается по-другому. Я не собирался «писать мемуары», т. к. понимал, что своей честной и надежной службой нашему небу и Государству я и мои товарищи сделали свою историю. За нас написали наши полеты... Полет 6 мая 1987 года на самолете Ан-124 и все связанное с ним я согласился описать, уступая настойчивым просьбам моего давнего и старшего товарища Соловьева Юрия Арсеньевича. Заранее прошу прощение за возможные неточности, т. к. прошло 19 лет и кое-что уже забывается. Отмечу, что этот полет частично описан в книгах известных и уважаемых в нашей авиации людей:

– Вилена Карповича Муравьева, автора многих работ по истории авиации, полковника в отставке, штурмана-испытателя 1 класса, рекордсмена мира, с которым мне выпала честь начинать свою службу штурмана-испытателя в одной испытательной эскадрилье [1];

– Леонида Леонидовича Селякова, главного конструктора, лауреата Ленинской и Государственной премий, работавшего в ОКБ В.М. Мясищева, А.С Яковлева, А.Н. Туполева и др. [2];

– Георгия Федосеевича Молоканова, генерал-майора авиации, участника Великой Отечественной войны, автора ряда учебников по самолетовождению и более 200 научных работ, действительного

члена Академии навигации и управления воздушным движением, Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, доктора технических наук, профессора [3–4].

Мне хотелось более подробно осветить предшествовавшие полету серьезные работы, оборудование самолета Ан-124, организацию и обстановку перед полетом 6–7 мая 1987 года.

О самолете Ан-124, моих друзьях и пожарной машине

Примерно в 1979 году после участия в защите технического проекта пилотажно-навигационного прицельного комплекса самолета Ан-124 я был назначен членом группы научно-технического сопровождения по созданию самолета Ан-124. В последующие 11–12 лет моей жизни к летной работе добавились сплошные командировки в Киев и Ленинград. В Ленинграде на «Ленинце» коллективом известных в СССР ученых и специалистов под руководством Главного конструктора Анатолия Николаевича Лобанова создавался пилотажно-навигационный прицельный комплекс самолета Ан-124 ПНПК-124. Коллектив этот мне был знаком по ПНПК самолетов Ан-22 и Ил-76. От нашей части в данной работе в основном участвовали ведущие инженеры-испытатели подполковники Коршунов А.Ф., Мартыщенко Н.Д., а от ЛИИ им. М.М. Громова – ведущий инженер-испытатель Любовь Михай-

¹ Смирнов Александр Геннадьевич – Заслуженный штурман-испытатель СССР, полковник в отставке.

ловна Бардина. Трудно переоценить роль этих трех прекрасных людей в создании самолета Ан-124.

На то время в большом коллективе разработчиков, как и положено, были различные мнения о структуре и режимах работы ПНПК-124. Работа нашей четверки была результативна, в частности, в том, что мы смогли их примирить. Нас особенно активно поддержало представительство заказчика на «Ленинце». Тем самым ответственность за разработку и создание ПНПК-124 мы разделили с его разработчиком. Наши принципиальные позиции всегда поддерживали также Генеральный конструктор самолета Олег Константинович Антонов и в дальнейшем — Петр Васильевич Балабуев. Это дало следующие результаты:

- коллектив Генерального конструктора самолета имел больше возможностей заниматься другими важными проблемами, возникавшими при создании такого самолета;

- сроки создания ПНПК-124 были выдержаны, и уже на самолете Ан-124 № 1 был установлен вполне работоспособный комплекс;

- во время летных испытаний и многолетней эксплуатации самолета Ан-124 не было предъявлено ни одного серьезного замечания к ПНПК-124.

О самолете Ан-124, о коллективе АНТК им. О.К. Антонова, о Генеральном конструкторе, о Главном конструкторе самолета я ничего нового добавить не могу. О них говорит сам самолет. Коротко о ПНПК-124. В его состав входили:

- строенные инерциальные навигационные системы (ИНС) с кворумированием и пультом управления;

- доплеровский измеритель скорости и сноса с индикатором-пультом управления;

- система воздушных сигналов;

- аппаратура систем ближней навигации, работающая с отечественными и зарубежными наземными радиомаяками (РСБН, ПРМГ, VOR/DME, СП-70, ILS);

- аппаратура системы дальней навигации, работающая с отечественными и зарубежными наземными системами (Альфа, ОМЕГА, РСДН-3, РСДН-10, Лоран-С, Марс-75);

- астрорядство с пультом управления, определяющее курс самолета днем по Солнцу визуально и в облаках, а ночью — курс и место самолета визуально по звездам;

- цифровой навигационный вычислитель (2 ЦВМ и пульта управления), рациональным образом интегрировавший системы и датчики ПНПК;

- 2 автоматических средневолновых радиокон-

- система межсамолетной навигации;

- 2 радиолокационные станции (2,2 см, 3,2 см диапазона) с общими для обеих РЛС индикаторами и органами управления;

- система автоматического управления.

Идеология выработки информации о курсе ПНПК и самолета была разработана нами (военными) и основывалась на использовании гироманитного, магнитного и истинного условных курсов относительно текущего меридиана и меридиана пройденного промежуточного пункта маршрута.

На этапе разработки конструкторской документации ПНПК было разработано подробнейшее описание алгоритмов ПНПК-124 (программа функционирования), которые были проиграны на моделях. Из алгоритмов ПНПК-124 нами были безжалостно «выброшены» всякие модные уже тогда, но, по моему убеждению, абсолютно вредные различные «затуманности» в навигации типа фильтра Калмана и пр. Однако была потребована и выполнена комплексная обработка навигационной информации от трех ИНС в самих системах.

Комплексная обработка информации в ПНПК-124 была построена просто, обоснованно и для практики понятно; в ней впервые учитывались погрешности определения навигационных параметров треугольника скоростей (V, W, U), удельные веса датчиков-корректоров и т.д. В ПНПК-124 впервые были созданы алгоритмы, разделяющие и учитывающие погрешности в определении направления полета (от датчиков курса и погрешности от скольжения) — основные погрешности навигации. В результате этого в ПНПК было реализовано 6–7 типов счисления.

Тем самым:

- с начала государственных испытаний самолета Ан-124 № 1 и до настоящего времени его ПНПК обеспечивает полеты самолета над любым районом Земли;

- прицельные схемы для десантирования, алгоритмы определения погрешностей курса, скольжения, воздушной и путевой скорости, ветра в полете, среднего ветра, другие алгоритмы ПНПК-124 до настоящего времени остаются наиболее совершенными;

- серьезных недостатков ПНПК-124 за время испытаний и эксплуатации до сих пор выявлено не было.

Сегодня я позволяю себе говорить обо всем этом достаточно уверенно потому, что до настоящего времени считаю себя представителем военной научной школы СССР и РФ по авиационным комплексам, характерной чертой которой является ее постоянная ориентация на практические потребности ВВС, и понимаю, что для создания нового

авиационного комплекса (летательного аппарата с экипажем или без, бортового оборудования, его вооружения и средств защиты) необходим здоровый, честный и грамотный коллектив его «создателей», понимающих друг друга с полуслова.

О более ранних полетах на Ан-124.

Из военных штурманов-испытателей первый полет на самолете Ан-124 выполнил подполковник В.Г. Кряжевских. Первый полет на Ан-124 я выполнил 15 мая 1984 года. 1985–1986 годы были периодом дальнейших интенсивных полетов на самолете Ан-124. В частности, интенсивность моих полетов на самолете Ан-124 возрастала следующим образом: 1984 – 57 часов; 1985 – 43 часа, 1986 – 276 часов. В 1986 году на Ан-124 выполнялись длительные испытательные полеты над Камчаткой, над районом географического Северного полюса, над «Полюсом относительной недоступности», полеты через Северный полюс в Киев, полеты Москва – Северный полюс – Ташкент и обратно.

Командирами экипажей в этих полетах были Герой Советского Союза, Заслуженный летчик-испытатель СССР, генерал-майор авиации А.С. Бежевец (командир испытательной части), полковник В.М. Комов (командир испытательной эскадрильи, первый военный летчик-испытатель, освоивший самолет Ан-124), полковник И.П. Бельский, Заслуженный летчик-испытатель полковник Б.Л. Львов, полковник Б.В. Олейников, полковник Ю.П. Ресницкий и др.

В этих длительных полетах проверялся сам самолет и его оборудование. С А.С. Бежевцом пришлось выполнять последовательно серию длительных полетов на Дальний Восток, в Тихий океан и обратно. С И.П. Бельским выполнял ночные полеты на Камчатку и в Тихий океан, ночью на Северный полюс и далее с маневрами над Северным полюсом для проверки надежности и правильности работы инерциальных систем и ПНПК в районе полюса.

Очень интересные были полеты с Юрием Петровичем Ресницким. В один из испытательных полетов в Ташкент через Северный полюс была вместо балласта загружена в Ан-124 не совсем новая пожарная машина. В самолет она захала самостоятельно. Начало маршрута полета ради шутки я выбрал точно по Чкаловскому маршруту. Когда мы пролетали над островом Виктория в Баренцовом море, я объявил командиру Ю.П. Ресницкому и экипажу примерно следующее: «Мы пролетаем над точкой маршрута, где Сталин приказал экипажу Чкалова возвращаться, а Виктор Васильевич Усенко (тогдашний заместитель командира нашей части по летной работе) экипажу Ресницкого разрешает дальнейший полет». Экипаж воспринял сообщение с восторгом, потому

что Юрия Петровича я в шутку сравнил с Валерием Павловичем, Виктора Васильевича с Иосифом Виссарионовичем, но мы еще не знали про пожарную машину. Пожарная же машина, пролетев над Северным полюсом, в г. Ташкенте отказалась запускаться. Мы дружно решили, что она имеет на это право, т.к. была, наверное, первой пожарной машиной, побывавшей над полюсом, и выкатили ее вручную.

В одном из таких полетов из Ташкента мы должны были произвести посадку в Североморске для проверки выставки инерциальных систем в высоких широтах. Но при уменьшении режимов работы двигателей для снижения на высоте 11600 метров над Баренцевым морем один из двигателей отказал. Решили вместо Североморска идти с отказавшим двигателем домой на Чкаловскую. Дошли домой без проблем. Вот такой это самолет – Ан-124.

В результате таких полетов самолет Ан-124 был освоен полностью, мы в него и себя поверили, а я изучил ветровые режимы в районе Северного полюса.

Об организации полета

Чтобы полностью понять обстановку перед вылетом 6 мая 1987 года, следует сделать ряд важных замечаний, которые сыграют решающую роль при его организации и выполнении:

1. 9 мая 1985 года в честь 40-летия Победы в Великой Отечественной войне планировалось проведение военного парада в Москве на Красной площади и воздушного парада над Москвой. Ведущим парада по замыслу командования должен был быть самолет Ан-124. Командиром этого Ан-124 был назначен ведущий летчик-испытатель Комов Владимир Михайлович, командир испытательной эскадрильи. Штурманом был назначен я, тогда штурман испытательной эскадрильи. Для подготовки к этому полету в качестве ведущего воздушного парада для предварительной постановки задачи мы с Владимиром Михайловичем были вызваны в Главный штаб ВВС к Главному штурману ВВС генерал-лейтенанту Александру Ивановичу Шабунину.

Особенность данного воздушного парада была в том, что его боевой порядок состоял из самолетов нескольких авиационных соединений и частей, взлетающих с различных аэродромов. Сбор в боевой порядок осуществлялся посредством организации взлета и маневра скоростью на маршруте. Ведущим парада и общего боевого порядка самолет Ан-124 становился только на удалении 20–30 км от Красной площади, пристроив к себе до этого 4 ведомых истребителя и пройдя над двумя аэродромами их взлета. Организация полета данного строя самолетов была очень сложная. При этом была за-

действована вся штурманская служба ВВС во главе с Главным штурманом. С целью облегчения работы Главный штурман ВВС посчитал целесообразным делегировать мне право подписи под телеграммами, которые направлялись на установление временных режимов полета над территорией СССР (тогда функция командующего воздушной армией). Соответствующее распоряжение Штабом ВВС было отдано. Это право до конца моей службы не было отменено и сыграло для меня очень важную роль в дальнейшем при организации сложных полетов и перелетов, в том числе при полете 6 мая 1987 года.

2. При выполнении испытательных полетов военным летчикам-испытателям часто приходилось выполнять полеты совместно с летчиками-испытателями Министерства авиационной промышленности (МАП). Несмотря на подчеркнуто приятельские отношения в быту, отношения между нами в технической области были независимыми и даже жесткими. Мы всегда внимательно наблюдали и ревновали друг друга к нашим полетам и самолетам. Летчики МАП при возможности всегда старались нас высадить из самолета. Мы им платили тем же, но у них с «высадкой» получалось лучше. Однако полет 6 мая 1987 года из-за его сложности в организации мы (или они) не могли бы выполнить по отдельности. Поэтому полетели вместе.

3. К такому полету на дальность я окончательно созрел, когда понял, что изучил особенности ветровых режимов на высотах полета реактивных самолетов в Северном полушарии и смогу этим воспользоваться, а именно:

—в Арктике в районе Полюса весной и летом дуют преимущественно слабые ветра;

—в средних широтах СССР бывают метеорологические условия для «парада циклонов», когда циклоны выстраиваются один за другим в широтном направлении. Эти циклоны довольно мощные и занимают обширные области. Только в таких условиях возможны длительные полеты на дальность (десятки тысяч километров) по замкнутому маршруту с попутным ветром, если выполнять полет так, чтобы циклоны всегда были слева по полету, а справа были области повышенного атмосферного давления.

Кроме того, я имел лично проверенные в полетах на дальность инженерно-штурманские расчеты для Ан-124. По моим данным, при полной заправке самолет Ан-124 может пролететь примерно 18500 км, а мне хотелось слетать на 20000 км, т.е. пролететь половину Земного шара. О цифрах мировых рекордов на то время я ничего не знал.

4. Будучи с 1985 года старшим штурманом части, я пользовался своим служебным положением.

Я любил свою профессию, старался много летать и до конца своей воинской службы летал в качестве штурмана экипажа на всех летательных аппаратах нашей части. Поэтому и получилось так, что у меня к тому времени был наибольший опыт полетов на этом самолете, возможно, в ущерб другим. Я не пытаюсь оправдаться, т.к. думаю, что на моем месте так поступил бы каждый из нас.

Сам полет

В то время самолет Ан-124 находился на этапе государственных испытаний. В программе испытаний были полеты на максимальную дальность. Для таких полетов нужно было иметь:

- большое количество топлива;
- подходящие для данного самолета основные и запасные аэродромы;
- опыт полетов на этом самолете над всей территорией СССР и в Арктике;
- знания всей аэродромной сети СССР;
- знания системы управления воздушным движением над территорией СССР;
- возможность управления вышеперечисленным, что и подразумевает организация таких полетов.

В то время реально организовать и обеспечить такой полет могли только военные испытатели, и они это сделали. Это командир части, Герой Советского Союза, Заслуженный летчик-испытатель СССР, генерал-майор А.С. Бежевец; группа ведущих инженеров-испытателей нашей части, заместитель командира эскадрильи, летчик-испытатель подполковник Ю.П. Ресницкий, штурман-испытатель, старший штурман части полковник А.Г. Смирнов, бортовой радист-испытатель, начальник связи части подполковник Е.Б. Кладовщиков, которые и вошли в состав данного экипажа.

К тому времени Главный конструктор самолета разрешил и доверил своему ведущему летчику-испытателю Терскому Владимиру Ивановичу выполнение 1–2-х взлетов самолета с максимальной заправкой топлива. Данное решение было рассмотрено на методическом совете МАП в ЛИИ им. М.М. Громова и одобрено.

Думаю, что взлетный вес самолета при том взлете был известен с погрешностью до 5–7 тонн. По моему мнению, он был в пределах 450–460 тонн. Дело в том, что мы, военные, дали команду в г. Жуковский на охлаждение топлива, но к вылету смогли охладить лишь примерно его половину. Емкость баков у Ан-124 составляет (по памяти) 369 м³. Самолет был облегчен. Подробности мне неизвестны. Перед заправкой самолета топливом были закрыты все

люки и двери самолета, кроме верхнего люка кабины экипажа, через который мы проникли в кабину.

При анализе синоптической обстановки перед полетом я увидел на метеокартах известный парад циклонов над всей Сибирью. Выбрал маршрут на 20000 км с запасом. Посоветовался с Ю.П. Ресницким и Е.Б. Кладовшиковым и передал этот маршрут в Киев. Оттуда пошли телефонные звонки разного уровня — началось «обсуждение» реальности данного полета, и киевляне заявили свой альтернативный маршрут. Где-то за неделю до полета мы (военные) подали заявку в ЛИИ им. М.М. Громова на охлаждение 250 тонн нашего топлива. За трое суток до вылета, воспользовавшись своим правом подачи заявок на установление временных режимов, делегированным мне Главным штурманом ВВС, я подал заявку на установление временного режима по своему маршруту длиной 20000 км и тем самым «отбил» все другие. За сутки до вылета подал заявку на полет. Кроме того, я попросил своего товарища и начальника, и главного для меня советчика полковника Сидоренко Валерия Михайловича проконтролировать в мое отсутствие прохождение всех положенных в этом случае команд. Валерий Михайлович как всегда прекрасно понял свою роль и очень помог нам.

Киевляне перелетели в г. Жуковский и поставили самолет для заправки. Отвез нас с документами в г. Жуковский накануне перед вылетом на своей машине наш товарищ — полковник Силантьев Лев Николаевич. Утром 6 мая 1987 года за один час до вылета начальник смены Главного центра управления воздушного движения СССР через диспетчера аэродрома г. Жуковского попросил меня к телефону и доложил мне лично: «Товарищ полковник, по вашей заявке временный режим установлен». Я передал телефонную трубку диспетчеру. Диспетчер объявил командиру экипажа, что временный режим установлен и обеспечивается. Присутствовавший у диспетчера Генеральный конструктор Петр Васильевич Балабуев данный полет утвердил, и мы пошли его выполнять.

Первую часть маршрута до залива Креста на Чукотке обязанности штурмана выполнял штурман-испытатель МАП Анатолий Майстренко — мой давний товарищ по совместным полетам. О взлете лучше бы рассказали летчики. Я на взлете находился в купе. Что-то отказало в гидросистеме. Киевляне отказ локализовали, и командир экипажа, Заслуженный летчик-испытатель СССР Владимир Иванович Терский, принял решение следовать по маршруту. Другого пути у нас и не было, т.к. нормальный посадочный вес самолета Ан-124 составлял 330 тонн, а у нас он был не менее 450 тонн. Служба управления

воздушным движением управляла экипажем четко. Обеспечение полета с земли было прекрасно организовано.

«Парад циклонов» работал на нас. При воздушной скорости 740 км/час путевая скорость была более 850–870 км/час при малом и переменном по знаку угле сноса. На первых этапах полета (до залива Креста) я пытался заснуть, но удавалось с трудом, т.к. постоянно хотелось оценить наш полет относительно циклонов. Важно было понять месторасположение крайнего. Перед Байково и поворотом налево я в который раз зашел в кабину экипажа и увидел большой левый снос и большую путевую скорость. Это означало, что мы огибаем крайний циклон, полет удастся и маршрут выбран правильно.

Рабочее место штурмана я занял над заливом Креста. К тому времени я уже понимал, что 20000 км мы пролетим. Ортодромия от залива Креста до Мурманска проходила «южнее» на 700 км Северного полюса к территории СССР. ПНПК-124 работал прекрасно и до конца полета «пел мне свои песни». Я много летал в Арктике, имею опыт полетов в Антарктике, над всеми океанами и сухопутными районами Земного шара. Утверждаю, что слышал, как «поют в воздухе свои песни» пилотажно-навигационные комплексы, в которых они славят или критикуют своих создателей.

Летая на Ан-124, я всегда с благодарностью вспоминал коллектив разработчиков ПНПК-124 под руководством Главного конструктора А.Н. Лобанова и предприятие «Ленинец» г. Ленинграда.

Закончился этот полет блестяще. Мы прошли по всему маршруту и по всей петле на юг (рис. 1). Остаток топлива на посадке был 9 тонн. Погрешности ИНС после посадки не превышали 10 км.

Встречала нас и Любовь Михайловна Бардина. Она была довольна, но пожурела меня. Оказалось, что мы имели возможность перекрыть и рекорд по дальности полета по прямой, но я об этом не знал. Моими целями были:

—20 000 км — половина окружности Земли без промежуточной заправки;

—по замкнутому маршруту с попутным ветром.

В моей летной книжке существует следующая запись: 6 мая 1987 года, Ан-124, Д/Н, исп. полет на предельную дальность, количество полетов 1 (день 1 полет — 21 ч. 24 мин, за облаками 10 ч 30 мин; ночь 0 полет — 4 ч 09 мин, за облаками 1 ч 40 мин, макс. высота 11,6 км), общее время полета 25 ч 33 мин, метеоусловия на взлете и посадке — простые.

После полета

На протяжении многих лет я невольно анализирую тот полет и каждый раз прихожу к одному и тому же выводу: успех данного полета был определен его организацией на земле.

На пресс-конференции у самолета командир экипажа Владимир Иванович Терский сказал коротко: «Нам повезло!» Я с ним согласен.

У В.К. Муравьева [1] о нашем полете написано следующее: «...Выдающимися перелетами, мировыми и всесоюзными авиационными рекордами было богато не только довоенное время. Успехи отечественного самолетостроения позволили продолжить интенсивную атаку на рекорды и после окончания Великой Отечественной войны. Вместе с отрядом советских авиационных спортсменов активное участие в завоевании самых разнообразных рекордов приняли и испытатели ВВС.

Как правило, рекордные полеты организовываются на завершающем этапе испытательной программы и вся работа, связанная с подготовкой к полетам и осуществлением их, ложится на уже сформированную испытательную бригаду.

Напомним только о некоторых, установленных в последние годы.

Рекордсменом — «многоборцем» является богатырь Ан-124 «Руслан». Только в июле 1985 г. на нем была установлена 21 мировой рекорд грузоподъемности, включая и поднятие груза весом более 171 т на высоту 10750 м. С максимальным грузом достигнута дальность полета 4500 км и показана максимальная дальность полета — 16500 км.

6 мая 1987 г. в 7 часов 1 минуту «Руслан» ушел в очередной рекордный полет. Его вел смешанный экипаж — летчики-испытатели МАП и ВВС: командир экипажа В.И. Терский, второй пилот Ю.П. Ресницкий, штурман А.Г. Смирнов, второй штурман А.Т. Майстренко, бортрадист Е.Б. Кладовщиков, второй бортрадист М.Н. Тупчиенко, ведущий инженер М. Харченко, бортинженер А.М. Шулущенко, второй бортинженер В.А. Гусар, техник-оператор

Ю.В. Приходько и спортивный комиссар ФАИ В.А. Павлов. Они подняли в воздух 455 тонную машину и повели ее по маршруту Москва — Касимов — Сиротинская (близ Волгограда) — Зензели — Чардара (район Ташкента) — Байково (северная оконечность гряды Курильских островов) — залив Кресты (Анадырский залив) — Мурманск — Юхнов — Мариуполь — Ейск — Самбек (район Ростов-на-Дону) — Рязань — Москва. Практически весь полет проходил за облаками, если не считать небольших отдельных открытых участков земли. Наибольший ортодромический отрезок пути — от Чардары до Байково — составил 6500 км, и именно на этом участке маршрута пришлось преодолевать наихудшую погоду. Примечательно, что до этого полета еще никому в истории авиации не приходилось пересекать Северный Ледовитый океан по ортодромии от района Анадыря до Мурманска, проходя «рядом» с полюсом Земли. 7 мая в 8 часов 32 минуты, т.е. через 25 часов 31 минуту после взлета, «Руслан» произвел благополучную посадку на аэродроме вылета, замкнув тем самым маршрут, длина которого составила более 20150 км. В результате был побит мировой рекорд дальности полета по замкнутому маршруту, принадлежавший до этого американским летчикам. В этом же полете была достигнута средняя скорость около 800 км/ч, что также превысило мировое достижение. Но этот результат не был зарегистрирован в качестве рекорда, поскольку такой рекорд перед полетом не был заявлен».

В справочнике-календаре по истории авиации, ракетной технике и космонавтике за 2006 год написано:

1987 — Мировой рекорд дальности на замкнутом маршруте для реактивных самолетов — 20150,92 км, экипаж В.И. Терского на Ан-124 «Руслан» (6–7) мая. Рекорд не превышен.

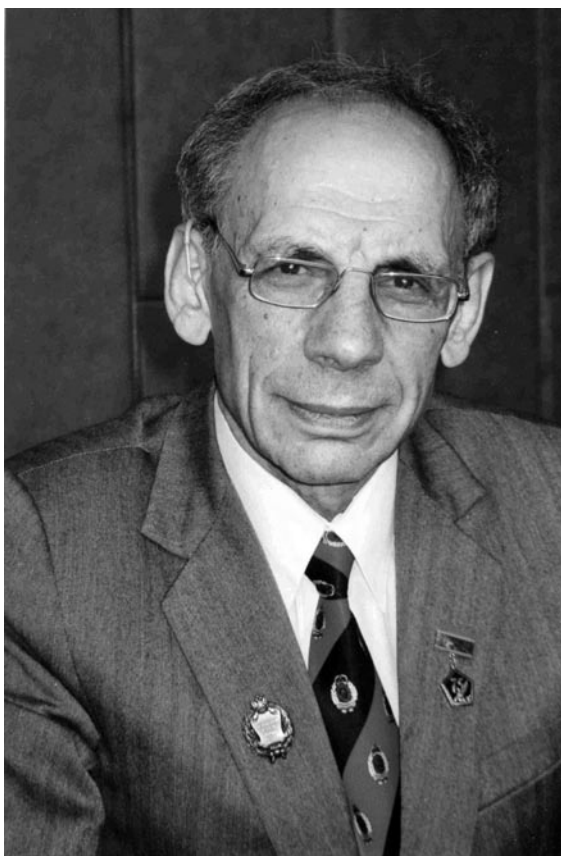
Прошло 19 лет, а мы все еще обладатели непревышенного рекорда. Ждем своих преемников, и нам очень хочется, чтобы это были летчики из России на российских самолетах.

Литература

1. Муравьев В.К. Испытатели ВВС. — М.: Воениздат, 1990. — с. 283, 295.
2. Селяков Л.Л. Тернистый путь в никуда. Записки авиаконструктора. — М.: Воениздат, 1997. — с. 145.
3. Молоканов Г.Ф. Штурманским курсом. История штурманской службы Военно-воздушных сил России. — М.: ГУП «Агропрогресс». — с. 301.

4. Молоканов Г.Ф. История штурманской службы военно-воздушных сил России. — М.: ФГУП «ВО Минсельхоза России», 2004. — с. 450.





К 80-ЛЕТИЮ С.Л. БЕЛОГОРОДСКОГО

1 июля 2006 г. исполнилось 80 лет известному ученому и педагогу, специалисту в области авионавигации и бортового оборудования, Заслуженному деятелю науки Российской Федерации, академику Академии транспорта России, Международной академии информатизации, Международной академии человека в авиакосмических системах, вице-президенту Российского общественного института навигации по воздушному транспорту, профессору, доктору технических наук Белгородскому Семену Львовичу.

Будучи ветераном отечественной гражданской авиации, которой он отдал 57 лет своей жизни, Семен Львович приобрел известность как инженер-испытатель и исследователь оборудования первых систем посадки и бортовых систем автоматического управления в условиях посадочных минимумов I, II и IIIA категорий. В настоящее время под его руководством ведутся работы в области сбора, обработки и распространения авионавигационной информации, проводятся исследования по организации геодезических съемок авионавигационных ориентиров на гражданских аэродромах и воздушных трассах, работы по проблемам сбора информации мониторинга состояний орбитальных группировок спутниковых систем и доведения информации до авиационных пользователей.

Результаты работ С.Л. Белгородского освещены в более чем 190 публикациях в нашей стране и за рубежом. В их числе – широко известная монография «Автоматизация управления посадкой самолета». Им получено 6 авторских свидетельств на изобретения.

Обрели высокую оценку многолетняя подвижническая общественная деятельность С.Л. Белгородского по руководству постоянно действующим семинаром «Летная эксплуатация воздушных судов», заседаниями Секции воздушного транспорта РОИН, его целеустремленность и конкретные усилия по обеспечению внедрения перспективных навигационных систем в отечественную авиацию, приятное общение, деликатность, полезные советы, критика и конструктивные рекомендации.

С.Л. Белгородский проводит активную общественную работу, участвуя в деятельности Исполкома Российского общественного института навигации. Член редколлегии и автор ряда статей журнала «Новости навигации».

Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Исполком Российского общественного института навигации и редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют Семена Львовича с 80-летним юбилеем и желают ему доброго здоровья и дальнейших успехов в научной и педагогической деятельности.

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ

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

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

В сентябре—октябре 2006 г. в издательстве «Физматлит» ожидается выход в свет монографии «**Ориентация и навигация подвижных объектов**» (Современные информационные технологии). Авторы: **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.**

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, средств передачи информации и реализации программно-математического обеспечения вычислительных систем КОН. Рассмотрены структуры, функциональные алгоритмы и погрешности бесплатформенных инерциальных и спутниковых навигационных систем.

Дана характеристика инерциальных чувствительных элементов, в частности 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 по системам и комплексам ориентации и навигации, а также для аспирантов и студентов соответствующих специальностей. Книга во многом базируется на исследованиях, проведенных на кафедре автоматизированных комплексов систем ориентации и навигации и в ЦСИТ МАИ. Книга издается по гранту РФФИ №05-01-14094-д. В книге 8 глав, объем около 32 п.л. (500 стр.).

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

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

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

Изложены принципы построения спутниковой радионавигационной системы (СРНС) ГЛОНАСС, даны ее системные характеристики и основные характеристики подсистем космических аппаратов, наземного контроля и управления и навигационной аппаратуры потребителей, а также дифференциальных дополнений СРНС. Рассмотрены направления совершенствования технологий спутниковой навигации, включая перспективы совершенствования космического и наземного сегментов, контроля целостности, использования высокоточных фазовых измерений, интегрирования с инерциальными

системами навигации и использования пространственной обработки сигналов. Для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой, производством и эксплуатацией аппаратуры потребителей СРНС ГЛОНАСС. Может быть полезна студентам, аспирантам и преподавателям высших учебных заведений при изучении дисциплин радиотехнического профиля.

www.radiotec.ru

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

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

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

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

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

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

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

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

Для студентов радиотехнических специальностей вузов.

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

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

Предлагаемая книга может быть широко использована в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов 654200 «Радиотехника», а также для подготовки специалистов по направлению 080800 «Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами, может быть полезна для инженеров и научных работников, занимающихся проблемами радиовидения Земли.

<http://www.radiotec.ru>

E-mail: iprzhr@online.ru

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

В книге рассматривается проблема управления в виде двух взаимосвязанных задач — синте-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



КАЛЕНДАРЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН НА 2006 – 2008 гг.

КАЛЕНДАРЬ ПОДГОТОВЛЕН С ПОМОЩЬЮ МАТЕРИАЛОВ ЖУРНАЛА GPS WORLD, INSIDE GNSS, [HTTP://WWW.GPSWORLD.COM](http://www.gpsworld.com), И ДРУГИХ ИСТОЧНИКОВ

OCTOBER 8-12, 2006

FIG XXIII CONGRESS AND 13TH WORLD CONGRESS ON ITS

London, United Kingdom. Tel. +44 (0) 20-7973-6655, fax +44 (0) 20-7233-5054
www.itsworldcongress.com

OCTOBER 10-12, 2006

INTERGEO 2006

Munchen, Germany. Hinte Messe. Tel. +49 (0) 721-931-337040, fax +49 (0) 721-931-337-10
ofreier@hinte-messe.de
www.intergeo.de

ОКТЯБРЬ 10-12, 2006

1-Я РОССИЙСКАЯ МУЛЬТИКОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ

Санкт-Петербургская территориальная группа Российского национального комитета по автоматическому управлению проводит 1-ю Российскую мультikonференцию по проблемам управления, состоящую из трех конференций:

XXV конференция памяти Н.Н. Острякова;

4-я конференция «Управление и информационные технологии» (УИТ-2006);

3-я конференция «Мехатроника, автоматизация и управление» (МАУ-2006).

Санкт-Петербург, ул. Малая Посадская, 30.
Тел. (812) 232-59-15, факс (812) 232-33-76
office@eprib.ru

OCTOBER 18–20, 2006

12TH IAIN/GNSS WORLD CONGRESS

International Symposium on GPS/GNSS. The title of the Congress is “Navigation in the IT Era”. The topics: from Loran and Eurofix through antijamming/multipath mitigation to indoor navigation and pseudoplites. Korean ION, Busan, Jeju, Korea. Contact prof. Jinsoo Park on +82-51-410-4127 or jkinpr@mail.hhu.ac.kr

www.iaincongress.org

www.iainav.org

OCTOBER 18-20, 2006

2006 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GPS/GNSS

Korean Institute of Navigation and Port Research (KINPR), Busan, Jeju, Republic of Korea
e-mail: jkinpr@mail.hhu.ac.kr

OCTOBER 20-21, 2006

GPS FUR GIS ANWENDER

Karlsruhe, Germany. Tel. +49 (0) 721-608-2305.
bigot@gik.uni-karlsruhe.de
www.gik.uni-karlsruhe.de

OCTOBER 23-27, 2006

EURONAVAL 2006

Paris, France. GICAN, 19-21 Rue du Colonel Pierre Avia, 75015 Paris, France. Tel. +33 (0)1 4736-8080, fax +33 (0)1 4093-5772
sogena@wanadoo.fr
www.euronaval-show.com

OCTOBER 31-NOVEMBER 1, 2006

NAV 06

LAND NAVIGATION, LOCATION AND SAFETY

The conference and exhibition will cover advances in all aspects of navigation technology and its applications. RIN, 1 Kensington Gore, London, SW7 2AT< United Kingdom.

info@rin.org.uk

www.rin.org.uk

NOVEMBER 16-23, 2006

GEOINT 2006 SYMPOSIUM

Orlando, FL, USA. kira.wilson@usgif.org,
www.geoint2006.com

NOVEMBER 20-22, 2006

NORNA 2006

Helsingforrs< Sweden. Tel. +47 (32) 89-22-15, fax +47 (32) 82-25-74

nornav@online.no

www.nornav.org

DECEMBER 11-13, 2006

NAVITEC 2006

**3RD ESA WORKSHOP ON SATELLITE
NAVIGATION USER EQUIPMENT
TECHNOLOGIES**

Noordwijk, The Netherlands. Tel. +31 (71) 565-5005, fax +31 (71) 565-5658

ESA.Conference.bureau@esa.int

www.congrex.nl/06c17/

JANUARY 22-24, 2007

ION NATIONAL TECHNICAL MEETING.

San Diego (Calif), US.

www.ion.org

APRIL 23-25, 2007

ION 2007

ION Annual Meeting. Cambridge (Mass), US.

www.ion.org

МАЙ 23-25, 2007

НО-2007

**КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННОЕ СО-
СТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ НАВИГАЦИИ И ОКЕ-
АНОГРАФИИ»**

ГНИНГИ МО РФ, 199106, г. С.-Петербург, Ко-
жовенная линия, 41. Тел/факс +7 (812) 327-99-80,
+7 (812) 322-33-19ю gningi@navy.ru

28-30 МАЯ 2007

**XIV САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНА-
РОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИНТЕГРИРО-
ВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ**

ГНЦ РФ «ЦНИИ «Электроприбор», ул. Малая

Посадская, 30, 197046, Санкт-Петербург. Тел. +7
(812) 499-82-10, +7 (812) 499-81-57, факс +7 (812)
232-33-76

ICINS@eprib.ru

elprib-onti@telros.net

www.elektropribor.spb.ru

MAY 29-31, 2007

ENC-GNSS 2007

Swiss Institute of Navigation, Geneva. The
conference will be held concurrently with the European
Frequency and Time Forum and the IEEE Frequency
Control Symposium with a combined exhibition.

www.timenav07.org

MAY 29-JUNE 1, 2007

TIMENAV'07

Geneva, Switzerland. Information: Ted Byrne,
FSRM, Ruelle, DuPeyron 4, 2000 Neuchatel. Tel. +41
(32) 720-09-00, fax +41 (32) 720-09-90

welcome@timenav07.org

www.TimeNav07.org

SEPTEMBER 25-28, 2007

ION GNSS 2007

3975 University Drive Suite 390 Fairfax, VA 22030
Phone: 703.383.9688 Fax: 703.383.9689 meetings@ion.
org,

www.ion.org

APRIL 23-26, 2008

ENC-GNSS 2008

French Institute of Navigation, Toulouse.



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка на журнал «Новости навигации».

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

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

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

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

ФГУП «НТЦ СНТ «Интернавигация».

Контактный телефон: (495) 626-25-01, факс: (495) 626-28-83

E-mail: internavigation@rgcc.ru.

Предлагаем также рассмотреть возможность сотрудничества в издании журнала, публикации на его страницах рекламной и другой информации, касающейся вашего предприятия.

Расценки на публикацию рекламы:

2, 3 стр. обложки и вкладки (формат А4):	цветная реклама (4 цвета)	700 у.е.
	одноцветная реклама	350 у.е.

Главному редактору
журнала «Новости навигации»
109028, Москва, Б. Трехсвятительский пер., 2

БЛАНК-ЗАКАЗ

Просим оформить подписку на _____ экз. журнала «Новости навигации».
Стоимость подписки в сумме _____ руб. перечислена на расчетный счет
ФГУП «НТЦ современных навигационных технологий «Интернавигация» в Меж-
государственном банке г. Москвы, ИНН 7736022670,
р/с № 40502810000000000001, БИК 044525362, к/с 30101810800000000362.

Платежное поручение № _____ от «_____» _____ 200__ г.

(Следует приложить к заказу копию платежного поручения).

Заказ направить по адресу:

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

город, улица, дом _____

Кому _____

(полное название организации или ФИО заказчика)

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РУКОПИСЕЙ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В ЖУРНАЛЕ «НОВОСТИ НАВИГАЦИИ»

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

Страницы рукописи не нумеруются. Отдельно представляются сведения об авторах: контактные телефоны, факсимиле, адрес электронной почты.

3. Объем текста теоретического характера, как правило, должен быть не более 1 усл. печ. листа, а практического – 2/3 усл. печ. листа.
4. Для выделения отдельных пунктов в тексте или графическом материале необходимо использовать только арабскую нумерацию.
5. Рукопись должна быть представлена в виде файла формата MS Word (*.doc) на магнитном или оптическом (CD) носителе и распечатки в двух экземплярах. После рецензирования при наличии замечаний рукопись с дискетой возвращается автору на доработку. В отдельных случаях возможен обмен отредактированными материалами по электронной почте.
6. При наборе текста необходимо использовать следующие шрифты: «Times New Roman» и «Symbol». Размер шрифта для заголовков статей – 16, ФИО авторов – 14, подзаголовков – 12, текста – 12, для сносок – 10, интервал – множитель с коэффициентом 1,3.
7. Иллюстративный и графический материал представляется в виде файлов формата MS Word, предпочтительно в портретной ориентации, в черно-белом цвете. Не допускается использование сканированных рисунков и формул. Математические формулы оформляются через редактор формул «Equation Editor».
8. В зависимости от тематики статьи при необходимости к представленному материалу должно прилагаться экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати.