

НОВОСТИ НАВИГАЦИИ

№ 4, 2007 г.

Научно-технический
журнал
по проблемам навигации

УДК 621.78:525.35

Редакционная коллегия:

Главный редактор – Царев В. М.,
директор НТЦ «Интернавигация»,
к.т.н., заслуженный работник связи
РФ

Редактор – Соловьев Ю. А., д. т. н.
Отв. редактор – Цикалова Е. Г.

Члены редакционной коллегии:

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

МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

О РАБОТЕ 16-го ЗАСЕДАНИЯ СОВЕТА ФЕРНС И ВТОРОГО ЗАСЕДАНИЯ
ТЕХНИЧЕСКОЙ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ..... 3

В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ СОВЕТЕ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

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

ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ» 6

В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

ДОКЛАДЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ТЕНДЕНЦИИ И
ГАРМОНИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ».....10

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СПУТНИКОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ЛККС-А-2000 И GLS В ЕВРОПЕ.....13
О. И. Завалишин, В. А. Лукоянов

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ:
ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ,
НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНОЙ НАВИГАЦИИ 17
Н. П. Зубов

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ
НАВИГАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ
ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ 23
А. А. Бермишев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ
В ПРИЕМНИКАХ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ
СИСТЕМ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ
И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ 29
А. Л. Аникин, С. Ю. Аксенов, А. А. Оганесян, С. Я. Хованец

ИМИТАЦИОННЫЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОМЕХИ
СИСТЕМАМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ 35
А. Н. Коротышко, Ю. М. Перунов

ПОЧЕМУ НАМ НУЖЕН eLogan 40
Лен Джакобсон

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННОЙ И НАВИГАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 42
Я. М. Борисов, А. И. Сердюков

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ..... 47

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.В. БЕЛЯКОВА 52
Г.Ф. Молоканов

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ..... 55

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ 57

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

INTERNATIONAL ACTIVITIES

ON THE WORK OF THE 16TH FERNS COUNCIL SESSION AND THE 2 nd TECHNICAL WORKING GROUP MEETING	3
--	---

IN THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL

CONFERENCE «TRENDS AND HARMONIZATION OF RADIONAVIGATION SUPPORT DEVELOPMENT»	4
SESSION OF THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL.....	6

IN THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION

PRESENTATIONS AT THE CONFERENCE «TRENDS AND HARMONISATION OF RADIONAVIGATION SUPPORT DEVELOPMENT».....	10
---	----

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

TEST RESULTS OF LKKS-A-2000 AND GLS SATELLITE EQUIPMENT IN EUROPE.....	13
O. Zavalishin, V. Lukoyanov	

SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS: PROBLEMS OF MONITORING AND EVALUATING AIR NAVIGATION ACCURACY, RELIABILITY AND SAFETY.....	17
N. Zubov	

SOME EXPERIMENTAL RESULTS OF NAVIGATING CONDITIONS RESEARCH DURING TRANSITION ALONG THE NORTHERN SEA ROUTE.....	23
A. A. Bermishev	

THE IMPROVEMENT OF SIGNAL PROCESSING ALGORITHMS IN GNSS RECEIVERS TO ENHANCE POSITION ACCURACY AND ANTIJAM CAPABILITY.....	29
A. L. Anikin, S. Y. Aksyonov, A. A. Oganessian, S. Y. Khovanets	

SATELLITE NAVIGATION SPOOFING	35
A. N. Korotonoshko, Yu. M. Perunov	

WHY WE NEED eLoran.....	40
Len Jacobson	

PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF POSITION/TIME/NAVIGATION ACTIVITIES	42
Ya. M. Borisov, A. I. Serdiukov	

<u>OPERATING INFORMATION</u>	47
------------------------------------	----

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

TOWARDS THE 110 TH ANNIVERSARY OF A.V. BELIAKOV	52
G.F. Molokanov	

<u>NEW BOOKS AND MAGAZINES</u>	55
--------------------------------------	----

<u>PLANS AND CALENDARS</u>	57
----------------------------------	----

О РАБОТЕ 16-ГО ЗАСЕДАНИЯ СОВЕТА ФЕРНС И ВТОРОГО ЗАСЕДАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ

ON THE WORK OF THE 16TH FERNS COUNCIL SESSION AND THE 2ND TECHNICAL WORKING GROUP MEETING

16-е заседание Совета ФЕРНС проходило с 29 октября по 2 ноября 2007 года в Токио (Япония). На заседании присутствовали делегации Республики Корея, Японии, Российской Федерации и Китайской Народной Республики, а также наблюдатели от Международной Ассоциации маячных служб и технических средств навигации (МАМС) и Министерства рыболовства и морских дел Норвегии.

Работа началась с 2-го заседания Технической рабочей группы (ТРГ) ФЕРНС. Делегация от России представила необходимые отчеты, а также сообщение о результатах измерений параметров сигналов на станции Уссурийск, которые были рассмотрены участниками заседания. Это касается информации о планах по дальнейшему развертыванию систем ДГНСС и порядке выделения частот для станций; об использовании автоматических идентификационных систем (АИС) в качестве средств навигации; о типах аппаратуры потребителей систем «Чайка» и «Лоран-С», а также интегрированной аппаратуры, применяемой и производимой в России. Все материалы получили одобрение председателя ТРГ проф. Гуг Сунь-Ги. Участники заседания ТРГ ФЕРНС одобрили Положение о ТРГ, План мероприятий на 3 года и отчеты о заседаниях для доклада на 16-м заседании Совета ФЕРНС.

Во второй половине дня открылось заседание Совета ФЕРНС. Первым был представлен доклад России о ходе модернизации российских станций «Чайка» на Дальнем Востоке. Затем заслушали сообщение представителя Норвегии о прошедшем в сентябре с.г. первом совещании по проблемам «е-Лоран», которое было организовано Администрацией береговых дел Норвегии совместно с МАМС и проходило в г. Хаугесунд, Норвегия. Было высказано мнение о необходимости периодического проведения подобных заседаний и о согласовании работ для подготовки общих стандартов. Далее, был заслушан доклад председателя ТРГ и одобрены документы по ТРГ: отчеты 1-го и 2-го заседаний, Положение о ТРГ, 3-летний план мероприятий. Были также представлены доклады России о работе цепей В и С и о запланированных испытаниях в ноябре-декабре 2007 и в 2008 г.

Второй день заседания был полностью посвящен симпозиуму по электронной навигации. Были представлены доклады по темам: история разработки и работы по созданию е-навигации; надежная радионавигация и связь в эпоху е-навигации; современное применение АИС и результаты исследований в Японии; проблемы эксплуатации и мероприятия по е-навигации и будущие ожидания в МАМС; электронные карты и е-навигация. Вызовы и возможности

В третий день заседания в соответствии с повесткой дня страны-участницы доложили о результатах

работы цепей радионавигационных систем «Чайка» и «Лоран-С» по программе ФЕРНС. Российская делегация доложила о работе российских станций в цепях В и С и в Российско-Американской цепи (РАЦ). Доступность оценивалась только с учетом несанкционированных отключений, как принято в РАЦ.

Далее в соответствии с повесткой дня делегация РФ представила график отключения станций на технической обслуживании на 2008 год, а также сообщила о необходимости внести в Административные схемы в Руководстве по эксплуатации новые данные о назначении Российского агентства по промышленности (Роспром) ответственной организацией от России за работу в рамках ФЕРНС вместо Межведомственной комиссии «Интернавигация».

По пункту повестки дня «Технические проблемы работы совместных цепей ФЕРНС» делегация Японии представила результаты оценки работы Российской цепи на GRI 7950 по измерениям в июле-августе с.г. и сообщила, что измерения будут продолжены в ноябре 2007. Со своей стороны, Россия представила два доклада по техническим проблемам. В первом докладе были представлены планы проведения измерений в ноябре с.г. и введения в эксплуатацию станции Уссурийск до конца с.г. Второй доклад содержал информацию о новых интегрированных приемниках, разработанных и запускаемых в производство в России.

По теме координации других радионавигационных служб на Дальнем Востоке Россия представила материалы по развертыванию станций ДГНСС и выделению частот, а также представлявший на 1-м заседании ТРГ доклад об АИС.

В заключение Совет одобрил примерное место и время проведения 17-го заседания Совета ФЕРНС. Оно пройдет в России осенью 2008 года.

Программа работы Российской делегации на 16-м заседании Совета ФЕРНС предусматривала встречи с членами рабочих групп по совершенствованию работы цепей. Прошла встреча в рамках Российско-Японской рабочей группы по работе цепи В и Корейско-Японско-Российской группы по работе цепи С. Были обсуждены условия проведения измерений сигналов в ноябре-декабре с.г.

Российская делегация провела также рабочую встречу с Генеральным секретарем МАМС Т. Крузе. Было отмечено большое значение МАМС и лично г-на Т. Крузе в организации и проведении заседаний ФЕРНС. Было сделано предложение оказать содействие России в проведении 17-го заседания Совета ФЕРНС в 2008 году.



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

Conference «Trends and Harmonization of Radionavigation Support Development»

21 ноября 2007 года Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российский общественный институт навигации (РОИН) и Ассоциация транспортной телематики в Московском автомобильно-дорожном институте (Государственный технический университет) провели научно-техническую конференцию «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения».

В конференции приняли участие 74 представителя из 42 организаций Российской Федерации, Республики Беларусь, Азербайджанской Республики, Республики Казахстан и Украины.

На конференции было заслушано и обсуждено 20 докладов участников, в том числе был заслушан доклад по проекту Российского радионавигационного плана, а также доклад о ходе разработки Межгосударственной радионавигационной программы СНГ на период до 2012 года.

Ряд докладов был посвящен состоянию и перспективам развития спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС, мониторингу состояния орбитальной группировки, развитию системы дифференциальной коррекции, а также использованию системы ГЛОНАСС различными группами потребителей.

Серьезное внимание конференция уделила также вопросам современного состояния и перспективам развития импульсно-фазовых, в том числе объединенных, радионавигационных систем.

Были заслушаны доклады по новому типу сигналов в спутниковых навигационных системах, по государственному координатно-временному обеспечению навигационных задач, по состоянию и перспективам метрологического обеспечения навигационной аппаратуры потребителей КНС ГЛОНАСС/GPS, по применению навигационных технологий при освоении Арктического шельфа России и др.

По результатам работы конференции принято нижеследующее решение.

РЕШЕНИЕ

научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения»,

проведенной Межгосударственным советом «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российским общественным институтом навигации (РОИН) и Ассоциацией транспортной телематики.
(21 ноября 2007 года, г. Москва)

Конференция отмечает:

Радионавигационное обеспечение России и государств-участников СНГ осуществляется с помощью спутниковых (ГЛОНАСС и GPS) и наземных радионавигационных систем (РНС) при преобладающем на нынешнем этапе использовании GPS и наземных РНС. Это обусловливается состоянием орбитальной группировки ГЛОНАСС, парка потребительской аппаратуры и уровнем освоения спутниковых технологий.

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 проводится в соответствии с Федеральной целевой программой «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 акваториях морей и на внутренних водных путях, а также по использованию ДПС в интересах геодезии и землеустройства. Получены положительные результаты отработки авиационной локальной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС и GPS ЛККС-А-2000 для посадки воздушных судов гражданской авиации, оборудованных отечественной и зарубежной аппаратурой.

В то же время в выступлениях участников конференции отмечается недостаточно активное внедрение спутниковых технологий на воздушном транспорте, в частности не внедрены процедуры спутниковой зональной навигации в районе аэродрома и неточные спутниковые заходы на посадку, хотя реализация указанных мероприятий позволила бы существенно повысить безопасность, регулярность и экономичность полетов, улучшить экологию в районе аэродромов.

Неоднократно переносились сроки решения вопросов об использовании систем координат WGS-84 наряду с ПЗ-90.

Представляются перспективными работы по созданию российской широкозонной системы дифференциальной коррекции и мониторинга (РСДКМ) разработки ФГУП РНИИ КП. Однако окончательный облик и концепция РСДКМ пока не определены, а обсуждение этих вопросов с потребителями находится практически в начальной стадии.

При планировании и развитии радионавигационного обеспечения с помощью СРНС предполагается наряду с традиционными радиосигналами использовать так называемые меандровые радиосигналы с расщепленным спектром, которые обладают по сравнению с традиционными рядом достоинств (лучшая точность, помехоустойчивость, совместимость с другими сигналами и т.д.). Внедрение меандровых радиосигналов в практику СРНС может представить собой новую ступень в развитии систем, заметно расширяющую круг задач, выполняемых на основе спутниковой навигации, и повышающую качество их решения.

Проводятся работы по модернизации радиотехнических систем дальней навигации (РСДН), созданию объединенных ИФРНС «Чайка/Лоран-С» и внедрению технологий по передаче через канал ИФРНС дифференциальных поправок для СРНС. Начаты работы по созданию усовершенствованных систем «Чайка». Рассматривается вопрос об использовании РСДН в качестве Федеральных резервных систем навигации.

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. Важными направлениями в борьбе с уязвимостью СРНС являются создание специальных средств обнаружения и подавления помех (антенные подавители помех и др.) и комплексирование приемной аппаратуры СРНС с автономными средствами (инерциальные блоки и системы на микромеханических датчиках, курсо-доплеровские, одометрические системы и др.).

Важное значение для планирования развития и гармонизации радионавигационного обеспечения России и СНГ имеет подготовленная ФГУП «НТЦ «Интернавигация» и специалистами заинтересованных ведомств при взаимодействии с РОИН 3-я редакция Российского радионавигационного плана РРНП-2007.

Продолжаются работы по разработке Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников СНГ на период до 2012 года.

Конференция рекомендует заинтересованным органам исполнительной власти, организациям, предприятиям, общественным объединениям ученых и специалистов:

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

2. Считать РСДН 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 уточнению рационального состава резервных наземных средств навигации для всех видов транспорта, возможных сроков их эксплуатации и планов замены, учитывать результаты этих работ при проведении мероприятий по реорганизации парка наземных радионавигационных средств, а также необходимость совместного использования и базирования на аэродромах, в морских портах и гаванях судов различных ведомств и принадлежности.
4. Усилить работы по созданию многочастотной приемной аппаратуры СРНС, средств мониторинга электромагнитной обстановки, выявления и борьбы с помехами СРНС, комплексированию потребительской аппаратуры СРНС с автономными средствами счисления (инерциальные системы на микромеханических и других датчиках и др.) различных транспортных средств в интересах обеспечения непрерывности и повышения точности навигации. Способствовать интенсификации работ по созданию новых более совершенных инерциальных датчиков, блоков и систем различных классов точности.
5. Ускорить работы по определению облика и проектированию российской широкозонной системы дифференциальной коррекции и мониторинга и представлению соответствующих предложений для согласования в международных организациях, с потребителями России и СНГ.
6. Считать важнейшим условием эффективного использования спутниковых навигационных технологий проведение работ по геодезическому и картографическому обеспечению маршрутов движения транспортных средств, в том числе заходов на посадку воздушных судов, проводку морских судов в портах и узкостях, движения автотранспорта и т.д.
7. Принять действенные меры по ускоренному внедрению спутниковой аэронавигации в районах аэродромов и при заходе на посадку.
8. Поддержать инициативные работы по исследованию новых меандровых радиосигналов для спутниковых радионавигационных систем, в том числе ГЛОНАСС, внедрение которых в практику представляет собой новую ступень в развитии СРНС, заметно расширяющую круг задач, выполняемых на основе спутниковой навигации, и повышающую качество их решения. Способствовать усилиям по их использованию в работах по синтезу новых сигналов системы ГЛОНАСС.

9. В ходе дальнейших работ проводить более детальное рассмотрение вопросов метрологического обеспечения использования потребительской аппаратуры и функциональных дополнений спутниковых радионавигационных систем.
10. Рекомендовать развитие и укрепление государственных информационных органов, ответственных за обеспечение потребителей навигационной информацией по состоянию орбитальной группировки системы ГЛОНАСС и другим вопросам. Продолжить в выбранном направлении работы по созданию МНИС – системы информационного обмена МГС «Радионавигация».
11. Одобрить доложенные результаты работ и использовать их при разработке Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников Содружества Независимых Государств.
12. Одобрить и расширить практику вовлечения представителей общественных организаций (РОИН и др.) в мероприятия по разработке и обсуждению планирующих и концептуальных документов, касающихся радионавигационного обеспечения широкого круга потребителей, включая заседания по навигационным вопросам коллегий Министерства транспорта РФ и других ведомств.
13. Обеспечить возможность публикации докладов конференции на страницах журналов «Новости навигации» и на сайте ФГУП НТЦ «Интернавигация».



ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

Session of the Radionavigation Interstate Council

22 ноября 2007 года в г. Москве состоялось 29-е заседание Межгосударственного совета (МГС) «Радионавигация», в котором приняли участие члены Совета и его НТС, представитель Исполкома СНГ и приглашенные лица.

В ходе заседания МГС «Радионавигация» были рассмотрены и приняты решения по следующим вопросам.

1. О Решении Совета глав государств СНГ о Концепции дальнейшего развития Содружества Независимых Государств и об итогах экономического сотрудничества государств-участников СНГ за 9 месяцев 2007 года.

Совет принял к сведению информацию по данному вопросу Верещако В. А. (Департамент экономического сотрудничества исполкома СНГ).

2. О работах проводимых Советом в 2007 году.

С сообщением по данному вопросу выступил Баздов А. К. (ФГУП НТЦ «Интернавигация»).

Совет отметил, что долевые бюджетные и внебюджетные средства, необходимые для обеспечения текущей деятельности Совета и для выполнения наиболее актуальных работ были выделены только Республикой Казахстан и Республикой Узбекистан. Расходы по обеспечению работы секретариата Совета, на организацию двух заседаний Совета, на проведение научно-технической конференции оплачивались за счет ФГУП НТЦ «Интернавигация».

Недостаточное финансирование потребовало корректировки плана работ Совета в 2007 г.

Совет обратился к государствам СНГ с просьбой дополнительно рассмотреть и решить вопрос о ежегодном выделении рабочему органу Совета – ФГУП НТЦ «Интернавигация» долевых бюджетных и внебюджетных средств в объемах финансирования 2005 года.

Совет решил включить в план работы на 2008 год разработку предложений по совершенствованию нормативной базы в области радионавигации и системы сертификации радионавигационной аппаратуры, а также продолжить работу по созданию в СНГ системы информационного обмена МГС «Радионавигация», сосредоточив первоочередные усилия на создание Межгосударственного и национальных навигационно-информационных центров.

3. Об отчете о деятельности Межгосударственного совета «Радионавигация» в 2005 – 2006 годах на заседании Комиссии по экономическим вопросам при Экономическом Совете СНГ.

Совет принял к сведению информацию Царева В. М. о том, что Комиссия по экономическим вопросам при Экономическом совете СНГ на заседании 17 октября 2007 года одобрила в основном деятельность Межгосударственного совета «Радионавигация» решила внести Отчет о деятельности указанного Совета на рассмотрение Экономического совета СНГ.

Совет признал целесообразным проработать возможность его участия в работе Международного Союза по спутниковой навигации и в других международных организациях, занимающихся вопросами радионавигации.

4. О разработке Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников СНГ.

Заслушав информацию председателя МГС «Радионавигация» Иванчука Н. А., Совет отметил, что участие в разработке Межгосударственной радионавигационной программы подтвердили Республика Беларусь, Республика Казахстан и Российская Федерация. Правительство Республики Узбекистан не сообщило о решении по данному вопросу.

ПРОТОКОЛ 29-го заседания Межгосударственного совета «Радионавигация»

22 ноября 2007 г.

г. Москва

Совет принял к сведению, что для разработки проекта указанной программы образована рабочая группа из представителей организаций – разработчиков и координаторов программы, которая провела три заседания.

Отметив, что до настоящего времени не решен вопрос ресурсного обеспечения Программы с указанием размеров и источников финансирования.

Совет признал необходимым провести консультации по этим вопросам с национальными государственными заказчиками, а также в исполкоме СНГ.

Учитывая длительное время, необходимое для согласования и рассмотрения проекта Программы, Совет считает целесообразным разрабатывать ее на 2009 – 2012 годы.

5. Об организации работ по развитию объединенных цепей дальней радионавигации на территории государств СНГ.

Совет принял к сведению, что МГС «Радионавигация» обратился к правительствам Республики Беларусь и Украины с предложением разработать программу развития и совершенствования Российско-Украинско-Белорусской цепи дальней навигации. Республика Беларусь подтвердила свое участие в разработке указанной программы. Ответ от Украины еще не получен.

Совет также обратился в Правительство Республики Казахстан с предложением рассмотреть вопрос о создании на территории Республики станции системы дальней радионавигации. В настоящее время этот вопрос рассматривается заинтересованными органами власти Республики.

Совету поручено продолжить работу с организациями указанных государств СНГ по подготовке соответствующих решений.

6. О создании в СНГ Межгосударственной ассоциации по предоставлению навигационных услуг.

Заслушав информацию по данному вопросу В. В. Казакова УП «СКБ «Камертон» (Республика Беларусь), Совет принял к сведению проект Положения о Межгосударственной ассоциации операторов по предоставлению навигационных услуг. Совет решил направить проект указанного Положения членам Совета для его рассмотрения до февраля 2008 года с заинтересованными организациями своих государств. Доработанный проект Положения с учетом полученных замечаний рассмотреть на заседании Совета в апреле 2008 года.

7. Информация представителя Межгосударственного авиационного комитета о радионавигационных проблемах в области аэронавигации.

Совет принял к сведению информацию Петрова А. Г. по данному вопросу.

8. О проведении очередного заседания Совета.

Решено провести очередное заседание Межгосударственного совета «Радионавигация» провести в апреле 2008 года.

Присутствовали полномочные представители Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации, а также представитель Исполнительного комитета СНГ, члены научно – технического совета МГС «Радионавигация» и приглашенные лица (список прилагается).

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

1. О Решении Совета глав государств СНГ о Концепции дальнейшего развития Содружества Независимых Государств и об итогах экономического сотрудничества государств-участников СНГ за 9 месяцев 2007 года.

(Верещако В. А.)

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

2. О работах, проводимых Советом в 2007 году.

(Баздов А. К.)

2.1. Отметить, что решение Совета (протокол 28-го заседания от 27 апреля 2007 года) о ежегодном выделении долевых бюджетных и внебюджетных средств в объемах финансирования 2005 года, необходимых для обеспечения текущей деятельности Совета и для выполнения наиболее актуальных работ до утверждения новой Межгосударственной программы в 2007 году выполнено только Республикой Узбекистан, перечислившей 330000 рублей и Республикой Казахстан, перечислившей 249100 рублей.

2.2. Расходы по обеспечению работы секретариата Совета, на организацию двух заседаний Совета, на проведение научно-технической конференции и др. оплачивались за счет средств ФГП НТЦ «Интернавигация» (853.000 рублей)

2.3. Принять к сведению, что из-за недостаточного финансирования было принято решение о выполнении в 2007 году вместо работы по созданию системы информационного обмена МГС «Радионавигация» (ОКР «Информация СНГ») разработки двух межгосударственных стандартов в области радионавигации:

- первой редакции проекта межгосударственного стандарта «Глобальная навигационная спутниковая система и глобальная система позиционирования. Приемник персональный. Технические требования»;
- первой редакции проекта Межгосударственного стандарта «Глобальная навигационная спутниковая система. Аппаратура потребителей. Классификация».

- 2.4. МГС «Радионавигация» обращается с просьбой к государствам СНГ дополнительно рассмотреть и решить вопрос о ежегодном выделении рабочему органу Совета – ФГУП НТЦ «Интернавигация» долевых бюджетных и внебюджетных средств в объемах финансирования 2005 года для обеспечения текущей деятельности Совета и для выполнения наиболее актуальных работ.
- 2.5. Членам Совета принять активное участие при рассмотрении этого вопроса в заинтересованных организациях своих государств.
- 2.6. Включить в план работы Совета на 2008 год разработку предложений по совершенствованию нормативной базы в области радионавигации и системы сертификации радионавигационной аппаратуры.
- 2.7. Продолжить работу по созданию в СНГ системы информационного обмена МГС «Радионавигация», сосредоточив первоочередные усилия на создание Межгосударственного и национальных навигационно – информационных центров.
- 3. Об отчете о деятельности Межгосударственного совета «Радионавигация» в 2005 – 2006 годах на заседании Комиссии по экономическим вопросам при Экономическом Совете СНГ.**
(Царев В. М.)
- 3.1. Принять к сведению, что Комиссия по экономическим вопросам при Экономическом совете СНГ на заседании 17 октября 2007 года:
- одобрила в основном деятельность Межгосударственного совета «Радионавигация» в 2005 – 2006 годах;
 - решила внести Отчет о деятельности указанного Совета на рассмотрение Экономического совета СНГ.
- 3.2. Считать необходимым дополнить отчет МГС «Радионавигация» материалами о работе Совета в 2007 году.
- 3.3. Совет считает целесообразным проработать возможность его участия в работе Международного Союза по спутниковой навигации и в других международных организациях, занимающихся вопросами радионавигации.
- 4. О разработке Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников СНГ.**
(Иванчук Н. А.)
- 4.1. Отметить, что к настоящему времени участие в разработке Межгосударственной радионавигационной программы подтвердили Республика Беларусь, Республика Казахстан и Российская Федерация.
- 4.2. Во исполнение нового Порядка разработки, реализации и финансирования межгосударственных целевых программ Содружества национальными государственными заказчиками указанной Программы определены: от Республики Беларусь – Государственный военно-промышленный комитет, от Республики Казахстан – Министерство образования и науки, от Российской Федерации – Федеральное агентство по промышленности. Организациями – координаторами программы назначены: от Республики Беларусь – УП «СКБ «Камертон», от Республики Казахстан – РГП «ЦФМИ», от Российской Федерации – ФГУП НТЦ «Интернавигация».
- 4.3. В связи с тем, что Узбекистан не дал ответа об участии в разработке, реализации и финансировании новой Межгосударственной радионавигационной программы, 27 августа 2007 года Совет повторно обратился в правительство Республики Узбекистан с просьбой сообщить о принятом решении по данному вопросу. До настоящего времени ответ на это обращение не получен.
- 4.4. Принять к сведению, что для разработки проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ была образована рабочая группа из представителей организаций – разработчиков и координаторов программы.
- Во исполнение решения Экономического совета СНГ произведен отбор проблем для программной разработки.
- Рабочая группа в июле, октябре и ноябре 2007 года провела заседания, на которых обсуждались предложения о доработке проекта Программы. Эта работа будет продолжена.
- 4.5. Отметить, что до настоящего времени не решен вопрос ресурсного обеспечения Программы с указанием размеров и источников финансирования, а также направлений расходования средств.
- Совет рекомендует организациям – координаторам ФГУП НТЦ «Интернавигация», УП «СКБ «Камертон», РГП «ЦФМИ» до 1.02.2008 года проработать эти вопросы с национальными государственными заказчиками.
- Руководителю рабочей группы Цареву В. М. провести консультации с национальными государственными заказчиками, а также в Исполкоме СНГ по вопросам практической реализации установленного порядка разработки, реализации и финансирования целевых Межгосударственных программ.
- 4.6. Считать целесообразным включить в состав рабочей группы представителей национальных государственных заказчиков. Межгосударственному совету «Радионавигация» направить письма с соответствующим обращением к национальным государственным заказчиком.
- 4.7. Учитывая длительное время, необходимое для согласования и рассмотрения проекта Программы, Совет считает целесообразным разрабатывать Программу на 2009 – 2012 годы.
- 5. Об организации работ по развитию объединенных цепей дальней радионавигации на территории государств СНГ.**
(Царев В. М.)
- 5.1. Принять к сведению, что Совет во исполнение решения 28-го заседания МГС «Радионавигация» обратился к правительствам Республики Беларусь и Украины с предложением разработать программу

развития и совершенствования Российско-Украинско-Белорусской цепи дальней навигации. Республика Беларусь подтвердила свое участие в разработке указанной программы. Ответ от Украины еще не получен.

Совет также обратился в Правительство Республики Казахстан с предложением рассмотреть вопрос о создании на территории Республики станции системы дальней радионавигации. В настоящее время этот вопрос рассматривается заинтересованными органами власти Республики.

5.2. Поручить Совету продолжить работу с организациями указанных государств СНГ по подготовке соответствующих решений.

6. О создании в СНГ Межгосударственной ассоциации по предоставлению навигационных услуг.

(Казаков В. В.)

6.1. Принять к сведению разработанный проект Положения о Межгосударственной ассоциации операторов по предоставлению навигационных услуг.

6.2. Направить проект указанного Положения членам Совета для его рассмотрения с заинтересованными организациями своих государств. Замечания и предложения по уточнению указанного проекта, в том числе возможный состав организаций – государств СНГ, желающих войти в эту Межгосударственную ассоциацию сообщить до февраля 2008 года рабочему органу Совета – ФГУП НТЦ «Интернавигация».

6.3. УП «СКБ» Камертон» (РБ), ФГУП НТЦ «Интернавигация» и РГП «ЦФМИ» (РК) дора-

ботать проект Положения с учетом полученных замечаний и доложить его на заседании Совета в апреле 2008 года.

7. Информация представителя Межгосударственного авиационного комитета о радионавигационных проблемах в области аэронавигации.

(Петров А. Г.)

Принять к сведению информацию по данному вопросу.

8. О проведении очередного заседания Совета

(Иванчук Н. А.)

Очередное 30-ое заседание Межгосударственного совета «Радионавигация» провести в апреле 2008 года. Место проведения заседания определить дополнительно.

Протокол заседания согласован с представителем республики Узбекистан

Председатель Совета

Н. А. Иванчук

От Республики Беларусь

В. В. Казаков

От Республики Казахстан

Т. Ш. Кальменов

От Кыргызской Республики

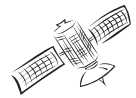
В. В. Елфимов

От Российской Федерации

Н. А. Иванчук

От Республики Узбекистан

Т. Э. Ульжаев



ДОКЛАДЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ТЕНДЕНЦИИ И ГАРМОНИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»

Presentations at the Conference «Trends and Harmonisation of Radionavigation Support Development»

На проведенной 21 ноября 2007 года в Московском автомобильно-дорожном институте (Государственный технический университет) Межгосударственным советом «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российским общественным институтом навигации (РОИН) и Ассоциацией транспортной телематики научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» были заслушаны следующие доклады участников:

1. Царев В. М., Лукьянюк Ю. В. (ФГУП НТЦ «Интернавигация»), Фешин Г. А. (Роспром), Соловьев Ю. А. (РОИН) Российский радионавигационный план и основные направления развития радионавигационного обеспечения Российской Федерации.
2. Царев В. М. (ФГУП НТЦ «Интернавигация») О ходе разработки Межгосударственной радионавигационной программы СНГ на период до 2012 года.
3. Урличич Ю. М., Ступак Г. Г., Аверин С. В., Карутин С. Н. (ФГУП «РНИИ КП») Состояние, перспективы развития и применения системы ГЛОНАСС.
4. Ярлыков М. С., Скогорев К. К. (ВВИА им. проф. Н. Е. Жуковского) Меандровые радиосигналы (ВОС – сигналы) в спутниковых радионавигационных системах нового поколения.
5. Белгородский С. Л. (РОИН) Проблемы внедрения спутниковых процедур маневрирования методом зональной навигации при полетах в районе аэродрома и заходе на посадку.
6. Пешехонов В. Г., Несенюк Л. П., Грязин Д. Г., Блажнов Б. Л., Некрасов Я. А., Аксененко В. Д., Евстигнеев М. Г. (ЦНИИ «Электроприбор») Инерциальные модули на микромеханических датчиках, интегрированных со спутниковой радионавигационной системой.
7. Зубов Н. П. (ВВА им. Ю. А. Гагарина) Применение спутниковых навигационных систем: проблемы контроля и оценки точности, надежности и безопасности воздушной навигации.
8. Завалишин О. И. (НППФ «Спектр»), Лукьянов В. А. (ГОСНИИ «Аэронавигация») Результаты испытаний ЛККС-А-2000 в Европе.
9. Урличич Ю. М., Ступак Г. Г., Дворкин В. В., Аверин С. В., Карутин С. Н., Сернов В. Г. (ФГУП «РНИИ КП») Система дифференциальной коррекции и мониторинга. Текущее состояние и планы развития.
10. Козелков С. В., Баранов Г. Л. (ЦНИИНиУ, Украина) Повышение помехоустойчивости контрольно-корректирующих станций СРНС с учетом влияния дестабилизирующих факторов.
11. Власов В. М., Ефименко Д. Б. (МАДИ, НПП «Транснавигация») Развитие и применение спутниковых навигационных технологий на наземном транспорте.
12. Казновский Н. И. (ФГУП «ЦНИИМАШ», ИАЦ КВНО) Мониторинг состояния орбитальной группировки, контроль качества сигналов и оповещение потребителей системы ГЛОНАСС
13. Басс В. И., Ефремов П. Э., Зарубин С. П., Чоглоков А. Е. (ОАО «РИРВ»), Царев В. М. (ФГУП НТЦ «Интернавигация») Современное состояние и перспективы развития импульсно-фазовых радионавигационных систем Чайка и объединенных РНС Чайка/Лоран-С.
14. Писарев С. Б., Ефремов П. Э., Баринев С. П., Малюков С. Н. (ОАО «РИРВ») Особенности применения навигационных технологий при освоении Арктического шельфа России.
15. Демьянов Г. В., Кафтан В. И. (ЦНИИ ГАиК РФ) Государственное координатное обеспечение и его роль в решении навигационных задач.
16. Гурин С. Е. (ОАО «МКБ «Компас») Применение ГЛОНАСС на железнодорожном транспорте в рамках реализации ФЦП «Глобальная навигационная система».
17. Демьяненко А. В., Казаков В. В. (СКБ «Камертон» Республика Беларусь) О работах, проводимых СКБ «Камертон» по навигационному обеспечению Республики Беларусь.
18. Набиев Р. Н., Султанов В. З. («Азераэронавигация» Азербайджанская Республика) Интегрированная навигационная система с применением корректирующей подсистемы.
19. Байжанов Б. С., Литвиненко Г. Г., Туленбаев К. М. (ЦФМИ МОН, Республика Казахстан) Мониторинг транспортных средств.
20. Володин В. Н., Кульнев Е. В., Павлинов М. Ю. (НПФ «Гейзер») Моделирование навигационного обеспечения наземных объектов в городских условиях.

27 ноября 2007 г. в помещении Государственного научно-исследовательского института «Аэронавигация», г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, состоялось заседание семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» Академии транспорта России, Государственного научно-исследовательского института «Аэронавигация», Комиссии по расследованию авиационных происшествий на воздушном транспорте Межгосударственного авиационного комитета и Секции воздушного транспорта РОИН с повесткой дня:

1. Доклад Абросимова А. М. (ГЕОКОСМОС) «Инновационная технология получения АНИ о местности (рельеф, ориентиры, препятствия)».
2. Доклад Шевченко А. М., Борисова В. Г. (ИПУ РАН), Мазура В. Н. (МИЭА) «Энергетический метод расчета массы самолета на этапе взлета по записям МСРП».



**16-е ЗАСЕДАНИЕ СОВЕТА ФЕРНС
ТОКИО, 29 ОКТЯБРЯ – 2 НОЯБРЯ 2007 г.**



Участники заседания Совета ФЕРНС



На экскурсии на станцию системы управления движением судов

**КОНФЕРЕНЦИЯ «ТЕНДЕНЦИИ И ГАРМОНИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ
РАДИОНАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»
МОСКВА, 21 НОЯБРЯ 2007 г.**



В зале заседания



*Директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация»
В.М. Царев открывает конференцию*

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ СПУТНИКОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛККС-А-2000 И GLS В ЕВРОПЕ

Завалишин О. И., Лукоянов В. А.¹

В статье приводятся результаты испытаний в Европе локальной контрольно-корректирующей станции ЛККС-А-2000 (GBAS) разработки и производства фирмы «НППФ Спектр», бортового оборудования GLS фирмы «ВНИИРА Навигатор», а также соответствующей зарубежной аппаратуры.

TEST RESULTS OF LKKS-A-2000 AND GLS SATELLITE EQUIPMENT IN EUROPE

O. Zavalishin, V. Lukoyanov

The paper presents test results of a local reference station LKKS-A-2000 (GBAS) designed and produced by NPPF Spectr Company, of airborne unit GLS manufactured by VNIIRA Navigator and of relevant equipment produced abroad that were carried out in Europe.

В период с мая 2007 г. по октябрь 2007 г. включительно в Германии в международной кооперации с целью оценки функционирования и совместимости проведены испытания российского оборудования GBAS (ЛККС-А-2000 заводской № 1013423) разработки и производства компании «НППФ Спектр» (рис. 1, 2) и оборудования приемника VDB RE9009А

стием Росаэронавигации, DFS, ФГУП ГосНИИ «Аэронавигация», фирм «ВНИИРА Навигатор», «Rockwell Collins», Telerad, Honeywell на базе Института управления полетами Технического университета г. Брауншвайг (Германия) и аэродрома г. Бремен с участием самолетов Боинг 737-800 и самолета-лаборатории Института управления полетами



Рис. 1. Оборудование ЛККС-А-2000, участвовавшее в международных испытаниях

разработки и производства компании «Telerad», бортового приемника MMR GLU-925 производства компании «Rockwell Collins», а также оценка функционирования и совместимости бортовой аппаратуры АПДД и БМС разработки и производства компании ВНИИРА-Навигатор (рис. 3) с наземной станцией SLS 3000+ (PSP) «Honeywell» (рис. 4).

Испытания на совместимость российско-го и зарубежного наземного (GBAS) и бортового (GLS) оборудования проводились организациями ЕВРОКОНТРОЛЬ и «НППФ Спектр» с уча-



Рис. 2. Размещение ЛККС-А-2000 в аэропорту г. Брауншвайг

¹ О. И. Завалишин – НППФ «Спектр», В. А. Лукоянов – ГОСНИИ «Аэронавигация»



Рис. 3. Бортовое оборудование разработки и производства ВНИИРА-Навигатор



Рис. 5. Самолет-лаборатория и группа специалистов России и Евроконтроля

Технического университета г. Брауншвайг (рис. 5). Испытания проводились в четыре этапа.

Первый этап:

Наземные испытания по стыковке передатчика VDB ЛККС-А-2000 с передатчиком VDB Telerad и контрольным приемником VDB Telerad.

На аэродроме г. Брауншвайг был осуществлен монтаж антенн VDB ЛККС-А-2000 и АФУ СНС. Осциллограммы на рис. 6 и 7 показывают полную

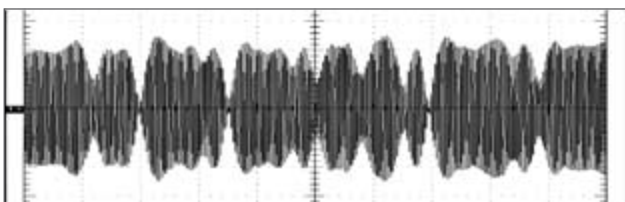


Рис. 6. Вид сигнала с выхода передатчика ЛККС-А-2000

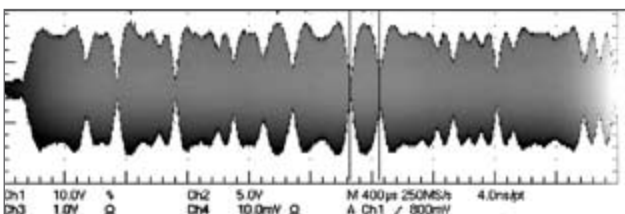


Рис. 7. Вид сигнала с выхода передатчика TELERAD

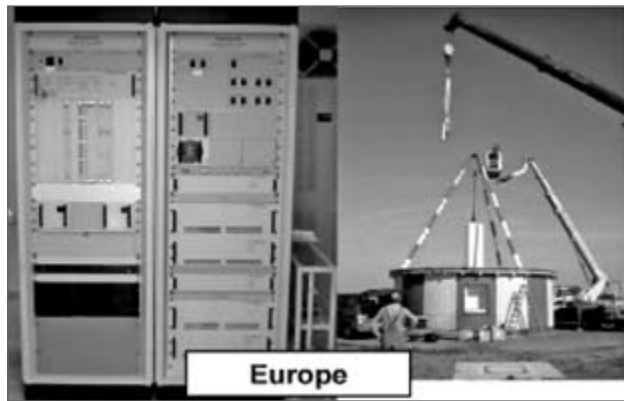


Рис. 4. Наземная станция SLS 3000+ (PSH) Honeywell

идентичность выдаваемых передатчиками ЛККС-А-2000 и Telerad сигналов. Вместе с тем, на этих испытаниях была обнаружена неоднозначность трактовки стандарта ИКАО на GBAS в части сигналов J и Q, о чем Российская сторона и ЕВРОКОНТРОЛЬ информировали ИКАО и внесли предложения на группе ИКАО об изменении в этой части стандарта SARPS на GBAS.

Второй этап:

Наземная проверка совместимости ЛККС-А-2000 и бортового оборудования MMR «Rockwell Collins» и приемника VDB Telerad.

В результате этих испытаний было определено, что приемник VDB Telerad принимает через эфир информацию от ЛККС-А-2000, а приемник MMR «Rockwell Collins» принимает и декодирует информацию от передатчика ЛККС-А-2000. Бортовое оборудование VDB «Telerad» и MMR «Rockwell Collins» принимает, декодирует и обрабатывает информацию от ЛККС-А-2000 без сбоев по радиоканалу.

Третий этап:

- В процессе третьего этапа были осуществлены:
- монтаж на самолет-лабораторию Института управления полетами Технического университета г. Брауншвайг СНС и VDB антенн, бортовых средств регистрации сигналов VDB, СНС, ILS, бортового оборудования «Rockwell Collins», Telerad и БМС и АПДД «ВНИИРА Навигатор» и их стыковка с ЛККС-А-2000 по радиоэфиру;
 - настройка ЛККС-А-2000 для совместной работы с наземной станцией SLS 3000+ (PSP) Honeywell;
 - разработка схем захода на посадку и ввод блоков посадочных данных для обоих торцов ВПП аэропорта Института управления полетами Технического университета г. Брауншвайг в ЛККС-А-2000;
 - наземная отработка комплекса с записью и обработкой полученных материалов.

Четвертый этап – летные испытания:

Летные испытания проводились в аэропортах г. Брауншвайг и г. Бремен (рис. 8). Полеты между ними проводились с участием самолетов Боинг 737-800 (рис. 9) и самолета-лаборатории Института

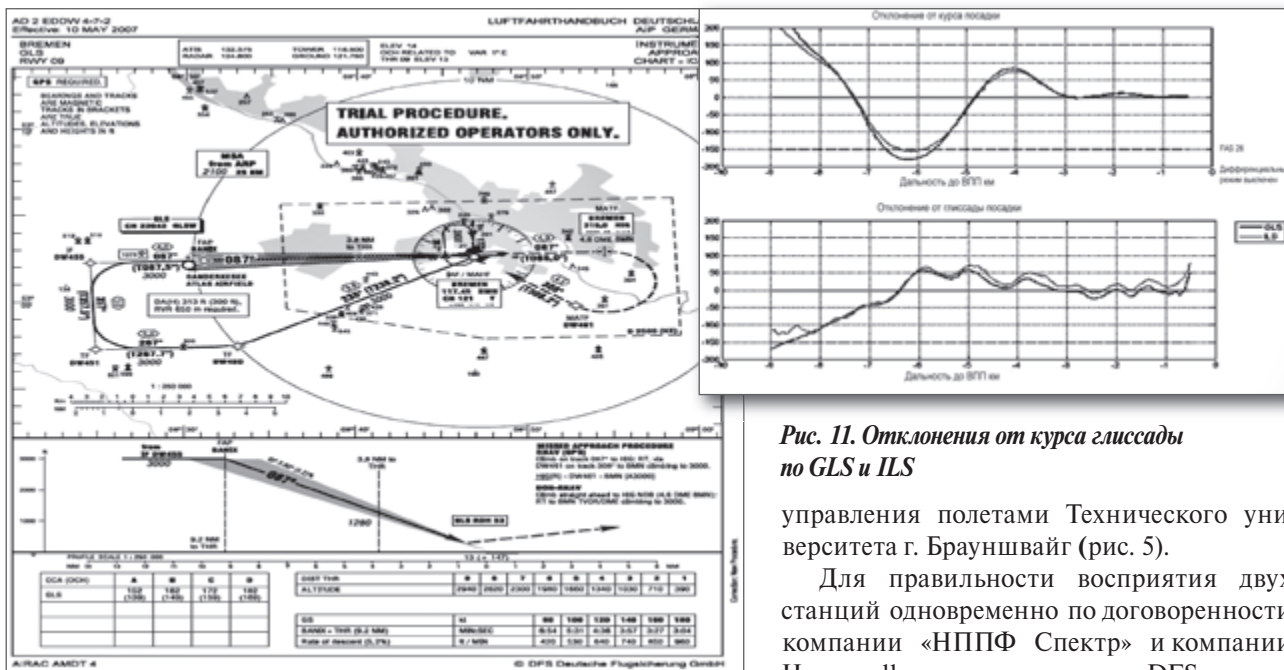


Рис. 8. Схема захода на посадку аэропорта Бремен



Рис. 9. Кабина и экипаж самолета Боинг-737-800



Рис. 10. Маршрут полета самолета-лаборатории и самолета Боинг-737-800

Рис. 11. Отклонения от курса глissады по GLS и ILS

управления полетами Технического университета г. Брауншвайг (рис. 5).

Для правильности восприятия двух станций одновременно по договоренности компании «НППФ Спектр» и компании Honeywell по согласованию с DFS в аппаратуру ЛККC-A-2000 и SLS 3000+ (PSP) были введены в соответствии со стандартами ИКАО протоколы GRAS.

Зона действия ЛККC-A-2000 обеспечивалась на протяжении всего полета по маршруту Брауншвейг (Ганновер) – Бремен (рис. 10). В процессе проведения летных испытаний установлено, что бортовая аппаратура АПДД (аппаратура приема дифференциальных данных) и БМС (бортовая многофункциональная система) российского производства принимает и обрабатывает информацию от наземной станции SLS 3000+ (PSP) Honeywell. Бортовая аппаратура АПДД и БМС принимает дифференциальные данные и формирует на дисплее индикацию отклонений от посадочной прямой по курсу и глissаде. Оценка записи данных отклонений GLS показывает полное сходство с отклонениями по ILS (рис.11).

В результате летных испытаний, проведенных в аэропорту Института управления полетами Технического университета г. Брауншвейг (Германия) и аэропорту г. Бремен (Германия), получены результаты, которые представлены также на рис. 12 и 13.

Данные обработки показывают полную идентичность результатов работы российского и зарубежного оборудования. Сбоев в работе аппаратуры в процессе работы не наблюдалось. Незначительные систематические различия в определении местоположения по высоте объясняются несведением разницы размещения СНС антенн и шасси самолета.

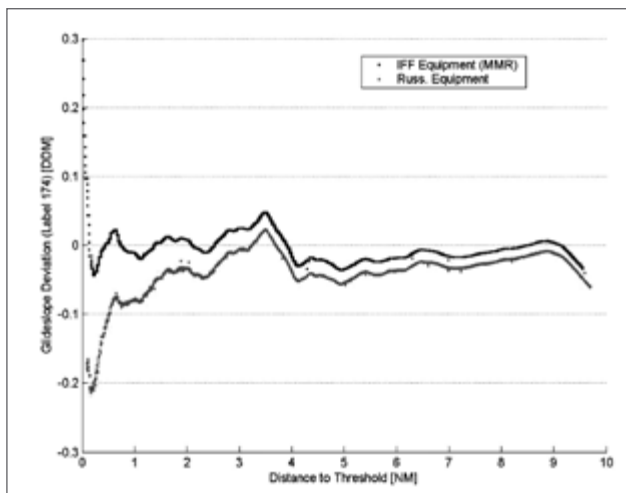


Рис. 12. Отклонения по вертикали

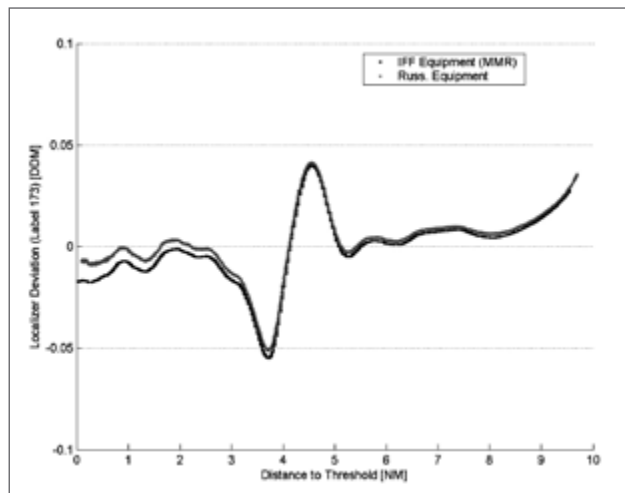


Рис. 13. Отклонения по курсу

ВЫВОДЫ.

1. Полученные в рамках проведенных испытаний результаты подтвердили возможность совместного использования российского (ЛККС-А-2000 компании «НППФ Спектр», АПДД и БМС компании «ВНИИРА-Навигатор») и зарубежного (SLS 3000+ (PSP) компании Honeywell, ПРМ компании Teledrad, ММР компании «Rockwell Collins») оборудования.
2. В результате проделанной работы получено заключение ЕВРОКОНТРОЛЯ о совместимости российского и зарубежного оборудования GBAS/GNSS и возможности его совместного использования, а также рекомендовано продолжить работы по дальнейшим исследованиям в международной кооперации технологий GBAS для II и III категории.



ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ: ПРОБЛЕМЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ВОЗДУШНОЙ НАВИГАЦИИ

Зубов Н. П.¹

В статье рассматриваются проблемы использования спутниковых навигационных систем и других технических средств в интересах контроля и оценки точности, надежности и безопасности воздушной навигации.

SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS: PROBLEMS OF MONITORING AND EVALUATING AIR NAVIGATION ACCURACY, RELIABILITY AND SAFETY

N. Zubov

The paper considers the problems of using satellite navigation systems and other technical aids for monitoring and accuracy, reliability and safety evaluation in air navigation.

Принятие на вооружение Вооруженных сил РФ и начало эксплуатации отечественной спутниковой навигационной системы второго поколения является принципиально новым этапом не только в развитии радионавигационных систем, использующихся в качестве высокоточных и надежных датчиков навигационной информации прицельно-навигационных комплексов (ПНК) летательных аппаратов военного назначения, но и в навигации подвижных объектов в целом. Использование спутниковой навигации в государственной авиации открывает новый этап в повышении эффективности авиационной техники на основе непрерывного навигационно-временного обеспечения боевых действий (полетов). Применение спутниковых навигационных систем позволяет реально перейти к четырехмерной воздушной навигации (ВН) и тем самым серьезно повысить эффективность боевого применения авиации, разгрузить воздушное пространство и службу организации воздушного движения, работающую в настоящее время на пределе своих возможностей.

С точки зрения подготовки летного состава государственной авиации, применение спутниковых навигационных систем имеет ряд особенностей в вопросах контроля и оценки качества ВН и уровня штурманской подготовки. Контроль и оценка качества ВН позволяют не только оценивать достигнутый уровень подготовки летного состава, но и объективно планировать мероприятия по дальнейшему ее совершенствованию [1-3]. Основными целями контроля и оценки точности, надежности и безопасности воздушной навигации в государственной авиации являются:

- определение достигнутого уровня штурманской подготовки экипажей, подразделений (частей) и расчетов пунктов управления;

- оценка возможностей ПНК, новых приемов и способов ВН;
- получение исходных данных (статистики) для разработки нормативных требований по воздушной навигации;
- предотвращение летных инцидентов и повышение точности, надежности и безопасности воздушной навигации.

В теории ВН точность навигации воздушных судов (ВС) принято характеризовать следующими основными показателями, подлежащими контролю и оценке:

- выдерживание заданного маршрута полета;
- выход на цель в назначенное время;
- выдерживание установленных боевых порядков авиационных формирований.

Оценка точности, надежности и безопасности воздушной навигации весьма сложная задача, так как на ее процесс оказывает влияние большое количество факторов. Точно учесть характер влияния даже основных факторов не всегда представляется возможным. Поэтому точность, надежность и безопасность воздушной навигации, как правило, оцениваются несколькими способами. Так, например, точность ВН в практике полетов ВС государственной авиации оценивают одним из трех способов:

- способом, основанным на анализе частных погрешностей, вызывающих отклонения ВС от линии заданного пути (аналитический способ);
- обработкой результатов выполненных полетов (статистический способ);
- способом математического моделирования.

Под надежностью ВН понимается такое состояние навигационного процесса, при котором обеспечивается выполнение полета по заданной траекто-

¹ Н. П. Зубов — доктор военных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации

рии с требуемой точностью в течение определенного времени без отказов ПНК и другого навигационного оборудования ВС при условии грамотной их эксплуатации экипажем на земле и в полете. Надежность ВН имеет две стороны — это надежность безотказной работы навигационных систем и средств и степень квалификации экипажа ВС, обеспечивающие требуемую точность выдерживания линии заданного пути. В соответствии с общим определением под надежностью ВН можно понимать по существу вероятность выполнения полета в пределах полосы безопасности вдоль заданной траектории движения ВС в течение некоторого промежутка времени.

В теории ВН существуют два способа оценки надежности навигации:

- путем определения вероятностей выполнения частных навигационных задач по этапам маршрута полета ВС;
- с помощью обобщенного критерия, характеризующего среднее число полетов ВС на один навигационный инцидент.

Предупреждение опасных сближений и предотвращение столкновений ВС в воздухе и с земной поверхностью составляют основное содержание безопасности полетов в навигационном отношении. Исключение случаев опасных сближений и предотвращение столкновений достигаются правильным размещением траекторий полетов в воздушном пространстве, точным и надежным выдерживанием их экипажами в полете, а также оборудованием всех ВС системами предупреждения столкновений в воздухе и с землей.

Выбор и размещение в воздушном пространстве района полетов траекторий движения ВС включают:

- определение безопасного бокового интервала между параллельными участками соседних маршрутов;
- расчет безопасного временного интервала выхода ВС (групп) в точки пересечения маршрутов на одинаковых высотах;
- определение минимально допустимого удаления траекторий полетов ВС от государственной границы, границ опасных и запретных зон;
- установление безопасных дистанций полетов ВС (групп) по одному маршруту;
- эшелонирование ВС по высотам.

Исходным материалом для контроля точности, надежности и безопасности ВН в государственной авиации служат оценки линий фактического пути, полученные:

- с помощью наземных радиолокационных станций;
- фотографированием экрана бортовой радиолокационной станции и/или пролетаемой местности;
- кинотеодолитной съемкой ВС из фиксированных точек;
- фотографированием ВС на фоне пролетаемой местности с другого летательного аппарата;

- расшифровкой численных в ПНК координат места ВС.

В практике летной деятельности государственной авиации контроль и оценка точности, надежности и безопасности ВН продолжают оставаться проблемными вопросами. Это связано не только с ограниченными возможностями существующих бортовых средств объективного контроля, отсутствием над территорией РФ сплошного радиолокационного поля, особенно на малых высотах, но и с оборудованием современных ВС высокоточными инерциальными, корреляционно-экстремальными и радионавигационными системами. Проблема контроля и оценки точности, надежности и безопасности ВН в настоящее время в связи с появлением высокоточных ПНК, когда точность контролируемых систем и средств воздушной навигации в значительной степени приблизилась к точности средств контроля, стала особенно актуальной.

Одной из самых серьезных проблем контроля и оценки точности, надежности и безопасности ВН являются низкие возможности существующих средств объективного контроля. Известно, что в системе контроля и оценки точности, надежности и безопасности ВН важными являются средства и способы получения объективной информации о контролируемых параметрах. Особенно это относится к оценке точности ВН. В настоящее время способов получения объективной информации о контролируемых параметрах достаточно много, но они сложны, трудоемки, требуют много времени для обработки данных, а наиболее простые из них не обладают достаточной точностью и объективностью. Используемые сейчас для контроля качества ВН наземные радиолокационные станции и радиотехнические системы ближней навигации не могут решать эту задачу, так как их точность ниже, чем у ПНК современных ВС. Так, с помощью наземных радиолокационных станций ошибка определения координат места ВС на удалении 100...300 км от них составляет 2...6 км. Для радиотехнических систем ближней навигации значение такой погрешности в этих условиях не лучше 2...4,5 км. Очевидно, что эти средства не позволяют достоверно получать фактическую линию пути ВС, особенно при полете по маршруту с современными ПНК, обеспечивающими определение координат места летательного аппарата с ошибкой в несколько сотен метров и менее.

Кроме того, современные средства объективного контроля не позволяют фиксировать многие параметры, по которым нужно оценить качество ВН, а длительность обработки полетных данных, полученных от используемых в настоящее время средств объективного контроля, не способствует своевременному выявлению и детальному анализу причин ошибочных действий экипажей в полете.

Другой серьезной проблемой является отсутствие возможностей объективно оценивать уровень летной

штурманской подготовки экипажей современных ВС, оборудованных высокоточными навигационными системами. Включение в состав ПНК современных ВС новых систем маловысотного полета и обеспечения предупреждения столкновений в воздухе, бортовых экспертных систем, построенных на основе применения электронных карт, многофункциональных бортовых радиолокационных станций, тепловизоров, высокоточных бортовых визиров и других навигационных систем приводит к серьезному изменению методики контроля и оценки качества ВН и требует новых подходов к решению этой задачи.

Сейчас, в соответствии с существующей методикой, оценивается точность выдерживания линии заданного пути не экипажем, а по существу ПНК [4]. Вклад экипажа в решение задач воздушной навигации, особенно выдерживания линии заданного пути, с существующими средствами объективного контроля выделить и оценить очень трудно.

Проблемой является и то, что при контроле и оценке качества воздушной навигации современных ВС необходимо, как правило, вручную оперативно проводить обработку большого массива данных средств объективного контроля. Это требует значительных трудовых и временных затрат и невозможно без автоматизации этого процесса. Для решения этой задачи назрела необходимость создания и включения в состав ПНК встроенной системы автоматизированного контроля точности, надежности и безопасности воздушной навигации.

Важной задачей, требующей решения и включения в методику летной штурманской подготовки авиационных подразделений и частей государственной авиации, является оценка точности ВН на этапах боевого маневрирования. Точность выдерживания сложной криволинейной траектории существенно влияет на эффективность выполнения боевого полета, поэтому необходимость ее контроля и оценки очевидны. Известно, что отклонение от оптимального маршрута полета в зоне поражения зенитно-ракетных комплексов на 1 км увеличивает число «успешных» пусков в 2...4 раза. Следовательно, необходимо повышать требования, усиливать контроль и совершенствовать методику оценки точности, надежности и безопасности воздушной навигации при боевом маневрировании.

В настоящее время существует несколько путей решения указанных выше проблем. Прежде всего — это разработка и применение автоматизированных методов контроля и оценки качества ВН по данным самих ПНК ВС. В современных ПНК имеются все необходимые данные, позволяющие качественно решить эту задачу. Включение в состав ПНК новых высокоточных датчиков навигационной информации — спутниковых, корреляционно-экстремальных и бесплатформенных инерциальных навигационных систем, наряду с радиотехническими системами дальней и ближней навигации, — позволяет иметь

с достаточной точностью фактическую «машинную» траекторию полета ВС. Особо важную роль здесь играет бортовая аппаратура спутниковой навигации, например, А-737, позволяющая определять координаты и высоту полета с точностью до первых десятков и даже единиц метров, скорость — с точностью до десятых долей м/с, а время — до десятых долей мкс. По этой информации встроенная в ПНК (наземная) система контроля может надежно автоматически решать задачу отыскания максимума линейного бокового отклонения ВС от заданного маршрута, а по его значению оценивать качество воздушной навигации. Алгоритм такой системы контроля должен включать блоки, указанные на рис. 1.

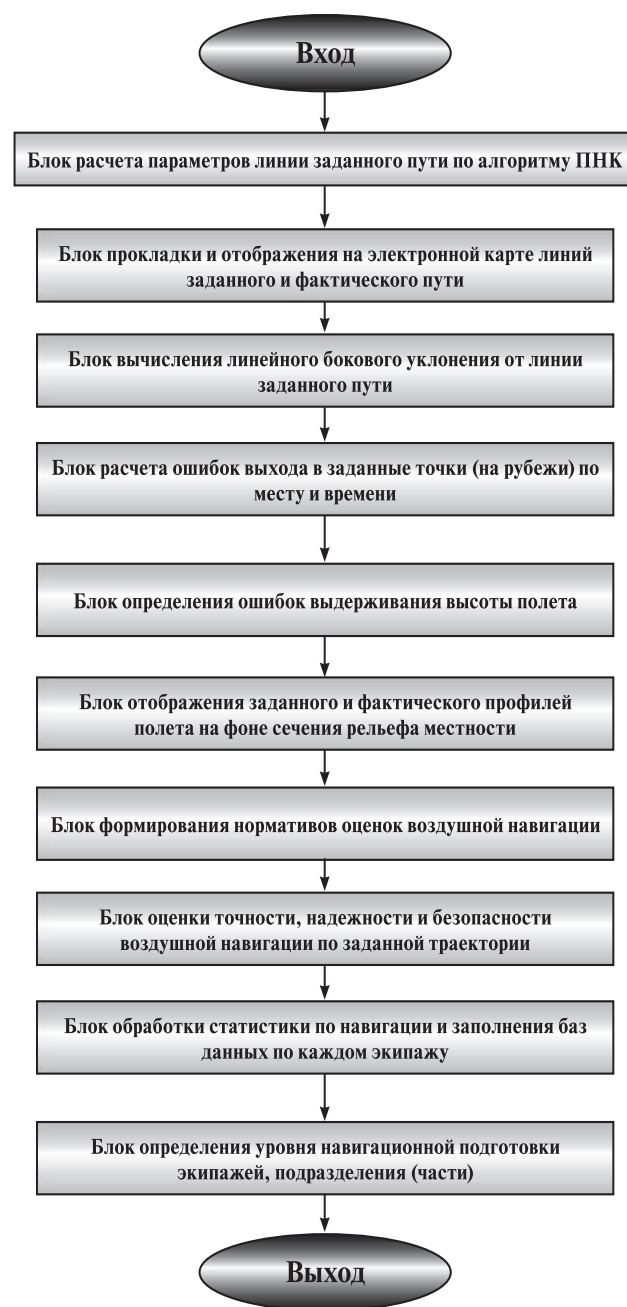


Рис. 1. Блок-схема алгоритма оценки качества воздушной навигации

После выполнения полета с помощью такой автоматизированной системы можно оперативно получать распечатку или отображать на карте линию фактического пути, оценивать качество воздушной навигации и документировать результаты контроля. Применение автоматизированной системы контроля качества воздушной навигации в совокупности с расширением возможностей средств объективного контроля позволит увеличить количество оцениваемых элементов, т.е. контролировать качество решения экипажами ВС многих частных задач навигации.

Примером реализации такого подхода является разработанная в ЗАО «Гефест и Т» автоматизированная система эксплуатационного контроля (АСЭК-24), внешний вид которой показан на рис. 2. АСЭК-24



Рис. 2. Автоматизированная система эксплуатационного контроля

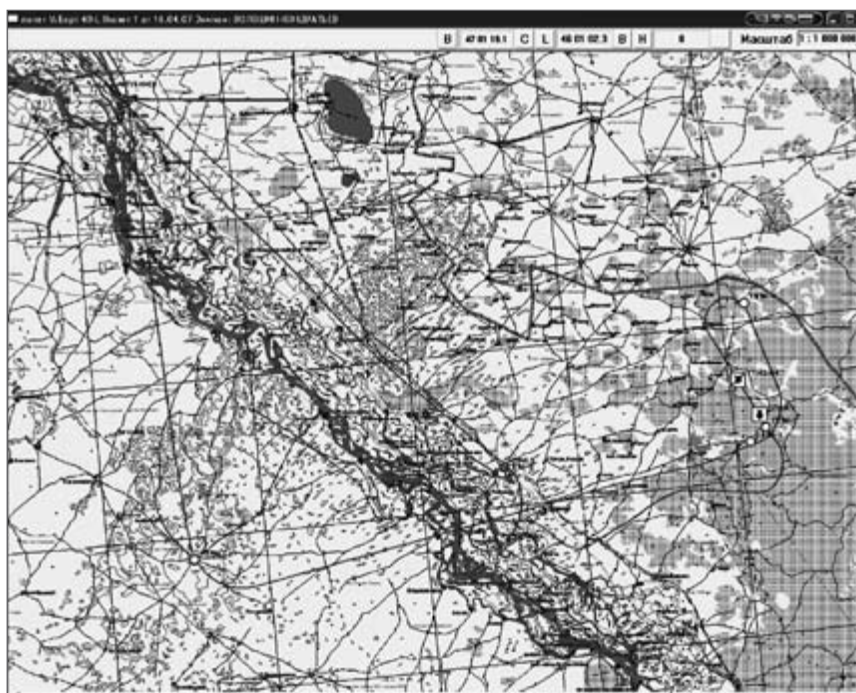


Рис. 3. Фактический («машинный») маршрут полета

позволяет по данным спутниковой системы навигации, входящей в состав ПНК ВС, формировать и на электронной карте отображать его фактическую («машинную») линию пути (рис. 3). Сравнивая по алгоритму, приведенному на рис. 1, заданную (заложенную в полетное задание) траекторию полета с полученной по данным ПНК фактической траекторией движения ВС, в АСЭК-24 выполняется оценка точности, надежности и безопасности ВН.

Совершенствование системы контроля и оценки качества воздушной навигации требует разработки способов выделения «вклада» экипажа и ПНК в общую погрешность навигации. Эта проблема не нова. Начиная с появления первых автоматизированных систем навигации, проблема соотношения «вклада» экипажа и ПНК в общую погрешность ВН всегда присутствовала при разработке методики и нормативов оценки ее точности, надежности и безопасности.

Здесь имеется два подхода. С одной стороны, если на конечный результат выполнения полетного задания качество ВН не оказывает большого влияния, то можно и не заниматься решением проблемы выделения «вклада» экипажа в общую погрешность навигации. Это может иметь место при выполнении полетов по планам боевой подготовки, особенно в своем районе полетов, и на ВС четвертого-пятого поколений. С «хорошим» ПНК экипаж даже при удовлетворительной летной штурманской подготовке может, не допуская грубых ошибок, успешно выполнить полетное задание.

Однако в боевых условиях это практически невозможно, так как полетные задания выполняются практически всегда в сложных условиях как тактической, так и навигационной обстановки. Поэтому методики оценки качества воздушной навигации должны быть ориентированы и на выделение «вклада» экипажа и ПНК в общую погрешность навигации. Здесь на первое место выходит методика оценки работы экипажа в полете с ПНК, системами и средствами воздушной навигации. В основе методики такой оценки должны лежать анализ порядка и последовательности действий экипажа

по управлению системами, средствами воздушной навигации и ПНК в целом на всех этапах боевого полета в части выдерживания маршрута, профиля и режима полета. Для этого с помощью средств объективного контроля необходимо фиксировать порядок и последовательность выполнения экипажем основных элементов полетного задания и осуществлять сравнение по своевременности и правильности выполнения их в полете с помощью автоматизированной системы контроля качества воздушной навигации.

К таким сравниваемым элементам полетных заданий могут быть отнесены:

- режим и профиль полета по линии заданного пути;
- способы управления полетом по заданной траектории (очередность прохода поворотных пунктов маршрута полета, режимы управления ВС и др.);
- порядок и последовательность реализации программы полета в части использования режимов радиокоррекции ПНК;
- способы, частота и точность коррекции координат (ошибки наложения электронного перекрестия на ориентир, дальность до него и его угол места в момент коррекции);
- точность пролета поворотных пунктов маршрута, выхода на цель по месту и времени;
- условия выполнения маловысотного полета (эшелоны, режимы работы маловысотного контура, скорость полета и др.);
- точность определения и выдерживания безопасной высоты (эшелона) полета;
- порядок работы с ПНК на земле и в воздухе.

Для решения этой задачи может успешно применяться разработанная в 13 ГНИИ МО РФ информационно-аналитическая система реального времени «Журавль». Она обеспечивает непрерывное наблюдение за параметрами полетов ВС, своевременное распознавание и классификацию полетных ситуаций и оказание квалифицированной помощи летным экипажам на земле и в воздухе. С точки зрения контроля и оценки точности, надежности и безопасности ВН, в этой информационно-аналитической системе имеется возможность определения с помощью спутниковых навигационных систем высокоточных

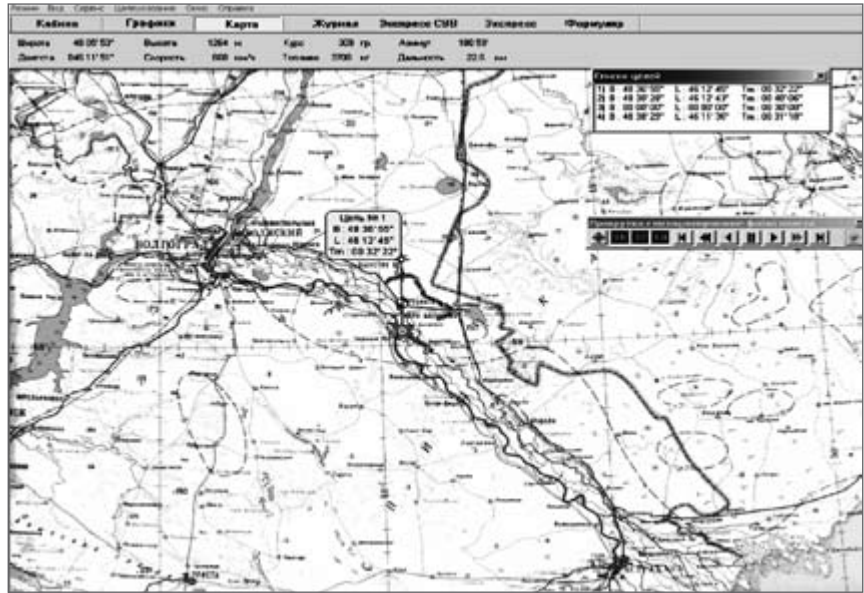


Рис. 4. Вид электронной карты района полетов на экране монитора руководителя полетов



Рис. 5. Вид приборной доски на экране монитора руководителя полетов

координат, скорости и времени, относящихся к контролируемым параметрам полета ВС. Дополнительно к штатной информации, отображаемой на индикаторах лиц группы руководства полетами, информационно-аналитическая система реального времени с помощью специального радиоканала будет предоставлять им следующие данные:

- электронную карту района полетов, на которой отображаются все метки ВС (рис. 4);
- показания приборов кабины контролируемого ВС и положение его органов управления (рис. 5);
- специальную табличную форму технического состояния ВС, находящихся в воздухе.

Эти новые возможности по оперативному получению с помощью информационно-аналитической системы объективной информации о параметрах полета любого ВС позволяют в реальном масштабе вре-

мени осуществлять контроль и оценку качества ВН и управления воздушным движением как в районе аэродрома, так и во всем районе полетов. Кроме того, с помощью информационно-аналитической системы реального времени представляется возможность по показаниям приборов кабины контролируемого ВС и по положению его органов управления идентифицировать аварийные ситуации и ошибочные действия членов летных экипажей.

Решение проблемы контроля выдерживания заданных траекторий полетов ВС с наземных пунктов управления в настоящее время осуществляется путем создания в дополнение к существующей радиолокационной системе специальной подсистемы управления воздушным движением, построенной на базе спутниковых навигационных систем с использованием способов автоматического зависимого наблюдения.

Оборудование ВС нового поколения высокопроизводительными комплексами навигации и связи, развертывание в районе боевых действий (полетов) необходимой группировки космических средств, создание сети наземных станций сбора, обработки и передачи траекторной информации о полетах авиа-

ции по данным спутниковых навигационных систем позволяют эффективно решать задачу контроля и оценки точности, надежности и безопасности ВН и надежности управления воздушным движением в государственной авиации. Кроме того, применение спутниковых навигационных систем для контроля и оценки качества ВН современных ВС, оборудованных высокоточными навигационными системами, требует развертывания на территории РФ наземных станций дифференциальных поправок, а в районах боевых действий – специальных навигационных реперов, с использованием которых обеспечивается точное решение задачи вывода летательных аппаратов в точки (районы) применения авиационных средств поражения.

Решение всех указанных выше проблем невозможно без совершенствования методик контроля и оценки качества ВН в направлении повышения их оперативности и добротности, соответствия возможностям ПНК, систем и средств воздушной навигации, стимулирования летного мастерства и др. Все это должно быть постоянной заботой руководящего штурманского состава авиационных частей и подразделений государственной авиации.

Литература

1. Федеральные авиационные правила по штурманской службе государственной авиации. М.: Воениздат, 2007. – 88 с.
2. Федеральные авиационные правила производства полетов государственной авиации. М.: Воениздат, 2005. – 224 с.
3. Федеральные правила использования воздушного пространства РФ. М.: Воениздат, 1999. – 88 с.
4. Руководство по воздушной навигации. М.: Воениздат, 1994. – 244 с.



НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ НАВИГАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ

А. А. Бермишев¹

Летом 2006 г. впервые после двадцатилетнего перерыва был осуществлен сквозной переход по Северному морскому пути из Мурманска в Петропавловск-Камчатский. Переход осуществлялся на двух пограничных сторожевых кораблях (ПСКР) Береговой охраны северо-восточного управления пограничных войск ФСБ России. Названия кораблей – «Магаданец» и «Карелия». При содействии Управления Береговой охраны пограничной службы ФСБ РФ был организован и проведен эксперимент по исследованию навигационной обстановки в северных широтах. В эксперименте принимали участие специалисты Центра управления полетами (ЦУП) ЦНИИмаш, г. Королев Московской области.

SOME EXPERIMENTAL RESULTS OF NAVIGATING CONDITIONS RESEARCH DURING TRANSITION ALONG THE NORTHERN SEA ROUTE

A. A. Bermishev

In summer 2006 for the first time after a twenty years' break through transition on Northern sea way from Murmansk to Petropavlovsk-Kamchatsky was carried out. Transition was carried out on two boundary patrol ships of the Coast Guard of northeast management of boundary armies of FSB of Russia. Names of the ships – «Magadanets» and «Karelia». For research the navigation conditions in North region specialists from Mission Control Centre took part in transition. Experiment has been organized with assistance of Management of a coast guard of boundary service of FSB of the Russian Federation. During transition on Northern sea way great volume of the measuring and navigating information is collected, serviceability of receivers and their software in conditions of North region and features of accommodation of the equipment by the ship is checked up. In the report results of processing of the received information are resulted. Estimations of accuracy of positioning of the submitted samples of receivers are given during transition on Northern sea way, including with use of a differential mode.

Летом 2006 г. впервые после двадцатилетнего перерыва был осуществлен сквозной переход по Северному морскому пути из Мурманска в Петропавловск-Камчатский. Переход осуществлялся на двух пограничных сторожевых кораблях (ПСКР) Береговой охраны северо-восточного управления пограничных войск ФСБ России. Названия кораблей – «Магаданец» и «Карелия».

При содействии Управления Береговой охраны пограничной службы ФСБ РФ был организован и проведен эксперимент по исследованию навигационной обстановки в северных широтах. В эксперименте принимали участие специалисты Центра управления полетами (ЦУП) ЦНИИмаш, г. Королев Московской области.

Целями поставленного эксперимента являлись:

- оценка точности позиционирования различных отечественных и зарубежных образцов спутнико-

вой навигационной потребительской аппаратуры в Северных широтах, в том числе и с использованием дифференциального режима навигации;

- построение траектории движения судна на основании апостериорной обработки собранной в процессе перехода измерительной информации;
- анализ точности построения траекторий движения корабля, полученных различными методами и алгоритмами обработки измерительной информации;
- определение реальной навигационной обстановки в процессе перехода;
- отработка технологий обмена данными между мобильным пунктом мониторинга (на судне) и ЦУП;
- отображение траектории движения корабля в ЦУП в процессе перехода.

¹ Бермишев Алексей Андреевич, закончил Московский физико-технический институт в 1974 г., факультет «Аэрофизики и космических исследований», по специальности «Динамика полета и управление». С 1974 по 1986 г. работал в РКК «Энергия», участвовал в разработке бортовых алгоритмов и программ для системы управления сближением транспортного корабля «Союз-Т». С 1986 г. работает в Центральном научно-исследовательском институте машиностроения (ЦНИИмаш), с 1996 г. в Информационно-аналитическом центре координатно-временного обеспечения (ИАЦ КВО) ЦНИИмаш. Начальник сектора, занимается вопросами разработки передовых космических технологий с использованием космических навигационных систем. Один из организаторов и участников проведения эксперимента по исследованию навигационной обстановки при переходе по Северному морскому пути в августе 2006 г. Кандидат технических наук, старший научный сотрудник.

Процесс подготовки эксперимента включал в себя подготовительный период, связанный с согласованием участия специалистов ЦУП в данном переходе, определением состава навигационной аппаратуры, ее приобретением, необходимым тестированием и настройкой. Кроме того, была произведена закупка персональных компьютеров, дополнительных накопителей памяти для хранения данных, собранных в процессе эксперимента, различных комплектующих, источников бесперебойного питания.

Дополнительно было разработано программно-математическое обеспечение (ПМО) сбора и обработки навигационных данных, накапливаемых в процессе перехода, обеспечения связи с ЦУП в процессе перехода и передачи данных с корабля об его местоположении и погодных условиях на FTP-сервер ЦУП через систему спутниковой связи Globaltel, отображения положения корабля на географической карте в ЦУП, выдачи данных в Internet на сайт ИАЦ КВО.

Измерительная и навигационная информация начала записываться с момента установки приемников и антенн в период стоянки кораблей в бухте Кувшинская Салма (район Мурманска), с 04.08.2006 по 12.08.2006, и записывалась на протяжении всего перехода, с 12.08.2006 по 30.08.2006, по прибытию в Авачинскую бухту (г. Петропавловск-Камчатский). Весь переход состоялся в рекордно короткие сроки, без предполагаемых заходов в порты Диксон, Тикси и Певек, и занял неполных восемнадцать суток. Трасса перехода представлена рис. 1. При проведении эксперимента использовались двухчастотные и одночастотные ГЛОНАСС/GPS приемники произ-

ределений. Для этого использовались контрольно-корректирующие станции (ККС) на острове Олений (примерно 72 градуса северной широты и 78 градусов восточной долготы), и экспериментальная ККС на острове Мудьюг (район Архангельска).

Вся навигационная и связная аппаратура была установлена на ПСКР «Карелия», фотография которого представлена на рис.2. Размещение антенн навигационной аппаратуры на ПСКР «Карелия» представлено на рис. 3.

Основной задачей обработки измерительной информации двухчастотных приемников являлось построение траекторий движения фазовых центров антенн (ФЦА) приемников. Наиболее точную траекторию предполагалось использовать в качестве эталонной для оценки точности позиционирования одночастотной навигационной аппаратуры.

Информация одночастотного приемника РИРВ «Геодезия» также использовалась для построения траектории движения корабля с целью получения сравнительных точностных характеристик построения траекторий движения с использованием одночастотных измерений.

Информация одночастотного ГЛОНАСС/GPS синхронизирующего приемника СПА (РИРВ) использовалась для оценки точности позиционирования в Северных широтах с использованием данного приемника.

Главная цель сбора информации приемника Garmin – оценка точности позиционирования бытового GPS-приемника в северных широтах.

Информация судового приемника МТ-102 использовалась для оценки точности позиционирования

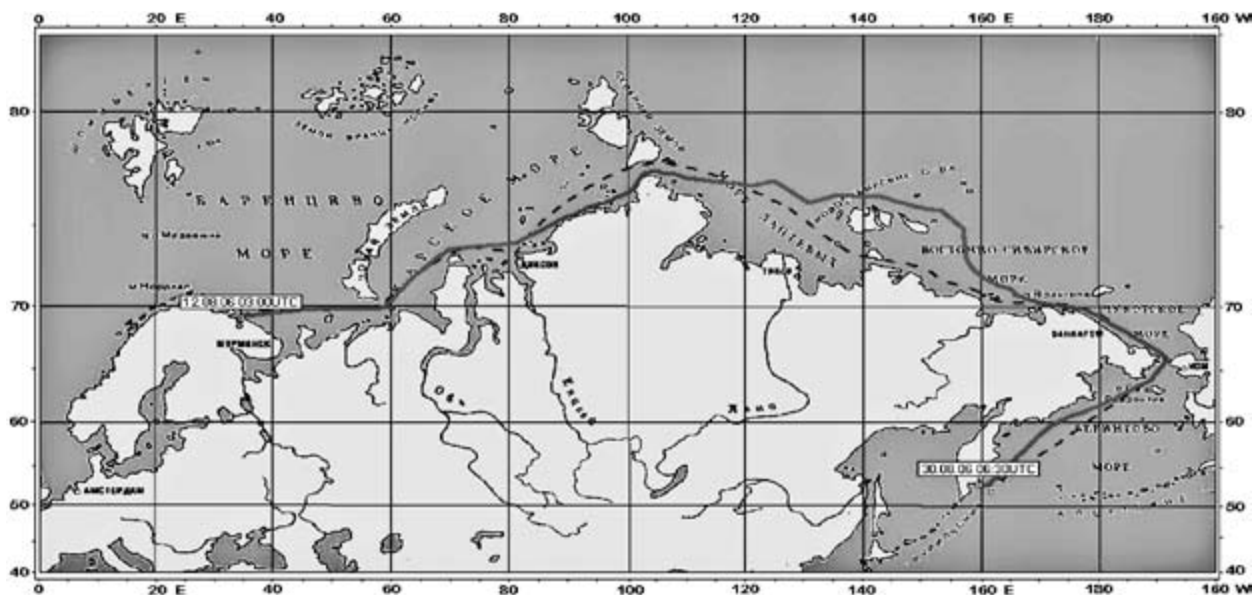


Рис. 1.

водства организаций РНИИ КП, РИРВ, фирм Javad и Garmin, всего три двухчастотных приемника и четыре одночастотных приемника.

Одной из задач эксперимента являлась оценка точности позиционирования с использованием дифференциального режима навигационных оп-

ния с использованием дифференциального режима.

При построением траекторий движения корабля и оценке качества позиционирования приемников возникали трудности, связанные с переотражением радиосигнала из-за конструктивных особенностей установки антенн (многолучевость), затенением от мачт



Рис. 2.

с их многочисленными установками и штатными антеннами корабля, постоянными колебаниями корпуса корабля при переходе из-за качки, которые иногда достигали амплитуды до 30 градусов на один борт (при волнении моря в четыре-пять баллов) и приводили к периодической потере сигналов и др.

Под траекторией движения корабля понимается траектория движения ФЦА одного из навигационных приемников, установленных на корабле. Траектория движения ФЦА представляет собой набор декартовых или географических координат, привязанных к моментам времени, в течение которых корабль находился на стоянке или двигался. Задача решалась в апостериорном режиме с использованием ПМО, разработанного специалистами ЦУП. Входными данными для решения задачи являлись RINEX-файлы навигационной и измерительной информации приемников корабля и соответствующие файлы пунктов привязки, полученных из Internet. Задача решалась для точки стояния ПСКР «Карелия» в пос. Кувшинская Салма, с момента установки антенн и приемников в период с 04.08.2006 по 12.08.2006, и для всего участка перехода в Авачинскую бухту (г. Петропавловск-Камчатский), с 12.08.06 по 30.08.06. Для построения эталонной траектории по данным двухчастотных ГЛОНАСС/GPS приемников использовались следующие методы:

1. Метод относительной привязки к ФЦА приемников Международной сети IGS, координаты антенн которых известны с высокой точностью. Задача решается с использованием суточных RINEX-файлов методом вторых разностей фазовых измерений. Метод использовался в период стоянки ПСКР «Карелия» в бухте пос. Кувшинская Салма.
2. Дифференциальный метод определения координат ФЦА приемников с использованием вторых разностей кодовых измерений, сглаженных с помощью фазовых измерений L1 и L2. Задача решалась на каждую эпоху RINEX-файла в период стоянки и в процессе движения корабля. Пункты привязки выбирались для периода стоянки и в процессе перехода.
3. Метод абсолютных определений координат ФЦА приемников по кодовым измерениям, сглаженным с помощью фазовых измерений. Фазовые измерения в процессе предварительной обработки были скорректированы для устранения потерь



Рис. 3.

фазы. Использовались бортовые эфемериды КА ГЛОНАСС и GPS.

4. Предыдущий метод, в котором вместо бортовых эфемерид использовались высокоточные «финальные» эфемериды КА ГЛОНАСС и GPS.

Уточняемыми параметрами являются координаты ФЦА двухчастотных приемников ПСКР «Карелия» – Legacy, Махог и РНИИ КП, а также, при использовании третьего и четвертого методов – поправки часов и «влажные» тропосферные задержки. Для контроля точности привязки ФЦА двухчастотных приемников ПСКР «Карелия» использовались геометрические размеры кронштейна, на котором располагались эти антенны.

Из анализа результатов расчетов следует, что на стоянке точность определения декартовых координат ФЦА двухчастотных приемников при использовании пунктов привязки mdvj (Менделеево) и onsa (Онсала, Швеция) составляет, примерно, 30-40 см. Средние значения расстояний между ФЦА, полученные данным методом при стоянии в бухте в период 5-7.08.06, достаточно точно (точность примерно 3-5 см) совпадают с их геометрическими размерами. Это позволяет выбрать полученные средние значения координат ФЦА двухчастотных приемников в качестве эталонных для оценки точности построения траекторий, полученных другими методами.

Для построения эталонной траектории движения в процессе перехода были выбраны дифференциальный метод определения координат ФЦА приемников с использованием кодовых измерений, сглаженных с помощью фазовых измерений L1 и L2 (метод 2), и метод абсолютных определений координат ФЦА приемников по кодовым измерениям, сглаженных с помощью фазовых измерений. Фазовые измерения в процессе предварительной обработки были скорректированы для устранения потерь фазы. Использовались «точные» эфемериды КА ГЛОНАСС и GPS. При использовании дифференциального метода выбирались различные пункты привязки – Менделеево, Норильск, Тикси, Хабаровск, Билибино и Петропавловск-Камчатский, расстояние от движущегося корабля до выбранных пунктов изменялось, в зависимости от выбранного пункта, от 2000 км и более (Хабаровск), до пяти километров (Петропавловск-Камчатский).

Таблица 1.

Дата	Пункт привязки	Диапазон изменения базового расстояния, км	Rcp, м GEO-Maxor	Rcp, м Maxor-Legacy
18.08.06	Норильск	1043...1407	3,51	1,67
19.08.06	Тикси	612...687	3,04	2,32
21.08.06	Билибино	850...595	2,46	1,57
22.08.06	Билибино	595...283	2,19	0,91
23.08.06	Билибино	271...524	2,01	0,75
24.08.06	Билибино	524...894	2,20	0,95
25.08.06	Билибино	1062...1028	2,81	0,96
27.08.06	Петропавловск	1483...1060	2,54	0,67
28.08.06	Петропавловск	1060...585	2,95	0,71
29.08.06	Петропавловск	585...100	1,89	0,61
30.08.06	Петропавловск	100...10	1,69	0,69

Оценка точности определения координат с использованием двух последних методов проводилась для периода стояния, на основании сравнения координат ФЦА, полученных при использовании данных методов, с их эталонными значениями. При использовании второго метода и пунктов привязки mdvj или opsa суммарная ошибка построения траектории движения двухчастотных приемников составляет – 3...4 м в плане.

Среднеквадратические отклонения ФЦА двухчастотных приемников, полученные методом абсолютных определений с использованием финальных эфемерид, рассчитанных в ЦУП, от эталонных координат, составили, примерно, 1,0...1,2 м, отклонения в плане – 0,83...0,95 м.

В некоторых случаях в качестве эталонной траектории использовались результаты обработки измерений приемника Legacy штатным пакетом постобработки Pinnacle в относительном режиме. Погрешность определения опорной траектории по внутренней оценке данного пакета составляла от единиц сантиметров до 1,5...2 м в зависимости от удаления от опорных станций. Результаты построения траектории при помощи Pinnacle и ПМО ЦУП согласуются на уровне заявляемой точности (порядка 1...2 м).

Измерения одночастотного геодезического приемника «Геодезия» разработки РИРВ, полученные в процессе перехода, обрабатывались специалистами РИРВ методами относительной привязки с помощью ПМО VL-GEO, разработанного в РИРВ. В качестве пунктов привязки последовательно использовались Норильск (nril), Тикси (tixi), Билибино (bili) и Петропавловск (petp). Построенные траектории движения ФЦА приемника «Геодезия» сравнивались с траекториями движения ФЦА двухчастотных приемников Legacy и Maxor (Javad). В качестве меры точности использовались геометрические расстояния между ФЦА перечисленных приемников – 40 см (пара «Геодезия»-Maxor) и 28 см (пара «Геодезия»-Legacy). В таблице 1 представлены средние расчетные расстояния между ФЦА в зависимости от расстояния до базового пункта. Из данной таблицы следует, что на малых удалениях от базового пункта точность построения эталонной

траектории составляет десятки сантиметров. Был проведен выборочный анализ точности относительных определений приемником «Геодезия» при помощи штатного пакета программ. В процессе обработки данных производилось формирование вторых разностей дальномерных и фазовых измерений приемника базовой станции и «Геодезии», после чего производилось так называемое «плавающее» разрешение фазовой многозначности в окне, «скользящем» по траектории, и получение координатных решений. Следует отметить, что использовавшийся алгоритм, разработанный для одночастотных приемников «Гео-161» и «Геодезия», оптимизирован для удалений от опорной станции до 50 км.

Таблица 2.

Дата	Пункт привязки	Удаление	СКО(В)	СКО(L)
18.08.06	NRIL	1400	2,0	2,3
23.08.06	BILI	350...530	0,9	0,7
30.08.06	PETP	5...80	0,6	0,8

В таблице 2 приведены некоторые результаты анализа траектории, рассчитанной по данным приемника «Геодезия». В качестве опорной траектории здесь были использованы результаты обработки измерений приемника Legacy штатным пакетом постобработки Pinnacle. В относительном режиме. Результаты, приведенные в таблице, показывают, что, судя по величине невязок, на удалениях более 1000 км от опорной станции при обработке измерений одночастотного приемника в относительном режиме выигрыша в точности по сравнению с результатами относительных и дифференциальных измерений достичь не удается. В тоже время на удалениях менее 500 км решения, полученные по одночастотным данным, хорошо (лучше 1 м) согласуются с результатами обработки двухчастотных измерений.

Для оценки точности дифференциального режима использовалась информация судового приемника МТ-102, который штатно являлся дублирующим приемником корабля.

Контрольно-корректирующая станция на мысе Олений была включена и передавала дифференци-

альные поправки, начиная с 15.08.06 в течение пяти суток. Факт приема дифференциальных поправок был установлен с 15.08.06, начиная с 12 часов по Московскому времени. Номер дифференциальной станции – 24. Прием дифференциальных поправок начал прекращаться 17.08.06, начиная с 15 часов по Московскому времени, когда удаление от ККС составило примерно 600 км. После этого дифференциальные поправки периодически появлялись и пропадали примерно еще до 680 км, после чего их прием прекратился. На рис. 5 показан участок трассы перехода, в период прохождения которого приемник МТ-102 принимал дифференциальные поправки от ККС № 24.

При обработке данных МТ-102 предполагалось, что его антенна размещалась в 7 м правее и 2 м позади антенны Махог по ходу судна и, в предположении равенства курсового и путевого углов, были внесены соответствующие поправки. В остальных случаях различия в координатах антенн не учи-

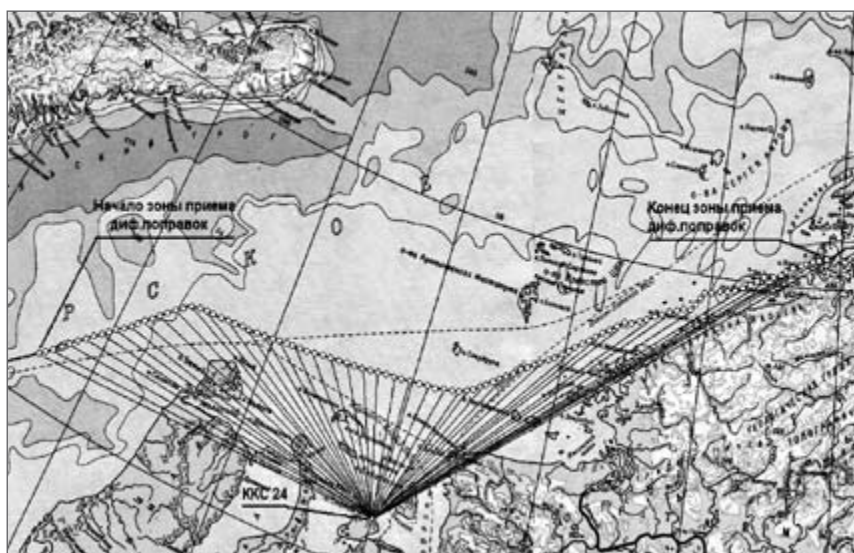


Рис. 5. Участок приема дифференциальных поправок.

тывались. В качестве опорной траектории здесь также были использованы результаты обработки измерения приемника Legacy штатным пакетом постобработки Pinnacle в относительном режиме. Среднеквадратические отклонения координат антенны приемника МТ-102 от траектории ФЦА приемника Legacy, принятой в качестве эталонной, составили 2...3 м в плановых координатах.

GPS-приемник Garmin устойчиво обеспечивал навигацию на протяжении всего перехода и записывал информацию в виде трека: геодезические координаты, привязанные к моментам времени, в которые происходило изменение направления движения корабля. Отклонения его навигационных решений от эталонной траектории, полученные в постобработке, составляли не более 10 м.

Следует заметить, что, хотя большая часть обработанных данных была собрана в высоких широтах, в условиях крайнего Севера, каких-либо специфиче-

ских эффектов при обработке результатов эксперимента не отмечено. На всех участках, использованных для сравнительного анализа, работа приемников, использованных в эксперименте, проходила штатно, и точность координатных определений не уступала результатам, получаемых на испытаниях в умеренных широтах.

Практически на всем участке перехода условия для навигации на основе комбинированной аппаратуры, использующей сигналы двух систем GPS/ГЛОНАСС, с избытком обеспечивали надежное определение местоположения объектов с хорошей точностью. Также можно констатировать, что на протяжении перехода видимое созвездие спутников GPS было достаточно для навигационных определений. Что касается работы по сигналу исключительно системы ГЛОНАСС, то, ввиду неполноты развертывания группировки в указанный период, даже несмотря на определенные преимущества системы ГЛОНАСС

именно в высоких северных широтах, для навигации только по ГЛОНАСС имелись существенные ограничения. Суммарное время отсутствия навигации с использованием системы ГЛОНАСС за сутки достигало 10 ч. В наиболее благоприятные дни суммарное время отсутствия навигации с использованием системы ГЛОНАСС сокращалось до 2,5 ч за сутки. Так же наблюдались интервалы времени, когда количество видимых при угле места более 5° над горизонтом спутников ГЛОНАСС было равно или превышало четыре; однако ввиду неблагоприятного расположения данных спутников по отношению к потребителю горизонтальный

геометрический фактор HDOP оказывался недостаточным для надежных навигационных определений.

Наибольшие перерывы в навигации с использованием системы ГЛОНАСС наблюдались не в наиболее северных широтах, а в диапазоне изменения долготы от Мурманска до о. Новая Земля, т.е. в западных районах. Суммарное время отсутствия навигации с использованием системы ГЛОНАСС за период перехода с 12.08.06 по 30.08.06 составило примерно 117 часов, что составляет около 27% от общего времени перехода.

По ходу эксперимента, ежедневно проводились сеансы связи между ПСКР «Карелия» и сотрудниками ЦУП, которые обеспечивали отображение хода эксперимента. Связь обеспечивалась системой сотовой связи Globaltel через спутниковую систему Globalstar. В состав аппаратуры связи входили мобильный абонентский терминал Tellit SAT550 и автомобильный (морской) комплект SAT551, включающий в себя адаптер передачи данных DT550 для связи с компьютером.

Для автоматизированного обмена с ЦУП было разработано и отлажено ПМО, использующее штатные средства операционной системы и файлового менеджера FAR. Для обменов использовался FTP-сервер корпорации «Подлипки» и подготавливался текстовый файл следующего формата: координаты, время UTC, температура воздуха, волнение

Дата сообщения определялась по имени полученного файла. Затем устанавливалось соединение с Internet и осуществлялось подключение с помощью файлового менеджера FAR к FTP-серверу корпорации «Подлипки». Подготовленный файл записывался в корневой каталог FTP. Со стороны ЦУП сюда же передавался текстовый файл произвольного содержания. Поскольку расписания сеансов связи со спутниками системы Globalstar на корабле не имелось, попытка установки связи с Internet предпринималась всякий раз, когда на телефонном аппарате загорался индикатор установки связи со спутником.

До широты в 77° удавалось установить связь по несколько раз в день. 19 августа, когда при прохождении в районе мыса Челюскин была достигнута самая северная точка экспедиции 77,44°, связь удалось наладить только один раз. Но это хороший показатель, поскольку гарантированная связь через систему Globalstar обеспечивается только до широты 74°.

Таким образом, в ЦУП круглосуточно поступала информация о переходе по Северному морскому пути экспедиции в составе пограничных сторожевых кораблей «Карелия» и «Магаданец». Используя полученную информацию, специалисты ЦУП смогли отображать на сайте прикладного потребительского центра ИАЦ трассу перехода по Северному морскому пути.

Основные результаты эксперимента:

1. Проверена работоспособность образцов навигационной потребительской аппаратуры в условиях Северных широт и специфики размещения навигационной аппаратуры на корабле. Установлены некоторые недостатки в работе навигационной аппаратуры и программно-математического обеспечения.
2. Разработана и практически реализована на корабле схема подключения навигационной и связной аппаратуры. Реализация данной схемы позволила до минимума свести перерывы в работе навигационной аппаратуры, вызванные отсутствием электрического напряжения при переключении режимов работы дизель-генераторов корабля.
3. В процессе перехода собран большой объем измерительной и навигационной информации со всех образцов навигационной аппаратуры.
4. По измерениям двухчастотных ГЛОНАСС/GPS приемников построены траектории движения фазовых центров антенн данных приемников в процессе перехода.
5. Точность привязки ФЦА двухчастотных приемников в период стоянки в бухте пос. Кувшинская Салма к пунктам Международной сети IGS составляет, примерно, 30...40 см.

6. Точность построения траекторий ФЦА двухчастотных приемников, полученных методом относительной привязки с использованием вторых разностей кодовых измерений, сглаженных с помощью фазовых измерений, составляет, в плане, примерно, 2,8...4 м при удалении от базового пункта на расстоянии 1500...1700 км.
7. Получены оценки точности позиционирования приемника МТ-102, входящего в состав навигационного оборудования корабля, в дифференциальном и абсолютном режимах работы, которые составляют 2...3 м в плановых координатах.
8. При работе одночастотной аппаратуры как в автономном, так и в дифференциальном и относительном режиме (на базах более 1000 км), принципиальных отличий в точности определения плановых координат не наблюдалось. СКО относительно решения, принятого за эталонное, во всех режимах находились в диапазоне 1,5...3,0 м. В то же время на удалениях менее 500 км решения, полученные по одночастотным данным в относительном режиме, хорошо (лучше 1 м) согласуются с результатами обработки двухчастотных измерений.
9. Следует заметить, что хотя большая часть обработанных данных была собрана в высоких широтах, в условиях Крайнего Севера, каких-либо специфических эффектов при обработке результатов эксперимента не отмечено. На всех участках, использовавшихся для сравнительного анализа, работа приемников, использованных в эксперименте, проходила штатно, и точность координатных определений не уступала результатам, получаемым на испытаниях в умеренных широтах.
10. Получены характеристики качества спутниковой навигации в процессе перехода – количество видимых навигационных спутников систем ГЛОНАСС/GPS и геометрические факторы. Установлено, что качественная навигация в процессе перехода обеспечивалась при использовании систем GPS/ГЛОНАСС и GPS. Перерывы в навигации с использованием системы ГЛОНАСС составляли от двух с половиной до десяти часов в сутки. Суммарное время отсутствия навигации по системе ГЛОНАСС за период перехода с 12.08.06 по 30.08.06 составило примерно 117 ч, что составляет около 27% от общего времени перехода.

Полученные результаты могут быть использованы для доработки навигационной потребительской аппаратуры и программно-математического обеспечения, для построения высокоточных границ водных акваторий, высокоточной привязки аппаратуры и оборудования при проведении водолазных работ, работ на морском шельфе при разработке полезных ископаемых, высокоточном определении координат затонувших кораблей и т. п.



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ В ПРИЕМНИКАХ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ И ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ НАВИГАЦИОННЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ

*А. Л. Аникин, С. Ю. Аксенов, А. А. Оганесян, С. Я. Хованец*¹

Рассматриваются алгоритмические методы повышения точности и помехоустойчивости навигационно-временных определений в приемниках спутниковых радионавигационных систем. На основе метода интегральной аппроксимации апостериорной плотности вероятности синтезирован алгоритм, сочетающий достоинства когерентного и некогерентного приема. Проведено исследование его эффективности.

THE IMPROVEMENT OF SIGNAL PROCESSING ALGORITHMS IN GNSS RECEIVERS TO ENHANCE POSITION ACCURACY AND ANTIJAM CAPABILITY

A. L. Anikin, S. Y. Aksyonov, A. A. Oganesyanyan, S. Y. Khovanets

The algorithmic method of positioning accuracy and anti-jamming ability enhancing for the GNSS receivers. An algorithm which combines advantages of coherent and non-coherent reception was synthesized on the base of a posteriori probability density integral approximation method. The algorithm efficiency investigation is conducted.

Введение

В последнее время в современных авиационных системах навигации все большее применение находят приемники спутниковых радионавигационных систем (СРНС) типа ГЛОНАСС и GPS, используемые в качестве высокоточных датчиков информации о местоположении и путевой скорости летательных аппаратов (ЛА). В качестве потребителей навигационной информации на современном этапе развития авиационной техники выступают навигационные и пилотажно-навигационные системы летальных аппаратов. При этом развитие бортового комплекса идет в направлении глубокой интеграции всего оборудования, и на перспективных летательных аппаратах некогда независимые системы (инерциальные системы, радиолокаторы, инфракрасные датчики и т.д.) выступают в качестве датчиков единого бортового комплекса. В качестве высокоточного навигационно-временного датчика предполагается использовать и приемник спутниковых радионавигационных систем. Однако низкая помехоустойчивость приемника спутниковой навигации (ПСН) не позволяет потребителю навигационной информа-

ции быть уверенным в качестве навигационно-временных решений.

В работах [1,2,4,5,7] исследованы перспективы повышения точности и помехоустойчивости навигационно-временных определений (НВО) в СРНС. Основными направлениями по повышению помехоустойчивости являются: пространственно-временная обработка сигналов, комплексирование с автономными датчиками и совершенствование алгоритмов обработки.

Представленная работа посвящена алгоритмическим методам повышения помехоустойчивости ПСН. По предварительным оценкам максимальный выигрыш, за счет оптимизации алгоритмов, может составить порядка 12-15дБ. При этом, как правило, речь идет о применении некогерентных алгоритмов приема и обработки спутниковых сигналов. Физически понятно, что переход от обычных когерентных алгоритмов к некогерентным предполагает прекращение учета фазовой динамики и фаза в интервалах между измерениями «разрывается». Это приводит к тому, что теперь отсутствует кольцо слежения по фазе и, следовательно, удается исключить из структуры

¹ Аникин Андрей Леонидович (1971 г.р.) — доктор технических наук. Область научных интересов: методы оптимальной фильтрации и их применение в системах радионавигации

Аксенов Сергей Юлиевич (1979 г.р.) — адъюнкт. Область научных интересов: методы оптимальной фильтрации и их применение в системах радионавигации.

Оганесян Ашот Арутюнович (1974 г.р.) — кандидат технических наук. Область научных интересов: методы оптимальной фильтрации и их применение в системах радионавигации.

Хованец Сергей Ярославович (1975 г.р.) — кандидат технических наук. Область научных интересов: методы оптимальной фильтрации и их применение в системах радионавигации.

приемника схему фазовой автоподстройки – звено с самой низкой помехоустойчивостью. Однако применение некогерентного алгоритма приводит к ухудшению характеристик точности НВО приемника. Поэтому разработчик аппаратуры стоит между выбором высокой точности и высокой помехоустойчивости. Сочетать оба режима, до недавнего времени, предполагалось на основе анализа помеховой обстановки. Предполагается, что при благоприятной помеховой обстановке используется когерентный режим, а при ухудшении помеховой ситуации ПСН – некогерентный режим. При этом определение отношения сигнал/помеха предполагается осуществлять на основе анализа сигналов с выхода блока корреляторов. Статистическая теория оптимальной нелинейной фильтрации позволяет получить алгоритм, который сочетает в себе достоинства некогерентного и когерентного алгоритмов. В работе представлен синтез такого алгоритма (универсального, сочетающего достоинства когерентного и некогерентного алгоритмов).

Цель работы – на основе метода интегральной аппроксимации апостериорной плотности вероятности (АПВ) синтезировать алгоритм навигационно-временных определений сочетающий достоинства когерентного и некогерентного приема.

Постановка задачи

Для принятых в СРНС ГЛОНАСС систем координат [1], задачу НВО сформулируем следующим образом. Необходимо из совокупности сигналов, принятых ПСН, оптимальным образом извлечь информацию о векторе состояния $\lambda(t)$, параметры которого однозначно определяют положение и динамику ЛА в пространстве и описывают принимаемый радиосигнал:

$$\lambda(t) = \begin{bmatrix} \mathbf{X}(t)^T \mathbf{V}(t)^T \mathbf{a}(t)^T \boldsymbol{\tau}_0(t)^T \\ \mathbf{X}_{AC}(t)^T \Delta(t)^T \mathbf{V}_{AC}(t)^T V_{\Delta}(t)^T \mathbf{a}_{AC}(t)^T \boldsymbol{\tau}_0(t)^T \end{bmatrix}^T, \quad (1)$$

где $\mathbf{X}_{AC}(t)$, $\mathbf{V}_{AC}(t)$, $\mathbf{a}_{AC}(t)$ – векторы-столбцы координат, составляющих скорости и ускорения ЛА соответственно, $\Delta(t)$, $V_{\Delta}(t)$ – рассогласование шкалы времени (ШВ) задаваемой опорным генератором (ОГ) ПСН относительно системной шкалы времени (СШВ) и скорость его изменения, имеющей также смысл относительного отклонения частоты ОГ; $\boldsymbol{\tau}_0(t)$ – вектор случайных смещений времени высокочастотного (ВЧ) заполнения (псевдофаз) радиосигналов навигационных искусственных спутников Земли (НИСЗ) рабочего созвездия. Вектор $\boldsymbol{\tau}_0(t)$ вводится в соответствии с методом дополнительной переменной [3].

Сигнал на входе ПСН в режиме «внешнего снятия данных» [1, 2] может быть представлен в виде

$$\eta(t) = \sum_{j=1}^m \left\{ f_j [t - \tau_j(t, \mathbf{X}(t))] \cos [\omega_0(t - \tau_{0j}(t))] + n_j(t) \right\}, \quad (2)$$

где $f_j [t - \tau_j(t, \mathbf{X}(t))]$ – огибающая радиосигнала, представляющая собой псевдошумовую последовательность,

которая соответствует дальномерному коду j -го навигационного искусственного спутника Земли (eНИСЗ); $\tau_j(t, \mathbf{X}(t), \Delta(t)) = \|\mathbf{X}_{AC}(t) - \mathbf{X}_{NS}^j(t - \tau_j, -\Delta)\| / c + \Delta(t)$ – случайное смещение времени прихода огибающей радиосигнала от j -го НИСЗ (псевдозадержка огибающей); $\mathbf{X}_{NS}^j(t - \tau_j)$ – координаты j -го НИСЗ в момент излучения радиосигнала; c – скорость света; $n_j(t)$ – белый гауссовский шум (БГШ) с нулевым математическим ожиданием (МО) и двусторонней спектральной плотностью $N_{0j}/2$.

Модель движения ЛА зададим в виде случайного процесса, описываемого системой дифференциальных уравнений [3]:

$$\begin{aligned} d\mathbf{X}_{AC}(t)/dt &= \mathbf{V}_{AC}(t), \quad d\mathbf{V}_{AC}(t)/dt = \mathbf{a}_{AC}(t), \\ d\mathbf{a}_{AC}(t)/dt &= -\alpha \mathbf{a}_{AC}(t) + \mathbf{n}_a(t) \end{aligned}, \quad (3)$$

где α – коэффициент сноса, характеризующий ширину спектра флуктуаций составляющих вектора ускорений; $\mathbf{n}_a(t)$ – вектор независимых формирующих БГШ с нулевыми МО и диагональной матрицей односторонних спектральных плотностей \mathbf{N}_a . Численные значения параметров процесса (3) определяются, исходя из максимально допустимых ускорений ЛА при маневрировании.

Динамика вектора псевдофаз $\boldsymbol{\tau}_0(t)$ видимых НИСЗ получается дифференцированием векторной функции $\boldsymbol{\tau}(t, \mathbf{X}_{AC}(t), \Delta(t))$ по времени [1, 7]

$$\begin{aligned} d\boldsymbol{\tau}_0(t)/dt &= d\boldsymbol{\tau}(t, \mathbf{X}(t))/dt = \boldsymbol{\Gamma}(t) \cdot \mathbf{V}(t) - \mathbf{K}(t) \\ \boldsymbol{\tau}_0(0) &\neq \boldsymbol{\tau}(0) \end{aligned}, \quad (4)$$

где $\boldsymbol{\Gamma}(t)$ – матрица, характеризующая геометрию рабочего созвездия; $\mathbf{K}(t)$ – вектор, характеризующий радиальные скорости спутников, динамику ухода их ШВ относительно СШВ.

Уравнения динамики смещения ШВ ПСН являются модификацией уравнений для отклонения фазы и частоты ОГ с учетом кратковременной и долговременной нестабильности ОГ определяются следующими соотношениями [4]:

$$\begin{aligned} d\Delta(t)/dt &= V_{\Delta}(t) + n_{\Delta}(t) \\ dV_{\Delta}(t)/dt &= -\beta V_{\Delta}(t) + n_{V_{\Delta}}(t), \end{aligned} \quad (5)$$

где β – ширина спектра флуктуаций ОГ; $n_{\Delta}(t)$, $n_{V_{\Delta}}(t)$ – независимые БГШ с нулевыми МО и двухсторонними спектральными плотностями $\mathbf{N}_{\Delta}/2$ и $\mathbf{N}_{V_{\Delta}}/2$ соответственно.

Таким образом, на основе соотношений – (1)–(5) необходимо решить задачу нелинейной фильтрации многокомпонентного вектора состояния (1). Приведем решение этой задачи в дискретном времени, тогда априорная модель параметров вектора состояния в векторно-матричном виде примет вид [3]:

$$\boldsymbol{\lambda}_k = \boldsymbol{\Phi}_{k-1} \boldsymbol{\lambda}_{k-1} + \mathbf{n}_k, \quad (6)$$

где $\boldsymbol{\Phi}_{k-1}$ – переходная матрица процессов (2), (3) и (4), включенных в вектор состояния, за время $T_H = t_k - t_{k-1}$, \mathbf{n}_k , – вектор независимых БГШ с нулевым МО и корреляционной матрицей $\mathbf{M}\{\mathbf{n}_k \mathbf{n}_k^T\} = \mathbf{D}_k$.

Синтез алгоритма

Точное решение задачи фильтрации компонент вектора состояния λ_k в дискретном времени дается соотношениями, позволяющими рекуррентным образом вычислять АПВ $p(\lambda_k | \xi_0^k)$ [3]:

$$p(\lambda_k | \xi_0^k) = c_1 p(\xi_k | \lambda_k) \tilde{p}(\lambda_k | \xi_0^{k-1}), \tag{7}$$

$$\tilde{p}(\lambda_k | \xi_0^{k-1}) = \int p(\lambda_k | \lambda_{k-1}) p(\lambda_{k-1} | \xi_0^{k-1}) d\lambda_{k-1}, \tag{8}$$

где $p(\lambda_k | \xi_0^k)$ и $\tilde{p}(\lambda_k | \xi_0^{k-1})$ – апостериорная и экстраполированная плотности вероятности вектора состояния λ_k на момент времени t_k ; $p(\xi_k | \lambda_k)$ – функционал правдоподобия, задаваемый уравнением наблюдения; $p(\lambda_k | \lambda_{k-1})$ – плотность вероятности перехода, которая определяется на основе заданной априорной динамической модели фильтруемых параметров (6); ξ_0^k – последовательность векторных наблюдений $\xi_0, \xi_1, \dots, \xi_k$ для моментов времени t_0, t_1, \dots, t_k .

Известно, что в ПСН схема слежения за фазой сигнала имеет наименьшее пороговое отношение сигнал/помеха [1]. Анализ работы систем фазовой автоподстройки (ФАП) в условиях воздействия БГШ показывает, что поведение фазы хорошо описывается плотностью вероятности Тихонова [3, 6]:

$$p(\varphi) = T(\Lambda, m_\varphi) = [2\pi I_0(\Lambda)]^{-1} \exp\{\Lambda \cos(\varphi - m_\varphi)\},$$

$$\varphi \in [m_\varphi - \pi, m_\varphi + \pi]$$

где $I_0(\cdot)$ – модифицированная функция Бесселя нулевого порядка от мнимого аргумента; $\Lambda \approx D_\varphi^{-1}$ – параметр когерентности; m_φ – МО фазы.

Такой выбор оправдан следующими свойствами плотности вероятности Тихонова: она периодична с периодом 2π , при больших значениях параметр когерентности ($\Lambda \gg 1$) стремится к нормальной плотности вероятности $N(m_\varphi, \Lambda^{-1})$, а при малых ($\Lambda \rightarrow 0$) стремится к равномерной плотности вероятности $p(\varphi) = 1/2\pi$.

Ранее в [5, 6] были синтезированы двухэтапные алгоритмы на основе аппроксимации АПВ параметров вектора состояния обобщенной плотностью вероятности Тихонова, в которой для аппроксимации АПВ фазы использовалась плотность вероятности Тихонова и для аппроксимации АПВ остальных неизвестных параметров гауссова плотность вероятности.

В отличие от двухэтапных алгоритмов предполагающих автономные схемы слежения за временным положением сигнала каждого НИСЗ рабочего созвездия, одноэтапные алгоритмы НВО основаны на синтезе единой замкнутой системы слежения за параметрами вектора состояния, использующей информацию от всех спутников. В них задача НВО решается непосредственно, а именно из принимаемой входной реализации фильтруются не радионавигационные параметры (этап первичной обработки), а навигационные параметры – компоненты вектора.

В соответствии с методикой, предложенной в [5, 6], из полного вектора состояния λ выделим вектор псевдозадержек ВЧ заполнения радиосигна-

лов τ_δ от видимых НИСЗ, применив для описания поведения фазы сигнала $\varphi = -\omega_0 \tau_\delta$ плотность вероятности Тихонова. Для всех остальных параметров, обозначив их $Y(t)$, будем использовать многомерную нормальную плотность вероятности с МО m_Y и корреляционной матрицей R_Y . Такая плотность вероятности в литературе получила название обобщенной плотности вероятности Тихонова [5, 6].

Синтез одноэтапного алгоритма оценки параметров вектора состояния предполагает аппроксимацию АПВ фазы ВЧ заполнения радиосигнала многомерной плотностью вероятности. Использованию плотности вероятности Тихонова в нашем случае препятствует то, что ее многомерные представления не известны. Наиболее простым подходом к решению поставленной задачи является использование предположения о независимости каналов оценки фазы. На основании этого предположения, обобщенная плотность вероятности Тихонова приобретает следующий вид:

$$p(\lambda) = T(\tau_\delta | Y) N(Y) = T\{\omega_0 \tilde{m}_{\delta|Y}, \Lambda\} N\{m_Y, R_Y\} =$$

$$= \frac{1}{(2\pi)^m \prod_{j=1}^m I_0(\Lambda_j)} \exp\{\Lambda^T \cos \omega_0 [\tau_\delta - m_\delta - \gamma^T (Y - m_Y)]\} \times$$

$$\times \frac{1}{(2\pi)^{n/2} |R_Y|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2} (Y - m_Y)^T R_Y^{-1} (Y - m_Y)\right\}, \tag{9}$$

где $T(\tau_\delta | Y)$ – условная плотность вероятности Тихонова; $N(Y)$ – многомерная нормальная плотность вероятности; $\Lambda = [\Lambda_1, \dots, \Lambda_m]^T$ – вектор параметров когерентности [3], близкий по значению главной диагонали матрицы $R_{\delta|Y}^{-1}$ (здесь и далее индекс δ следует понимать как τ_δ); $R_{\delta|Y}$ – условная корреляционная матрица ошибки оценки фазы сигнала при ее описании гауссовской плотностью; $\gamma = R_Y^{-1} R_{Y\delta}$ – матрица коэффициентов регрессии параметров вектора Y на параметры вектора τ_δ ; $R_{Y\delta}$ – взаимная корреляционная матрица между τ_δ и Y , $\cos(\cdot)$ – вектор косинусов. Выражение (9) представляет собой модификацию обобщенной плотности вероятности Тихонова [5, 6].

Используя методику применения интегральной аппроксимации АПВ к синтезу алгоритмов приема сигналов, описанную в [2, 3], получим универсальный одноэтапный алгоритм НВО.

Экстраполированную ПВ $\tilde{p}(\lambda_k | \xi_0^{k-1})$ в выражении (7) на момент времени t_k представим в следующем виде

$$\tilde{p}(\lambda_k | \xi_0^{k-1}) = T\{\omega_0 \tilde{m}_{\delta|Y,k}, \tilde{\Lambda}_k\} N\{\tilde{m}_{Y,k}, \tilde{R}_{Y,k}\}. \tag{10}$$

где $\tilde{m}_{\delta|Y} = \tilde{m}_\delta + \tilde{\gamma}^T (Y - \tilde{m}_Y)$ – экстраполированная условная оценка параметров вектора τ_δ .

Функционал правдоподобия в выражении (7) с учетом условной плотности вероятности $T\{\omega_0 \tilde{m}_{\delta|Y,k}, \tilde{\Lambda}_k\}$ и применения метода группирования наблюдений [2, 3, 5] представим в следующем виде

$$p(\xi_k | \lambda_k) = c_1 \cdot \exp\left\{\sum_{j=1}^m [F_{C,j,k} \cos \omega_0 (\tau_{\delta,j,k} - \tilde{m}_{\delta|Y,j,k}) + F_{S,j,k} \sin \omega_0 (\tau_{\delta,j,k} - \tilde{m}_{\delta|Y,j,k})]\right\}, \tag{11}$$

где $F_{C,j,k} = \frac{2A_0}{N_0} \int_{t_{k-1}}^{t_k} \xi(t) f[t - \tau_{j,k}(t, \tilde{Y}_k)] \cos[\omega_0(t - \tilde{m}_{\partial Y,j,k})] dt$,

$F_{S,j,k} = \frac{2A_0}{N_0} \int_{t_{k-1}}^{t_k} \xi(t) f[t - \tau_{j,k}(t, \tilde{Y}_k)] \sin[\omega_0(t - \tilde{m}_{\partial Y,j,k})] dt$ –

синфазная и квадратурная составляющие корреляционного интеграла от наблюдений; c_1 – нормировочная константа.

С учетом (10) и (11) получим уравнения, описывающие одноэтапный универсальный алгоритм НВО:

$$\hat{m}_{\partial,k} = \tilde{m}_{\partial,k} - \arctg \left\{ \left[\text{diag}(\mathbf{F}_{C,k} + \tilde{\Lambda}_k) \right]^{-1} \mathbf{F}_{S,k} \right\} \Big|_{\mathbf{Y}_k} =, \quad (12)$$

$$= \tilde{m}_{\mathbf{V},k} + \tilde{\gamma}_k^T \cdot (\mathbf{m}_{\mathbf{V},k} - \tilde{m}_{\mathbf{V},k})$$

$$\hat{\Lambda}_{j,k} = \sqrt{F_{S,j,k}^2 + (\tilde{\Lambda}_{j,k} + F_{C,j,k})^2}, \quad (13)$$

$$\hat{\gamma}_k = \tilde{\gamma}_k - \frac{d}{d\mathbf{Y}_k} \arctg \left\{ \text{diag}(\mathbf{F}_{C,k} + \tilde{\Lambda}_k) \right\}^{-1} \mathbf{F}_{S,k} \Big|_{\mathbf{Y}_k} = \tilde{m}_{\mathbf{V},k}, \quad (14)$$

$$\hat{m}_{\mathbf{V},k} = \tilde{m}_{\mathbf{V},k} + \mathbf{R}_{\mathbf{V},k} \sum_{j=1}^M \frac{\mathbf{F}(\Lambda_{j,k})}{2\Lambda_{j,k}} \left[\frac{d(F_{C,j,k}^2 + F_{S,j,k}^2)}{d\mathbf{Y}_k} + 2\tilde{\Lambda}_{j,k} \frac{dF_{S,j,k}}{d\mathbf{Y}_k} \right] \Big|_{\mathbf{Y}_k} = \tilde{m}_{\mathbf{V},k} \quad (15)$$

$$\hat{\mathbf{R}}_{\mathbf{V},k}^{-1} = \tilde{\mathbf{R}}_{\mathbf{V},k}^{-1} - \frac{d^2}{d\mathbf{Y}_k d\mathbf{Y}_k^T} \ln [I_0(\Lambda_k)] \Big|_{\mathbf{Y}_k} = \tilde{m}_{\mathbf{V},k}, \quad (16)$$

где $\mathbf{F}(\bullet) = I_1(\bullet)/I_0(\bullet)$, $\mathbf{F}_{C,k}$, $\mathbf{F}_{S,k}$ – векторы синфазных и квадратурных составляющих корреляционных интегралов от наблюдений.

АПВ и ПВ перехода в выражении (8) на момент времени t_{k-1} имеют вид:

$$p(\lambda_{k-1} | \xi_0^{k-1}) = \mathbf{T} \left\{ \omega_0 \mathbf{m}_{\partial Y,k-1}, \Lambda_{k-1} \right\} \mathbf{N} \left\{ \mathbf{m}_{\mathbf{V},k-1}, \mathbf{R}_{\mathbf{V},k-1} \right\}, \quad (17)$$

$$p(\lambda_k | \lambda_{k-1}) = \mathbf{N} \left\{ \Phi_{k-1} \begin{bmatrix} \tau_{\partial,k-1} \\ \mathbf{Y}_{k-1} \end{bmatrix}, \mathbf{D}_{k-1} \right\}, \quad (18)$$

где, $\Phi_{k-1} = \begin{pmatrix} \mathbf{1} & \Phi_{\partial \mathbf{V},k-1}^T \\ \mathbf{0} & \Phi_{\mathbf{V}} \end{pmatrix}$, $\mathbf{D}_{k-1} = \begin{pmatrix} \mathbf{D}_{\partial,k-1} & \mathbf{D}_{\partial \mathbf{V},k-1}^T \\ \mathbf{D}_{\partial \mathbf{V},k-1} & \mathbf{D}_{\mathbf{V}} \end{pmatrix}$ – переходная и корреляционная матрицы для процесса (6).

С учетом (17) и (18) получим выражения для параметров экстраполированной аппроксимирующей плотности вероятности момент времени t_k :

$$\mathbf{F}(\tilde{\Lambda}_{j,k}) = \mathbf{F}(\Lambda_{j,k-1}) \exp \left\{ -0,5\alpha_0^2 \left[D_{\partial,j,k} - \tilde{\gamma}_{j,k}^T \tilde{\mathbf{R}}_{\mathbf{V},k} \tilde{\gamma}_{j,k} + (\Phi_{\partial \mathbf{V},j}^T + \gamma_j^T) \mathbf{R}_{\mathbf{V},k-1} (\Phi_{\partial \mathbf{V},j} + \gamma_j) \right] \right\},$$

$$\tilde{m}_{\partial,k} = \mathbf{m}_{\partial,k-1} + \Phi_{\partial \mathbf{V},k-1}^T \mathbf{m}_{\mathbf{V},k-1},$$

$$\tilde{\gamma}_k = \tilde{\mathbf{R}}_{\mathbf{V},k}^{-1} \left[\mathbf{D}_{\partial \mathbf{V}} + \Phi_{\mathbf{V}} \mathbf{R}_{\mathbf{V},k-1} (\Phi_{\partial \mathbf{V}} + \gamma) \right]_{k-1}, \quad (19)$$

$$\tilde{m}_{\mathbf{V},k} = \Phi_{\mathbf{V}} \mathbf{m}_{\mathbf{V},k-1}, \quad \tilde{\mathbf{R}}_{\mathbf{V},k} = \Phi_{\mathbf{V}} \mathbf{R}_{\mathbf{V},k-1} \Phi_{\mathbf{V}}^T + \mathbf{D}_{\mathbf{V}}.$$

Структурная схема, иллюстрирующая синтезированный универсальный одноэтапный алгоритм НВО, описываемый выражениями (12) – (16) и (19), представлена на рис. 1. В схему входит составной

дискриминатор огибающей [выражение (15) в скобках] и фазовый дискриминатор. Составной дискриминатор, состоит из когерентного и некогерентного дискриминаторов. По аналогии с [5, 6] сигнал на выходе составного дискриминатора представляет собой взвешенную сумму сигналов когерентного и некогерентного дискриминаторов, где доминирующий вклад в сумму определяется значением параметра когерентности $\tilde{\Lambda}$

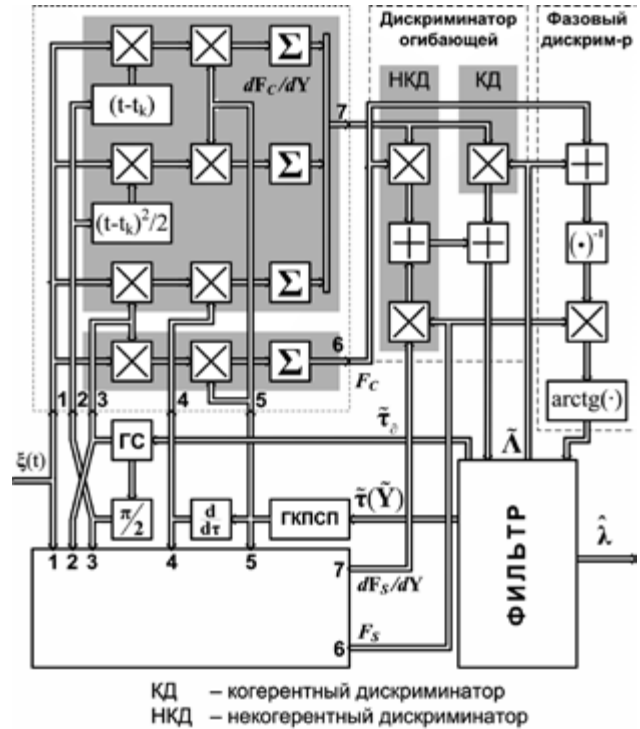


Рис. 1.

Исследование характеристик синтезированного алгоритма

Характеристики точности и помехоустойчивости синтезированных алгоритмов исследованы методами имитационного моделирования. Моделирование проводилось для кода СТ ГЛОНАСС, период формирования квадратур 20 мс. Все алгоритмы исследовались в режиме «внешнего снятия данных» для объекта с низкой динамикой. При этом среднеквадратическая ошибка (СКО) моделирования ускорения составляла $\sigma_a = 10 \text{ м/с}^2$, ширина спектра флуктуаций – $\alpha = 0,4 \text{ с}^{-1}$.

В качестве характеристики помехоустойчивости алгоритмов использовано пороговое отношение помеха/сигнал J/S на входе приемника. Точность синтезированных алгоритмов характеризуется СКО апостериорной оценки фильтруемых параметров в зависимости от J/S.

На рис. 2 – 4 представлены зависимости СКО апостериорной оценки фильтруемых параметров от порогового отношения помеха/сигнал J/S на входе приемника одноэтапных автономных универсального (линия У) когерентного (линия К) и некогерентного (линия Н) алгоритмов для объекта с низкой динамикой.

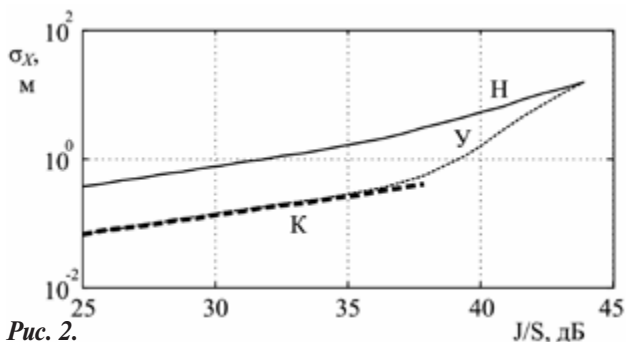


Рис. 2.

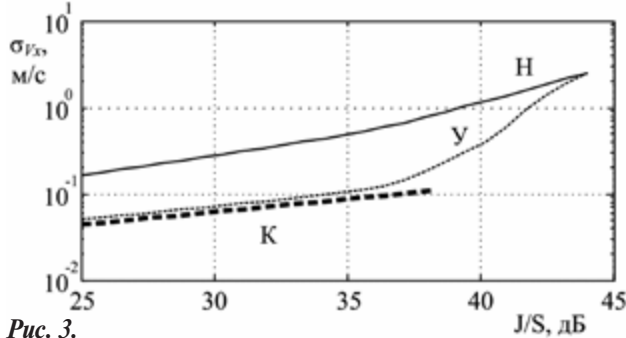


Рис. 3.

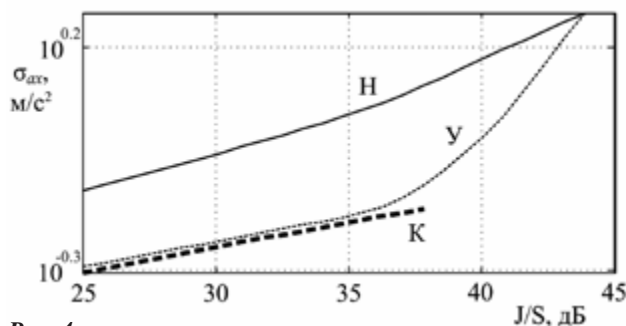


Рис. 4.

На участке $J/S < 38$ дБ характеристики универсального алгоритма практически совпадают с аналогичными характеристиками, полученными в [4, 7] для одноэтапного когерентного алгоритма. На участке $J/S \geq 38$ дБ, где когерентный алгоритм утрачивает свою работоспособность, универсальный алгоритм сохраняет работоспособность, выравниваясь по точности с некогерентным алгоритмом в критической для него точке ($J/S \approx 44$ дБ). Универсальный алгоритм имеет заметно лучшие характеристики точности на участке $J/S = 38 \dots 44$ дБ. Причина этого явления заключается в структуре дискриминатора огибающей, где наряду с некогерентным дискриминатором, учитывается вклад когерентного дискриминатора в зависимости от значения параметра когерентности $\tilde{\Lambda}$.

Результаты сравнения показывают, что синтезированные алгоритмы обладают помехоустойчивостью некогерентного алгоритмов обработки сигналов, а по точности практически соответствует когерентному алгоритму, некоторое снижение точности, явно проявляющееся в оценке составляющих скорости и ускорения, следует связывать с выбором аппроксимирующей АПВ.

Из рис. 5 видно, как зависит параметр когерентности $\tilde{\Lambda}$ от отношения J/S , он заметно выше на участке работоспособности когерентного алгоритма. Однако на участке $J/S = 38 \dots 44$ дБ параметр когерентности стремится к нулю, сводя к минимуму вклад когерентного дискриминатора обладающего низкой помехоустойчивостью, и синтезированный алгоритм фактически переходит в некогерентный режим приема сигналов. Также на рис. 5 показано поведение параметра $\tilde{\Lambda}$ при высокой динамике объекта ($\sigma_a = 33 \text{ м/с}^2$ и $\alpha = 0,6 \text{ с}^{-1}$).

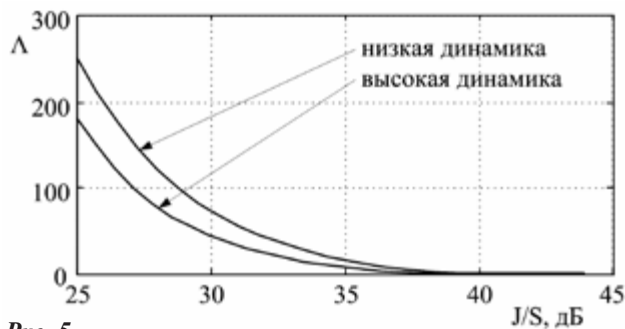


Рис. 5.

Характеристики помехоустойчивости синтезированного алгоритма, полученные в ходе проведения исследований, в сравнении с аналогичными характеристиками когерентного и некогерентного алгоритмов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Траектория	Пороговые значения J/S для алгоритмов ПСН, дБ					
	двухэтапные			одноэтапные		
	К	Н	У	К	Н	У
высокодинамичная	29	38	38	35	42	42
низкодинамичная	34	42	42	38	44	44

К – когерентный, Н – некогерентный,
У – универсальный алгоритмы

В таблице 2 приведены характеристики точности определения координат синтезированным универсальным алгоритмом в сравнении с характеристиками когерентного и некогерентного алгоритмов.

Таблица 2

Алгоритм	СКО определения координат, м			
	$J/S = 30$ дБ	$J/S = 38$ дБ	$J/S = 41$ дБ	$J/S = 44$ дБ
некогерентный	0,80	2,67	6,67	23,3
когерентный	0,30	1,00	–	–
универсальный	0,30	1,00	3,00	23,3

Таким образом, полученные результаты отвечают на вопрос о соотношении когерентных и некогерентных алгоритмов приема сигналов СРНС.

Вывод

Синтезированный на основе метода интегральной аппроксимации универсальный алгоритм НВО позволяет разрешить противоречия связанные с применением когерентных и некогерентных алго-

ритмов приема, объединив в себе достоинства обеих решений (высокую точность и помехоустойчивость соответственно), во всем диапазоне значений отношения помеха/сигнал, где упомянутые алгоритмы сохраняют свою работоспособность.

Литература

1. ГЛОНАСС Принципы построения и функционирования /Под ред. А.И. Перова, В. Н. Харисова. – М.: ИПРЖР, 2005.
2. Харисов В.Н., Гордеев Д.В., Павлович Е.В. Улучшение характеристик помехоустойчивости авиационных приемников СРНС на основе оптимизации алгоритмов обработки сигналов. – Радиотехника, 2000, №7.
3. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем.– М.: Радио и связь, 1991.
4. Харисов В.Н., Аникин А.Л., Оганесян А.А. Статистический анализ характеристик помехоустойчивости алгоритма глубокой интеграции приемника спутниковой навигации и инерциальных датчиков.– Радиотехника, 2005, №7.
5. Харисов В.Н., Гордеев Д.В., Павлович Е.В. Использование метода интегральной аппроксимации для синтеза помехоустойчивых алгоритмов приема сигналов СРНС. – Радиотехника, 2001, №7.
6. Харисов В.Н., Бовбель Д.А. Алгоритмы фильтрации параметров сигнала на основе новых методов аппроксимации.– Техническая кибернетика. 1991, №4.
7. Харисов В.Н., Горев А.П. Исследования одноэтапного алгоритма навигационно-временных определений для приемника СРНС.– Радиотехника (Журнал в журнале) №4, 2001г.



ИМИТАЦИОННЫЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОМЕХИ СИСТЕМАМ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

А. Н. Коротыношко, Ю. М. Перунов

В работе исследуются вопросы возможности создания информационных помех приемникам спутниковой навигации. Проблема рассматривается применительно к возможности террористического подавления навигации в терминальных системах — аэропортах, морских портах и других транспортных узлах.

SATELLITE NAVIGATION SPOOFING

A. N. Korotonoshko, Yu. M. Perunov

The paper investigates the possible information interference to satellite navigation receivers. The problem is considered in the context of navigation suppression by terrorists in terminal areas — airports, marine ports and other transportation nodes.

В работе исследуются вопросы возможности создания информационных помех приемникам спутниковой навигации.

Проблема рассматривается применительно к возможности террористического подавления навигации в терминальных системах — аэропортах, морских портах и других транспортных узлах.

Террористическое подавление обладает ограничениями по излучаемой мощности и времени подавления, обусловленными относительно малыми весами и габаритами используемого аппаратуры.

В предыдущих исследованиях были рассмотрены вопросы устойчивости приемников спутниковой навигации к шумовым помехам, и было установлено, что эти приемники потенциально подвержены воздействию «силовых» помех, которые могут привести к воспрещению обнаружения навигационного 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.

Вместе с тем для подавления приемников потребителей могут использоваться не «силовые» (информационные) виды помех, такие, как когерентные имитационные помехи генераторного или ретрансляционного типа (с воспроизведением структуры кода переизлучаемого сигнала) или квазиимитационные помехи, не строго когерентные по отношению к сигналу.

Вместе с тем, следует отметить, что имитационная помеха может дать определенные преимущества в радиоэлектронной борьбе с системами спутниковой навигации. Основным таким преимуществом

является значительное снижение мощности, необходимой для подавления приемника потребителя.

Так, по данным, приведенным в [1], выигрыш имитационной помехи в энергетическом потенциале составляет 12–13 дБ, что дает возможность при сохранении электрической мощности передатчика, принятой для террористического подавления, получить дальность подавления до 350–400 км (рисунок 1), или же обеспечить расчетную дальность подавления 57 км для эталонного передатчика при реальном потенциале 15 дБ/Вт и излучаемой мощности передатчика 5 Вт.

Аналогичные результаты дают сравнительные расчеты предельных дальностей подавления, проведенные методом анализа абсолютного порогового уровня помехи на входе приемника пользователя. Эти расчеты проведены для трех видов помех: шумовой прицельной, гармонической и имитационной.

Таблица 1

Канал		GPS L1	GPS L1, L2C	Глонасс L1	Глонасс L1, L2	GPS + Глонасс
Помеха	Вт					
Шумовая прицельная	0,1	85	70	60	40	38
	1,0	280	230	200	132	125
	10,0	850	700	600	400	380
	100,0	2800	2300	2000	1320	1250
Гармоническая	0,1	280	230	87	49	46
	1,0	829	736	278	157	147
	10,0	2800	2300	870	490	460
	100,0	8290	7360	2780	1570	1740
Имитационная генераторная	0,1	900	740	391	252	236
	1,0	2880	2368	1251	803	755
	10,0	9000	7400	3921	2520	2360
	100,0	28800	23680	12510	8030	7550

В таблице 1 для разных вариантов использования каналов GNSS приведены рассчитанные предельные опасные дальности размещения источников организованных помех в зависимости от режима работы и мощности передатчика помех с учетом ослабления последней за счет пространственно-поляризационной и дополнительной

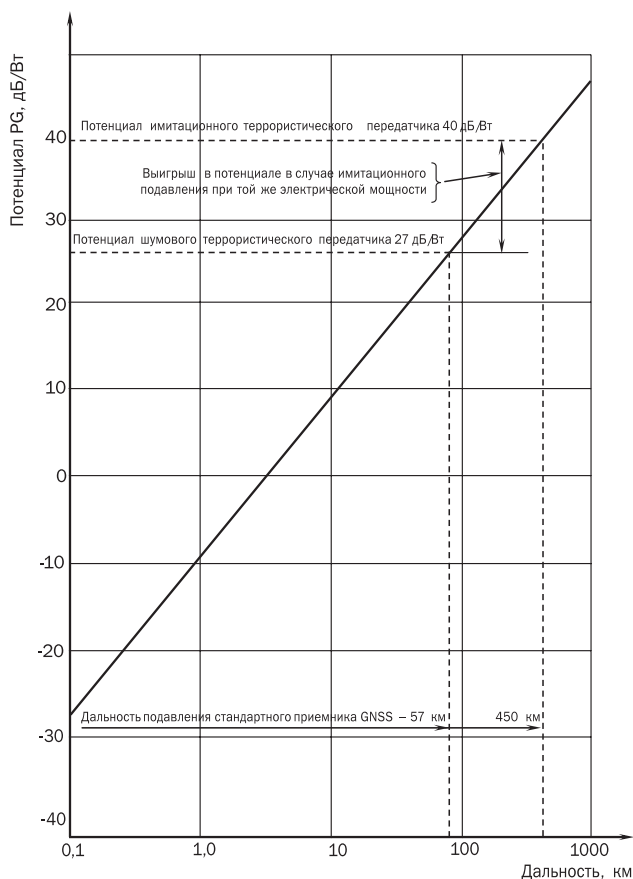


Рис. 1. Схема сравнения дальностей подавления от станции террористического подавления при генерации шумовых и имитационных помех

частотно-временной обработки сигналов. Результаты расчетов, приведенные в таблице 1, показывают, что при одном том же потенциале (мощности передатчика) имитационная помеха дает предельные дальности подавления в 5–10 раз большие, чем наиболее эффективная из «силовых» – шумовая прицельная помеха.

По принципам воздействия на приемник подавляемого объекта можно рассматривать следующие группы сигналоподобных помех:

- дезорганизующие помехи. Это помехи, при которых навигационная система приемника выдает слабокоррелированные случайные измерения координат, не позволяющие в конечном итоге достоверно определить положение объекта. Дезорганизующие помехи, как правило, формируются передатчиками генераторного типа без использования какой-либо текущей информации о целях и навигационных сигналах GNSS;
- могут быть помехи, обеспечивающие определенную тенденцию в искажениях измеряемых координат объектов:
 - уводящие, при которых генерируются постоянные небольшие отклонения от истинных координат объекта, приводящие к срыву конечной задачи, например, вывода воздушного судна на взлетно-посадочную полосу;

- перенацеливающие. Это фактически уводящие помехи, при которых формируется такая последовательность малых отклонений, которая приводит в конечном итоге воздушное судно вместо ВПП аэродрома к другому объекту, например, как это было 11 сентября 2001 г., к зданиям Международного торгового центра в Нью-Йорке.

По возможным схемам технической реализации имитационные помехи можно разделить на следующие виды:

- генераторные, при которых передатчик помех непосредственно формирует свой независимый навигационный сигнал, никак не связывая его с реальной сигнальной обстановкой в районе цели;
- ретрансляционные, при которых принятые реальные сигналы в точке размещения передатчика помех запоминаются, задерживаются на некоторое время и переизлучаются передатчиком помех с необходимым для имитации уровнем мощности;
- «интеллектуальные», при которых реальные сигналы, принятые в точке размещения передатчика, декодируются до уровня получения навигационной информации, которая затем пересчитывается на район расположения цели, кодируется, формируется в виде сигнальных посылок и переизлучается передатчиком помех.

Принципы и структура комплексов радиоэлектронной борьбы со спутниковой навигацией зависят от большого количества факторов, определяемых тактическими и эксплуатационными характеристиками, а также экономическими соображениями [1], [2].

Наиболее простым в реализации является комплекс подавления генераторного типа, который имеет в своем составе только передатчик и может независимо генерировать как шумовые, так и имитационные помехи. Но такой комплекс может обеспечить подавление только на малых расстояниях, равных по величине стробам сопровождения или стробам селекции местных предметов. Как вариант, можно использовать такой передатчик для дезорганизации захвата сигналов на сопровождении с использованием увеличенного размера строба. Но для этого варианта необходимо комплексировать передатчик имитационного сигнала с шумовым передатчиком, обеспечивающим срыв сопровождения сигнала. Но такой шумовой передатчик сам по себе решает большинство задач террористического подавления, и введение имитационного подавления – ложных сигналов в стробе – мало добавит в эффективности подавления навигационного приемника пользователя.

Из всех структур комплекса РЭБ, приведенных в [1], наиболее подходящим для ретрансляционного подавления приемников спутниковой навигации является комплекс РЭБ, состоящий из подсистемы постановки помех (передатчика и приемника), забрасываемой террористами, одноразового действия с автоматическим управлением (рисунок 2).

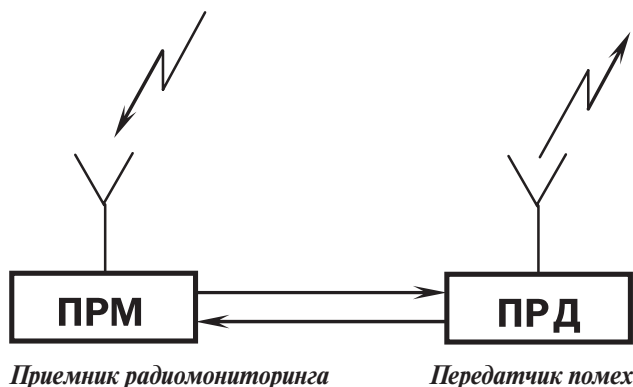


Рис. 2. Схема комплекса РЭБ ретрансляционного типа

Такое структурное построение позволяет обеспечить подавление приемников пользователя с формированием как шумовых, так и имитационных помех. Связь между приемником и передатчиком обычно обеспечивается по кабелю или по широкополосной радиолнии, что обеспечивает возможность разноса приемника и передатчика на большие расстояния. Построение с использованием кабеля обеспечивает возможность подавления из одного пункта и обеспечивает радиоскрытность за счет отсутствия излучений радиолнии.

Главной технической проблемой построения такого комплекса является обеспечение необходимого уровня развязки между подсистемой мониторинга и передатчиками помех.

Было показано, что для реализации классического ретранслятора непрерывного излучения в станции помех подавления приемников потребителей GNSS требуется электромагнитная развязка между приемными и передающими устройствами станции помех не менее минус 170 дБ, что практически невозможно получить при наземном базировании в одной точке пространства.

Для того чтобы обеспечить такую развязку, необходимо разнести приемник и передатчик на расстояние не менее 50 метров, обеспечить связь их широкополосным коаксиальным кабелем (или световодной оптоволоконной линией), а также принять меры по уменьшению боковых лепестков антенн передатчика в зоне размещения антенн приемника путем соответствующего экранирования.

Алгоритм работы такой станции помех заключается в приеме, оцифровке и запоминании сигналов всех спутников, находящихся в зоне видимости приемника потребителя. Время запоминания принимаемых сигналов должно быть не менее длительности кодовой посылки со спутника.

Запомненные сигналы декодируются, усиливаются и излучаются в направлении приемника потребителя. Время излучения помехи принципиально не имеет значения, но как показывают эксперименты, скважность помехи целесообразно выбирать не более десяти. Во время излучения приемное устройство забирается до уровня необходимой электромагнитной

развязки. После окончания излучения помеховой посылки цикл работы станции повторяется.

Реализация высокой степени достоверности запоминания на значительное время принимаемых сигналов спутников системы GNSS возможна только при использовании цифровых методов запоминания сигнала DRFM (digital radio frequency memory). На рисунке 3 представлена структурная схема такой станции помех.



Рис. 3. Структурная схема станции ретрансляционных помех с временной развязкой

Современная электронная компонентная база и особенно вычислительная техника позволяют создание цифровых систем определения и воспроизведения частоты с точностью до единиц герц, что дает возможность с высокой вероятностью достоверности формировать когерентные имитационные помехи приемником потребителей.

Однако информационное воздействие таких ретранслированных когерентных помех на подавляемые приемники потребителей системы GNSS будет эффективно в районе расположения станции помех и в случае, если эта станция неподвижная или медленно движется, на подавляемых приемниках потребителей будут идентифицироваться координаты станции помех. Поэтому такая ретрансляционная помеха может быть эффективна на расстояниях между целью и передатчиком помех, не превышающих величину строга защиты от переотражений сигнала.

Кроме того, для защиты от такого вида помех могут быть использованы и другие методы и технические приемы. Как и в случае постановки шумовых помех для исключения ошибок в навигации самолета должно быть обеспечено постоянное сравнение координат, полученных от систем GNSS с другими навигационными автономными или внешними системами, и при превышении значения допуска отклонений принимаются меры прекращения пользования системой, работоспособность которой нарушена внешними или внутренними факторами.

Особенность ретрансляционной системы формирования ложных сигналов заключается в том, что она не использует информацию, необходимую для решения навигационной задачи, а просто переизлучает «сырой» навигационный сигнал, который не соответствует реальному положению цели. Для того чтобы сформировать более «интеллектуальную» уводящую или перенацеливающую помеху, необходимо решить кинематическую задачу и сформировать по результатам ее решения новый ложный сигнал, «правдоподобный» для подавляемого приемника.

Основные кинематические соотношения для такого решения приведены на рисунке 4. Возможный принцип действия такой системы подавления следующий.

На основании дальностей $D_{\pi i}$ до космических аппаратов, измеренных относительно точки расположения приемника станции подавления, и координат подавляемой (дезорентируемой) цели R и ψ , полученных от независимого источника координат, например, от радиолокационной станции, вычисляются дальности между дезориентируемой целью и соответствующими космическими аппаратами $D_{\psi i}$. Затем эти псевдодальности используются в схеме формирования сигнала ложной цели. Этот сигнал содержит все необходимые для его расшифровки коды. Ложное значение времени излучения спутника и сформированные псевдослучайные последовательности для каждого космического аппарата суммируются и излучаются через передатчик с мощностью, соответствующей уровню мощности на входе приемника пользователя от реальных космических аппаратов.

Вариант схемы такой станции формирования «интеллектуальной» помехи приведен на рисунке 5.

Такая схема «интеллектуального» подавления обладает следующими принципиальными ограничениями:

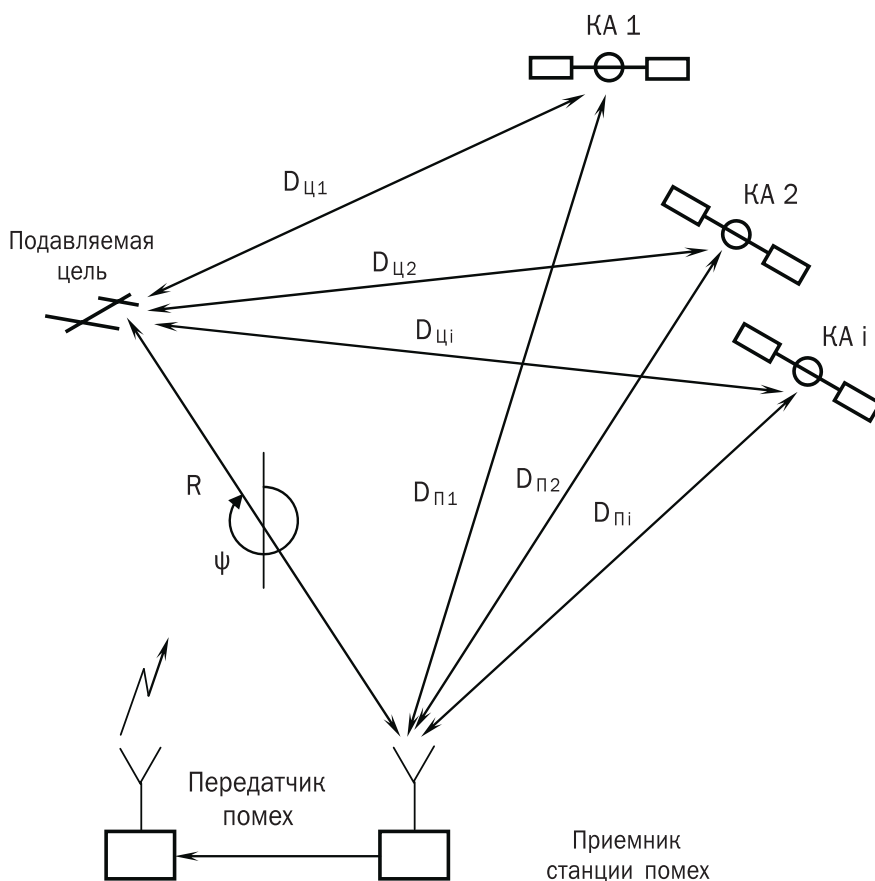
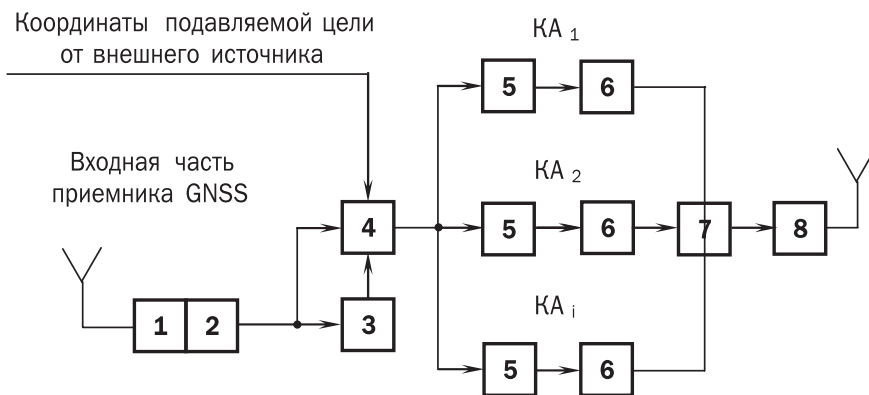


Рис. 4. Схема «интеллектуального» подавления



1 – Усилитель высокой частоты
 2 – Схема корреляционной обработки и выделения кодов сообщений
 3 – Вычислитель навигационной задачи
 4 – Вычислитель имитационных сигналов
 5 – Формирователи псевдопоследовательностей
 6 – Модулятор; 7 – Сумматор; 8 – Передатчик помех

Рис. 5. Схема станции «интеллектуального» имитационного подавления

- подавление можно организовать только для одной цели или ограниченной зоны (например, конечной зоны захода на посадку);
- для подавления конкретной цели необходима информация об ее текущем положении от внешнего радара, что исключено для случая террористического воздействия;
- малопредсказуемый характер «увода» цели. Ввиду того, что в стробе сопровождения сигналов прием-

ника пользователя будут находиться как минимум два сигнала — реальный и имитационный, алгоритм формирования «увода» весьма не определен. Техническая реализация такой схемы весьма сложна, особенно в алгоритмической части работы станции, и ее создание маловероятно не только для террористических целей, но и для систем боевого подавления.

В результате исследования возможности имитационного подавления приемников GNSS можно сделать следующие выводы.

1. Имитационная (сигналоподобная) помеха приемникам спутниковых навигационных систем имеет следующие преимущества:
 - она позволяет резко (в 10 раз) сократить уровень излучаемой передатчиком помех мощности, и тем самым значительно увеличить время работы террористического передатчика;
 - такая помеха скрытна от средств радиотехнической разведки. Она не может быть обнаружена ввиду отсутствия различия в мощностях сигнала и создаваемой помехи.
- Эти два важных преимущества делают привлекательными такой вид помехи для террористического подавления.
2. Имитационная помеха потенциально может быть реализована по трем основным техническим вариантам:
 - генераторная имитационная помеха;
 - ретрансляционная имитационная помеха;
 - «интеллектуальная» имитационная помеха.
 3. Генераторная имитационная помеха может нарушить работу приемника пользователя в очень малой зоне пространства в пределах до 1–2 кило-

метров и поэтому для целей террористического подавления малоэффективна. Такой вид помехи дает ложную информацию в виде одного фиксированного положения и может быть применен только для радиотехнического прикрытия (искажения реальных координат) объектов.

4. 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 РЭБ и передатчиком помехи. Для реализации такой развязки необходим пространственный разнос передатчика и приемника комплекса на десятки метров, их связь кабельной линией, а также использование специальных мер экранирования.

Указанные технические сложности и необходимость разнеса элементов комплекса в пространстве делают эту схему также маловероятной для организации террористического подавления.

5. «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.

Литература

1. Радиоэлектронная борьба со спутниковыми навигационными системами. Дятлов А.П., Дятлов П.А, Кульбикая Б.Х.. Москва, Радио и связь, 2004 г.
2. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием. Перунов Ю.М., Фомичев К.И., Кульбикая Б.Х. Москва, «Радиотехника», 2003 г.
3. Бортовые устройства спутниковой радионавигации (под ред. Шебшаевича). М., Транспорт», 1998 г.
4. Устойчивость и радиотехническая защищенность транспортных систем, использующих точную спутниковую навигацию. Коротышко А.Н., Перунов Ю.М. Новости навигации № 3, 2006 г.



ПОЧЕМУ НАМ НУЖЕН eLoran

Лен Джакобсон¹

Рассматривается целесообразность использования усовершенствованного eLoran в качестве резерва и функционального дополнения к GPS (GNSS)

WHY WE NEED eLoran

Len Jacobson

The reasons are considered to use enhanced eLoran as a backup and augmentation to GPS (GNSS).

Я потратил 40 лет на систему GPS и ее предшественников (например, проект 621B), так что читатель мог бы найти странным то, что я пишу о Лоране. Я очень глубоко забочусь о том, чтобы GPS становилась мировым стандартом для навигации и была пригодна для беспрепятственной работы с другими GNSS системами, когда они достигнут своего полного потенциала. Все же я много лет тревожусь о медленном темпе развития GPS III вследствие вероятного разрушения созвездия GPS по возрастным причинам, если незамененные спутники станут не работоспособны.

К настоящему времени большинство пользователей знает о функциональных ограничениях GPS в зависимости от окружающей обстановки, хотя первоначально не было намерений работать в условиях слабой или преднамеренной интерференции. GPS III с ее дополнениями и новым L1C сигналом должна обеспечить улучшенную точность, очень уменьшить уязвимость и способствовать обеспечению международного взаимодействия. Но GPS III во времени находится на удалении в одно десятилетие. Мы должны сделать кое-что сейчас в дополнение к начатому развитию GPS и должны рассматривать eLoran как практическое решение. Разговаривая с экспертами по Лорану, я получил весьма немного новой информации, о которой я бы не знал. Результаты исследований показывают, что это разумный подход к снижению полного риска для пользователей GPS.

Читатели этого журнала хорошо знают: GPS – всюду. Система действительно проникла в наше общество и влияет на нашу жизнь, торговлю и на нашу безопасность. Смотрите, самые новые автомобили имеют возможность подключения навигационной системы, – это не было бы доступно без GNSS. (Кроме того, где обращаются к GNSS, – это определенно означает GPS, а сейчас – плюс Галилео и другие системы, если они доступны). На коммерческих воздушных лайнерах часто обеспечивается показ пассажирам карты маршрута, чтобы они могли следить за полетом; это обеспечивается с помощью GNSS. Цифровые сотовые телефоны и ATMs, так же как Интернет, работают благодаря локальным и широкозонной сетям, кото-

рые используют точное время и/или точную частоту от GNSS. Эти и другие методы позволили GNSS стать очень полезной системой, вероятно, в ближайшем будущем это еще больше возрастет.

Уязвимость. Какое отношение это имеет к eLoran? GNSS уязвимы к разрушению и они не работают повсюду. Это видно при входе в туннель или гараж или даже при движении по узкой городской улице: навигационная система вообще становится неспособной принимать спутниковый сигнал. Некоторые перерывы в работе сотового телефона или потери других услуг без очевидной причины были результатом GNSS интерференции. Были примеры ненадлежащим образом настроенных электронных устройств, повторно излучающих шум в полосе GNSS, подавление приема сигналов GNSS в гаванях с судами, вблизи аэропортов или в большинстве городских районов. Часто трудно найти источник такого вмешательства, и, пока это устраняется, прием сигналов GNSS для определения местоположения и времени является ненадежным.

Усовершенствованный (усиленный) Лоран или eLoran является независимой от GNSS системой, но полностью совместимой с точки зрения определения места и времени, причем и возможные причины отказов eLoran и GNSS весьма различны. Система eLoran базируется на существующей низкочастотной инфраструктуре Лорана-С, которая функционирует сегодня в Соединенных Штатах, Европе, на Дальнем Востоке и фактически в большей части северного полушария. Это – всемирно признанная служба навигации и определения времени, последняя разработка в области развития радионавигационных систем дальнего действия (Лоран-С). Но, как объявила одна компания: «это – не Лоран-С вашего отца 1958 года, в котором использовались фактически одни и те же методы до середины 1990-ых, и который давал погрешности и требовал нежелательных ручных поправок на распространение радиоволн. Такие корректировки теперь встроены в eLoran, непрерывно обеспечивая точность и целостность, необходимые для входа в гавани и подхода к портам, на маршруте, на конечных участках полета и неточного под-

¹ Лен Джакобсон - президент консультационной компании Global Systems and Marketing Inc, член Всемирного редакционного консультативного правления GPS. Его новая книга «Рынки и применения GNSS» должна быть доступна в июне 2007 г.

хода к аэропортам, обеспечивая уровень Stratum 1 или лучше при определении точного времени и стабильности частоты.

Органичный резерв. Фактически в GNSS невозможно предотвратить помехи. Мы можем конечно пробовать, но может быть лучший путь, и это — eLoran. В случае потери сигнала GNSS по любой причине eLoran может органично стать резервом в критических ситуациях. Система eLoran работает на частоте 100 кГц и на большой мощности. Фактически подавить ее сигнал невозможно и в закрытых помещениях он распространяется намного лучше, чем сигналы GNSS. Эти свойства делают Лоран привлекательным как резерв и как расширение GNSS для большинства применений. Более того, новые технологии, включенные в систему eLoran, делают ее идеальной для этой роли.

Система eLoran полностью новая — в части передатчиков, функциональных концепций и методов, в пользовательской аппаратуре. Все передатчики твердотельные, другие устройства продолжают работать в течение многих месяцев или лет без включения даже на время ремонта, когда сигнал остается в эфире. Сигналы формируются с помощью новых стандартов частоты, три современных цезиевых стандарта, используемые в групповом сочетании в каждом передатчике, и эта группа привязана ко Всемирному универсальному скоординированному времени (UTC, или другими словами, привязана к шкале GPS), передаваемому USNO. Наконец, полная передающая система и система выбора времени обеспечиваются непрерывной системой электропитания, которая гарантирует, что даже с потерей мощности от коммерческих источников не будет никакого мгновенного прерывания сигналов, так как генераторы находятся на линии.

Возможно самые захватывающие изменения перехода от Лорана-С к eLoran — это новые функциональные концепции. Все передатчики «привязаны» непосредственно к UTC так, чтобы пользователь мог использовать все «all-in-view» сигналы eLoran, а не только сигналы цепи Лоран-С, и мог комбинировать их с сигналами GNSS для получения наилучших решений по определению места и времени. Каждый передатчик включает канал передачи сообщений (messaging channel); это — в полосе передачи сигналов, что позволяет сигналу eLoran передавать информацию для улучшения решений в аппаратуре пользова-

теля. Подобно GPS и WAAS этот канал передачи сообщений обеспечивает идентификацию передатчика, время передачи, дифференциальные поправки, определение аутентичности и целостности сигнала.

eLoran подразумевает два типа поправок: получаемых с помощью дифференциального монитора: поправки на дополнительный вторичный набег фазы поверхностных сигналов (ASF) eLoran и поправки на пространственную информацию GPS, которые передаются по навигационному каналу Loran.

Рождение цифрового Лорана. Наконец, аппаратура потребителей eLoran полностью использует современные достижения в области цифровой обработки сигнала. К концу 1980-х, когда оборудование пользователей Лоран-С было все еще аналоговым, большинство компаний перешло на аппаратуру GPS, которая была изначально «рождена цифровой», использовала цифровые методы обработки сигнала, что подталкивало к современному состоянию. Сегодня возникает и уже есть промышленность по созданию пользовательской аппаратуры eLoran, которая использует те же самые цифровые методы обработки eLoran сигналов и имеются работающие опытные образцы комбинированных приемников GPS/eLoran. Ограниченные количества приемников могут быть выпущены в течение года, цены предсказуемы и могут серьезно понизиться при полном производстве.

Эта аппаратура eLoran может органично обеспечить навигацию и определение времени во время перерывов в работе GNSS, во время периодов влияния помех и в некоторых видах применений в закрытых помещениях. Наличие такого органичного резерва будет также служить сдерживающим фактором для тех, кто пытался бы вредить работе GNSS путем подавления — их усилия не будут иметь никакого эффекта на критические применения. Тогда, зачем стараться?

Почему мы нуждаемся в eLoran? Расширять и защищать возможности глобального местопределения и определения времени на основе GPS и GNSS сегодня и в будущем.

GPS World, March 2007, p. 12-13.

Перевод № 269 С. А. Столяровой, РИПВ, 2007.



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННОЙ И НАВИГАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ¹

Я. М. Борисов, А. И. Сердюков²

Рассматриваются отдельные проблемы координатно-временной и навигационной деятельности, предлагаются подходы к формированию терминологической основы и классификации объектов и информационных ресурсов координатно-временного и навигационного обеспечения, обосновывается целесообразность разработки базового системообразующего Федерального закона «О навигационной и пространственно-временной деятельности».

PROBLEMS OF LEGAL REGULATION OF POSITION/TIME/NAVIGATION ACTIVITIES

Ya. M. Borisov, A. I. Serdiukov

Some problems of Position/Time/Navigation activities are considered and approaches proposed to establishing terminology basics and object and information resources classification in Position/Time/Navigation support; expedience of developing a basic systematic Federal Law «On navigation and position/time activities» is substantiated.

В соответствии с Основами военно-технической политики Российской Федерации на период до 2015 года и дальнейшую перспективу, утвержденными Президентом Российской Федерации 11 марта 2003 г., единая система координатно-временного и навигационного обеспечения (ЕС КВНО) отнесена к особо важной государственной инфраструктуре, обеспечивающей национальную безопасность и экономическое развитие, а ее создание и развитие приписано к высшим приоритетам указанной политики.

ЕС КВНО должна строиться как система двойного назначения на основе скоординированного развития существующих и перспективных систем и средств КВНО. Основой этой системы является глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС, что в свою очередь делает её важнейшим инструментом военно-политического и социально-экономического развития Российской Федерации [1-7].

Проблемы скорейшего внедрения современных технологий КВНО могут быть разбиты на три группы. К первой группе относятся проблемы восстановления и модернизации тех средств и систем КВНО, которые формируют и предоставляют потребителю исходную координатно-временную и навигационную информацию (сигнал, геодезическую основу и геопространственные данные, фундаментальные астро- и геофизические параметры и др.).

Ко второй группе относятся непосредственно проблемы внедрения на потребительском уровне новых технологий КВНО. Наличие самой современной ГНСС ГЛОНАСС и самой совершенной аппаратуры потребителя является всего лишь необходимым условием для внедрения и развития новых технологий навигации и координатно-временного обеспечения. Достаточным условием, обеспечивающим эффектив-

ность этого внедрения, является разработка и реализация новых научно-технических решений и новых подходов к проектированию и созданию потребительских функциональных систем управления и мониторинга едва ли не во всех сферах человеческой деятельности.

И, наконец, третью группу составляют задачи создания законодательной базы в области координатно-временной и навигационной деятельности и создание единой системы нормативно-правового регулирования этой деятельности. К этой же группе относятся проблемы создания структур, осуществляющих контроль качества и целостности предоставляемой потребителю информации и обеспечение государственной безопасности России и безопасности отдельных гражданских пользователей.

Основной целью нормативного правового регулирования деятельности в области КВНО является создание нормативной правовой базы, обеспечивающей баланс интересов государства, поставщиков и потребителей услуг в области координатно-временного и навигационного обеспечения, создание системы государственного надзора и контроля процессов развития и функционирования единой системы КВНО.

Задачами законодательства Российской Федерации в области навигационной и пространственно-временной деятельности в РФ являются:

- обеспечение и защита конституционных прав граждан Российской Федерации на доступ к навигационной и координатно-временной информации;
- обеспечение права государства, юридических лиц и граждан осуществлять навигационную и пространственно-временную деятельность в рамках законодательства Российской Федерации;
- содействие разработке и реализации единой государственной политики в области навигации

¹ Редакция предлагает читателям принять участие в обсуждении затронутых в статье вопросов.

² Я. М. Борисов и А. И. Сердюков – сотрудники ЦНИИмаш.

- и координатно-временного обеспечения с учётом интересов всех групп потребителей;
- обеспечение государственного участия в создании и контроле функционирования систем, средств и элементов в области навигационной и пространственно-временной деятельности;
- укрепление и развитие научно-технического и интеллектуального потенциала отечественной сферы навигационных и координатно-временных услуг;
- содействие экономическому развитию государства, повышению благосостояния (качества жизни) граждан нашей страны, укреплению обороны и обеспечению национальной безопасности Российской Федерации;
- совершенствование нормативно-правовой базы, методического обеспечения и технических средств системы обеспечения безопасности навигационной и пространственно-временной деятельности в РФ.

В настоящее время существует определенное количество различающихся как по юридической силе, так и по издавшему их органу нормативно-правых актов, которые регулируют те или иные вопросы в сфере навигации и координатно-временного обеспечения. Такое количество разрозненных нормативно-правовых актов, отдельные из которых затрагивают лишь наиболее общие вопросы навигации, а другие наоборот — узкоспециализированные, приводит к неупорядоченности и фрагментарности законодательства в данной области, что, в свою очередь, позволяет говорить о необходимости принятия базового системообразующего нормативно-правового акта в сфере КВНО. Таким актом должен стать Федеральный закон «О пространственно-временной и навигационной деятельности».

К сожалению, в течение нескольких последних лет параллельно и независимо от работ по созданию и развитию ЕС КВНО [1-7] ведутся работы над проектом Федерального закона «О навигации», который, судя по представленным на сайте <http://www.gisa.ru> концепции и варианту, посвящен всего лишь одному из аспектов пространственно-временной и навигационной деятельности. Принятие закона в предлагаемой редакции продолжит сложившуюся традицию выпуска нескоординированных правовых актов в области КВНО и отложит на неопределенное время разработку и принятие объединяющего законодательного документа.

Создание нормативно-правовой базы КВНО и разработка Федерального закона «О пространственно-временной и навигационной деятельности» требуют существенного расширения и уточнения существующей концепции закона «О навигации», что в свою очередь, связано с решением ряда проблем и вопросов. К наиболее принципиальным из них относятся:

- определение (уточнение) предмета правового регулирования;
- определение и согласование терминологии и понятийного аппарата;

- определение целей и задач системы нормативно-правовых актов;
- определение общей иерархии, порядка построения, структуры и содержания системы нормативно-правовых актов;
- разработка кодификации, т.е. упорядочивание, корректировка и переработка действующего законодательства в области общественных отношений, связанных с КВНО, с целью создания единой и логически непротиворечивой системы нормативно-правовых актов;
- разработка недостающих нормативно-правовых актов, устраняющих пробелы в российском законодательстве;
- определение основных направлений взаимодействия нормативно-правовых актов в области ЕС КВНО с актами других сфер деятельности.

Ниже предлагается один из возможных подходов к решению части из этих проблем.

Для уточнения предмета правового регулирования необходимо, во-первых, принять более общее наименование закона, например, Федеральный закон «О навигационной и пространственно-временной деятельности», определив при этом, что под навигационной и пространственно-временной деятельностью в интересах Закона понимается деятельность, связанная с решением задач и/или достижением целей, определенных в пространстве и времени, требующая знания тех или иных данных о пространственно-временных состояниях и отношениях (атрибутах) объектов и процессов, перечень которых определяется конкретной постановкой задачи или условиями достижения цели.

Сфера действия закона определяется, исходя из того, что он должен регулировать отношения в области навигационной и пространственно-временной деятельности, связанные:

- с созданием, функционированием и развитием средств, систем и комплексов (координатно-временного и навигационного) обеспечения навигационной и пространственно-временной деятельности, а также разработкой технологий и средств их производства и комплексного применения;
- накоплением и углублением научно-технических знаний, информационной и технологической базы в области навигации и координатно-временного обеспечения пространственно-временной деятельности;
- формированием и использованием навигационных ресурсов на основе создания, сбора, обработки, накопления, хранения, поиска, распространения и предоставления потребителю навигационной информации;
- предоставлением и использованием навигационных и координатно-временных ресурсов, информации и услуг, необходимых потребителю для получения всех необходимых ему данных о пространственно-временных состояниях и отношениях (атрибутах) объектов и процессов;
- использованием навигационной и пространственно-временной информации и ее защитой

в интересах обороны и безопасности Российской Федерации.

В основу системы базовых понятий и определений предлагается положить следующие термины и определения [2]:

Координатно-временное и навигационное обеспечение пространственно-временной деятельности – процесс, включающий в себя совокупность задач и операций, решаемых и выполняемых в целях получения потребителем всех необходимых ему данных о пространственно-временных состояниях и отношениях объектов и процессов, используемых или учитываемых им при решении задач или достижении целей, определенных в пространстве и времени.

Потребительская аппаратура – совокупность аппаратных средств, программно-математического обеспечения и баз данных, необходимых для реализации операций и решения полного или частичного перечня задач координатно-временного и навигационного обеспечения непосредственно для конкретного типа потребителя.

Базовые (универсальные) системы (ресурсы) координатно-временного и навигационного обеспечения – комплексы, системы, аппаратно-программные средства (радионавигационные, квантово-оптические системы наземного и космического базирования, формирующие искусственные навигационно-временные поля, система единого времени, системы наблюдения и обработки данных в целях формирования фундаментальной базы и геодезической основы, средства формирования и поддержания базы (инфраструктуры) геопространственных данных и др.), обеспечивающие функционирование потребительской аппаратуры координатно-временного и навигационного обеспечения.

Информационные ресурсы координатно-временного и навигационного обеспечения – совокупность данных об объектах, процессах, явлениях (независимо от формы их представления), использующихся в процессе решения задач координатно-временного и навигационного обеспечения, включая информационные составляющие сигналов базовых систем, геопространственные данные, параметры гравитационного, магнитного и других полей Земли, параметры вращения Земли, системы координат и параметры перехода между ними, карты на бумажной основе и в электроном виде, транспортные коридоры и маршруты, габаритные и динамические характеристики объектов и процессов, а также систему научно-технических знаний и технологий в области КВНО.

Функциональная целевая система потребителей – система (навигации, управления, мониторинга и т. п.), в которой решение целевых задач или соблюдение ограничивающих условий требует знания параметров, описывающих динамику пространственного состояния объектов и процессов с ее привязкой к временной шкале, и, как следствие, включения потребительской аппаратуры и/или информации, формируемой базовыми системами (ресурсами) и средствами КВНО, в состав системы в качестве составной части.

Объекты (инфраструктуры) координатно-временного и навигационного обеспечения – совокупность взаимосвязанных и взаимодополняющих элементов, структур, средств, систем, комплексов и пр., включая базовые системы (ресурсы), потребительскую аппаратуру и функциональные целевые системы потребителей КВНО, а также все множество средств и структур, обеспечивающих их производство, поддержание, функционирование и развитие.

Навигационные и координатно-временные ресурсы – совокупность объектов инфраструктуры и информационных ресурсов координатно-временного и навигационного обеспечения.

Навигационные и координатно-временные услуги – совокупность отношений (купля-продажа, предоставление на безвозмездной основе, аренда и т. п.), связанных с предоставлением объектов (инфраструктуры) и информационных ресурсов координатно-временного и навигационного обеспечения потребителям для удовлетворения их потребностей при решении пространственно-временных задач в процессе навигационной и пространственно-временной деятельности.

Независимо от окончательного варианта состава и содержания базовых терминов и определений, они в максимально обобщенной форме должны отражать все виды и направления навигационной и пространственно-временной деятельности, а не выхватывать её отдельные разновидности, например такие как: «маршрутизация органов государственной власти» или «пространственная идентификация домашних животных». Полнота и достаточная однозначность терминологии необходимы для корректного определения предмета и сферы деятельности законодательных актов. Так, предложенный подход к выбору системы базовых понятий позволяет отождествить навигационную и пространственно-временную деятельность с деятельностью по созданию, поддержанию, предоставлению и использованию достаточно полно и однозначно определенных навигационных и координатно-временных ресурсов.

Очевидно, что навигационные и координатно-временные ресурсы это не эклектический набор технических средств и информации, а некоторая более-менее скоординированная и сбалансированная система. В конечном варианте при достижении необходимой полноты, взаимодополняемости, взаимозаменяемости и универсальности это множество ресурсов и образует единую систему координатно-временного и навигационного обеспечения.

Детализация целей и задач, определение общей иерархии, порядка построения, структуры и поддержания системы нормативно-правовых актов во многом зависят от выбранной классификации навигационных и координатно-временных ресурсов. В качестве возможного варианта предлагается следующая (двухпозиционная) система классификации, в которой по признаку «уровень применимости» выделяются три типа ресурсов:

Универсальные навигационные и координатно-временные ресурсы – ресурсы, которые обладают достаточной универсальностью и инвариантностью, создаются, в основном, за государственные средства, предоставляются и используются (или могут быть использованы), как правило, на безвозмездной основе практически всеми участниками навигационной и пространственно-временной деятельности (потребителями).

Специализированные навигационные и координатно-временные ресурсы – ресурсы, создаваемые в интересах ограниченного круга пользователей и используемые исключительно названными пользователями в соответствии с определенным нормативно-правовыми актами порядком доступа и использования.

Ресурсы массового использования – совокупность многофункциональной и многовариантной аппаратуры и форм получения и представления информации, обеспечивающая навигационную и пространственно-временную деятельность всего разнообразия потребителей.

Специализированные ресурсы могут использовать в процессе работы результаты функционирования универсальных ресурсов или базироваться на уникальной специализированной аппаратуре (например, радиолокационные, гравиметрические и др. средства навигации). Ресурсы массового использования, как правило, базируются на использовании возможностей, предоставляемых универсальными ресурсами, и представляют в основном все многообразие потребительской аппаратуры и функциональных целевых систем потребителя вместе со всевозможными результатами их работы. В определенном смысле к ним применимо понятие «вторичные навигационные и координатно-временные ресурсы», так как в большинстве своем они реализуют тот или иной вариант преобразования и комплексирования информации, предоставляемой универсальными ресурсами.

Кроме этого, ресурсы координатно-временного и навигационного обеспечения могут относиться и использоваться в различных типах применений. По признаку «тип применения» ресурсы могут быть разбиты, как минимум, на три категории:

Категория 1. Ресурсы, используемые специальными потребителями: Минобороны, МВД, МЧС, ФСБ и других ведомств; их использование и, соответственно, координатно-временное и навигационное обеспечение влияют на обороноспособность и государственную безопасность.

Категория 2. Ресурсы, используемые субъектами (гражданскими потребителями), деятельность которых требует соблюдения определенных требований, связанных с обеспечением безопасности жизни и здоровья людей. Координатно-временное и навигационное обеспечение деятельности таких потребителей и его характеристики – точность, доступность и непрерывность – регламентируются международными и российскими правовыми нормами и подлежат контролю со стороны соответствующих государственных органов и ведомств и лицензированию.

Навигационное оборудование таких потребителей, как правило, подлежит обязательной сертификации по основным навигационным характеристикам.

Категория 3. Ресурсы, предоставляемые субъектам (как правило, гражданским потребителям), координатно-временное и навигационное обеспечение которых направлено на обеспечение частной коммерческой, персональной деятельности и не критично к нарушениям или сбоям. Для таких потребителей государством регламентируются только вопросы информационной безопасности.

Аналогичным образом могут быть классифицированы и субъекты права (производители и потребители указанных ресурсов). Предлагаемая двухпозиционная классификация определяет, как минимум, 6 вариантов отношений субъектов права к ресурсам и, соответственно, столько же форм предоставления навигационных и координатно-временных услуг.

Содержание Федерального закона «О пространственно-временной и навигационной деятельности» должно соответствовать приведенным выше задачам законодательства Российской Федерации в области навигационной и пространственно-временной деятельности в РФ и учитывать наиболее значимые варианты отношений субъектов права к ресурсам и формам предоставления услуг.

Так, в разделе «Общие положения» должны быть представлены описание сферы действия Федерального закона, используемые термины и определения, перечень целей навигационной и пространственно-временной деятельности, описание основных областей и направлений этой деятельности,

В разделе, посвященном вопросам организации навигационной и пространственно-временной деятельности, должны быть определены субъекты правовых отношений в области навигационной и пространственно-временной деятельности, компетенции федеральных органов исполнительной власти в этой сфере, а также компетенция органов государственной власти субъектов Российской Федерации и региональных органов исполнительной власти, органов местного самоуправления, государственных и общественных организаций и учреждений, определены основные права и обязанности граждан при осуществлении навигационной и пространственно-временной деятельности. Раздел обязательно должен включать в себя статью, определяющую значимость современных средств и технологий КВНО для государства и декларирующую, что:

1. Навигационная и пространственно-временная деятельность находится в ведении Российской Федерации.
2. Общее руководство навигационной и пространственно-временной деятельностью осуществляет Президент Российской Федерации, который:
 - рассматривает и утверждает основные положения государственной политики в области навигационной и пространственно-временной деятельности;

- решает наиболее важные вопросы государственной политики в области навигационной и пространственно-временной деятельности.

Правительство Российской Федерации в свою очередь:

- реализует государственную политику в области навигационной и пространственно-временной деятельности в целях повышения уровня обороноспособности страны, обеспечения национальной безопасности, содействия социально-экономическому развитию Российской Федерации.
- устанавливает сферы ответственности и координирует деятельность федеральных органов исполнительной власти и организаций, участвующих в осуществлении навигационной и пространственно-временной деятельности и т.д.;

В этом же разделе желательно представить организационную структуру управления развитием КВНО РФ и систему руководящих (основополагающих) документов в области КВНО.

Отдельный раздел должен быть посвящен объектам и информационным ресурсам навигационной и пространственно-временной деятельности. Здесь должны быть определены порядок разработки, создания и использования (эксплуатации) объектов навигационной и пространственно-временной деятельности и средств их производства, права собственности на эти объекты и средства их производства, а также порядок формирования, сопровождения, хранения информационных ресурсов. В разделе должен быть прописан порядок реализации права на доступ к информационным ресурсам и декларированы гарантии их предоставления потребителям.

В разделе, посвященном навигационным и координатно-временным услугам, должна быть представлена классификация этих услуг и определен порядок их предоставления в зависимости от категории. В разделе обязательно должен быть определен порядок использования сигналов зарубежных радионавигационных систем наземного и космического базирования, а также порядок ввоза, приобретения, сертификации и использования координатно-временного и навигационного оборудования и носителей с зарубежными информационными ресурсами

Раздел «Экономические условия навигационной и пространственно-временной деятельности» должен определять порядок финансирования навигационной и пространственно-временной деятельности и декларировать государственное финансирование разработок, производства и поставок объектов и информационных ресурсов навигационной и пространственно-временной деятельности, осуществляемой для федеральных нужд.

В законе в виде разделов или отдельных статей должны быть отражены такие вопросы, как:

- государственный надзор и лицензирование в сфере навигационной и пространственно-временной деятельности;
- сертификация и подтверждение соответствия средств, систем, комплексов координатно-временного и навигационного обеспечения;
- порядок проведения экспертизы по вопросам навигационной и пространственно-временной деятельности;
- право на интеллектуальную собственность в сфере навигационной и пространственно-временной деятельности;
- обеспечение безопасности и страхование навигационной и пространственно-временной деятельности;
- цели и порядок защиты объектов и информационных ресурсов навигационной и пространственно-временной деятельности;
- правовое регулирование международного сотрудничества и правовой режим иностранных организаций и граждан;
- ответственность за нарушение законодательства при осуществлении навигационной и пространственно-временной деятельности.

Затронутые вопросы далеко не полностью охватывают проблемы создания нормативно-правовой базы КВНО. Вместе с тем, авторы статьи выражают надежду, что естественная идея представления КВНО в виде взаимосвязанных и взаимодополняющих элементов, структур, информационных ресурсов, в совокупности своей предоставляющих потребителю возможность осуществлять навигационную и другую пространственно-временную деятельность в необходимых ему формах, режимах и условиях с требуемыми характеристиками, найдет поддержку у читателей.

Литература

1. Климов В.Н., Персев В.С., Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. Основные положения концепции единой системы навигационно-временного обеспечения Российской Федерации, *Космонавтика и ракетостроение*, 2005, №4(41).
2. Климов В.Н., Персев В.С., Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. Навигационно-временное обеспечение: термины, определения, комментарии, *Космонавтика и ракетостроение*, 2005, №4(41).
3. Почукаев В.Н. Основная формула навигационно-временного обеспечения, *Космонавтика и ракетостроение*, 2005, №4(41).
4. Почукаев В.Н. Потребительская система навигационно-временного обеспечения, *Космонавтика и ракетостроение*, 2005, №4(41).
5. Климов В.Н., Персев В.С., Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. Единая система навигационно-временного обеспечения: назначение, структура, этапы становления и формирования, *Космонавтика и ракетостроение*, 2005, №4(41).
6. Ревнивых С.Г., Шилов А.Е. ГЛОНАСС – основа современного координатно-временного и навигационного обеспечения, *Космонавтика и ракетостроение*, 2007, №3(48).
7. Баринов С.П., Почукаев В.Н. К вопросу о совершенствовании законодательных основ в области координатно-временного и навигационного обеспечения в России, *Космонавтика и ракетостроение*, 2007, №3(48).



СОСТАВ ГРУППИРОВКИ КНС ГЛОНАСС НА 20.12.2007 г.

Состояние КА группировки КНС ГЛОНАСС на 20.12.2007 г. по анализу альманаха от 08:0020.12.07 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ

№ пл.	№ точки	№ лит. частоты	№ по НКУ	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Акт. суш. (мес)	Пригодность КА по сообщениям		Примечание
								альманаха	эфемерид (UTC)	
I	1	07	796	26.12.04	06.02.05		31.7	+	+ 08:15 20.12.07	Используется по ЦН
	2	01	794	10.12.03	02.02.04	19.04.07	38.3	-		На этапе вывода из состава ОГ
	3	12	789	01.12.01	04.01.02	25.08.07	61.0	-	+ 19:15 23.08.07	Временно выведен
	4	06	795	10.12.03	29.01.04		46.2	+	+ 04:30 20.12.07	Используется по ЦН
	5	07	711	01.12.01	13.02.03	09.07.06	36.1	-		На этапе вывода из состава ОГ
	6	01	701	10.12.03	08.12.04		31.0	+	+ 06:30 20.12.07	Используется по ЦН
	7	05	712	26.12.04	07.10.05		23.1	+	+ 07:29 20.12.07	Используется по ЦН
	8	06	797	26.12.04	06.02.05		32.9	+	+ 08:15 20.12.07	Используется по ЦН
II	10	04	717	25.12.06	03.04.07		8.1	+	+ 01:14 20.12.07	Используется по ЦН
	14	04	715	25.12.06	03.04.07		8.5	+	+ 08:00 20.12.07	Используется по ЦН
	15	00	716	25.12.06	12.10.07		2.2	+	+ 08:19 20.12.07	Используется по ЦН
III	17	- 1	718	26.10.07	04.12.07		0.5	+	+ 08:15 20.12.07	Используется по ЦН
	19	03	720	26.10.07	25.11.07		0.8	+	+ 00:59 20.12.07	Используется по ЦН
	20	02	719	26.10.07	27.11.07		0.8	+	+ 02:00 20.12.07	Используется по ЦН
	21	08	792	25.12.02	31.01.03	18.11.07	53.6	-	- 03:44 20.12.07	Временно выведен
	22	10	798	25.12.05	22.01.06	09.07.07	17.4	-		Временно выведен
	23	03	714	25.12.05	31.08.06		13.8	+	+ 07:14 20.12.07	Используется по ЦН
	24	02	713	25.12.05	31.08.06		12.3	+	+ 08:14 20.12.07	Используется по ЦН

Всего в составе ОГ ГЛОНАСС 18 КА. Используются по целевому назначению 13 КА. Временно выведены на техобслуживание 3 КА. На этапе вывода из системы 2 КА. При этом учитывается, что запущенная с Байконура в 11.35 мск 26.10.2007 г. ракета-носитель «Протон-К» вывела на орбиту сразу три навигационных спутника ГЛОНАСС. Это был первый запуск после недавнего совместного заседания правительственных комиссий Казахстана и России по расследованию причин и оценке последствий аварийного

пуска 6 сентября 2007 года ракеты-носителя «Протон-М» с космодрома Байконур. Заседание проходило 8-9 октября в Астане, где были утверждены выводы межведомственной комиссии по анализу причин аварийного пуска и подтверждено, что мероприятия по обеспечению безопасности последующих пусков реализованы на имеющемся заделе ракет-носителей типа «Протон», в том числе на ракете-носителе для обеспечения запуска космических аппаратов «ГЛОНАСС-М».

ВСЕ ОПЕРАЦИИ ПО ЗАПУСКУ ТРЕХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ СИСТЕМЫ «ГЛОНАСС» ПРОШЛИ В ШТАТНОМ РЕЖИМЕ

26 декабря в 02 часа 04 минуты московского времени разгонный блок вывел три космических аппа-

рата системы «ГЛОНАСС» в заданную точку на высоте 19130 км. Как показала обработка полученной

телеметрии, все операции прошли в штатном режиме. Ведется проверка бортовой аппаратуры космических аппаратов при приеме в эксплуатацию установленным порядком наземными средствами 153-го Главного ис-

пытательного центра испытаний и управления космическими аппаратами им. Г. С. Титова (г. Краснознаменск). (По материалам пресс-службы Роскосмоса).

<http://www.federspace.ru>

СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КНС GPS НА 20.12.07 г. ПО АНАЛИЗУ АЛЬМАНАХА, ПРИНЯТОГО В ЦУП

№ пл.	№ точки	ПСП	Номер NORAD	Тип КА	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Акт. сущ. (мес)	Примечания
А	1	9	22700	II-A	26.06.93	20.07.93		172.3	
	2	31	29486	II-R-M	25.09.06	13.10.06		14.2	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		120.1	
	4	27	22108	II-A	09.09.92	30.09.92		182.2	
	5	25	21890	II-A	23.02.92	24.03.92		186.1	
	6	15	32260	II-R-M	17.10.07	31.10.07		1.6	
В	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		57.9	
	2	30	24320	II-A	12.09.96	01.10.96		133.8	
	3	28	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		88.1	
	4	5	22779	II-A	30.08.93	28.09.93		170.1	
	5	12	29601	II-R-M	17.11.06	13.12.06		12.1	
С	1	6	23027	II-A	10.03.94	28.03.94		164.1	
	2	3	23833	II-A	28.03.96	09.04.96		139.0	
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		44.4	
	4	17	28874	II-R-M	26.09.05	13.11.05		24.0	
	5	7	22657	II-A	13.05.93	12.06.93	13.12.07	172.5	Временно выведен
D	1	2	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		36.9	
	2	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		95.6	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		56.1	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		168.9	
	6	24	21552	II-A	04.07.91	30.08.91		195.6	
	E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		90.6
2		22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		47.3	
3		10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		135.4	
4		18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		82.0	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		84.3	
	2	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		184.8	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		118.5	
	4	23	28362	II-R	23.06.04	09.07.04		41.3	
	6	1	22231	II-A	22.11.92	11.12.92		180.1	

Происшествия по вине навигационных систем

Спутниковая навигация направила водителя Mercedes в реку

Спортивный родстер Mercedes SL500 утонул в реке из-за того, что девушка, находившаяся за рулем, строго следовала командам навигационной системы, сообщает Daily Mail. Жительница Лондона ехала на крестины, и спутниковая навигация дала ей команду повернуть на извилистую дорогу, по которой обычно ездят лишь фермеры на тракторах. Девушку не смутила даже табличка перед поворотом, на которой говорилось,

что данная дорога не предназначена для автомобильного движения. Она спустилась к реке и, следуя командам навигации, попыталась пересечь ее вброд.

Однако в предыдущие дни шли дожди, и вода в реке заметно поднялась. В результате поток унес Mercedes на 550 метров вниз по течению реки Сенс (Sense), после чего автомобиль застрял на мели.

Девушка оставалась в машине до тех пор, пока ее не обнаружил жительница близлежащей деревни по имени Элис Кларк (Alice Clark) и помогла выбраться через окно. Mercedes SL пролежал в воде еще неделю, после чего его достали с помощью эвакуатора. Предположительно, машина не подлежит восстановлению.

Auto.Lenta.Ru, 20.03.2007

Англичанка лишилась машины из-за ошибки навигационной системы

На железнодорожном переезде в Великобритании скоростной поезд врезался в Renault Clio 20-летней студентки из-за того, что она строго следовала указаниям навигационной системы. К счастью, сама девушка не пострадала, сообщает сайт theregister.co.uk.

Паула Сили (Paula Ceely) попросила навигационную систему у своего друга, чтобы совершить небольшое путешествие по Англии. Через некоторое время GPS привела ее к металлическим воротам с предупреждающим знаком в виде красного круга. «Вначале я подумала, что это тупик, однако затем увидела табличку, на которой было сказано, что когда загорится зеленый сигнал откройте ворота и въезжайте», — сообщила Сили.

Девушка открыла ворота, заехала за них и пошла открыть еще одни ворота, которые преграждали выезд. Паула Сили поняла, что ее машина находится на железнодорожных путях только тогда, когда она услышала приближающийся поезд. Затем состав на скорости в 100 километров в час протаранил ее автомобиль.

В результате столкновения, поезд протаранил Renault девушки на 800 метров. Предположительно, машина не подлежит восстановлению. Позже Сили заявила, что железнодорожный переезд не был обозначен на карте, и она больше никогда в жизни не будет пользоваться спутниковой навигацией.

Auto.Lenta.Ru, 15.05.2007

Из-за спутниковой навигации грузовик разрушил старинный особняк

В Великобритании грузовик снес часть стены старинного 300-летнего особняка из-за того, что водитель машины послушался систему спутниковой навигации и заехал на слишком тесную улицу, сообщает Daily Mail.

По информации издания, это уже не первый случай, когда в этом районе грузовики врезаются в дома. Для объезда дороги с множеством перекрестков и светофоров системы спутниковой навигации направляют автомобили в объезд по небольшим переулкам, однако некоторые улицы оказываются слишком узкими и не предназначенными для движения большегрузного транспорта. Представители местных властей считают, что решить эту проблему можно только полностью закрыв такие дороги для движения машин.

Напомним, что в Великобритании возле одной из деревень Южного Уэльса уже установили дорожный знак, который призывает водителей не доверять информации, которую показывают спутниковые навигаторы. Такой знак был установлен после того, как множество грузовиков, водители которых полностью полагались на систему GPS, указывающей им наиболее короткий путь, застревают на узких улицах этой деревни.

Auto.Lenta.Ru, 18.10.2007

Из-за навигационной системы водитель провел три ночи в кабине своего грузовика

В Великобритании чешскому водителю 15-метровой грузовика Юрию Оденеи (Yuri Odenhai) пришлось провести в кабине своего автомобиля три ночи. Как сообщает британское издание The Times, это произошло из-за того, что он плохо знал местность и тщательно выполнял все указания навигационной системы. В результате машина Оденеи застряла в повороте на узкой улице небольшого городка Ivybridge.

По информации издания, Юрий Оденеи для того, чтобы «срезать» путь хотел объехать некоторые основные магистрали и прежде чем полностью довериться системе навигации, он пытался спросить дорогу у местных жителей. Однако водитель грузовика очень плохо говорил по-английски и в результате решил положиться на показания GPS. В течение нескольких дней Оденеи пытался самостоятельно выбраться на своем автомобиле с узкой улицы, поскольку компания, которой принадлежит машина, отказалась оплачивать дорогостоящую «операцию по спасению» грузовика.

Через три дня грузовик удалось выволочь с помощью трактора, принадлежавшего одной из семей, проживающей недалеко от того места, где застрял автомобиль. Местные жители сообщили The Times, что это уже не первый случай, когда большегрузный транспорт, водители которого руководствуются показаниями GPS, застревает на улицах их города.

Auto.Lenta.Ru, 02.11.2007

Запуск спутника Block IIR-17 (M)

17.10.2007 г. с мыса Канаверал с помощью ракеты-носителя Delta II состоялся успешный запуск спутника новой модификации Block IIR-17 (M) американской глобальной спутниковой системы GPS. Данный спутник планируется использовать с идентификационными номерами PRN 15/SVN 55. Ожидаемое время ввода запущенного КА в орбитальную группировку GPS для целевого использования — начало ноября 2007 года.

www.glonass-ianc.rsa.ru

Запуск спутника Block IIR-18 (M)

20.12.2007 г. с мыса Канаверал с помощью ракеты-носителя Delta II состоялся успешный запуск спутника новой модификации Block IIR-18 (M) производства фирмы Lockheed Martin американской глобальной спутниковой системы GPS.

GPS IIR-18 (M) will be replacing space vehicle number (SVN) 36, which in turn will replace SVN 37, and be placed in orbital slot C1, according to the U. S. Air Force.

Согласно сообщению BBC США космический аппарат (КА) GPS IIR-18 (M) предназначен для замещения КА SVN 36, который в свою очередь должен

заместить КА SVN 37. GPS IIR-18 (M) должен быть помещен в орбитальный слот C1.

www.gpsworld.com, 21.12.2007

Китайская спутниковая система Compass будет доступна к Олимпиаде 2008

Спутниковая навигационная система Compass, включающая к настоящему времени четыре геостационарных космических аппарата Beidou 1A, 1B, 1C и 1D соответственно и первый из планируемых 30 средне-орбитального КА Beidou-1M, будет использоваться при контроле и управлении движением различных средств при проведении Олимпийских игр 2008 года в Пекине.

www.gpsworld.com, 06.12.2007

Главная маячная администрация Великобритании (GLA) утвердила контракт на работы по eLORAN

Главная маячная администрация Великобритании (GLA- General Lighthouse Authorities) объявила о заключении престижного пятнадцатилетнего контракта с компанией VT Communications (подразделение VT Group plc) на работы по обеспечению функционирования службы eLORAN с целью улучшения морской безопасности в водах Великобритании и Ирландии.

Первый этап работ по этому контракту, до 2010 года, будет основываться на существующих достижениях и будет сфокусирован на обеспечении Европейского соглашения по системе eLORAN. Тогда это обеспечит быстрое начало эксплуатационной стадии с 2010 года.

Министерство транспорта разделяет затраты в течение этапа развития, определения потенциальных возможностей LORAN в сфере улучшения гибкости при обслуживании критических областей транспортной инфраструктуры.

Система eLoran предназначена для помощи морякам в сложной прибрежной зоне морей северных государств, перенасыщенных морскими судами. Система обеспечит дополнение к GNSS типа GPS и, являясь полностью независимой, позволит пользователям сохранить преимущества электронного позиционирования и определения времени, когда спутниковые сигналы прерваны. Этот контракт позволит VT Communications создать новую станцию LORAN в своем комплексе в Камбрии (Cumbria, UK). Первые сигналы станции eLORAN из Cumbria будут переданы 1 октября 2007 года для морских испытаний с планируемым началом работы в ноябре 2007 года. Проводимые сейчас испытания будут закончены к концу июля 2007 года. «Мы выбрали VT Communications благодаря ее обязательствам выполнить условия и обеспечить гибкий подход к сотрудничеству», — комментирует доктор Салли Баскер,

директор службы исследований и радионавигации GLA. «В прошлом десятилетии мы упорно трудились над уменьшением полной стоимости обслуживания — на 50 % в реальном исчислении. Е-навигация (усиленная навигация) — будущее морского сектора: безопасная навигация «от места до места», экологическая безопасность и экономические выгоды. Поскольку мы продвигаемся вперед с е-навигацией, eLORAN обеспечивает единственный способ поддержать наш уровень обслуживания до 2020 года без риска и неуместных увеличений в стоимости. Система eLORAN поможет нам обеспечить надежную, эффективную и рентабельную навигационную службу для всех морских потребностей». Президент RIN (Королевский институт радионавигации), профессор Дэвид Ласт приветствует это заявление и отмечает, что этот контракт выводит Великобританию в лидеры в создании eLORAN как первую нацию, создающую eLORAN.

Оперативная информация РИПВ, № 131, 2007.

Источник: http://www.rin.org.uk/pooled/articles/BF_NEWSART/view.asp?Q=BF_NEWSART_28864

Навигационный план Главной маячной администрации Великобритании и Республики Ирландия «Взгляд в 2020 год»

Радионавигационный план Главной маячной администрации (GLA) Великобритании и Республики Ирландия (GRNP) — основной компонент в обеспечении навигационной стратегии в области безопасности мореплавания на период до 2020 года и называется «Взгляд в 2020 год» (2020 The Vision). Он разработан Радионавигационным комитетом Администрации GLA и Управлением радионавигации и исследований GLA и опубликован в феврале 2007 года. В Плане рассматриваются радионавигационные системы (RNAV) и их роль в обеспечении безопасной навигации на море. В документе рассматриваются системы: GPS, Galileo, DGNSS, AIS, eLORAN и радиомаяки.

В этом Плане отражается уровень обслуживания пользователей, который обеспечивается GLA с учетом технологических и эксплуатационных усовершенствований в области радионавигации, а также рассматриваются перспективы повышения уровня обслуживания.

Стратегия, отраженная в документе «Взгляд в 2020», полностью утверждена, однако, в нее будут вноситься изменения на основе существенных международных и национальных решений для многочисленных критических областей.

План показывает возможность адаптации к условиям быстро меняющейся окружающей среды и оптимизации навигационной службы в критериях стоимости, риска и уровня обслуживания.

Рост прогулочного флота, быстрое увеличение количества быстроходных и крупногабаритных судов предъявляет новые требования к средствам навигационного обслуживания AtoN (Aids to Navigation). Поэтому признанным первичным средством остается GNSS. Однако известная уязвимость GNSS должна быть учтена при определении будущего в развитии средств радионавигации.

В результате консультаций с пользователями определено, что в коммерческом и прогулочном секторах маяки, бакены и радиомаяки продолжают играть жизненно важную роль в сбалансированном сочетании навигационных средств.

Отмечается, что GLA Великобритании и Ирландии обеспечивают радионавигационное обслуживание в течение более чем 60 лет, включая радиомаяки, систему Декка и радиолокаторы.

За прошедшее десятилетие GLA выполнили следующие работы:

- ввели в эксплуатацию морской радиомаяк DGPS;
- развернули станцию Лоран в Регби на испытательном полигоне и
- обеспечили уменьшение полной стоимости обслуживания на 50%.

В следующем десятилетии ожидаются следующие события, улучшающие навигационное обслуживание:

- ввод в эксплуатацию Galileo и модернизация GPS;
- развертывание AIS (Automatic Identification System — система автоматической идентификации);
- введение новых радарных технологий, которые не обеспечиваются существующими радиолокационными маяками;
- развертывания Европейского eLoran во всей Европе.

В области GPS GLA будет поощрять работу ЕС с американскими властями по обеспечению гарантий службы GPS в Европе и расширению сферы услуг.

Коммерческая эксплуатация Galileo должна начаться в конце 2010 года. GLA будет поддерживать и поощрять использование Galileo, оценивать новые возможности и совместное использование GPS/Galileo. GLA продолжит работы в области DGNSS на базе морских радиомаяков.

Поскольку для гарантированного навигационного обеспечения судов необходим контроль и управление с помощью наземных радионавигационных средств (особенно, в местах сложного и плотного судоходства), то для этой цели существует только одна система-кандидат, а именно, eLoran. Развертывание в качестве дополнения международной стандартизированной наземной радионавигационной системы есть единственный способ поддержать наши уровни навигационного обслуживания до 2020 года без неуместного риска и увеличений расходов.

В настоящее время после развала NELS в Европе eLoran управляется на специальной основе. Последние исследования ЕС в области разработки

Европейского радионавигационного плана рекомендуют ЕС работать с государствами и международными организациями в области:

- исследования службы eLoran в масштабах всей Европы и выгод от ее использования;
- согласования стандартов по системе eLoran;
- поддержки разработок многорежимных интегрированных GPS/Galileo/Loran/DGNSS приемников для обеспечения надежного навигационного обслуживания.

Начиная с публикации «2020 The Vision», GLA продолжает исследования и анализ системы с точки зрения обеспечения адекватного резерва для GNSS, эффективности, надежности и рабочей зоны.

Для поддержки eLoran GLA будет выполнять следующие действия:

- работу с нашими международными партнерами в части обеспечения гарантий того, что eLoran будет эксплуатироваться в Европе и США в ближайшей перспективе;
- определение долгосрочных мероприятий по системе eLoran в Европе;
- вовлечение партнеров в разработку стандартов eLoran;
- работу по обеспечению долгосрочного финансирования службы eLoran;
- продление испытаний eLoran в Регби до марта 2010 года совместно с нашими европейскими партнерами;
- поощрение развития аппаратуры пользователей eLoran;
- продолжение программы испытаний и организация распределения ответственности и спорного имущества между международными партнерами;
- поддержку реализации Европейского радионавигационного плана ERNP в части Лоран посредством ЕС;
- согласование решений и стандартов с IALA и IMO;
- продолжение поисков возможностей расширения поддержки пользователей.

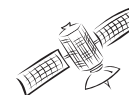
Хотя План GLA утвержден, в него могут быть внесены изменения, если eLoran будет принят в качестве резерва для GNSS в Европе и будет принято решение об использовании приемников GPS/Galileo/LORAN/DGNSS для обеспечения безопасности судоходства.

Морские пользователи широко используют радиолокационные маяки как неотъемлемую часть навигационного обеспечения (особенно, в ночных условиях и при плохой видимости). Поэтому IMO придает большое значение развитию новых радиолокационных технологий.

GLA будет работать в направлении обеспечения публикации и выполнения Европейского радионавигационного плана (ERNP) с учетом рекомендаций 2004 года, что внесет значительный вклад в безопасность на море и сохранение окружающей среды.

Оперативная информация РИРВ, № 131, 2007.

Источник: <http://www.nlb.org.uk/GLA%20Radionavigaton%20Plan.pdf>



К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А.В. БЕЛЯКОВА

Г.Ф. Молоканов¹

TOWARDS THE 110th ANNIVERSARY OF A.V. BELIAKOV

G.F. Molokanov

Имя Героя Советского Союза, доктора географических наук, профессора, генерал-лейтенанта авиации Александра Васильевича Белякова широко известно и в нашей стране и за рубежом.

21 декабря 2007 года исполнилось 110 лет со дня его рождения и 70 лет (18-20 июня) историческо-

го перелета легендарного экипажа (В.П. Чкалов, Г.Ф. Байдуков и А.В. Беляков) через Северный полюс в Соединенные Штаты Америки. Их героический подвиг на весь мир прославил нашу Родину и отечественную авиацию.

На одномоторном самолете АНТ-25, созданном в Конструкторском бюро А.Н. Туполева, было установлено навигационно-пилотажное оборудование, позволяющее выполнять дальние полеты в сложных метеорологических условиях днем и ночью. В кабине штурмана А.В. Белякова в состав этого оборудования входило: высотомер, указатель воздушной скорости, гироманитный компас, солнечный указатель курса, радиополукомпас, связная радиостанция, секстант и оптический визир. Авиаторы знают, что при полете в облаках, особенно в высоких широтах Арктики, образно называемых магнитными джунглями, в условиях обледенения многие из названных приборов практически использовать невозможно. Поэтому вызывает восхищение мастерство и профессионализм героического экипажа и его штурмана, умение идти на оправданный риск и в сложной обстановке добиваться блестящей победы.

На этом же самолете в июле 1936 г. героический экипаж совершил дальний перелет по маршруту Москва, остров Виктория, остров Удд (ныне Чкалов). За 56 часов 20 минут экипаж пролетел 9370 километров пути по сложной северной трассе, что позволило



проверить надежность самолета и мотора, а также приобрести ценный опыт самолетовождения в Арктике. Все три члена экипажа за этот перелет были удостоены звания Героев Советского Союза.

В июне 1937 года, после высадки воздушной экспедицией на Северном полюсе

папанинской четверки арктических исследователей, был совершен перелет по маршруту Москва – Северный полюс – США протяженностью 9130 километров в исключительно сложных метеорологических и навигационных условиях. В этих и ряде других перелетах ярко раскрылся талант, героизм, высокая эрудиция и всесторонняя подготовка штурмана экипажа – Александра Васильевича Белякова, отдавшего около полувека своей жизни любимому делу аэронавигации, теорию и практику которой он постиг в совершенстве.

Интересна и поучительна биография прославленного штурмана. Родился А.В. Беляков в семье сельского учителя в Подмосковье в деревне Беззубово ныне Ногинского района. Начальная школа, Рязанская гимназия, лесной институт Петрограда, студентом которого он ненадолго был призван в армию. Вернувшись на родину, работал в лесном отделе уездного совета. В январе 1919 года вновь армия, служба в чапаевской дивизии. В 1920 году он направляется в аэросъемочную московскую фотограмметрическую школу на аэронавигационное отделение, с которого начинается славный путь службы в ранние романтические годы отечественной авиации. По окончании школы в 1921 году А.В. Беляков около 10 лет работает в ней вначале техником-лаборантом, а затем преподавателем, готовя специалистов новой отрасли науки и практики – аэронавигации. Среди выпускников

¹ Г.Ф. Молоканов - Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор, доктор технических наук, генерал-майор авиации

этой школы были известные впоследствии штурманы С. А. Данилин, А. М. Бряндинский и др.

Преподавательская работа сочеталась с выполнением дальних полетов на самолете Р-1 из Москвы в Севастополь, а затем по маршруту Москва, Гомель, Винница, Ростов-на-Дону, Воронеж, Москва. «Тогда именно и пришла уверенность, что смогу выполнить и более сложные задания» — вспоминает А. В. Беляков в своей книге «В полет сквозь годы».

В 1930-35 годы Александр Васильевич занимается подготовкой авиационных командных кадров, работая преподавателем, а затем начальником кафедры штурманской службы в Военно-воздушной академии им. проф. Н. Е. Жуковского. Научно-педагогическую деятельность он сочетал с богатой практикой выполнения дальних полетов. В 1932 году полет по маршруту Москва, Новосибирск, Иркутск, в 1934 — он совершает перелет по странам Западной Европы в качестве штурмана корабля, командиром которого был Г. Ф. Байдуков. В 1935 году штурман Беляков за 4 месяца осваивает профессию летчика, летая на самолетах У-2 и Р-5.

В 1936-39 годах он работает флагштурманом авиации особого назначения, развернутой позднее в дальнюю авиацию. В 1940 году комбриг Беляков во время финских событий возглавляет штурманскую службу ВВС Красной Армии, а затем становится заместителем начальника вновь созданной Военной академии командного и штурманского состава ВВС РККА. Свою работу в новой должности он начал с председателя комиссии по приему авиационного гарнизона Монино на предмет размещения в нем новой академии, выделившейся из Военно-воздушной академии им. проф. Н. Е. Жуковского. Весь свой богатый опыт научно-педагогической, летной и организаторской работы он отдает делу подготовки авиационных командных и штурманских кадров с высшим военным образованием.

Полыхавшая вторая мировая война и предвоенные конфликты наглядно показали возросшую роль авиации и ее штурманского состава при ведении боевых действий, что потребовало расширения дела подготовки авиационных кадров. В 1940 году Александр Васильевич назначается начальником 1-й Высшей Рязанской школы штурманов, в последующем преобразованной в 1-ю Высшую офицерскую школу ночных экипажей авиации дальнего действия. Аналогичную школу в Иваново возглавил известный штурман, доктор географических наук, профессор, Герой Советского Союза Иван Тимофеевич Спирин — флагштурман воздушной экспедиции, впервые в мире высадившейся в мае 1937 года на Северном полюсе. Он же в 1938 году стал первым начальником штурманского факультета новой Военно-воздушной академии (ныне ВВА им. Ю. А. Гагарина).

Постоянным девизом А. В. Белякова было правило: чему учишь других — умей делать сам. Поэтому он в качестве летчика осваивает технику пилотирования

на самолетах Ли-2, СБ и Ил-4, на которых летали обучаемые экипажи.

В 1945 по личной просьбе его направляют на фронт и в должности главного штурмана воздушной армии он принимает участие в Берлинской операции, за что награждается орденом «Отечественной войны 1-й степени». В том же году он назначается начальником штурманского факультета Военно-воздушной академии, под руководством которого автор этих строк проработал около 15 лет.

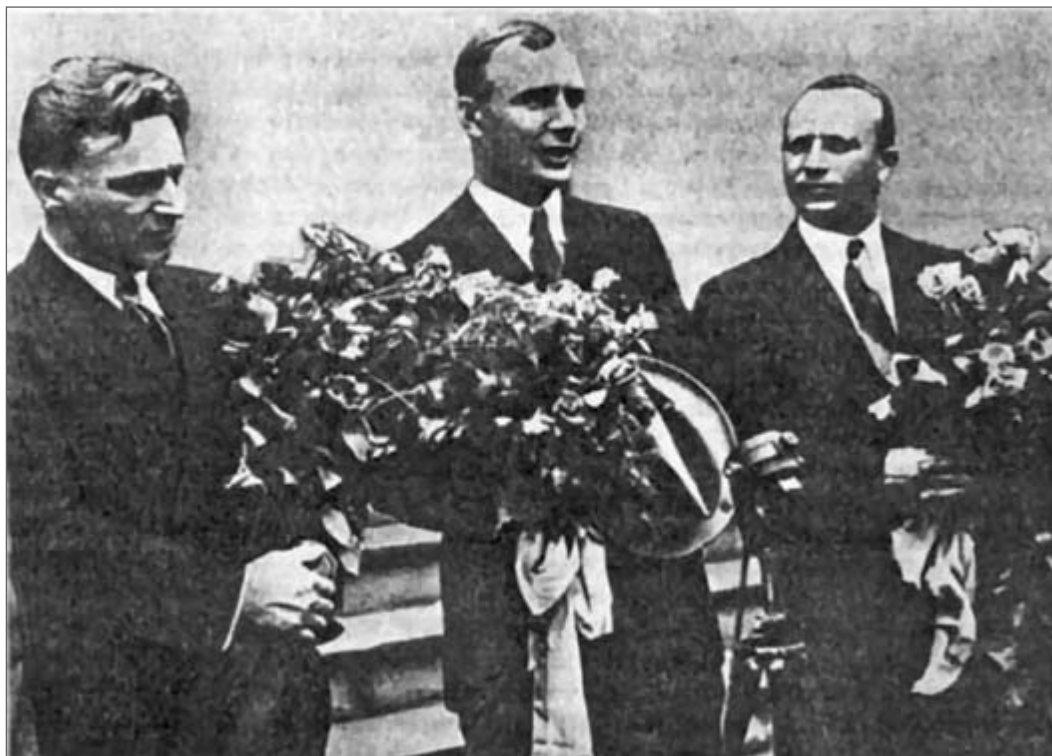
С большим уважением относился Александр Васильевич не только к своим коллегам-преподавателям, но и к слушателям. Общение с ним доставляло истинное удовольствие. Он редактировал учебники, был требовательным научным руководителем и оппонентом. Всегда деликатный, вдумчивый воспитатель и ученый с широким кругозором, он пользовался заслуженным авторитетом благодаря своей доступности, простоте и внимательности, которые сочетались с инициативой и требовательностью. Вот один из характерных для Александра Васильевича учебных эпизодов.

После сдачи слушателями одного из штурманских экзаменов, в ходе которого слушателям было выставлено несколько неудовлетворительных оценок, в аудиторию вошел А. В. Беляков — начальник факультета. Ни в чем не упрекая экзаменатора, он очень деликатно сказал: «Вы знаете, мне как-то неловко за себя и за Вас. Вроде зарплату и мне и Вам дают приличную, а научить слушателей нам не удается, Давайте вместе подумаем, как поправить такое положение».

Богатый опыт полетов на различных типах самолетов и в качестве штурмана, и в качестве летчика, боевой опыт операций Великой Отечественной войны, широкая эрудиция и глубокие знания выдвинули Александра Васильевича в число крупных ученых штурманского дела. В течение ряда лет он возглавлял навигационную секцию Академии наук СССР, был членом авиационной секции Комитета по радиолокационной технике и председателем Государственной комиссии по испытаниям гиперболической радионавигационной системы, предназначенной для выполнения дальних полетов.

По ходу докладов, будь то в его кабинете в Академии, на занятиях или на летных испытаниях, Александр Васильевич непременно делал обстоятельные записи в своей тетради, задавал вопросы, стараясь докопаться до сути того, чем он занимался в данный момент. Все это делалось тщательно, без спешки, с уважением к докладывавшему. Он никогда не позволял себе повисить голос, одинаково ровно относясь к своим сослуживцам, независимо от их положения и возраста.

Человек большой культуры, он любил театр, музыке, охотно принимал участие в праздничных вечерах, будь то официальные торжества в Доме офицеров или встреча сослуживцев в домашней обстановке.



В. П. Чкалов, А. В. Беляков, Г. Ф. Байдуков после возвращения в Москву (слева направо)

ке. Его большим почитателем долгие годы был народный артист Советского Союза Иван Семенович Козловский, который был поражен отзывом, написанным Александром Васильевичем на оперу «Наталка Полтавка». Глубина проникновения в народную музыку оперы, в которой И. С. Козловский исполнял главную роль, в лирическую суть этого представления тронули всех артистов, принимавших в нем участие и пригласивших в Большой театр героев-авиаторов. С той поры они не расставались, дружили семьями, и в 1982 году угроба скончавшегося Александра Васильевича Иван Семенович с глубокой скорбью исполнил лермонтовский романс «Выхожу один я на дорогу...»

В 1960 году А. В. Беляков был уволен в отставку по возрасту, но продолжал активную деятельность вначале проректором Московского физико-технического института (г. Долгопрудный), а затем — начальником и профессором военной кафедры.

В 1975 году ему пришло приглашение принять участие в открытии памятника в честь первого перелета через Северный полюс в Америку. В нем говорилось: «Ваш вклад в развитие авиации как средства связи между народами мира явился той причиной, которая побудила нас соорудить памятник, постоянно напоминающий о Ваших достижениях, и мы верим, что он будет служить постоянным выражением чувства восхищения и дружбы между народами наших стран».

Могли Александр Васильевич, сидя в кабине легендарного АНТ-25, летавшего со скоростью менее 200 км/час, представить себе, что спустя 38 лет, он вместе с Г. Ф. Байдуковым вторично пролетит по историче-

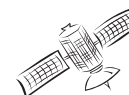
скому маршруту на самолете Ил-62м в комфортабельных условиях всего за 11 часов, т. е. в 6 раз быстрее!

На аэродроме Сиэтла делегацию встречали председатель Норманн Смолл, члены комиссии по установлению мемориала, губернатор Д. Эванс, много местных жителей, свято хранивших сувениры героического перелета. Сердечными встречами с американцами закончилась торжественная часть открытия мемориала и основания улицы, которой присваивалось имя В. П. Чкалова. На приеме президент США Д. Форд сказал «Это было знаменательным событием нашего века».

В 1977 году Александр Васильевич присутствовал на открытии мемориала в честь 40-летия первого перелета через Северный полюс в Америку в подмосковном городке Чкаловский, с аэродрома которого начинался исторический маршрут.

Жизненный и трудовой путь Александра Васильевича Белякова служит ярким примером беззаветного служения Родине и своему народу. Он был награжден многими орденами и медалями. По ходатайству совета ветеранов штурманской службы ВВС его именем назван морозильный траулер, построенный в 1985 году и приписанный к дальневосточному порту Находка.

21 декабря 2007 года в ВВА им. Ю. А. Гагарина прошел семинар в честь 110-летия со дня рождения А. В. Белякова, на котором со своими воспоминаниями о нем выступили ветераны Академии и штурманского факультета.



НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ

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

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

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

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

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

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

системами навигации и использования пространственной обработки сигналов. Для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой, производством и эксплуатацией аппаратуры потребителей СРНС ГЛОНАСС а также для студентов, аспирантов и преподавателей высших учебных заведений при изучении дисциплин радиотехнического профиля

www.radiotec.ru

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

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

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

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

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

Систематически изложены необходимые сведения для изучения радиолокационных систем дистанционного зондирования Земли. Основное внимание уделено принципам построения авиационных и космических радиолокационных систем с синтезированной апертурой антенны (РСА), предназначенных для детального наблюдения (радиовидения) земных объек-

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

<http://www.radiotec.ru>

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

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

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

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

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

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

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

Рассмотрены средства, методы и алгоритмы получения и обработки навигационной информации в комплексах ориентации и навигации (КОН) под-

вижных объектов. Информационным ядром в большинстве комплексов является бесплатформенная инерциальная навигационная система, корректируемая от спутниковой навигационной системы. Дано обобщенное представление о структуре и функциональном составе КОН и приведены примеры технических решений КОН подвижных объектов различных типов. Рассмотрены вопросы математического обеспечения обработки информации в комплексах. Обсуждаются особенности построения и реализации программно-математического обеспечения вычислительных систем КОН. Рассмотрены структуры, функциональные алгоритмы и погрешности 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, работающих в области навигационных приборов, систем и комплексов, а также для аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

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

ION GNSS 2006 Proceedings, September 26-29, 2006, CD.

Международный форум по спутниковой навигации [Текст]. – М.: Профессиональные конференции, 2007.

Международный форум по спутниковой навигации [Электронный ресурс], CD. – М.: Профессиональные конференции, 2007.

«XIV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам», 28-30 мая 2007, Санкт-Петербург, Россия (ISBN 978-5-900780-66-5). На русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

«14th Saint Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 28-30 May, 2007, Saint Petersburg, Russia (ISBN 978-5-900780-67-2).

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



КАЛЕНДАРЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН НА 2007 – 2010 ГГ.

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

JANUARY 28-30 2008

ION NTM 2008

Exploring the Future Uses of Navigation Technology

San Diego, CA, USA. ION, 3975 University Drive,
Suite 390, Fairfax, VA, 22030, USA. www.ion.org

FEBRUARY 6-9 2008

Shipping & Marine World Expo 2008

Mumbai, India.

Tel. +91 (22) 4037 3737, fax +91 (22) 2287 0502

e-mail: hemant_shetty@jasubhai.com

www.chemtech-online.com

FEBRUARY 18-21 2008

Spatial Information Management Toward Environmental Management of Mega Cities

Valencia, Spain.

chryssyp@survey.ntua.gr,

www.fig.net/events/events2008.htm

FEBRUARY 19-20 2008

Intergeo-East

Belgrade, Serbia.

Tel +49 (721) 93133-760,

cschlegel@hinte-messe.de, www.intergeo-east.com

FEBRUARY 19-21 2008

Munich Satellite Navigation Summit 2008

Munich, Germany. Institute of Geodesy and Navigation,
University FAF. Munich, D-85577 Neubiberg, Germany.

Tel. +49 (89) 6004 3425, fax +49 (89) 6004 3019

info@munich-satellite-navigation-summit.org

www.munich-satellite-navigation-summit.org

FEBRUARY 21-22 2008

International Lidar and Mapping Forum 2008

Denver, CO, USA.

Tel. +1 (303) 332 5407,

info@lidarmap.org www.lidarmap.org

MARCH 9-12 2008

GITA 2008

Seattle, WA, USA.

Tel. 1 (303) 337 0513, fax +1 (303) 337 1001

info@gita.org www.gita.org

МАРТ 11-14 2008

ГЕОФОРМ+

Москва, Россия. 107113 Россия, Москва, 1-й
Сокольнический вал, 4.

Тел. +7 (495) 982 5069,

e-mail: info@mvk.ru,

www.geoexpo.ru/defaulteng.stm

МАРТ 11-13 2008

X Конференция молодых ученых “Навигация и управление движением”

Санкт-Петербург, Россия, ГНЦ РФ ЦНИИ
«Электроприбор», ул. Малая Посадская, 30, 197046.

Тел.: (812) 499 82 10 - рабочая группа конференции.

Факс: (812) 232 33 76

kmu@eprib.ru

onti@eprib.ruoffice@eprib.ru

<http://www.elektropryor.spb.ru/cnf/kmu9/rindex.html>

APRIL 1-3 2008

Oceanology 2008

London, UK. Oriol House, 26, The Quadrant,
Richmond, Surrey, UK.

Tel. +33 (20) 8439 8900, fax +44 (20) 8439 8855,

e-mail: paul.wilson@reedexpo.co.uk

www.oceanologyinternational.com

APRIL 2-4 2008

NAV 08

Animal Navigation

RIN, Reading, UK.

Tel. +44 20 7591 3130, fax +44 20 7591 3131,

www.rin.org.uk

АПРЕЛЬ 7–8 2008

Международный форум

по спутниковой навигации 2008

При поддержке Роскосмоса, Мининформсвязи,

Ассоциации ГЛОНАСС/ГНСС-Форум. Партнеры

РНИИ КП, ЦНИИмаш, М2М-Телематика. Место

проведения: Российская академия наук (РАН),

Москва, Ленинский пр., д. 32А. Регистрация:

тел. +7 (495) 797-6222.

www.GLONASS-FORUM.ru

www.NAVIGATION-FORUM.ru

APRIL 22-25 2008

Toulouse Space Show '08

Toulouse, France.
Tel. +33 (5) 6372 3100, fax +33 (5) 6372 3032,
contact@toulousespaceshow.eu
www.toulousespaceshow.eu

APRIL 23-25 2008

ENC-GNSS 2008

French Institute of Navigation, Toulouse.

MAY 5-8 2008

IEEE/ION PLANS 2008

ION National Office, 3975, University Drive, Suite 390,
Fairfax, VA22030, USA.

Tel. +1 (703) 383 9688, fax +1 (703) 383 9689,
e-mail: *membership@ion.org* *www.plansconference.org*

МАЙ 26 - 28 2008

XV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам

Санкт-Петербург, Россия, ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», ул. Малая Посадская, 30, 197046. Тел.: (812) 499 82 10 - рабочая группа конференции, (812) 499 81 57 - М.В. Гришина - член Организационного комитета, руководитель рабочей группы конференции.

Факс: (812) 232 33 76 (с пометкой XVICINS2008).
E-mail: *ICINS@eprib.ru*
<http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins08/rufrset.html>

JUNE 10-12 2008

Seawork 2008

Southampton, UK.
Tel/ +44 (1329) 820 485,
fax +44 (1329) 825 330.
info@seawork.com *www.seawork.com* .

JUNE 14-19 2008

FIG Working Week and XXXI General Assembly

Stockholm, Sweden.

Tel. +45 3886 1081,
fax +45 3886 0252

fig@fig.net
www.fig.net/fig2008

JULY 13-20 2008

37th COSPAR Scientific Assembly

Montreal, Canada. National Research Council Canada,
1200 Montreal Road, Building M-19, Ottawa, ON, KIA 0R6, Canada.

Tel. +1 (613) 993 9431, fax +1 (613) 993 7250.
e-mail: *cospar2008@nrc-cnrc.gc.ca*
www.cospar2008.org

JULY 14-20 2008

Farnborough Airshow

Farnborough, UK. Tel. +44 20 7591 3130,
fax +44 20 7591 3131,
www.rin.org.uk

AUGUST 4-8 2008

VTS 2008

11th International Symposium on Vessel Traffic Services

Bergen, Norway. **Kongress&KulturASTorgalmenningen.**
1A Postboks 947 Sentrum N-5808 Bergen.
Tel: + 47 55 55 36 55. Fax: + 47 55 55 36 56.
Email: *mail@kongress.no*

SEPTEMBER 16-19 2008

ION GNSS 2008

Savannah International Conference Center, Savannah,
Georgia, Headquarters Hotel: Westin Savannah Harbor.

SEPTEMBER 30-OCTOBER 2 2008

Intergeo 2008

Bremen, Germany.
Tel. +49 (721) 9313 3740,
fax +49 (721) 9313 3710
ofreier@hinte-messe.de *www.intergeo.de*

OCTOBER 05-11 2008

7th Symposium on Frequency and Metrology

Pacific Grove, CA, USA.
Tel. +1 9626) 449 5000x409
allyson@oewaves.com

JANUARY 26-28 2009

ION NTM 2009

Disney's Paradise Pier Hotel, Anaheim, California.

JULY 18-19 2009

Royal Int Air Tattoo

Fairford, UK.

SEPTEMBER 22-25 2009

ION GNSS 2009

Savannah International Conference Center, Savannah,
Georgia, Headquarters Hotel: Westin Savannah Harbor.

SEPTEMBER 21-24 2010

ION GNSS 2010

Oregon Convention Center, Portland, Oregon.

SEPTEMBER 20-23 2011

ION GNSS 2011

Oregon Convention Center, Portland, Oregon.



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка на журнал «Новости навигации».

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

В стоимость подписки входит оплата 4-х номеров журнала. Стоимость подписки с учетом почтовых расходов и НДС (10 %) – 1200 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)	19000 руб.
	одноцветная реклама	10000 руб.

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

БЛАНК-ЗАКАЗ

Просим оформить подписку на _____ экз. журнала «Новости навигации».

Стоимость подписки в сумме _____ руб. перечислена на расчетный счет ФГУП «НТЦ современных навигационных технологий «Интернавигация» в Межгосударственном банке г. Москвы, ИНН 7736022670, КПП 770901001 р/с № 40502810000000000001, БИК 044525362, к/с 30101810800000000362.

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

Заказ направить по адресу:

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

город, улица, дом _____

Кому _____
(полное название организации или ФИО заказчика)

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

1. представляемый материал (статьи, монографии, рецензии, лекции) должен являться оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.
 2. Рукопись должна содержать:
 - название на русском и английском языках;
 - инициалы и фамилии авторов на русском и английском языках;
 - аннотацию на русском и английском языках;
 - текст статьи;
 - список литературы.
- 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, предпочтительно в портретной ориентации, в черно-белом цвете. Не допускается использование сканированных рисунков и формул. Математические формулы оформляются через редактор формул «Equation Editor», кроме тех случаев, когда их можно набрать непосредственно средствами MS Word.
 8. В зависимости от тематики статьи при необходимости к представленному материалу должно прилагаться экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати.