

**НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ**
№ 2, 2006 г.

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

Редакционная коллегия:

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

Члены редакционной коллегии:

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ СОВЕТЕ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

ЗАСЕДАНИЯ РАСШИРЕННОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА (МГС) «РАДИОНАВИГАЦИЯ»
И МГС «РАДИОНАВИГАЦИЯ»3

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

В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

ЗАСЕДАНИЕ СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО
ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ5

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

К ВОПРОСУ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И ПУТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩИХ СТАНЦИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПУСКОВ
РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ7
В.Н. Короленко, С.А. Сафронов, А.Е. Тарасюк, В.В. Юдин

ПРИМЕНЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СПУТНИКОВОГО
РАДИОНАВИГАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВОЗДУШНОЙ
НАВИГАЦИИ 12
Н.П. Зубов

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ,
ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО МОДУЛЯЦИЮ PRM ШЕСТИ ПОСЛЕДНИХ ИМПУЛЬСОВ
В ПАЧКЕ СИГНАЛА ИФРНС ЧАЙКА 16
А.Д. Аргунов, В.М. Царев, С.Н. Малоюков

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКА ПОМЕХ ПО ДАННЫМ
ПЕЛЕНГОВАНИЯ ИЗ НЕСКОЛЬКИХ ТОЧЕК С МИНИМИЗАЦИЕЙ
РАССТОЯНИЙ ДО ПЕЛЕНГАЦИОННЫХ ПРЯМЫХ 23
Ю.П. Мельников, С.В. Попов

ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ 26

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 37

КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ

СЕМИНАР «ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ
НАВИГАЦИОННО-ВРЕМЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ» 39

XIII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ 39

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

К ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ
ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В МИНИСТЕРСТВЕ ТРАНСПОРТА РОССИИ В 1991 – 2000 гг.
ЧАСТЬ II... 43
В.Б. Ефимов, А.Н. Коротышко

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

К 60-ЛЕТИЮ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 53

К 70-ЛЕТИЮ ЧЕЛЯБИНСКОГО ВЫСШЕГО ВОЕННОГО
КРАСНОЗНАМЕННОГО АВИАЦИОННОГО УЧИЛИЩА ШТУРМАНОВ 55

НАШИ СОБОЛЕЗНОВАНИЯ 57

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ 58

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ 60

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

IN THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL OF THE CIS

SESSION OF THE SCIENTIFIC/TECHNICAL COUNCIL AND
THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL OF THE CIS3

CONFERENCE “TRENDS AND HARMONISATION
OF RADIONAVIGATION SUPPORT DEVELOPMENT”4

IN THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION

SESSION OF THE RPIN AIR TRANSPORTATION SECTION5

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

ON THE EXPEDIENCY AND APPROACHES TO USING
REFERENCE STATION DATA TO SUPPORT ROCKET LAUNCHES7
V.N. Korolenko, S.A. Safronov, A.Ye. Tarasiuk, V.V. Yudin

RELATIVE OPERATION OF A SATELLITE RADIONAVIGATION SYSTEM
FOR AERONAUTICAL MISSIONS 12
N.P. Zubov

COMPLEX QUALITY ANALYSIS OF A DATALINK USING PPM
OF THE LAST SIX PULSES IN THE CHAYKA SIGNAL 16
A.D. Argunov, V.M. Tsarev, S.N. Maliukov

POSITION DETERMINATION OF AN INTERFERENCE SOURCE BASED ON BEARING
INFORMATION FROM SEVERAL POINTS AT MINIMAL DISTANCES TO BEARING LINES 23
Yu.P. Melnikov, S.B. Popov

DIGEST OF FOREIGN MAGAZINES 26

OPERATING INFORMATION 37

CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS

WORKSHOP «FUNCTIONAL PROBLEMS OF THE UNIFIED
NAVIGATION/TIME SUPPORT SYSTEM» 39

13TH SAINT-PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE
ON INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS 39

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

ON THE BACKGROUNDS OF THE AIR TRAFFIC SAFETY SYSTEM DEVELOPMENT
IN THE MINISTRY OF TRANSPORT OF RUSSIA IN 1991-2000. PART II 43
V.B. Yefimov, A.N. Korotonoshko

OUR CONGRATULATIONS

60TH ANNIVERSARY OF THE NATIONAL ROCKET-SPACE INDUSTRY 53

70TH ANNIVERSARY OF THE CHELIABINSK HIGHER AVIATION NAVIGATOR COLLEGE 55

OBITUARY 57

PLANS AND CALENDARS 58

NEW BOOKS AND MAGAZINES 60

ЗАСЕДАНИЯ РАСШИРЕННОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА (МГС) «РАДИОНАВИГАЦИЯ» И МГС «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

SESSION OF THE SCIENTIFIC/TECHNICAL COUNCIL AND THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL OF THE CIS

6 апреля 2006 г. в г. Алматы, Республика Казахстан, прошло заседание Межгосударственного совета (МГС) «Радионавигация», которому предшествовало заседание расширенного научно-технического совета (НТС) МГС «Радионавигация», проведенное 5 апреля. В этих мероприятиях приняли участие полномочные представители Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации, Республики Таджикистан, представители Исполкома СНГ и Федерального агентства по промышленности России, члены научно-технического совета МГС «Радионавигация» и приглашенные лица.

В ходе заседаний НТС МГС и МГС «Радионавигация» были заслушаны и рассмотрены следующие вопросы:

1. Об итогах экономического развития в 2005 году и перспективах экономического сотрудничества государств–участников Содружества Независимых Государств.

Сообщение было сделано Верещако В.А. (Департамент экономического сотрудничества Исполкома СНГ). Участники совещания приняли сообщение к сведению.

2. Выполнение работ по плану мероприятий Межгосударственного совета «Радионавигация» в 2005 году.

С докладом по этому вопросу выступил Царев В.М. (ФГУП «НТЦ «Интернавигация»). Докладчик сообщил об основных работах, выполненных по плану мероприятий на 2005 год:

- ОКР «Информатизация – СНГ» – «Создание на базе ФГУП «НТЦ «Интернавигация» системы информационного обмена Межгосударственного совета «Радионавигация»;

- НИР «Координата – СНГ-2» – «Разработка 2-ой редакции межгосударственного стандарта «Аппаратура радионавигационная глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек»;

- НИР «План–СНГ» – «Разработка проекта новой редакции Межгосударственной радионавигационной программы СНГ на 2007–2010 гг., его

согласование с государствами и представление на рассмотрение Экономического Совета СНГ»;

- НИР «Прогноз–СНГ» – «Исследование принципов создания службы обнаружения краткосрочных предвестников землетрясений на территории СНГ на основе мониторинга электромагнитных полей радионавигационных систем дальнего действия с наземным и космическим базированием».

Межгосударственный Совет одобрил эти работы, отметив неполное доленое финансирование всех работ. Принято решение направить членам МГС аннотированные отчеты о проделанных работах.

3. О проекте Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников Содружества Независимых Государств на 2007-2010 годы.

Докладчик по третьему вопросу – Соловьев Ю.А. (ФГУП «НТЦ «Интернавигация»). МГС решил одобрить доработанный с учетом замечаний и предложений проект Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на 2007–2010 гг. и внести проект программы на рассмотрение в Исполком СНГ.

4. О проекте Плана мероприятий Межгосударственного совета «Радионавигация» на 2006 г.

Проект был доложен руководителем секретариата Совета Лукьянюком Ю.А. Утвержден план мероприятий по реализации Межгосударственной радионавигационной программы на 2006 год. Принято решение дополнительно включить в план мероприятий проработку вопросов переподготовки специалистов СНГ в области радионавигации, создания учебных пособий и лабораторных баз. В соответствии с планом создания МНИС решено обратиться к правительствам государств – участников СНГ и определить организации – национальные научно-информационные центры МНИС «Радионавигация». План мероприятий и смета расходов утверждены.

5. О создании на базе ТК-363 «Радионавигация» Межгосударственного технического комитета по стандартизации в области радионавигации.

Директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Царев В.М. доложил о работе, проведенной по созданию Межгосударственного технического комитета (МТК) по стандартизации в области радионавигации.

ции. ФГУП «НТЦ «Интернавигация» предложено продолжить оформление в установленном порядке необходимых документов по созданию МТК «Радионавигация».

6. О проведении Международной научно-технической конференции по актуальным вопросам развития радионавигации.

По сообщению Царева В.М., 2006 год объявлен Годом Содружества Независимых Государств, в связи с чем предложено провести Международную научно-техническую конференцию по актуальным вопросам развития радионавигации. МГС одобрил предложение о проведении такой конференции в июне 2006 г. в Москве. Организация проведения конференции поручена ФГУП «НТЦ «Интернавигация» совместно с Российским общественным институтом навигации и другими заинтересованными предприятиями.

На заседании был рассмотрен ряд организационных вопросов.

В ходе двух заседаний – НТС МГС и МГС «Радионавигация» – были также заслушаны доклады по научно-техническим вопросам:

– О совместных российско-казахских работах в области спутниковой навигации (Гвоздев В.В. – ФГУП «РНИИ КП», РФ);

– О геодезической спутниковой аппаратуре разработки ОАО «РИРВ» (Жолнеров В.С. – ОАО «РИРВ», РФ);

– О применении спутниковой навигационно-связной аппаратуры в автоматизированных системах управления автомобильным и городским электрическим транспортом (Финько В.И. – ЗАО «Транснавигация», РФ);

– О синхронизации информационных сетей по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (Жолнеров В.С. – ОАО «РИРВ», РФ);

– О состоянии работ в Республике Беларусь по созданию Межгосударственной навигационно-транспортной системы (Казаков В.В. – ОАО «Каммертон», Республика Беларусь);

– Использование GPS/ГЛОНАСС на железнодорожном транспорте (Уразбеков А.К. – Республика Казахстан).

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

CONFERENCE «TRENDS AND HARMONISATION OF RADIONAVIGATION SUPPORT DEVELOPMENT»

27 июня с.г. Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Российский общественный институт навигации и Ассоциация транспортной телематики провели конференцию «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» по адресу: Ленинградский пр., д. 64, Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ). По сложившейся в последние годы традиции Межгосударственный совет «Радионавигация» собирается на заседания два раза в год – весной и осенью. В промежутке проводятся тематические семинары. В этом году в ознаменование Года Содружества Независимых Государств семинар был преобразован в конференцию. В ней приняли участие: от Исполкома СНГ консультант Департамента экономического сотрудничества Верещако В.А.; председатель Межгосударственного совета «Радионавигация» Демьяненко А.В. (Республика Беларусь); заместитель председателя МГС – директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Царев В.М.; консультант административного департамента Правительства РФ Анисимов Л.И.; заместитель началь-

ника управления Роспрома Иванчук Н.А.; от МАДИ (ГТУ) проректор по научной работе Сильянов В.В. и заведующий кафедрой транспортной телематики – президент Ассоциации транспортной телематики Власов В.М.; от Республики Казахстан главный научный сотрудник Центра физико-математических исследований Министерства образования и науки Хачикян В.С.; от Госавиаслужбы Украины главный специалист отдела навигации и наблюдения Дорошенко Д.А. и директор Центрального института навигации и управления Козелков С.В. Всего в конференции приняли участие 107 человек из 46 организаций, вниманию которых была предложена большая программа из 17 докладов. Участники конференции обсудили представленные материалы и проект решения, а также постановили провести аналогичную конференцию летом следующего года. Подробно материалы конференции будут опубликованы в последующих номерах журнала «Новости навигации».



ЗАСЕДАНИЕ СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ

SESSION OF THE RPIN AIR TRANSPORTATION SECTION

28 марта 2006 года в Москве, в помещении ФГУП «ГосНИИ «Аэронавигация», Волоколамское шоссе, 26, состоялось заседание Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации (РОИН) с повесткой дня:

1. Доклад Крючкова Л.А. (ЛИИ им. М.М. Громова), Завалишина О.И. (НППФ «Спектр») «Результаты летных испытаний по отработке захода на посадку по GBAS».

2. Доклад Щербакова Е.К. (ГосНИИ «Аэронавигация») «Спутниковая система дистанционного мониторинга удаленных объектов».

В докладе по первому вопросу сообщалось об осуществленных заходах на посадку с использованием спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и дифференциальной подсистемы (ДПС) ЛККС-А-2000 разработки НППФ «Спектр» в стандарте GBAS ИКАО в ходе исследовательских полетов ЛИИ им. М.М. Громова. Полеты проводились на самолетах Ту-154 и Як-18. В качестве эталонных измерений использовались данные специальной спутниковой ДПС. Представлены материалы по оценке общих ошибок самолетовождения (TSE) на глиссаде (высоты от 100 до 30 м) и ошибок пилотирования (FTE). При этом ошибки измерений практически «тонут» в погрешностях FTE. Приведенные точностные оценки подтвердили возможность удовлетворения требований по точности обеспечения посадки самолетов с использованием ДПС ЛККС-А-2000 в условиях категории I. Проведены пробные исследования работоспособности алгоритмов контроля целостности при обнаружении и исключении искусственно введенных отказов.

Представлены также материалы использования ДПС ЛККС-А-2000 при полетах по замкнутым маршрутам и результаты летной оценки режима АЗН-В с каналом передачи данных VDL-4.

Кроме того, была дана информация об экспериментальных полетах самолета Як-42 в районе аэродрома Остафьево при использовании ДПС ЛККС-А-2000 с каналом передачи дифференциальных поправок и сигналов контроля целостности VDB GBAS. Передатчик канала встроен в ЛККС-А-2000. Бортовой приемник АПДД был размещен на самолете Як-42. Канал работал удовлетворительно.

Докладчики ответили на многочисленные вопросы участников заседания. В обсуждении доклада приняли участие специалисты ряда организаций. В их выступлениях отмечалась актуальность, важность и ценность проводимых работ. Высказаны и соображения о месте ЛККС-А-2000 среди других средств обеспечения посадки воздушных судов, таких как инструментальные системы посадки (ILS) и широкозонные ДПС типа SBAS.

Вместе с тем, серьезную озабоченность вызывает недостаточная координация разработок отдельных подсистем создаваемой системы навигации, посадки и УВД, основанной на спутниковых технологиях, а также недостаточный учет возможностей и перспектив использования технических средств, основанных на других принципах. Высказывались предложения о необходимости системного подхода к разработке и внедрению новых средств навигации, посадки и УВД.

В докладе по второму вопросу рассмотрена возможность организации системы мониторинга за полетами сверхлегких воздушных судов (ВС) на высотах ниже нижнего эшелона в неконтролируемом воздушном пространстве (ВП). Сверхлегкая авиация с каждым днем становится все доступнее, и широкое приобретение воздушных судов такого класса в частную и корпоративную собственность требует создания новых условий их использования. Концепция развития малой авиации при организации полетов ниже нижнего безопасного эшелона предполагает введение неконтролируемого ВП в РФ, где могут быть использованы технические решения, не отвечающие стандартам ИКАО.

Созданный программно-технический комплекс GPS-Web позволяет:

- осуществлять удаленное наблюдение (контроль) за передвижением и состоянием сверхлегких ВС в реальном времени на всей территории покрытия сети связи стандарта GSM;
- выполнять запись информации о движении мобильных объектов в базу данных с целью осуществления отложенного контроля передвижения мобильных объектов;
- централизованно инициировать и вести голосовую связь с экипажами сверхлегких ВС.

В качестве среды передачи данных система использует сеть мобильной связи стандарта GSM в режиме GPRS, который является первым шагом на пути развития сетей беспроводной пакетной передачи данных и предоставляет немедленный доступ без необходимости дозвонки. Максимально возможная скорость передачи данных в режиме GPRS составляет 171,2 кбит/с. Зона использования технологии GPRS уже сегодня соответствует всей территории действия сети сотовой связи. Следующим шагом на пути развития сетей пакетной передачи данных будет внедрение технологии EDGE, которая позволит довести скорость передачи информации до 385 кбит/с, при этом базой для развертывания технологии EDGE частично будет служить система GPRS. Таким образом, будет обеспечено эволюционное развитие системы мониторинга и обеспечена преемственность версий системы мониторинга.

В качестве абонентского оборудования мобильного объекта использован интеллектуальный терминал STEPP II фирмы «Фальком».

Программный комплекс серверной части GPS-Web позволяет:

- организовать аутентичный доступ пользователей;
- осуществлять удаленное управление базой данных клиентов ИТТ;
- осуществлять удаленное управление базой данных мобильных объектов;
- объединять мобильные объекты в группы;
- устанавливать права пользователя на мобильный объект или группу мобильных объектов;
- получать информацию о параметрах движения мобильного объекта через любого оператора сотовой связи (МТС, Билайн и т.д.);
- обмениваться с мобильными объектами текстовыми сообщениями;
- удаленно управлять режимами работы абонентским оборудованием мобильных объектов;
- выполнять многопоточную запись информации о движении мобильных объектов в базу данных;
- управлять режимом выборки из базы данных информации о мобильных объектах в стандарте NMEA;
- вести пользователю удаленное наблюдение в реальном времени за движением мобильных объектов, на которые у него есть права;
- отображать электронную карту местности и осуществлять ее координатную привязку;
- проводить анализ движения мобильных объектов для решения задач логистики.

GPS-Web ориентирован на то, что в качестве программного пакета для непосредственного наблюдения за мобильными объектами возможно

использование программного обеспечения любого независимого разработчика, которое предназначено для отображения картографической информации и представления сигнала от GPS-приемника в стандарте NMEA, в том числе и для карманных персональных компьютеров (КПК). Например: OziExplorer; MapInfo; MapSource от «GARMIN»; MapGPS от «Ингит»; GPS TrackMaker; Fugawi Marine ENC; VisualGPS и других.

В результате проведенного рассмотрения представленных докладов заседание рекомендует:

По первому вопросу:

1.1. Принять к сведению информацию о проводимых исследованиях использования ДПС ЛККС-А-2000 для обеспечения посадки воздушных судов.

1.2. ЛИИ им. М.М.Громова и НППФ «Спектр»:

- учесть замечания и предложения, содержащиеся в выступлениях участников обсуждения;
- ускорить проведение работ по оценке использования спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС/GPS и дифференциальной подсистемы (ДПС) ЛККС-А-2000 для обеспечения маневрирования в районе аэродрома в режиме RNAV RNP;
- провести экспертизу материалов геодезической съемки аэронавигационных ориентиров и ВПП аэродромов Раменское и Остафьево на соответствие действующих в настоящее время требований Минтранса России.

1.3. Роспрому, Росаэронавигации и Росавиации отработать и создать на федеральном уровне механизм, обеспечивающий системный подход к разработке и внедрению средств CNS/ATM на базе спутниковых технологий и учитывающий возможности существующих средств навигации, посадки и УВД, основанных на других принципах.

По второму вопросу:

2.1. Считать перспективным направлением работ организацию мониторинга на основе спутниковых навигационных систем и сети мобильной связи за теми подвижными авиационными объектами, где не обязательно использование технических решений, соответствующих стандартам ИКАО.

2.2. Продолжить работу и провести натурные испытания системы совместно с общественной организацией «Объединенная федерация сверхлегкой авиации России».

2.3. Министерству транспорта рассмотреть возможность использования системы для организации мониторинга перевозки опасных грузов.

2.4. ГосНИИ «Аэронавигация» рассмотреть возможность использования системы мониторинга для организации сбора ГИС-данных аэронавигационных объектов.



К ВОПРОСУ О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И ПУТЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ КОНТРОЛЬНО-КОРРЕКТИРУЮЩИХ СТАНЦИЙ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПУСКОВ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

В.Н. Короленко, С.А. Сафронов, А.Е. Тарасюк, В.В. Юдин

Рассматриваются вопросы использования информации контрольно-корректирующих станций спутниковых навигационных систем для повышения точности траекторных измерений при пусках ракет-носителей. Повышение точности достигается как за счет применения скорректированных дифференциальных поправок, так и за счет уточнения параметров ионосферы по двухчастотным измерениям ККС.

ON THE EXPEDIENCY AND APPROACHES TO USING REFERENCE STATION DATA TO SUPPORT ROCKET LAUNCHES

V.N. Korolenko, S.A. Safronov, A.Ye. Tarasiuk, V.V. Yudin

The paper considers the problems of using reference station data of satellite navigation systems to improve trajectory measurement accuracy for rocket launches. The accuracy improvement can be achieved through using differential corrections and also ionosphere parameter determinations via dual-frequency measurements at the reference stations.

В существующей литературе вопросы использования локальных дифференциальных подсистем для повышения точности навигационных определений cgenybrjds[ydfbufwbjyys[cbcntv (СУС) нашли широкое отражение. Однако имеющиеся публикации в основном посвящены вопросам реализации дифференциального режима применительно к наземным или маловысотным объектам. Для указанных классов потребителей проведено обоснование размера зоны обеспечения эффективной дифференциальной коррекции, составляющее ~300...500 км, в зависимости от предъявляемых требований по точности навигационных определений.

Вместе с тем, учитывая высокие требования по точности траекторных определений при испытаниях отдельных классов изделий ракетно-космической техники (РКТ), в частности ракет-носителей, представляет интерес анализ целесообразности использования информации контрольно-корректирующих станций (ККС) для реализации предъявляемых требований. При этом основными особенностями реализации дифференциального режима измерений для указанных изделий являются:

- более существенное, чем для наземных объектов, отличие значений и характера изменения тропосферной и ионосферной составляющих

погрешности измерений для ККС и бортовой аппаратуры потребителей (БАП), связанное с различием высот их местоположения, достигающим сотен километров;

- проведение высокоточной обработки информации БАП и ККС в послесанном режиме, что позволяет использовать высокоточную эфемеридно-временную информацию, формируемую соответствующими международными и отечественными (в перспективе) службами.

Реализуемые в настоящее время погрешности определения окончательных высокоточных эфемерид и временных поправок к шкалам времени навигационных космических аппаратов (НКА) по данным IGS составляют 5 см и 0,1 нс соответственно. Анализ указанных значений показывает, что использование высокоточной эфемеридно-временной информации позволяет практически исключить такие медленно-меняющиеся погрешности измерений, как эфемеридная погрешность и погрешность, обусловленная расхождением шкал времени НКА.

При этом из значимых медленно-меняющихся составляющих погрешностей измерений, для уменьшения которых собственно и предназначен дифференциальный режим, остаются фактически

Короленко В.Н. – к.т.н., с.н.с.

Сафронов С.А. – к.т.н.

Тарасюк А.Е. – к.т.н.

Юдин В.В. – инженер.

только погрешности, обусловленные влиянием среды распространения радиоволн. Причем основной из них является ионосферная погрешность. Последнее связано как с ограниченной зоной действия тропосферной погрешности ($H < 30$ км), так и с возможностью ее более точного учета при проведении послесеансной обработки. В частности, точность компенсации тропосферной погрешности с использованием расчетных моделей составляет 4...6%, а ионосферной погрешности – 30...40%.

С учетом вышеизложенного целесообразно использование информации ККС при проведении запусков изделий РКТ будет фактически определяться возможностью уменьшения при ее использовании ионосферных погрешностей измерений БАП. Естественно, это относится к одночастотной аппаратуре потребителей, используемой для траекторных измерений на изделиях РКТ в настоящее время, так как при переходе к использованию двухчастотной аппаратуры компенсация ионосферной погрешности измерений будет осуществляться по ее измерениям.

Значимость ионосферных погрешностей измерений псевдодальностей (ПД) и псевдоскоростей (ПС) иллюстрируется рисунком 1, на котором приведено их ориентировочное изменение от времени полета ракеты-носителя для БАП, работающей в стандартном режиме на активном участке траектории. При расчете погрешностей использовалась глобальная модель ионосферы, разработанная Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн.

Зависимости приведены для пяти различных НКА, входящих в состав рабочего созвездия, выбранного по альманаху СНС GPS для полдня октября 2001 г., и соответствуют ионосферным погрешностям, превышающим их средние значения. Причем в качестве НКА, для которых приведены

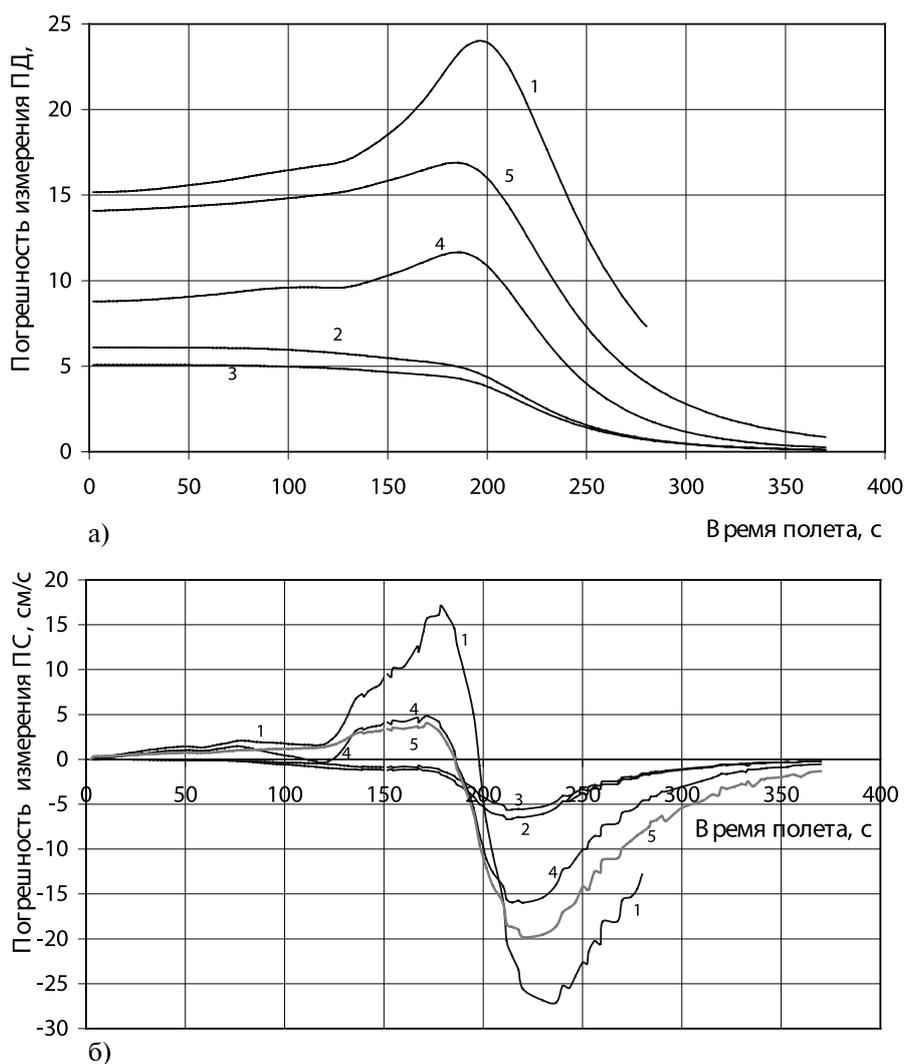


Рис. 1. Зависимости ионосферных погрешностей измерений ПД (а) и ПС (б) в стандартном режиме от времени полета ракеты-носителя

ионосферные погрешности, выбраны самые низкие (1, 4, 5), зенитные углы для которых на момент старта составляют 73°, 80° и 82°, и самые высокие (2, 3) – с зенитными углами 43° и 19°.

Так как на величины ионосферных погрешностей существенное влияние оказывает высота полета ракеты-носителя, ниже для удобства приведено ориентировочное сопоставление точек полетного времени и высоты полета:

150 с – 150 км; 200 с – 280 км; 250 с – 400 км; 300 с – 510 км.

Анализ рисунка 1 показывает, что ионосферные погрешности измерений ПД могут являться доминирующими медленноменяющимися погрешностями на высотах полета до 500...650 км. При этом максимальные значения погрешностей имеют место для высот полета, близких к высоте максимума ионизации и лежащих на 50...80 км ниже его.

Для измерений ПС максимальные значения ионосферных погрешностей имеют место для высот полета 150...450 км. На указанных высотах их значения, обусловленные регулярной составляющей коэффициента преломления ионосферы, могут достигать для низких НКА 30 см/с.

Все вышеизложенное подтверждает необходимость принятия специальных мер для уменьшения ионосферных погрешностей измерений при реализации высокоточного определения параметров траектории.

Возможными направлениями использования измерительной и корректирующей информации ККС для решения этой задачи являются следующие:

- учет скорректированных дифференциальных поправок к измерениям ПД при определении координатных параметров траектории;
- учет уточненных по двухчастотным измерениям ККС ионосферных поправок к измерениям ПД и ПС при определении координатных и скоростных параметров траектории.

При этом скорректированные дифференциальные поправки, рассчитываемые в вычислительном центре космодрома, отличаются от поправок, формируемых ККС, следующим:

- при их расчете используются не штатные, а высокоточные эфемериды (так же, как и при решении навигационной задачи);
- при их расчете осуществляется коррекция тропосферной погрешности измерений с использованием априорной модели, уточненной по реальным метеоданным.

Первое направление основано на близости значений ионосферных погрешностей в одномоментных измерениях псевдодальностей БАП и ККС по одним и тем же НКА, а следовательно, и в дифференциальных поправках, формируемых с использованием измерений последней, на первой половине активного участка полета ракеты-носителя. Указанное обстоятельство иллюстрируется рисунком 2, на котором для тех же НКА и тех же условий проведения измерений, что и ранее, представлены зависимости от полетного времени величины $\Delta L_{\text{ион}}^{\text{РН}} - \Delta L_{\text{ион}}^{\text{ККС}}$, где $\Delta L_{\text{ион}}^{\text{ККС}}$ и $\Delta L_{\text{ион}}^{\text{РН}}$ – групповые ионосферные задержки для трасс «НКА – ККС» и «НКА – ракета-носитель».

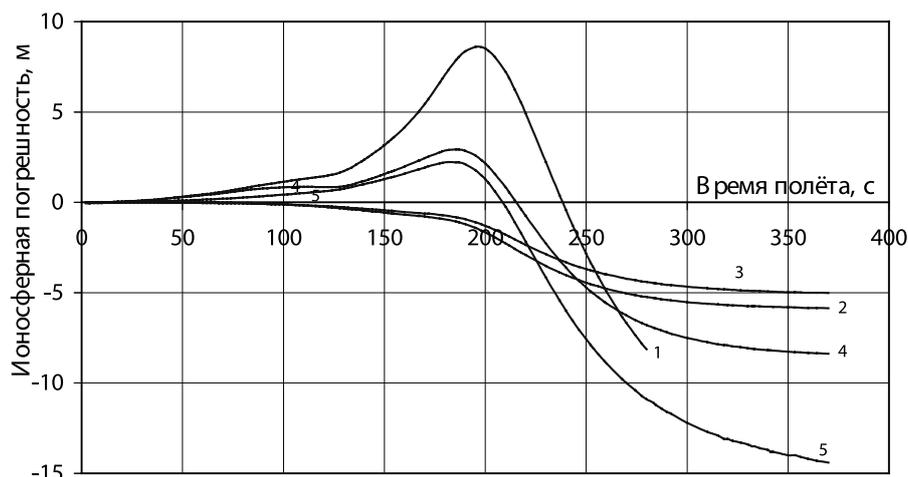


Рис. 2. Зависимости ионосферных погрешностей измерения ПД в дифференциальном режиме от времени полета ракеты-носителя

При формировании представленных зависимостей использовалась пристартовая ККС. Следует отметить, что использование вынесенной по трассе ККС позволит обеспечить лишь относительно незначительное (1...2,5 м) уменьшение величины $\Delta L_{\text{ион}}^{\text{РН}} - \Delta L_{\text{ион}}^{\text{ККС}}$ по отдельным НКА на конечной части активного участка полета.

Анализ рисунка 2 показывает, что использование скорректированных дифференциальных поправок приводит к уменьшению ионосферных погрешностей лишь до высот полета, составляющих 400...450 км. При этом их использование наиболее эффективно до высот 150 км, где обеспечивается уменьшение ионосферной погрешности более чем в 3,5 раза. Для высот полета, больших 400...450 км, использование дифференциальных поправок приведет, наоборот, к увеличению ионосферных погрешностей измерения ПД. Указанный вывод справедлив как для пристартовой, так и для вынесенной по трассе ККС.

Однако необходимо отметить, что приведенные данные по ожидаемому эффекту при реализации дифференциального режима (особенно при больших удалениях от ККС) несколько завышены, что объясняется неучетом при формировании величины $\Delta L_{\text{ион}}^{\text{РН}} - \Delta L_{\text{ион}}^{\text{ККС}}$ реальных долготно-широтных градиентов показателя преломления ионосферы и погрешностей компенсации в дифференциальных поправках тропосферной погрешности измерений. В действительности при использовании скорректированных дифференциальных поправок, скорее всего, следует ожидать повышения точности измерения ПД до высот не более 300 км.

Второе направление использования измерительной информации ККС связано с возможностью

уточнения по ее двухчастотным измерениям отдельных параметров глобальных моделей ионосферы, используемых для расчета ионосферных поправок. Это позволяет обеспечить повышение точности расчета указанных поправок при проведении послесеансной обработки.

Причем повышение точности, в отличие от первого направления, обеспечивается не только для измерений ПД, но и для измерений ПС. Более того, реальная зона эффективности второго направления использования измерительной информации ККС распространяется до высот 500...600 км. Недостатком указанного направления, по сравнению с первым, является меньшая эффективность компенсации погрешностей измерений ПД на высотах до 100...150 км.

Для оценки эффективности использования уточненных по двухчастотным измерениям ККС ионосферных поправок по результатам пуска одной из ракет-носителей были проведены их расчет и ввод в измерения ПД и ПС при решении навигационной задачи. Кроме того, для сравнения было также осуществлено решение навигационной задачи с использованием «обычных» ионосферных поправок, рассчитанных по априорной модели ионосферы.

Оценка точности полученных навигационных решений осуществлялась только для скоростных параметров, что связано с отсутствием для рассматриваемого пуска эталонных координатных параметров требуемой точности. В качестве показателя точности полученных скоростных параметров траектории использовались невязки между высокоточными ($3\sigma < 1$ см/с) измерениями радиальных скоростей, осуществляемыми наземной радиотехнической системой (РТС), и их расчетными значениями, полученными по данным БАП. Указанный показатель фактически характеризует значения погрешностей определения скорости ракеты-носителя по измерениям БАП в направлении, задаваемом линией радиосвязи между ней и наземной РТС.

Результаты расчета вышеуказанных невязок для навигационных решений, полученных с использованием «обычных» (светлый график) и уточненных (темный график) ионосферных поправок,

приведены на рисунке 3. При этом получение навигационных решений только с 220 с связано с циклограммой работы БАП.

Анализ рисунка 3 показывает, что использование уточненных по двухчастотным измерениям ККС ионосферных поправок позволило на интервале 220...250 с ($H=310...400$ км), где ионосферные погрешности измерения ПС близки к своим максимальным значениям, обеспечить уменьшение уровня реализованных погрешностей определения скоростных параметров в 1,3...2,5 раза. При этом значение медленноменяющейся составляющей погрешности было уменьшено с 3...4,2 см/с до 1,2...3 см/с, что свидетельствует о возможности реализации более высокой точности определения скоростных парамет-

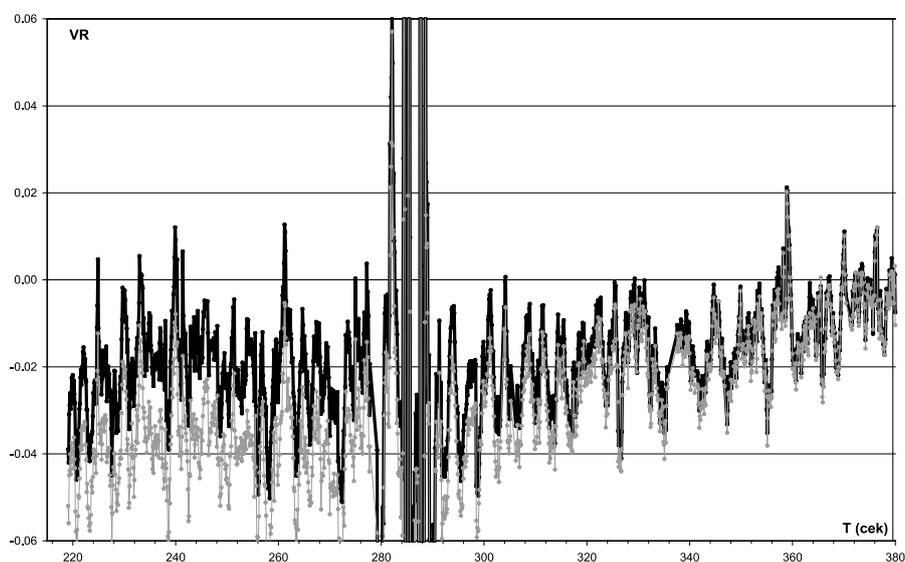


Рис. 3. Зависимости невязок между значениями радиальных скоростей, полученными по данным наземной РТС и БАП при использовании «обычных» (светлый график) и уточненных (темный график) ионосферных поправок, от полетного времени

ров в рассматриваемом пуске БАП по сравнению с точностью существующего наземного комплекса траекторных измерений.

Следует отметить, что реализованный выигрыш в точности определения скоростных параметров не является максимально возможным, что связано с годом (2004) и временем (утреннее) проведения пуска, характеризующимися ионосферными погрешностями, меньшими их средних значений.

При проведении расчетов ионосферных поправок использовалась глобальная модель ионосферы ИЗМИРАН, содержащая помимо значений уровня солнечной активности – числа Вольфа W на дату проведения измерений, массивы коэффициентов разложения в ряд по сферическим функциям параметров $F_{кр}$ (критической частоты ионосферы), H_m (высоты максимума ионизации) и Y_m (эквива-

лентной полутолщины). Уточнение указанной модели с использованием двухчастотных измерений ККС достигалось путем коррекции используемого при расчетах параметра эквивалентной полутолщины ионосферы Y_m .

При этом учет неточности знания указанного параметра в формируемой системе уравнений осуществлялся путем ввода к нему корректирующего множителя $1+K$. Кроме того, в формируемой системе уравнений учитывалось, что разности измерений псевдодальностей по двум каналам ККС содержат систематические погрешности, обусловленные неучтенными межканальными разностями аппаратурных задержек навигационных сигналов.

Заключение

Проведенный анализ показал, что при применении одночастотной бортовой аппаратуры потребителей и предъявлении повышенных требований

по точности определения координатных и скоростных параметров траектории использование ККС является целесообразным. При этом для уменьшения материальных затрат и упрощения организации работ представляется достаточным развертывание только пристартовой ККС.

Из возможных направлений использования информации ККС при наличии высокоточной эфемеридно-временной информации о параметрах движения НКА более эффективным представляется использование двухчастотных измерений ККС для уточнения параметров модели ионосферы, применяемой для расчета ионосферных поправок к измерениям псевдодальностей и псевдоскоростей. Использование скорректированных дифференциальных поправок к измерениям псевдодальностей при этом представляется целесообразным лишь до высот ~ 150 км.



ПРИМЕНЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СПУТНИКОВОГО РАДИОНАВИГАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ВОЗДУШНОЙ НАВИГАЦИИ

Н.П. Zubov

Рассматриваются возможные направления использования относительного режима спутниковых навигационных систем для решения задач высокоточной навигации летательных аппаратов военного назначения.

RELATIVE OPERATION OF A SATELLITE RADIONAVIGATION SYSTEM FOR AERONAUTICAL MISSIONS

N.P. Zubov

Possible areas of using satellite radionavigation systems in relative navigation are considered to carry out aeronautical missions.

В условиях современной войны все более повышается роль тесного взаимодействия авиации с другими видами вооруженных сил и родами войск. В основе такого взаимодействия лежит четкое распределение воздушного пространства в районе боевых действий. Это требует тщательного расчета и выдерживания каждой группой тактического назначения (ГТН) своей траектории и временного графика полета к объектам удара и разведки, площадкам приземления, рубежам (зонам) пуска ракет и аэродромам посадки. От точности, надежности и безопасности воздушной навигации (ВН) зависит не только успех взаимодействия авиации с другими родами (видами) войск, но и эффективность преодоления ПВО и поражения целей с ходу, в целом безопасность полетов и организация воздушного движения. Точное выдерживание линии заданного пути имеет немаловажное значение и для поисково-спасательного обеспечения авиации и оценки воздушной обстановки в районе полетов.

В решении задач ВН и боевого применения авиационных средств поражения в современных прицельно-навигационных комплексах (ПНК) самолетов и вертолетов особая роль отводится спутниковым навигационным системам (СНС). При использовании в ПНК авиационных комплексов (АК) информации от СНС ГЛОНАСС или GPS (сигнал С/А) в автономном (номинальном) режиме точность (3σ) определения координат находится в пределах 30–50 м [1, 2].

В целом, несмотря на революционный для ВН скачок в точности, достигнутой при применении автономного режима определения координат и скорости в СНС, в настоящее время этот режим применяется в основном для решения задач, не требующих сверхвысокой точности навигационных определений, например, при полете по маршруту. Для достижения повышенной точности ВН, необходимой для решения задач межсамолетной навигации, применения высокоточного оружия, траекторных измерений и в других случаях, должны применяться более точные дифференциальный и относительный режимы навигационных определений в СНС.

Повышение точности в дифференциальном режиме достигается за счет уменьшения погрешностей, обусловленных эфемеридно-временным обеспечением спутников и условиями распространения радиоволн. Для реализации дифференциального режима требуется дополнительное бортовое и наземное оборудование СНС. Дифференциальный режим в настоящее время успешно применяется для захода на посадку в сложных метеорологических условиях и ночью. Точность дифференциального способа характеризуется погрешностью определения координат в 5–7 м и лучше [2, 3].

Принцип относительных измерений в ВН известен давно [4–6], однако только в последние годы появились хорошие технические возможности высокоточного определения и передачи с помощью высокопроизводительных комплексов связи в ре-

альном масштабе времени с одного АК на другой необходимых навигационных данных. В качестве передаваемой информации используются псевдодальности (ПД) и псевдоскорости или геодезические координаты и скорости полета АК, вычисленные на один и тот же момент времени по одному и тому же созвездию навигационных искусственных спутников Земли. При выполнении данных условий достигается высокая точность в определении относительных параметров движения АК (координат, скоростей, а также углов, характеризующих направления базовых линий между объектами в пространстве) за счет компенсации ряда коррелированных погрешностей спутниковых приемников.

Погрешности определения относительных координат (как и в дифференциальном режиме) определяются в основном шумовыми ошибками аппаратуры, остаточными (нескомпенсированными) погрешностями за счет ионосферы и многолучевости. В зависимости от взаимного удаления летательных аппаратов, а также от того, какие измерения ПД используются (кодовые или фазовые), они находятся на уровне нескольких метров – десятков сантиметров [2, 5, 7, 8].

Для реализации этого способа в ГУП «Пилотажно-исследовательский центр» ЛИИ им. М.М. Громова разработан и испытан спутниковый радионавигационный комплекс (СРНК) [9], который может в качестве датчика-корректора входить в состав ПНК АК. Основу СРНК составляет уникальное программное обеспечение, которое может быть применено и в качестве самостоятельного модуля в составе бортовых алгоритмов современных ПНК АК ударной авиации с аппаратурой СНС. В состав СРНК входят:

- бортовой приемоиндикатор СНС;
- специализированный блок обработки, преобразования информации и вычисления параметров движения АК по общему полю навигационных данных;
- аппаратура передачи данных (радиостанция);
- штатный пилотажно-навигационный индикатор или специальный пульт управления и индикации.

Реализация относительного режима СНС, в отличие от дифференциального, не требует специального наземного оборудования.

Экспериментальные образцы СРНК прошли масштабные лабораторные исследования и испытания. Кроме того, в относительном режиме выполнены сотни полетов и отработана технология установки СРНК на многие АК. С помощью СРНК были выполнены сверхдальние беспосадочные полеты

самолетов Су-27 на Северный полюс и межконтинентальные перелеты на авиакосмические салоны, в которых подтверждена отмеченная высокая точность относительного режима СНС.

Высокая точность измерений в относительном режиме позволяет широко применять в военной авиации СРНК или аналогичное оборудование для решения следующих задач воздушной навигации, боевого применения оружия и наведения АК на различные цели при их действиях в составе групп.

1. Обеспечение безопасности межсамолетной навигации при построении, встрече и выдерживании плотных боевых порядков ГТН. Применение относительного режима СНС для решения задачи построения плотных боевых порядков, особенно в сложных метеорологических условиях и ночью, открывает новые возможности по ведению групповых действий (ГД). Выдерживание сложных схем маневрирования и малых интервалов и дистанций в ГТН при построении боевых порядков различными способами с помощью оборудования типа СРНК позволит не только быстро и надежно строить заданные плотные боевые порядки, но и значительно экономить полетное время при ведении ГД.

Немаловажное значение имеет и применение относительного режима СНС для выдерживания боевых порядков с минимальными дистанциями и интервалами. Использование как в простых, так и сложных метеорологических условиях плотных боевых порядков, параметры которых зависят от потенциальных возможностей РЛС обнаружения, наведения и целеуказания активных средств ПВО, обеспечит повышение эффективности противодействия средствам ПВО противника.

При решении задач межсамолетной навигации применение относительного режима СНС позволит также значительно повысить безопасность пробиравания облаков, встречи с обеспечивающими авиационными формированиями и выдерживания общего боевого порядка.

Применение относительного режима СНС обеспечивает надежное построение боевого порядка ГТН после выполнения боевых задач, особенно в и в сложных метеорологических условиях и ночью. Сложный процесс межсамолетной навигации иллюстрируется рисунком 1, на котором приведена схема выполнения типового группового взаимодействия авиационных формирований ударной авиации при выполнении общей боевой задачи.

2. Особое место в действиях авиации занимает безопасность межсамолетной навигации авиационных групп при нанесении массированных авиационно-ракетных ударов. Применение относительного режима СНС позволит существенно

сократить параметры оперативно-тактического построения авиации при нанесении таких ударов, что даст возможность уменьшить потери своих сил и средств от воздействия системы ПВО противника. Сокращение параметров оперативно-тактического построения авиации возможно за счет уплотнения как маршрутов в коридоре прорыва ПВО (боковое эшелонирование), так и боевых порядков ГТН. Кроме того, применение относительно режима СНС позволит в разы сократить параметры вертикального эшелонирования и временные дистанции между ГТН (продольное эшелонирование) на одних и тех же маршрутах полета при прорыве ПВО противника.

3. Первостепенное значение реализации высокоточной межсамолетной навигации с использованием относительного режима СНС имеет при ведении ГД разнородными силами авиации в ограниченном воздушном пространстве. В настоящее время безопасность ГД в таких случаях в основном обеспечивается за счет разнесения во времени маневров различных ГТН. Это снижает эффективность преодоления объектовой ПВО, скрытность применения авиации и приводит к ряду других негативных моментов.

Применение в составе ПНК модернизируемых и новых АК современных систем управления ГД позволит значительно сократить время нанесения групповых ударов по заданным целям, повысит безопасность маневрирования АК (ГТН) в районе объектов действий по сложным пространственно-временным траекториям и обеспечит создание эффективных бортовых систем (режимов) информационной поддержки экипажа. Очевидно, что требования к точности, надежности и безопасности межсамолетной навигации АК в ограниченном воздушном пространстве должны быть максимально высокими.

Для обеспечения безопасности ГД в ограниченном воздушном пространстве необходимо на борту каждого АК моделировать пространственно-временной график полета всех ГТН, осуществлять поиск и обнаружение «конфликтных» ситуаций и выдавать соответствующие команды управления для их устранения в процессе маневрирования. Ре-

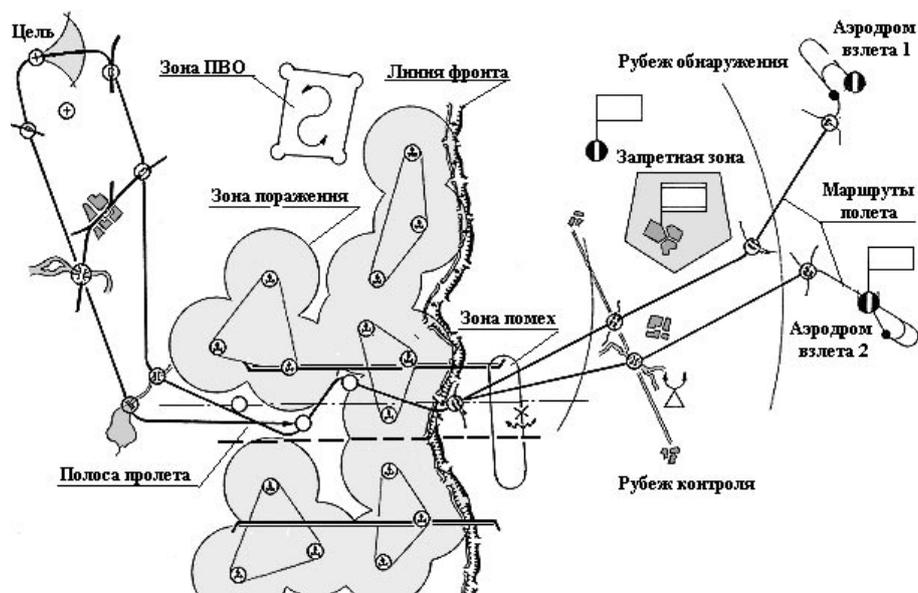


Рис. 1. Типовая схема группового взаимодействия

шение этой задачи также требует использования относительного режима СНС.

4. Реализация в ПНК режимов высокоточной межсамолетной навигации позволит более качественно решать задачу нанесения авиационных групповых ракетных ударов за счет обеспечения требуемых плотностей потока ракет. Применение в ПНК самолетов-ракетоносцев относительного режима СНС позволит сужать сектора нанесения ракетных ударов, уплотнять потоки ракет, что уменьшает полосу воздействия объектовых средств ПВО противника и повышает вероятность ее преодоления.

5. В практике ВН значительное место занимают полеты на малых и предельно малых высотах. Маловысотный полет является одним из основных тактических приемов преодоления ПВО противника, обеспечивающих снижение боевых потерь как за счет уменьшения дальности обнаружения АК, так и за счет маскирующих свойств рельефа местности. Одним из новых направлений расширения практики ГД боевой авиации является выполнение маловысотного полета в составе ГТН. Это предъявляет дополнительные требования к точности, надежности и безопасности межсамолетной навигации АК (ГТН) и вызывает необходимость применения относительного режима СНС. Современные АК способны выполнять маловысотный полет в режимах облета и обхода наземных препятствий. В основу автоматизации обхода в горизонтальной плоскости наземных препятствий положен принцип ВН по сложным криволинейным траекториям.

В этих режимах требуется высокоточное определение координат места АК с использованием как автономных средств ПНК, так и спутниковой аппаратуры. Кроме того, на участках маловысотного по-

лета должна надежно работать система предупреждения столкновений с землей и препятствиями на ней.

6. Перспективным направлением применения относительного режима СНС является точное наведение беспилотных самолетов-разведчиков и дистанционно-пилотируемых летательных аппаратов на заданные объекты. Это позволит существенно повысить эффективность воздушной разведки, сократить расход ее сил и средств, сэкономить время на обработку материалов прицельной (точечной) разведки.

7. Сравнительно новым направлением применения относительного режима работы СНС является решение задачи захода АК на посадку на необорудованные инструментальными средствами посадки аэродромы, особенно при жестком минимуме погоды. Учитывая, что оборудование типа СРНК дает возможность высокоточного определения высоты полета, авиационные комплексы, оснащенные такими системами, приобретают новое качество в части всепогодности боевых действий авиации.

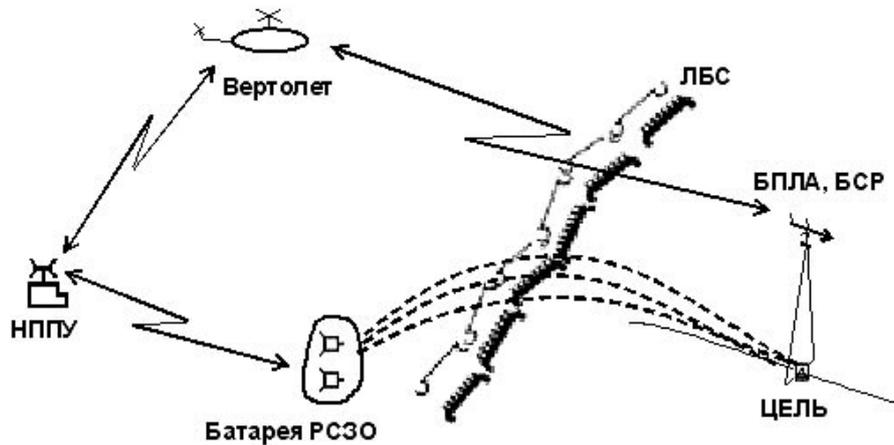


Рис. 2. Схема наведения БПЛА и поражения наземной цели

8. Перспективным направлением применения относительного режима СНС следует считать и возможность наведения с его помощью авиационных управляемых ракет класса «воздух–земля» при использовании оперативного целеуказания.

Аналогичным образом может быть реализовано наведение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и самолетов-разведчиков (БСР) на объекты разведки и их поражение (рисунок 2).

Таким образом, применение в составе ПНК летательных аппаратов ударной авиации относительного режима СНС может обеспечить существенное повышение их боевых возможностей.

Литература

1. Сетевые спутниковые радионавигационные системы /Под ред. П.П. Дмитриева и В.С. Шебшаевича. – М.: Радио и связь, 1982.
2. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: Эко-Трендз, 2003. – С. 57.
3. Beser J, Parkinson B. The Application of Navstar Differential GPS in the Civilian Community// Navigation (USA), 1982, vol. 29, 2, pp. 107...136.
4. Philips R. Relative and Differential GPS// System Implications and Innovative Applications of Satellite Navigation, AGARD Lecture Series 207, 1996, pp. 5.1-5.22.
5. Поваляев А.А., Тюбалин В.В., Хвальков А.А. Определение относительных координат по радиосигналам системы ГЛОНАСС, Радиотехника, 1996, №4.

6. Denisov V., Immoreev I., Panarin J., Sveshnikov E. Talalay M. The version of ATC landing system design with use of the Glo-bal Satellite Navigation System equipment in relative coordinate mode, 5th International Conference on DSNS, v.1, 1996.
7. Kawano I., et al. Analysis and Evaluation of GPS Relative Navigation Using Carrier Phase for RVD Experiment Satellite of ETS-VII, ION GPS-2000 Proc., 19-22 September 2000, Salt Lake City, UT.
8. Gallimore I., et al. Shipboard Relative GPS (SRGPS) Concept of Operations (CONOPS), ION GPS 2000, 19-22 September 2000, Salt Lake City, UT.
9. Спутниковый радионавигационный комплекс унифицированный СРНК-У, ГУП «Пилотажно-исследовательский центр» ЛИИ им. М.М. Громова, МАКС, 1999.



КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕГО МОДУЛЯЦИЮ РРМ ШЕСТИ ПОСЛЕДНИХ ИМПУЛЬСОВ В ПАЧКЕ СИГНАЛА ИФРНС ЧАЙКА

А.Д. Аргунов, В.М. Царев, С.Н. Малюков

При создании и/или оценке качества современных Радионавигационных Систем (РНС) и составляющих ее подсистем исходят, как правило, из комплексной оценки степени выполнения требований потребителей к РНС и к ее составляющим. В работе проводится сравнительный анализ совокупности (вектора) характеристик канала передачи информации, использующего навигационный сигнал «Лоран-С»/«Чайка». При анализе в качестве показателей качества используются основные характеристики такого канала: потери для радионавигационной функции, помехоустойчивость при воздействии распределенных шумов и перекрестной помехи, эффективная скорость передачи информации.

COMPLEX QUALITY ANALYSIS OF A DATALINK USING PPM OF THE LAST SIX PULSES IN THE CHAYKA SIGNAL

A.D. Argunov, V.M. Tsarev, S.N. Maliukov

The development and/or quality estimation of the state-of-the-art radionavigation systems (RNS) and their components requires as a rule complex evaluation of the degree to which user requirements are met by the RNS and its elements. The paper gives a comparative analysis of the net (vector) parameters of a data transmission link using the Loran-C/Chayka navigation signal. The analysis uses as the indices of merit the principal parameters of the datalink: losses of a radionavigation function, interference immunity in spread noise and cross-correlation interference, effective data rate.

Одним из путей совершенствования радионавигационных систем на современном этапе является реализация интегральной радионавигационной системы (ИРНС) [1, 2], включающей РНС космического и наземного базирования. В рамках реализации такой системы важной проблемой становится формирование трактов передачи информации, использующих сигналы РНС с наземным базированием.

Применительно к импульсно-фазовым радионавигационным системам (ИФРНС) предлагается несколько вариантов решения данной задачи [3-11].

В настоящей работе в рамках единой методики проводится сравнительный анализ характеристик канала передачи информации, использующего модуляцию РРМ шести последних импульсов в пачке сигнала ИФРНС «Лоран-С»/«Чайка», при различных форматах передачи сообщений.

Согласно [12, 13, 14], доступность радионавигационных систем, в интересах которых функционирует ИРНС в составе СРНС-ИФРНС, должна быть не хуже $P_d \geq 0,999$. Канал передачи информации по радионавигационному тракту ИФРНС является одним из элементов такой системы. Соответственно,

как показал ранее проведенный анализ [15], его доступность (вероятность правильной передачи информации) должна быть не хуже $P_{пр}(c) \geq 0,9999$.

Один из основных параметров РНС с точки зрения обеспечения безопасности – целостность РНС. Количественно уровень целостности РНС характеризуется [12, 13, 14] тремя параметрами: вероятность обнаружения неисправности, вероятность наличия информации, вводящей в заблуждение, и временная задержка в передаче тревожного сообщения.

Характеристики канала передачи информации в основном влияют на второй из этих параметров. Это влияние определяется как вероятность передачи потребителю ложного сообщения – $P_{л.с}$. Согласно [12, 13, 14] должно выполняться требование $P_{л.с} \leq 3,3 \cdot 10^{-7}$.

Основным назначением такого канала является передача контрольно-корректирующей информации (ККИ) в региональной дифференциальной подсистеме СРНС. В этом случае основным документом, признанным мировым сообществом, является [16]. В нем рекомендовано обеспечивать скорость передачи информации не менее 50 бод.

Следовательно, при максимальном периоде повторения пачек импульсов сигнала ИФРНС $T_n = 100$ мс должно обеспечиваться $V_{эфф}(T_n = 100) \geq 50$ бод.

Исходя из условия выполнения указанных требований, проведем сравнительный анализ характеристик канала передачи информации, использующего модуляцию РРМ шести последних импульсов в пачке сигнала ИФРНС «Лоран-С»/«Чайка», при различных форматах передачи сообщений.

При этом необходимо также учитывать, что информация по радионавигационному тракту ИФРНС должна передаваться при возможно меньших потерях для радионавигационной функции.

Международный союз телекоммуникаций (МСЭ) рекомендует [17] использовать при передаче информации по радионавигационному тракту ИФРНС формат системы «Еврофикс» (Eurofix).

В системе «Еврофикс» передача информации обеспечивается путем трехуровневой манипуляции (РРМ) задержки (фазы) шести последних импульсов с нулевой суммой индексов модуляции в каждой пачке сигнала «Лоран-С». Информационные сообщения передаются стандартными пакетами из 30 пачек сигнала «Лоран-С», в каждом из которых восемь пачек занимает информация, две пачки – циклический корректирующий код (CRC) и двадцать пачек – корректирующий код Рида-Соломона.

Достоинства системы: простота реализации в современных ИФРНС, высокая помехоустойчивость, относительно небольшие потери для реализации навигационной функции, обусловленные использованием радионавигационного сигнала для передачи информации.

Основной недостаток системы – низкая эффективная скорость передачи информации.

С учетом рекомендаций МСЭ при дальнейшем анализе формат «Еврофикс» используем в качестве базового. Примем также методику сравнительного анализа различных вариантов построения канала передачи данных, аналогичную [18].

Для выделения из множества возможных реализаций конкретной лучшей системы (оптимизации параметров системы) согласно [19,20,21] введем условный критерий предпочтения (результатирующую целевую функцию)

$$\Phi_u = f(k_1, \dots, k_n),$$

где Φ_u – скалярная величина, $k_i = \Phi_i(\Pi_i)$ – приведенные показатели качества системы, $\Phi_i(\cdot)$ – однозначная монотонно возрастающая (убывающая) функция исходного параметра λ_i .

Φ_u сформируем как функцию полезности вида

$$\Phi_u = \prod_n K_i, \quad (1)$$

где K_i – приведенный исходный параметр, n – число учитываемых параметров.

Если рост λ_i соответствует повышению качества системы, то

$$K_i = \frac{\lambda_i}{\lambda_{i0}}. \quad (2)$$

Если рост λ_i соответствует понижению качества системы, то

$$K_i = \frac{\lambda_{i0}}{\lambda_i}. \quad (3)$$

В обоих случаях в качестве λ_{i0} используется некоторое фиксированное значение параметра λ_i , выбор которого в общем случае может носить произвольный характер. Целесообразно при наличии в исходных требованиях к системе ограничений вида $\lambda_i \geq \lambda_{доп}$ или $\lambda_i \leq \lambda_{доп}$, в качестве λ_{i0} использовать указанные значения $\lambda_{доп}$.

В данной работе сравниваемые варианты реализуются в рамках единой технологии аппаратного и программного обеспечения и отличаются друг от друга только константами и значениями глобальных и локальных переменных программного обеспечения. Это позволяет ограничить набор параметров, учитываемых при сравнительном анализе, основными техническими характеристиками канала передачи информации: потери для радионавигационной функции, помехоустойчивость при воздействии распределенных шумов и перекрестной помехи, эффективная скорость передачи информации.

Потери для радионавигационной функции являются одним из основных ограничений при формировании соответствующего канала передачи информации. Основным фактором, определяющим величину этих потерь, является снижение крутизны в точке взятия отсчета радионавигационного параметра из-за временной (фазовой) манипуляции импульсов радионавигационного сигнала. Максимальное уменьшение эквивалентного отношения сигнал/шум для радионавигационной функции (с учетом влияния только данного фактора)

$$K_S = \frac{\text{MAX}}{A(\bullet)} \left(\frac{1}{8} \sum_{k=1}^6 \frac{1}{\cos \varphi_k} \right), \quad (4)$$

где $A(\bullet)$ – рабочий алфавит, используемый при передаче информации, φ_k – смещение за счет модуляции фазы несущей k -ого импульса в пачке сигнала ИФРНС.

Значение K_S представляет собой безразмерную величину < 1 . В связи с этим в качестве приведенного параметра используем

$$K_S = K_S(i), \quad (5)$$

где $K_s(i)$ – уменьшение эквивалентного отношения сигнал/шум для радионавигационной функции при использовании i -ого формата передачи информации.

Канал передачи информации по радионавигационному тракту ИФРНС подвержен воздействию различных помех, основными из которых являются распределенные шумы и перекрестные помехи.

Под распределенными шумами понимаются случайные шумы естественного и искусственного происхождения, мощность которых распределяется приблизительно равномерно как по времени, так и в рабочем частотном диапазоне. При учете их влияния на канал передачи информации можно в первом приближении использовать модель нормально-го распределения шума.

Под перекрестной помехой понимается воздействие на рассматриваемый канал передачи информации сигналов станций ИФРНС, работающих на других периодах повторения. При этом помеха носит, в основном, детерминированный характер и для учета ее влияния на канал передачи информации приходится использовать аппарат, отличный от предыдущего случая.

При воздействии распределенных шумов согласно [22] с учетом метода поблочного декодирования [23] при использовании методов оптимального приема вероятность ошибки определения символа (слова) – $P_{i\eta}$ для случая различения двух фазоманипулированных символов имеет вид:

$$P_{i\eta} \leq 1 - \Phi \left(\sqrt{Q \sum_j^6 (1 - \cos \varphi_{j\eta})} \right), \quad (6)$$

где Φ – интеграл вероятности, $\varphi_{j\eta}$ – измеренная разность фаз элементов различаемых символов, Q – отношение сигнал/шум по мощности, j – порядковый номер элемента символа, i, η – порядковые номера различаемых символов (слов) в алфавите.

Соответственно, вероятность ошибки P_i при приеме одного символа при m -символьном алфавите будет равна [24]

$$P_c = P_i = 1 - \prod_{i \neq \eta}^m (1 - P_{i\eta}), \quad (7)$$

где P_c – вероятность ошибки слова (символа) в сообщении.

Можно показать, что основной вклад в величину P_i вносят символы алфавита, отстоящие от проверяемого i -го на $d_\varphi = 2\varphi_m, 4\varphi_m$. Это позволяет модифицировать (7)

$$P_c = P_i = 1 - (1 - P_{i\eta 2})^{v_2} \cdot (1 - P_{i\eta 4})^{v_4}, \quad (8)$$

где $P_{i\eta 2}$ и $P_{i\eta 4}$ – вероятность ошибки определения символа при различении двух фазоманипу-

рованных символов с $d_\varphi = 2\varphi_m$ и $d_\varphi = 4\varphi_m$ соответственно, v_2 и v_4 – объемы подмассивов из общего объема алфавита, в которых η -ые символы отстоят от проверяемого i -го символа на $d_\varphi = 2\varphi_m$ и $d_\varphi = 4\varphi_m$ соответственно.

При приеме сообщений, содержащих корректирующие коды Рида-Соломона, будут исправлены все ошибочно принятые слова при условии, что число таких слов (кратность ошибок) не превышает [25, 26].

$$K = \text{floor} \left(\frac{n - m}{2} \right) = \text{floor} \left(\frac{j}{2} \right), \quad (9)$$

где n – число слов в сообщении, m – число информационных слов, j – число слов корректирующего кода Рида-Соломона.

Тогда согласно [24] вероятность правильного приема сообщения при условии равновероятности ошибки приема каждого из слов (символов) сообщения ($P_i = P_\eta = P_c$) составляет:

$$P_{\text{пр}}(q) = P_{\text{пр}}(n, k) = (1 - P_c)^n + \sum_{i=1}^k C_n^i \cdot P_c^i (1 - P_c)^{n-i}, \quad (10)$$

где q – отношение сигнал/шум по напряжению,

C_n^i – число сочетаний без повторений.

Для корректного сравнения характеристик каналов, использующих разные форматы сообщений, необходимо учитывать, что при разных форматах в сообщении передается разный объем информации. Следовательно,

$$P_{\text{пр}}(q) = (P_{\text{пр}}(c))^z, \quad (11)$$

где z – число сообщений, содержащих заданный объем информации, $P_{\text{пр}}(c) \geq 0,9999$.

Соответственно, вероятность ошибок кратностью $> 2K$

$$P_{\text{н.о.}}(q) = P_{\text{н.о.}}(n, l) = \sum_{i=j+1}^n C_n^i \cdot P_c^i (1 - P_c)^{n-i}, \quad (12)$$

Согласно [26], если число ошибок в сообщении $b > j$, то из общего числа таких сообщений доля ошибочно декодированных μ будет равна:

$$\mu = \frac{1}{g}, \quad (13)$$

где g – характеристика поля Галуа, над которым формируется образующий код Рида-Соломона.

Следовательно, вероятность принятия ложного сообщения

$$P_{\text{л.с.}}(q) = \mu \cdot P_{\text{н.о.}} \quad (14)$$

и по аналогии с (11)

$$[1 - P_{\text{л.с.}}(q)]^z = P_{\text{л.с.}} \quad (15)$$

где $P_{\text{л.с.}} \leq 3,3 \cdot 10^{-7}$.

Обеспечение в канале передачи информации заданных $P_{np}(c)$ и $P_{л.с.}$ зависит от большого числа параметров: мощности излучения станции, расстояния до приемника, характеристик трассы распространения и т.д. При сравнительном анализе наиболее информативным для оценки помехоустойчивости канала, подверженного воздействию распределенных шумов, является использование параметров q_{np} и $q_{л.с.}$ – отношений сигнал/шум, при которых обеспечивается выполнение условий $P_{np}(c) \geq 0,9999$ и $P_{л.с.} \leq 3,3 \cdot 10^{-7}$. Эти параметры определяются согласно (6) с учетом (7) – (11) для q_{np} и (7) – (9), (12) – (15). В качестве нормирующей величины используем соответствующие значения q для случая использования формата «Еврофикс». Соответственно, для приведенного параметра получим

$$K_q(пр) = \frac{q_{np}(Eurofix)}{q_{np}(i)}, \quad (16a)$$

$$K_q(л.с.) = \frac{q_{л.с.}(Eurofix)}{q_{л.с.}(i)}, \quad (16б)$$

где $q(i)$ соответствует использованию i -ого формата передачи информации.

При воздействии на рассматриваемый канал передачи информации перекрестной помехи параметры возникающих ошибок определяются в основном следующими факторами:

- соотношением периодов повторения рабочей и мешающей станций;
- числом слов (символов) и мощностью корректирующего кода Рида-Соломона в выбранном формате сообщения;
- отношением сигнал/помеха в точке приема информации;
- характеристиками аппаратуры потребителя.

В [18] было введено понятие $P_{ош}(п.п.) = M(T_i, T_j)$ – вероятность перекрытия сигналов от разных цепей ИФРНС с кратностью, превышающей мощность корректирующего кода Рида-Соломона в выбранном формате сообщения. T_i и T_j – периоды повторения в конкурирующих цепях ИФРНС. Для регионов, в которых находится более двух взаимно мешающих цепей ИФРНС,

$$P_{ош}(п.п.) = \langle M(T_i, T_j) \rangle \quad (17)$$

по всем конкурирующим цепям.

Тогда

$$P_{np}(q) = 1 - P_{ош}(п.п.). \quad (18)$$

$$P_{ош}(п.п.) = P_{ош} \cdot P_c, \quad (19)$$

где P_c определена согласно (8).

Описанный (17) параметр $P_{ош}(п.п.)$, – основной для определения устойчивости канала передачи

информации к воздействию перекрестной помехи. Кроме всего прочего, увеличение $P_{ош}(п.п.)$ приводит [15] к повышению вероятности формирования в рабочей зоне «белых пятен», в пределах которых требования к $P_{np}(c)$ из-за взаимных перекрестных помех не выполняются при использовании для передачи информации сигналов как первой, так и второй из конкурирующих цепей ИФРНС. Соответственно, параметр $P_{уст}(п.п.) = 1 - P_{ош}(п.п.)$ характеризует устойчивость выбранного формата передачи информации к воздействию перекрестной помехи.

Тогда получим для приведенного параметра

$$K_{п.п.} = \frac{P_{уст}(i)}{P_{уст}(Eurofix)}, \quad (20)$$

где $P_{уст}(Eurofix)$ и $P_{уст}(i)$ соответствуют использованию формата «Еврофикс» и i -ого формата передачи информации.

$V_{эфф}$ – эффективная скорость передачи полезной информации при максимальном периоде повторения пачек импульсов сигнала ИФРНС $T_{п} = 100$ мс.

Для формирования приведенного параметра в качестве нормирующей величины используем оговоренное в [16] минимально допустимое значение $V_{эфф} = 50$ бод.

$$K_v = \frac{V_{эфф}(i)}{50}, \quad (21)$$

где $V_{эфф}(i)$ соответствует использованию i -ого формата передачи информации.

Выше указывалось, что основным назначением рассматриваемого канала передачи данных является передача ККИ в региональной дифференциальной подсистеме СРНС. В связи с этим представляет интерес сравнительная оценка затрат времени на передачу одинаковых объемов ККИ при использовании различных форматов передачи данных. Для этого сформируем приведенный параметр

$$K_T = \frac{T_w(Eurofix)}{T_w(i)}, \quad (22)$$

где $T_w(\cdot)$ – время, затрачиваемое на передачу ККИ объемом W при использовании соответствующего формата передачи информации.

Используя полученные нами показатели качества, сформируем результирующую целевую функцию.

Согласно (1), (5), (16a), (20), (21) и (22) получим

$$\Phi_{цв}(пр) = [k_s \times k_q(пр) \times k_{п.п.} \times k_v]. \quad (23)$$

Если определяющим при построении системы передачи информации является выполнение требо-

вания $P_{л.с.} \leq 3,3 \cdot 10^{-7}$, то в соответствии с (1), (5), (166), (20), (21) и (22) получим

$$\Phi_{цв}(л.с.) = [k_s \times k_q(л.с.) \times k_{п.п.} \times k_v], \quad (24)$$

а для случая передачи ККИ

$$\Phi_{цт} = (k_s \times k_q(пр) \times k_{п.п.} \times k_r). \quad (25)$$

В рамках сравнительного анализа было проведено рассмотрение характеристик каналов передачи информации, использующих формат «Еврофикс», и ряда форматов, параметры которых приведены ниже. Для определения $P_{уст}$ и $K_{п.п.}$ использовались приведенные в [18] данные моделирования по всем цепям ИФРНС, включенным в альманах «Лоран-С», а также Европейской, Северной и Северо-западной цепям ИФРНС «Чайка».

Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 1.

При этом использованы следующие обозначения:

M – общее число символов (слов) в сообщении, K – число символов корректирующего кода Рида-Соломона.

Из результатов, приведенных в таблице 1, следует, что для всех рассмотренных форматов $q_{л.с.}$ меньше $q_{пр}$. Это соответствует их более высокой помехоустойчивости по критерию $P_{л.с.}(с) \leq 3,3 \cdot 10^{-7}$ по

сравнению с критерием $P_{пр}(с) \geq 0,9999$. В таблице 2 приведены результаты более детального сравнения $q_{л.с.}$ и $q_{пр}$. При этом использованы следующие обозначения:

$$\Delta_q = (q_{пр} - q_{л.с.});$$

$$\delta_q = (q_{пр} - q_{л.с.}) : q_{пр};$$

Δt – индекс модуляции.

Следует отметить, что при расчете характеристик помехоустойчивости учитывались корректирующие возможности кода Рида-Соломона, передаваемого в каждом из рассмотренных в работе форматов сообщений. В формате «Еврофикс» [17] предусмотрена передача, кроме 20 символов кода Рида-Соломона, 14 бит циклического кода (CRC), который занимает 2 слова в сообщении и обеспечивает дополнительную защиту 56 бит полезной информации, передаваемой в каждом сообщении (8 слов).

В соответствии с рекомендуемым [27] алгоритмом приема сообщений в формате «Еврофикс» код CRC используется на финальной стадии приема для дополнительной проверки декодированного и проверенного с использованием кода Рида-Соломона сообщения. Это обеспечивает [27] дополнительное уменьшение вероятности принятия ложного сооб-

Таблица 1

№ п/п	Формат	H_s	K_s	$q_{пр}$	$K_q(пр)$	$q_{л.с.}$	$K_q(л.с.)$	$P_{уст}$	$K_{п.п.}$	$V_{эфф}$	K_v	K_T	$\Phi_{ц.в}(пр)$	$\Phi_{ц.в}(лс)$	$\Phi_{ц.т}$	
		дБ	раз	раз	раз	раз	раз	раз	раз	бод	раз	раз	раз	раз	раз	раз
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
трехуровневая PPM, $\Delta t=1,0$ мкс																
1	M=30, K=20 Eurofix	0,671	0,925	4,442	1	3,664	1	0,9919	1	18,7	0,374	1	0,346	0,346	0,925	
2	M=28, K=20			4,40	1,01	3,58	1,02	0,9932	1,001	20	0,4	1,07	0,374	0,378	1,0	
3	M=26, K=6			5,569	0,798	4,959	0,739	0,5935	0,598	53,85	1,077	3,14	0,476	0,440	1,39	
4	M=34, K=8			5,375	0,826	4,741	0,773	0,5746	0,579	53,53	1,071	3,53	0,473	0,443	1,56	
5	M=43, K=12			5,064	0,877	4,660	0,786	0,616	0,621	50,47	1,001	3,48	0,509	0,452	1,75	
трехуровневая PPM, $\Delta t=1,5$ мкс																
6	M=14, K=6	1,604	0,833	3,560	1,25	3,154	1,16	0,8927	0,899	40	0,8	2,14	0,749	0,695	2,0	
7	M=26, K=6			3,791	1,17	3,377	1,08	0,5935	0,598	53,85	1,077	3,14	0,627	0,577	1,83	
8	M=34, K=8			3,663	1,21	3,228	1,14	0,5746	0,579	53,53	1,071	3,53	0,625	0,589	2,06	
9	M=43, K=12			3,451	1,29	3,041	1,21	0,616	0,621	50,47	1,001	3,48	0,674	0,627	2,32	
пятиуровневая PPM, $\Delta t=1,0$ мкс																
10	M=26, K=12	1,355	0,856	4,831	0,919	4,020	0,911	0,9260	0,934	53,85	1,077	3,14	0,791	0,784	2,31	
11	M=34, K=16			4,608	0,964	3,899	0,939	0,9261	0,934	52,94	1,059	3,53	0,816	0,795	2,72	
12	M=42, K=20			4,564	0,973	3,808	0,962	0,9363	0,944	52,38	1,048	3,57	0,823	0,815	2,81	

Таблица 2

Формат	M=30 K=20	M=28 K=20	M=26 K=6	M=34 K=8	M=43 K=12	M=14 K=6	M=26 K=6	M=34 K=8	M=43 K=12	M=26 K=12	M=34 K=16	M=42 K=20
Параметры	трехуровневая PPM, $\Delta t=1,0$ мкс					трехуровневая PPM, $\Delta t=1,5$ мкс				пятиуровневая PPM, $\Delta t=1,0$ мкс		
	$q_{пр}$	4,442	4,40	5,569	5,375	5,064	3,560	3,791	3,663	3,451	4,831	4,608
$q_{л.с.}$	3,664	3,58	4,959	4,741	4,660	3,154	3,377	3,228	3,041	4,020	3,899	3,808
Δ_q	0,778	0,820	0,610	0,634	0,404	0,406	0,414	0,435	0,410	0,811	0,709	0,756
$\delta_q(\%)$	17,5	18,6	11,0	11,8	7,98	11,4	10,9	11,8	11,9	16,8	15,4	16,6

щения $P_{л.с.}$ и, следовательно, улучшение целостности системы.

Однако, как следует из результатов проведенного анализа (таблицы 1 и 2), для всех рассмотренных форматов, включая «Еврофикс», $q_{пр} > q_{л.с.}$. Следовательно, при реализации канала передачи данных, использующего любой из рассмотренных форматов, определяющим является выполнение требования $P_{пр}(c) \geq 0,9999$, а не $P_{л.с.}(c) \leq 3,3 \cdot 10^{-7}$. Поэтому использование дополнительных ресурсов, как это сделано в «Еврофикс», для снижения $P_{л.с.}(c)$ при сохранении условий обеспечения $P_{пр}(c) \geq 0,9999$ представляется неэффективным.

В рамках проведенного анализа был рассмотрен формат M=28, K=20, который соответствует формату «Еврофикс» без CRC. Из полученных результатов следует, что формат M=28, K=20 превосходит «Еврофикс» как по любой из рассмотренных целевых функций, так и по частным критериям $q_{пр}$, $P_{уст}$ и $V_{эфф}$. В этом случае формат «Еврофикс» согласно [19, 20, 21] не может быть отнесен к классу «нехудших систем». Следовательно, не очевидна и обоснованность использования формата «Еврофикс» в рекомендациях МСЭ [17].

Результаты анализа, приведенные в таблицах 1 и 2, показывают, что канал передачи данных, использующий форматы с трехуровневой PPM, либо не обеспечивает выполнение рекомендаций RTSM [16] относительно $V_{эфф} \geq 50$ бод (таблица 1, п.п.1,

2, 6), либо, при выполнении $V_{эфф} \geq 50$ бод обладает пониженной устойчивостью к перекрестной помехе ($P_{уст}$ в таблице 1, п.п.3, 4, 5, 7, 8, 9). Кроме того, выполнение рекомендации $V_{эфф} \geq 50$ бод при использовании форматов с трехуровневой PPM обеспечивается либо при высоких пороговых значениях $q_{пр}$ и $q_{л.с.}$ (таблица 1, п.п.3, 4, 5), либо при повышенных потерях для радионавигационной функции. Следует также отметить обстоятельство, которое не является определяющим, но может оказаться весьма существенным для ряда применений: при использовании форматов с трехуровневой PPM во всех случаях, за исключением п.п. 1 и 2 в таблице 1, резерв помехоустойчивости по выполнению $P_{л.с.}(c) \leq 3,3 \cdot 10^{-7}$ (соотношение $q_{пр}$ и $q_{л.с.}$) не превышает 8-12% (см. таблицу 2). Все указанные особенности характеристик канала передачи данных, использующего форматы с трехуровневой PPM, находят свое отражение в снижении соответствующих значений целевых функций $\Phi_{ц.в.}(пр)$, $\Phi_{ц.в.}(л.с.)$ и $\Phi_{ц.т.}$.

Комплексная оценка качества канала передачи данных, использующего модуляцию PPM шести последних импульсов в пачке сигнала ИФРНС, основанная на результатах проведенного анализа (таблицы 1 и 2), показывает, что из рассмотренных в настоящей работе случаев лучшие характеристики такого канала обеспечиваются при использовании формата M=42, K=20 с пятиуровневой PPM.

Литература

1. Аргунов А.Д., Малюков С.Н., Матюшенко А.Д. и др. Интегральная радионавигационная система. // Радиотехника, № 9, 1998.
 2. Малюков С.Н., Писарев С.Б., Столярова С.А., Хотин А.А. Перспективы интегральной радионавигационной системы. Радиотехника, № 2, 1999.
 3. Малюков С.Н. Анализ характеристик системы передачи информации, использующей навигационный сигнал ИФРНС. // Радиопромышленность, вып. 2, 1999.

4. Altmayer C. Improving availability and reliability of high accuracy integrated systems. IFAC Symposium on transportation systems 2000, Braunschweig, Germany, 15th July 2000
 5. Balov A., Abramov L., Hitrun G., Johannesen E., Marshall D. Broadcast of Eurofix/Chayka/Loran-Service from a Single Site// Int. Symp. On Integration of LORAN-C/Eurofix and EGNOS/Galileo, Bonn, Germany, 22 – 23 March 2000.
 6. Jorgensen T.H., Hernes G.M., Aarmo R. The EUROFIX service in Europe – a Northwest Europe Loran Service // Proc. IAIN World Congress, San Diego, Cal., June 26-28, 2000.
 7. Kugler D. Integration of GPS and Loran-C/CHAYKA: a

- European perspective. // Navigation (US), vol. 46, № 1, 1999.
8. Lannelongue S., Levy J.C. [Alcatel Space Industries] EGNOS Performance at System CDR.// ION-GPS, Sept. 2002.
9. Offermans G.W.A., Helwig A.W.S., and Van Wiligen D. Eurofix System Overview: Differential GNSS and integrity service through LORAN-C// Int. Symp. on Integration of LORAN-C/Eurofix and EGNOS/Galileo, Bonn, Germany, 22 – 23 March, 2000.
10. Peterson B., Dykstra K., Swaszek P., Boyer J., Carrol K., Narins M., Johannessen P. WAAS messages via LORAN Data Communications-Technical progress towards going operational.// ION NTM 2002, 28-30 January 2002, San Diego, CA.
11. Sherman C. Broadcasting GPS Integrity Information using LORAN-C// A Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. July 2002.
12. Российский радионавигационный план. ФГУП «НТИЦ «Интернавигация», Москва, 1998.
13. Federal Radionavigation Plan 2001, US DOD, US DOT.
14. Radionavigation Systems, 2001, US DOD, US DOT.
15. Балов А.В., Жолнеров В.С., Малоков С.Н., Чоглоков А.Е. Передача информации с использованием навигационного сигнала радионавигационных систем дальнего действия // Тр. Всероссийской НТК «Фундаментальное и прикладное координатно-временное обеспечение» (КВО-2005). – Санкт-Петербург, 11–15 апреля, 2005.
16. RTCM Recommended Standards for Differential NAVSTAR GPS Service. Version 2.2, January 3, 1996.
17. International Telecommunication Union Recommendation ITU-R M.589-3. March, 2005.
18. Балов А.В., Жолнеров В.С., Малоков С.Н., Чоглоков А.Е., Царев В.М. Формат передачи данных в канале, использующем модуляцию PPM шести последних импульсов в пакете сигнала ИФРНС. Новости навигации, № 3, 2005.
19. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств. – М.: Советское радио, 1975.
20. Гуткин Л.С. Проектирование радиосистем и радиоустройств. – М.: Радио и связь, 1986.
21. Юрлов Ф.Ф. Техничко-экономическая эффективность сложных радиоэлектронных систем. – М.: Советское радио, 1980.
22. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. – М.: Радио и связь, 1983.
23. Басс В.И., Зарубин С.П., Кичигин В.А., Ляшко В.Н. и др. Реализация интегрированной информационной системы с использованием передающих станций ИФРНС «Чайка» и результаты экспериментальных исследований информационного канала ИФРНС. Сб. трудов НТК «Глобальное планирование навигации». Интернавигация, 1997.
24. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. – М.: Наука, 1986.
25. Берлекамп Э. Алгебраическая теория кодирования. – М.: Мир, 1978.
26. Питерсон У., Уэлдон Э. Коды, исправляющие ошибки. – М.: Мир, 1976.
27. Offermans G.W.A., Helwig A.W.S., and Van Wiligen D. Eurofix System and its Developments.// NAV98, December 9-11, 1998, London, UK.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКА ПОМЕХ ПО ДАННЫМ ПЕЛЕНГОВАНИЯ ИЗ НЕСКОЛЬКИХ ТОЧЕК С МИНИМИЗАЦИЕЙ РАССТОЯНИЙ ДО ПЕЛЕНГАЦИОННЫХ ПРЯМЫХ

Ю.П. Мельников, С.В. Попов

В статье рассматриваются вопросы определения места источника помех радионавигационным системам по данным пеленгования из нескольких точек с минимизацией расстояния до пеленгационных прямых.

POSITION DETERMINATION OF AN INTERFERENCE SOURCE BASED ON BEARING INFORMATION FROM SEVERAL POINTS AT MINIMAL DISTANCES TO BEARING LINES

Yu.P. Melnikov, S.V. Popov

The paper considers the problems of interference source position determination with radionavigation systems using bearing data from several points with minimal distance to the bearing lines.

Борьба с помехами радионавигационным системам, например, таким как ГЛОНАСС и GPS, предполагает последовательное обнаружение помехи, определение местоположения источника излучения и соответствующие мероприятия по его устранению.

При определении координат источника по засечкам (пеленгам) с нескольких твердых пунктов (т.е. пунктов с известными координатами [1]) или по данным последовательного пеленгования неподвижного источника с борта движущегося носителя, координаты которого в моменты пеленгования точно известны, в простейшем случае наличия всего двух пеленгов местоположение источника вычисляется единственно возможным путем – решением треугольника по стороне (базе, т.е. расстоянию между твердыми пунктами или точками пеленгования) и двум прилежащим углам. Полагая базу лежащей на оси x и выполняя отсчеты пеленгов относительно положительного направления этой оси можно получить выражения для координат источника x_0, y_0 , например, в виде

$$\begin{aligned} x_0 &= x_1 + \frac{(x_2 - x_1) \sin \alpha_2 \cos \alpha_1}{\sin (\alpha_2 - \alpha_1)} = \\ &= x_2 + \frac{(x_2 - x_1) \sin \alpha_1 \cos \alpha_2}{\sin (\alpha_2 - \alpha_1)} \\ y_0 &= \frac{(x_2 - x_1) \sin \alpha_1 \sin \alpha_2}{\sin (\alpha_2 - \alpha_1)}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $x_1, x_2, \alpha_1, \alpha_2$ – координаты точек пеленгования и соответствующие им значения пеленгов источника.

Погрешность местоопределения при этом может быть охарактеризована площадью области пересечения секторов, образуемых зонами ошибок пеленгования вокруг линий пеленгов, как в [2, 3], эллипсом ошибок [4] или средним квадратом ошибки места [5]

$$r_{\sigma}^2 = \sigma_{\alpha}^2 (r_1^2 + r_2^2) \operatorname{cosec}^2 \gamma, \quad (2)$$

где r_1, r_2 – расстояния от точек пеленгования до объекта, γ – угол пересечения пеленгов, σ_{α} – среднеквадратическая ошибка пеленгования.

При наличии трех пеленгов, измеренных с трех пунктов, уже возможны разные варианты обработки данных измерений для нахождения вероятного местоположения объекта. Так, в [1] подробно рассматривается процедура обработки данных пеленгования (засечек) более чем с двух пунктов по методу наименьших квадратов с определением достоверных областей разного вида, требующая однако выполнения значительного объема вычислений и не всегда дающая существенный выигрыш в точности по сравнению с более простыми методами, особенно при малом количестве измерений. Более простым в данной ситуации может быть усреднение координат трех точек попарных пересечений пеленгов с весами, зависящими от углов пересечения соответствующих пеленгов. Известен также способ определения местонахождения источника по трем пеленгам как точки пересечения биссектрис треугольника засечек [4], как показано на рис. 1 для случая, когда все три точки (пункта) пеленгования

движению носителя пеленгатора, выражения (11) очевидным образом упрощаются

$$x_0 = \frac{\sum C_i^2 \sum x_i S_i^2 - \sum S_i C_i \sum x_i S_i C_i}{\sum S_i^2 \sum C_i^2 - (\sum S_i C_i)^2}$$

$$y_0 = \frac{\sum S_i C_i \sum x_i S_i^2 - \sum S_i^2 \sum x_i S_i C_i}{\sum S_i^2 \sum C_i^2 - (\sum S_i C_i)^2} \quad (12)$$

Выражение для среднего квадрата ошибки места σ^2 по данным обработки множества линий положения может быть получено путем обобщения на этот случай формулы (4), как это приведено в [5] со ссылкой на [6]. Данный вариант определения координат источника с применением метода наименьших квадратов, указанный, но подробно не раскрытый в [1], представляется более простым в реализации.

Дополнительно отметим, что в [7] получены соотношения, вытекающие из [1], для оптимальных весовых методов обработки результатов многократной пеленгации. Согласно этим соотношениям координаты

пеленгуемого источника определяются как

$$\tilde{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i p_{xi}}{\sum_{i=1}^n p_{xi}}; \quad \tilde{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i p_{yi}}{\sum_{i=1}^n p_{yi}}, \quad (13)$$

где n — число независимых пар пеленгов; \tilde{x}, \tilde{y} — средневзвешенные оценки координат объекта; x_i, y_i — координаты точки пересечения i -ой пары пеленгов; p_{xi}, p_{yi} — весовые коэффициенты i -ой пары пеленгов, которые для получения минимальных погрешностей должны быть выбраны обратно пропорциональными дисперсиям каждого измерения. Эти весовые коэффициенты для рассматриваемого случая перемещения пеленгатора по прямой имеют вид

$$p_{yij} = \frac{\sin^2(\alpha_i - \alpha_j)}{\frac{\sin^2 \alpha_j}{\sin^2 \alpha_i} + \frac{\sin^2 \alpha_i}{\sin^2 \alpha_j}} \quad (14)$$

Здесь α_i, α_j — значения пеленгов, соответствующих двум пересекающимся линиям положения.

Литература

1. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории наблюдений.—М.: Физматгиз, 1962.
2. Шлезингер Р.Дж. Радиоэлектронная война. Пер. с англ. под ред. А.М.Пархоменко.—М.: Воениздат, 1963.
3. Вакин С.А., Шустов Л.Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки.—М.: Сов. радио, 1968.

4. Варганесян В.А. Радиоэлектронная разведка.—М.: Воениздат, 1975.
5. Белавин О.В. Основы радионавигации.—М.: Сов. радио, 1977.
6. Молоканов Г.Ф., Точность и надежность навигации летательных аппаратов.—М.: Машиностроение, 1967.
7. Мельников Ю.П., Воздушная радиотехническая разведка (Методы оценки эффективности).—М.: Радиотехника, 2005.



ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ЖУРНАЛОВ

ЖУРНАЛ «НАВИГАЦИЯ»
ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ
США

Том 52, № 3, осень 2005 г.

NAVIGATION JOURNAL OF THE
INSTITUTE OF NAVIGATION

Vol. 52, No. 3, Fall 2005

Этот номер журнала открывается статьей сотрудников Морского технического университета Китая «Спутниковая система местоопределения «Бейду» (Beidou) и ее точность местоопределения». Система была полностью принята в эксплуатацию в начале 2004 г. Эта система подобна американской региональной системе Geostar и базируется на двух геосинхронных спутниках. В статье излагаются экономические обоснования для развертывания такой системы, описана космическая группировка и показана математическая модель системы Beidou. Приведены данные статических и кинематических испытаний приемников Beidou, и полученные точности местоопределения сравниваются с данными, получаемыми по GPS. Проведенные авторами исследования показали, что система Beidou может поддерживать службу местоопределения и навигации с точностью менее 20 м в районе, оснащенный станциями для проведения калибровки.

Сотрудники Лондонского университетского колледжа (Великобритания) представили статью «Моделирование тепловых возмущений для прогнозирования и определения орбит космических кораблей». При прогнозировании орбиты создает трудности физическое моделирование неконсервативных сил. Одна из таких сил, которая может вызвать заметное возмущение траектории космического корабля, возникает из-за анизотропного рассеяния теплового излучения с поверхности спутника. Поэтому для точного аналитического моделирования сил необходим тепловой анализ. Авторы излагают свой подход к моделированию тепловых возмущений на примере спутников GPS Блока IIR и альтиметрического спутника Jason-1. Описан учет многослойной обшивки корабля, солнечных батарей и других элементов. Предложен новый подход к определению времени пересечения границы солнечного затмения для сплюсненной Земли и к описа-

нию характеристик потока полутени. В модели для спутника GPS Блока IIR включена высокоточная модель давления излучения, разработанная в Лондонском университетском колледже. При включении тепловых моделей прогнозы орбит получаются намного точнее. Модели для спутника Jason-1 были включены Лабораторией реактивного движения в программу определения орбит для спутника.

В статье «Определение бюджетов ошибок многолучевости для приемников наземных станций Объединенной прецизионной системы захода и посадки (JPALS)» авторы, сотрудники Центра аэродинамических исследований Колорадо, предлагают подход, аналогичный применяемому в гражданской локальной системе функционального дополнения (LAAS). Добавлено сопровождение по P(Y)-коду и антенная решетка с управляемой диаграммой направленности. В бюджете учтены два типа ошибок – это шум приемника и кодовая многолучевость, причем обе являются функциями угла возвышения спутника. Распределения шумов получены по аналитической модели, которая подтверждена данными испытаний, тогда как распределения для многолучевости основаны только на данных испытаний. Полученные результаты показывают, что наземные станции военной системы посадки самолетов по GPS следующего поколения JPALS имеют ряд преимуществ по сравнению с наземными станциями системы LAAS благодаря своим антеннам и меньшей подверженности P(Y)-кода воздействию многолучевости.

Статья сотрудников Центра современных авиационных систем называется «Анализ ошибок и доступности при посадке по категории IIIb по локальной системе LAAS, дополненной радиолокационным высотомером». Локальная система функционального дополнения LAAS Федерального авиационного управления (ФАУ) США первоначально разрабатывалась для посадки самолетов по категории I, но в настоящий момент проходит дополнительную оценку для посадки в автоматическом режиме (категория IIIb). В статье дается оценка улучшений, полученных за счет использования радиолокационного высотомера в качестве еще одного источника измерений дальности для получения позиционного решения для более жестких условий посадки по категории IIIb. Для стандартного отклонения ошибок в вертикальной плоскости выводятся новые математические выражения на базе совместного использования спутников и радиолокаци-

онного высотомера. При наличии четырех и более спутников и высотомера стандартное отклонение не превышает минимального значения, получаемого отдельно либо по спутникам, либо по высотомеру. Следовательно, при хорошей геометрии спутников точность в вертикальной плоскости может заметно улучшиться в зависимости от характеристик высотомера. Результаты, полученные по доступности, показывают, что при использовании высотомера (и дополнительной информации о местности) доступность LAAS значительно возрастает.

В статье сотрудников Национальной лаборатории «Сандиа» «Решения местоопределения по времени прихода и частоте сигнала с использованием мультивариативных сверток» дан алгоритм решения любой системы уравнений из n многочленов для n переменных, если хотя бы одна переменная в каждом полиноме имеет степень не выше второй. Под это условие легко подводятся навигационные уравнения для времени прихода или частоты сигнала. Эта процедура решения применена к пяти специфическим задачам местоопределения, из которых ранее рассматривалась лишь одна. Сначала этот улучшенный алгоритм применяется для случая двух спутников, в котором используются совместно измерения времени прихода и частоты сигнала для локализации излучателя на эллипсоидальной модели Земли. Затем даются алгебраические выражения для решения задачи местоопределения по трем спутникам с использованием измерений либо времени прихода, либо частоты сигнала, причем излучатель находится на поверхности эллипсоида. Следующее алгебраическое решение дано для локализации радиочастотного излучателя по четырем измерениям частоты сигнала. В конце для полноты представлено решение задачи по четырем измерениям времени прихода сигнала.

В статье «Интерполяция остаточных задержек в зените тропосферы» сотрудников Технологического университета Австралии рассмотрено использование упрощенного метода Кригинга для интерполяции тропосферной задержки в региональной сети дифференциальной подсистемы GPS с целью повышения точности местоопределения. Для исследования были собраны данные за три месяца в сети из 129 станций EUREF в Европе. Анализ полученных результатов показывает, что при применении процедуры интерполяции к остаточным тропосферным задержкам в зените общие стандартные отклонения поправок на тропосферу снижаются с 3–4 см для метода по модели Саастамойнена и глобальной тропосферной навигации до 1–2 см. Полученные результаты подтверждают, что новый метод является эффективным средством повышения точ-

ности местоопределения с помощью региональной дифференциальной подсистемы GPS.

В журнале опубликован также перечень докладов, вошедших в Труды конференции ION GNSS 2005.

ЖУРНАЛ GPS WORLD

Апрель, 2006 г.

GPS WORLD

April, 2006

Журнал открывается аналитической заметкой под заголовком «Обращение за поддержкой». В ней критически анализируется одно из основных положений нового американского радионавигационного плана. При всем оптимизме и энтузиазме по поводу перспектив развития спутниковой навигации в статье выражается тревога о судьбе системы «Лоран». Как заявлено в Плате, «...в отношении авиации ФАУ определило, что в случае потери служб, базирующихся на GPS, существует достаточно альтернативных средств навигации, и поэтому система «Лоран» для авиационных потребителей не нужна в качестве резервного средства навигации». Далее заявлено, что Береговая охрана приняла такое же решение в отношении безопасности на море. В настоящее время в отношении «Лоран» проводится экономический анализ для подготовки окончательного решения о ее будущем. Автор считает, что для полной оценки слабых сторон и угроз нужно выйти «за пределы системы». Функциональные дополнения системы не могут быть ее резервом. Другие системы, основанные на той же технологии, могут обеспечить целостность, но не создадут резерва. Как гарантировать безопасность жизни в случае полного нарушения спутниковой связи по какой-то неизвестной причине, например, при неожиданном всплеске солнечной активности? В ВМС также есть подозрение, что радиолокаторы способны сжечь антенны GPS. Так много угроз спутниковым системам нам еще не известно, заключает автор.

В статье «2015: впереди хорошие времена» один из руководителей программы Галилео анализирует будущее этой системы и спутниковой навигации в целом. Мы стоим на пороге точного местоопределения с помощью спутников. Программа Галилео развивается успешно, выведен на орбиту первый спутник и осенью планируется еще один запуск. Не без влияния Галилео активно проводится модернизация GPS и ГЛОНАСС. С коммерческой

точки зрения, Галилео — это просто еще один игрок на рынке спутниковой навигации, и перспективны взаимодействие системы с GPS и возможность со временем определять местоположение примерно по 50 спутникам. Если предположить, что к 2015 году будет решена проблема приемников ГЛОНАСС и будут действовать региональные системы функционального дополнения, то можно ожидать появления широкого круга новых применений и услуг. Учитывая, что с самого начала Галилео создавалась как интернациональная система, можно развивать международное сотрудничество, если проработать вопросы закрытых технологий и национальной безопасности. Возможно создание глобальной инфраструктуры и интегрирование служб, включая региональные дополнения. Первым шагом могло бы стать создание трансатлантической корпорации для мониторинга рабочих характеристик ГНСС.

Далее в статье «Федеральный радионавигационный план предлагает комплекс» анализируется новый радионавигационный план США от 2005 года. План охватывает следующие радионавигационные системы: GPS, TACAN, функциональные дополнения к GPS, ILS, MLS, VOR, DME и приводные радиостанции. Как следует из документа, появление WAAS и наличие GPS позволяют правительству и, в первую очередь, ФАУ постепенно снижать затраты на многие другие наземные средства навигации, которые функционируют в настоящее время. По приоритету вслед за GPS идут функциональные дополнения. Сюда отнесены национальная дифференциальная система DGPS, национальная сеть корректирующих станций, глобальная сеть дифференциальных станций GPS, локальные системы функциональных дополнений. Третьей по значимости рассматривается система «Лоран». Она будет работать до конца 2006 года, а долговременная потребность в этой системе еще рассматривается. По оценке 2004 года ее предлагалось считать резервом для авиации и морских потребителей, однако и ФАУ, и морские потребители пока на считают ее нужной. Решение о ее дальнейшем использовании должно быть принято в конце 2006 года.

Заметка «Галилео работает громко и четко; второй запуск в сентябре» рассказывает о проверке Европейским космическим агентством рабочих характеристик спутника GIOVE-A. Первоначально ожидавшийся в апреле запуск второго спутника GIOVE-B состоится в сентябре с.г., поскольку условие Международного союза электросвязи о необходимости освоения выделенных частот уже выполнено. Теперь можно готовиться к запуску второго

спутника, который конструктивно будет ближе к запланированным четырем КА этапа оценки точности орбитальной группировки Галилео.

Статья под заголовком «Вглядываясь в будущее» рассказывает о прошедшем в Мюнхене в марте этого года саммите по спутниковой навигации. Были представлены обзорные доклады по ГЛОНАСС и GPS. В американском докладе отмечен большой объем рынка приемников сигналов L2C в связи с запуском первого спутника GPS IIR-M. Много докладов было посвящено системе Галилео. Отмечен интересный доклад о создании лазерных частотных генераторов фемтосекундной точности, которые позволят на порядок повысить точность бортовых часов.

В статье «Радиолокатор отключил» представитель Морского исследовательского центра поделился своими соображениями по поводу массового распространения коммерческих приемников GPS на военно-морском флоте. Эта тенденция отмечается некоторыми авторами в связи с тем, что коммерческие приемники намного дешевле и более разнообразны. Однако есть опасения из-за снижения уровня безопасности. В частности, были сообщения о выходе из строя антенн таких приемников GPS, установленных на кораблях военно-морского флота. Причиной являлось воздействие мощного СВЧ излучения радиолокаторов.

В статье «ЕГНОС начинает обеспечивать полеты» рассказано о проведении летных испытаний по заходам на посадку и посадке самолетов по системе ЕГНОС одновременно в районах аэропортов четырех стран — Нидерландов, Швейцарии, Франции и Испании. Эти испытания показали, что при использовании системы ЕГНОС соблюдаются требования, предъявляемые документами ИКАО, и, кроме того, на примере аэропорта в Швейцарских Альпах показано, что намного легче осуществляется посадка в гористой местности.

В статье «Ездить с цифровой картой местности» описывается экспериментальная сеть опорных станций GPS на северо-западе Польши, по которой будут передаваться поправки DGPS/RTK по технологии PPRS. Создано подвижное средство для измерения характеристик местности, по которым строятся цифровые карты. Подключение к опорным станциям и скачивание информации о местности будет стоить относительно недорого, и ожидается, что у системы будет много пользователей.

В статье «Навигация космических кораблей» рассказано о создании автономного бортового приемника GPS для КА «Навигатор» и фильтра определения орбит GEONS, которые могут точно определять орбиту спутника на высоких орбитах.

ЖУРНАЛ GPS WORLD

Май, 2006 г.

GPS WORLD

Май, 2006

Под рубрикой «Системы» помещены материалы о космических навигационных системах. Под заголовком «Анализ и декодирование сигнала L1 спутника GIOVE-A» опубликована заметка о работе группы исследователей ГНСС Корнельского университета. Известно, что была опубликована предварительная версия интерфейсного контрольного документа (ИКД) спутников Галилео, однако документация еще не отработана и не опубликована официально. Детальные сведения о кодах и структуре сигналов есть только у тех специалистов, которые официально проводят оценку сигналов. Поэтому инициативная группа университета осуществила прием сигнала L1 ВОС(1, 1) спутника GIOVE-A, определила и опубликовала PRN коды его сигнала. Коды определялись путем пост-обработки записи цифрового накопительного приемника, соединенного с антенной с заземлением. Полученные коды можно в режиме онлайн получить на сайте журнала. Фирма NovAtel уже сообщила о положительных результатах использования одного из приведенных кодов в приемнике с платой Галилео. Группа также провела дополнительный анализ сигнала. После подавления всех сигналов GPS и SBAS в спектре мощности L1 четко видны два главных лепестка сигнала ВОС(1, 1). Его относительная мощность при угле возвышения спутника Галилео 45 градусов лежит в пределах 3,3 дБ от самых сильных принимаемых сигналов GPS. Доплеровский сдвиг точен в пределах неопределенности часов приемника и эфемерид NORAD. Взаимная корреляция сигнала ВОС(1, 1) по расчетам близка к ожидаемой по форме. То есть, все параметры сигнала Галилео номинальны, кроме периода пилотного кода PRN, который вдвое больше заявленного в предварительном ИКД.

В заметке «Взаимоотношения Галилео и ГЛОНАСС: больше проблема с деньгами» анализируется соглашение, подписанное в начале марта между российским Федеральным космическим агентством (ФКА) и Европейской Комиссией. Создана согласительная комиссия, в которую вошли ФКА, ЕК и ЕКА. Переговоры будут касаться вопросов взаимодействия ГЛОНАСС и Галилео, которые оставались безответными целый год. Задержку России с ответом объясняют финансовы-

ми проблемами, которые благодаря новому акценту на восстановление ГЛОНАСС могут разрешиться. Что же касается Галилео, появились высказывания о возможном сокращении космической группировки системы. Ученые считают, что при 24 спутниках рабочая зона и точность сократятся, что снизит рыночную привлекательность Галилео. Причина таких заявлений – сложность формирования партнерства общественного и частного капитала.

В заметке «Служба E911 и локализация по речевому протоколу Интернета» предполагается, что в этом году будет свыше 80 млн. аварийных вызовов. Однако обнаружить местонахождение звонившего можно только при его точном описании своих координат. По мандату Федеральной комиссии связи США создается служба локализации, предположительно в два этапа. На первом этапе будет устанавливаться местонахождение станции сотовой связи, принявшей звонок. На втором этапе местонахождение звонившего будет устанавливаться с точностью до 50–100 м. Развитие еще одного направления аварийной связи базируется на передаче речи по протоколу Интернета. Благодаря низкой стоимости такая связь может достичь 1 млн. вызовов в этом году.

Заметка «Проблемы с модернизированными сигналами GPS при работе в смешанных режимах» сообщает о проблемах, которые возникли у пользователей с момента включения второго гражданского сигнала GPS L2C. Этот сигнал излучает первый спутник блока IIR-M, запущенный в сентябре 2005 г. и обладающий новым качеством – «гибкой мощностью». Он может повышать мощность сигналов P- и M-кодов (военных) для борьбы с маломощными активными помехами. В моменты включения этого режима некоторые пользователи испытывали проблемы. Это означает, что необходимы изменения спецификаций интерфейса для пользователей GPS.

ЖУРНАЛ GPS WORLD

Июнь, 2006 г.

GPS WORLD

June, 2006

В редакционной статье под заголовком «Кривая промышленности» отмечается, что при внедрении инновационных технологий вначале идет процесс активных научных исследований, создания производства. Это период больших затрат и низкой

отдачи. Затем по мере развития и продвижения продукции на рынок растут доходы. По мнению многих ведущих компаний на рынке ГНСС, в настоящее время эта отрасль промышленности достигла точки на «кривой промышленности», где рост расходов на инновации снижает темпы, и нужно более пристальное внимание уделять менеджменту и развитию бизнеса.

В статье под заголовком «Пример eLORAN» представлена принятая правительством Великобритании концепция электронной навигации на базе ГНСС, которая по замыслу ее создателей должна стать международным стандартом для обеспечения безопасной навигации на море. Морская индустрия развивается быстрыми темпами и дает прирост 4% в год. Суда становятся больше, быстроходнее, интенсивность судоходства растет, а опытных экипажей все меньше. С другой стороны, очевидно, что уязвимость ГНСС неизбежна, поэтому обычные средства навигации — маяки и буи — останутся на море. Разработанная система призвана не только повысить безопасность морских перевозок, но и принести доходы от радионавигации. eLORAN — это низкочастотная навигационная система наземного базирования, работающая на частоте 100 кГц и синхронизированная по времени UTC. Первые испытания eLORAN, проведенные в Харвике в апреле 2006 г. с использованием передатчика в Рагби, продемонстрировали точность в горизонтальной плоскости лучше 9 м с 95% достоверностью при использовании современных миниатюризированных приемников eLORAN. 10 мая с.г. Общее руководство маячных служб Соединенного Королевства и Ирландии издало документ под названием «Пример eLORAN», в котором обозначено, как с помощью этой системы обеспечить надежное экономически эффективное сочетание средств навигации с низким риском для организации судоходства на Британских островах. Предполагается одобрение этого документа Комитетом морской безопасности ИМО.

Заметка под названием «Роботы выходят на улицы в новом испытании» рассказывает о проведении очередного третьего конкурса на лучшее беспилотное транспортное средство под эгидой Агентства по перспективным НИОКР в области обороны (DARPA). Этот проект возник в связи с намерениями Министерства обороны США перевести к 2015 г. до трети боевых транспортных средств в армии на беспилотное управление. Первые два конкурса проводились в условиях гористой пустынной местности. Теперь соревнования будут проводиться в условиях города, и по условиям транспортное средство должно автоматически подчиняться правилам до-

рожного движения, вписываться в поток транспорта, совершать повороты, принимать решения при перегрузке перекрестков и объезжать препятствия. Победитель получит приз 2 млн. долларов, второе и третье места награждаются, соответственно, призами в 500 и 250 тысяч долларов.

В статье «Взвод, вперед!» описываются испытания комплекса системы вождения автомобилей. В комплекс входит несколько автомашин с встроенной системой позиционирования и управления. Основным датчиков является приемник GPS с работой по фазе несущей. В комплекс также входят цифровая видеокамера и лазерный сканер. Испытания показали, что такой комплекс позволяет снизить неопределенность измерений и поддерживать режим при отсутствии данных GPS.

БЮЛЛЕТЕНЬ «НОВОСТИ ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ США»

Том 15, № 4, зима 2005–2006 гг.

NEWSLETTER OF THE INSTITUTE OF NAVIGATION

Vol. 15, No 4, Winter 2005–2006

Журнал открывается сообщением об опубликовании Федерального радионавигационного плана США (FRP 2005), который был подписан в феврале с.г. министрами транспорта, обороны и внутренней безопасности. В Плане представлены системы GPS с функциональными дополнениями, «Лоран-С», TACAN, системы посадки по приборам (ILS), СВЧ системы посадки (MLS), приводные радиостанции, системы VOR и DME. Планируется постепенный переход на навигацию по спутникам, основанную главным образом на GPS и WAAS, а для посадки по категориям II и III с локальным дополнением (LAAS) и ILS. В отношении «Лоран-С» ФРП 2005 отражает политику краткосрочного сохранения системы. Потребность в системе в долгосрочной перспективе будет оцениваться, и в конце 2006 г. министерства транспорта и внутренней безопасности должны будут принять соответствующее решение.

В заметке «Спутник GIOVE-A передает первые сигналы Галилео» сообщается об успешном выводе на орбиту спутника и начале его работы с 12 января с.г. Спутник был запущен с космодрома Байконур 28 декабря прошлого года и в первой половине января проходил испытания, которые успешно завер-

шились. Далее начнется серия измерений радиации на средневысотной орбите, оценка работы бортовых часов и сигнала в пространстве.

В заметке «Позиция и время» президент Американского института навигации Дж. Дохерти сообщает об успешном проведении в январе 2006 г. Национального технического совещания (ION Technical Meeting) и рассказывает о планах мероприятий института навигации США на ближайшее время.

В статье «Состязания автономных газомосколов» рассказывается о проведении Третьих ежегодных соревнований университетов США по наилучшей конструкции и программному обеспечению работающих по GPS газомосколов. Спонсором этих состязаний выступает Институт навигации США.

К 50-летию специального проекта ВМС в журнале опубликована статья по истории создания флота подводных лодок для запуска баллистических ракет под заголовком «Навигация баллистического ракетного флота».

ЖУРНАЛ «ГНСС ИЗНУТРИ»

Март, 2006 г.

INSIDE GNSS

March, 2006

Редакционная статья под рубрикой «Мысли вслух» называется «Аппаратное обеспечение против программного» и раскрывает дилемму, стоящую перед создателями приемников ГНСС. Инженеры-разработчики должны находить компромисс между решениями «в кремнии или в коде» таких задач, как обеспечение быстродействия, надежности, чувствительности, экономической эффективности. Руководители производства должны взвешенно рассматривать применения, условия работы, платформы-носители аппаратуры ГНСС – будет ли она устанавливаться на машины, самолеты или ее будут носить в руках. И еще один важный вопрос: работает приемник ГНСС самостоятельно или встраивается в другие средства? Решение этих вопросов требует такого же компромисса. Помимо проблем физической реализации существует проблема политического обоснования. Это сферы экономики, эргономики, национальных интересов и культур. Например, традиционно в области электроники Китай следовал по пути развития технологий создания аппаратуры при наличии хороших специалистов-программистов, тогда как Индия всегда сла-

вилась своими программистами, хотя занимается и разработкой электроники.

В разделе «Новости отовсюду» сообщается о запуске 18 февраля с.г. второго спутника для системы функционального дополнения GPS Японии (MTSAT). Это региональная система навигации и управления воздушным движением в западной части Тихого океана. Она работает аналогично службам WAAS Федерального авиационного управления США и ЕГНОС Европейского космического агентства.

В заметке «Россия работает над включением последних спутников ГЛОНАСС» рассказано о проблемах с введением в эксплуатацию двух из трех запущенных в конце прошлого года спутников ГЛОНАСС. По официальным российским источникам, на спутниках замерзли топливные трубопроводы, что возможно исправить. Эти два спутника готовятся к выводу в заданные точки орбиты. Если спутники войдут в эксплуатацию, в ГЛОНАСС станет 16 спутников.

В сообщении под заголовком «Бюджет обороны Белого Дома предлагает финансирование GPS» указывается, что по новому бюджету, предложенному в феврале с.г. на 2007 финансовый год для Министерства обороны, заложена сумма свыше 315 млн. долларов на развитие современных технологий для GPS. Если Конгресс утвердит эту цифру, это будет означать существенный рост по сравнению с 2006 годом (85 млн. долларов).

В статье «Опус доктора Браша» рассказывается о техническом директоре одной из фирм, производящих навигационные программы для MATLAB, специалисте, который начал свой путь в науке, пытаясь «взломать» селективную доступность GPS.

В рубрике «Решения ГНСС» размещены материалы, которые представляют собой ответы на вопросы читателей журнала. Один из вопросов касается антенн. Нужна ли новая антенна для новых сигналов GPS и Галилео и сможет ли одна антенна работать на обе системы? Для ответа на эти вопросы автор статьи подробно рассматривает характеристики старых и новых сигналов: частоты, применяемые коды, способы модуляции, хотя для сигналов Галилео еще не опубликован официальный интерфейсный документ. Далее автор анализирует характеристики антенн и выделяет те из них, которые определяют возможность работы по новым сигналам и новым применениям. В общем виде, если новые сигналы ГНСС совпадают со старыми по средней частоте и ширине полосы, то при применении в сходной области проблем с приемом нового сигнала не будет. Автор анализирует возможности конкретных типов существующих в

настоящее время антенн и излагает методику самостоятельной проверки антенн.

Следующий вопрос касается разрешения неопределенностей фазы несущей при наличии новых частот GPS и Галилео. Автор аналитической статьи по этой проблеме предлагает рассмотреть два возможных вида воздействия новых частот на разрешение неопределенностей. Во-первых, нужно менять алгоритмы разрешения. Раньше в основном предлагались алгоритмы разрешения по целому числу. В настоящее время более популярны алгоритмы оптимальной оценки наименьших квадратов целых чисел. В принципе с появлением сигналов Галилео их можно не менять. Однако интересно оценить и надежность разрешения неопределенностей. Автор провел исследование для трех разных широт от экватора на север и сделал выводы относительно выбора длины волны в зависимости от длины базиса и ионосферного эффекта. Рассмотрены характеристики разрешения неопределенностей для различных сочетаний старых и новых сигналов GPS и Галилео и сделан вывод о том, что новые сигналы позволят повысить надежность разрешения неопределенностей.

И в заключение следующий вопрос: как используется ГНСС в сотовой связи помимо служб E-911 и E-112? В заметке на эту тему рассмотрены основные этапы развития сотовой связи. С середины 90-х годов в сетях связи второго поколения появилась кодовая модуляция сигналов и начала внедряться синхронизация базовых станций. Для сетей третьего и четвертого поколений на основе этих достижений были приняты новые стандарты, в соответствии с которыми синхронизация базовых станций осуществлялась по ГНСС. Другими словами, основная задача использования ГНСС в сотовой связи состоит в синхронизации сетей.

В статье «Шоу на дороге» рассказывается о рынке услуг и систем управления мобильными ресурсами и о ведущей фирме QUALCOMM на этом рынке. Описываются перспективы развития этого сектора экономики, используемое оборудование и планы совершенствования работы.

В статье «Тест на предельную мощность» излагается методика измерений потребляемой мощности для приемников GPS, применяемых внутри помещений и на открытом воздухе. Все приемники GPS различаются прежде всего потребляемой мощностью. Конструкция приемника, его условия работы и назначение определяют продолжительность работы батареек питания. Авторы статьи описывают факторы, определяющие рабочие характеристики приемников, и методы оценки их воздействия на потребление мощности.

Статья «Мониторинг сооружений» австралийских и японских авторов рассматривает комбинированное использование GPS и акселерометров для мониторинга структурных деформаций. В течение нескольких лет ведутся работы по применению прецизионных методов измерений с помощью GPS отдельно и вместе с акселерометрами для мониторинга в реальном времени эффектов воздействия явлений природы на сооружения. Описывается новый метод преобразования и интегрирования данных измерений, полученных с помощью такой комплексной системы, а также результаты натурных испытаний на сооружениях, подвергшихся воздействию землетрясения и тайфуна.

В статье сотрудников университета Калгари (Канада) «Выбор фильтра Калмана» проводится сравнение расширенного и нового unscented фильтров Калмана для интегрированной навигационной системы, построенной на базе GPS и микроэлектромеханического (MEM) инерциального устройства. По мнению авторов, GPS и MEM по своим характеристикам взаимно дополняют друг друга, что делает интегрированные навигационные системы более надежными. GPS имеет хорошую точность, но существует опасность блокировки сигнала спутников; дешевые MEM элементы не зависят от сигналов спутников, но их точность быстро снижается со временем. Методами калмановской фильтрации эти две системы можно оптимально объединить. Авторы проводят сравнение двух типов фильтров Калмана и дают свои рекомендации.

В статье немецких исследователей «Техника приемников ГНСС будущего» описывается прошлое, настоящее и будущее технологии создания приемников ГНСС. Эта технология развивается более 25 лет, с момента создания GPS, и сейчас стоит на пороге радикальных изменений в связи с появлением новых сигналов GPS, ГЛОНАСС и Галилео. Основой современного приемника являются микросхемы, которые специально разрабатываются для конкретных задач (ASIC). При этом получается оптимальное решение, но конструирование требует больших затрат времени и капиталовложений. Совершенствование программного обеспечения и аппаратуры позволяет в будущем сократить затраты на разработку путем внедрения программируемых полевых вентильных матриц (FPGA), цифровых процессоров сигналов и даже процессоров общего назначения для полной реализации приемника ГНСС. В статье анализируются все эти технологии и оцениваются перспективы их дальнейшего применения для создания приемников ГНСС.

ЕВРОПЕЙСКИЙ ЖУРНАЛ НАВИГАЦИИ

Том 4, № 1, февраль, 2006 г.

EUROPEAN JOURNAL OF NAVIGATION

Vol. 4, No. 1, February, 2006

Февральский номер журнала открывается интервью, которое президент фирмы Reelektronika и сотрудник редакции журнала д-р Д. Ван Виллиген взял у президента Международной ассоциации «Лоран» (ILA) Лангорна Бонда. Обсуждались вопросы дублирования GPS, дальнейшего использования систем ILS, VOR/DME и «Лоран-С», взаимоотношений и путей принятия решений в государственных организациях США. По мнению Л. Бонда, в США при оценке возможностей GPS в свое время сложилось понятие «единственной службы», которое означает присутствие в пространстве сигналов различных наземных средств навигации, и на самолетах бортовая аппаратура этих средств навигации используется до тех пор, пока они не будут выведены из пользования. Все это никак не связано с понятием безопасности жизни. Понятие «единственное средство (навигации)» — это совсем другое. Оно означает, что для обеспечения безопасности вводится требование использования дублирующей системы. ФАУ в последние десятилетия вместо борьбы за безопасность полетов выдвинуло на первый план вопросы управления воздушным движением. США — единственная индустриально развитая страна, в которой не оплачиваются услуги УВД. Вместо этого в стоимость авиабилетов включен налог, который через Конгресс распределяется в ФАУ. То есть нет связи между пользователями, их деньгами и получаемыми ими услугами. Нет логики в программах создания WAAS и LAAS. Эти дорогостоящие проекты начали, потому что думали отказаться от посадки самолетов по приборам. Но сигналы спутников уязвимы и при наличии этих систем. Теперь ясно, что ILS будет в США всегда. Анализ годичной статистики посадок в сложных метеоусловиях показал, что 90% из них совершается по ILS, и только 10% являются некатегоризированными, то есть в перспективе эти посадки будут совершаться с помощью WAAS. Эта система замышлялась в допущении, что на земле все будет выключено, посадки по приборам не будет и все будет основано на WASS. Теперь мы знаем, что это не так и что максимум использования составит 10%. При этом самолеты должны будут нести на борту средства WAAS, чего сейчас нет. Далее предполагалось, что WAAS начнет

действовать немедленно и скомпенсирует потерю селективной доступности. Вместо этого селективную доступность отменили, а WAAS, по мнению автора, нет до сих пор. То есть не осталось причин, по которым эту систему начали создавать! Кроме того, она оплачена из средств авиаперевозчиков, но авиация общего назначения ею пользуется мало. Основные пользователи находятся вне авиации. Это портативные и автомобильные навигационные средства. Все морские суда плавают по WAAS, потому что система NDGPS Береговой охраны используется только большими судами, но их не так много. Основной костяк потребителей, которых в сотни раз больше, — это мелкие суда, которым удобнее пользоваться «дешевой системой WAAS». Что касается системы «Лоран-С», она модернизируется за счет ФАУ. И хотя сейчас ею в основном пользуются моряки, как только системе будет дан «зеленый свет», что, по мнению Л. Бонда случится в 2006 г., пользователи появятся и в авиации. Это будет первый случай, когда авиаперевозчики и авиация общего назначения смогут принять участие в формировании затрат на системы УВД. Системы такого типа не могут считаться чисто национальными, так как они действуют вне границ. По мнению президента ИЛА, как только «Лоран» получит одобрение, авиация во всем мире признает эту систему, потому что она экономит деньги, и тогда встанет вопрос о ее международном оформлении в качестве универсального резерва GPS.

В статье представителя Национальной аэрокосмической лаборатории (Нидерланды) «Свободный полет» утверждается, что международные проекты по изучению этого режима полетов показали возможность потенциального роста пропускной способности воздушного пространства в три раза. Автор излагает концепцию таких полетов, существующие проблемы организации воздушного движения в контролируемом воздушном пространстве, которые побудили искать выход в разработке новых принципов. Полученные результаты предполагают, что решение проблем увеличения пропускной способности воздушного пространства возможно. Из опыта реализации таких концепций известно, что для внедрения свободного полета потребуется примерно 10 лет — на международную стандартизацию концепции, процедур, оборудования и т.д.

В статье представителя департамента морского транспорта Турции «Сложное оборудование капитанского мостика» рассматривается важная проблема повышения безопасности навигации на море. Автор описывает современные средства для оснащения капитанского мостика и задается вопросом: в столкновениях судов на море виноват человеческий фактор или оборудование? Анализ отчетов о со-

бытиях такого рода свидетельствует, что основной причиной является пренебрежение выполнением обязанностей членами команды корабля, другими словами, нарушение принципов несения вахты на мостике. Автор делает вывод о том, что совершенствование оснащения судов требует подбора команды, их тренировки и обучения и неукоснительного соблюдения процедур судовождения.

В статье сотрудника Технологического университета Тампере (Финляндия) «Состоятельность трех типов расширенного фильтра Калмана применительно к комплексной навигации» дается анализ такого показателя качества работы фильтра, как «состоятельность» (consistency). Фильтр считается «состоятельным», если прогнозируемые ошибки примерно равны реальным значениям. Рассмотрены три типа фильтра (расширенный фильтр Калмана EKF, расширенный фильтр Калмана второго порядка EKF2 и позиционный фильтр Калмана PKF) для решения задач комплексного местоопределения по сигналам спутников и базовых станций мобильных телефонных сетей. На примерах показано, что «состоятельность» является достаточно важной характеристикой, позволяющей проводить сравнение качества фильтров.

В разделе новостей в сфере разработки и производства рассказывается о достижениях фирмы PTV AG (Германия) в области автомобильной и персональной навигации и о новом проекте фирмы Vienna SPIRIT (Австрия) по созданию открытых платформ для информирования и навигации пассажиров, путешествующих разными видами транспорта.

ЕВРОПЕЙСКИЙ ЖУРНАЛ НАВИГАЦИИ

Том 4, № 2, май, 2006 г.

EUROPEAN JOURNAL OF NAVIGATION

Vol. 4, No. 2, May, 2006

Майский номер журнала открывается статьей представителя норвежского института технологии и навигационных исследований под заголовком «Характеристики EGNOS на высоких широтах». Отсутствие видимости спутников в норвежский фиордах на высоких широтах было главным аргументом Норвегии при обсуждении и разработке EGNOS и Галилео. Исследования проводились во время арктической экспедиции на ледоколе весной—летом 2005 г. Для исследований использовали комплекс Kongsberg Seatex DPS 132: приемник Ashtech ZX GPS/SBAS

— промышленный ПК — специально разработанное программное обеспечение Kongsberg Seatex. Экспедиция сделала следующие выводы: поскольку в исследуемом регионе мало или нет эталонных данных от станций наземного сегмента EGNOS (RIMS) (самая северная расположена в Тромсе под 69 градусов СШ), можно было работать по GPS или EGNOS. Спутники GPS наблюдались хорошо и с хорошей геометрией, тогда как по EGNOS за пределами зоны действия RIMS модель ионосферы давала плохие характеристики. По мнению автора, при использовании двухчастотного высокоточного приемника DPS 132 заметных улучшений от EGNOS не наблюдалось. Возможно, при использовании менее сложного или одночастотного приемника EGNOS может улучшить точность примерно до 75 градусов СШ.

В статье «К вопросу о расчете маршрутов судов с минимальным расходом топлива» рассмотрен новый метод, который дополняет известный метод энергетических фронтов. Правильное построение этих энергетических фронтов невозможно. Альтернативой является использование семейства однопараметрических экстремумов, исходящих из точки выхода судна, при этом потребление топлива берется как независимая переменная, от которой при определенных условиях непрерывно зависит этот параметр.

В статье «Повышение точности интегрированных систем GPS/БИНС при определении ориентации» предложен новый каскадный алгоритм снижения шумов БИНС. Для подавления кратковременных погрешностей датчиков, которые не подавляются калмановской фильтрацией, используют метод снижения шумов, основанный на слабых волнах. Однако традиционные алгоритмы этого метода не эффективны для подавления шумов датчика и прочих высокочастотных возмущений (например, вибраций двигателя). Новый метод показал рост эффективности более чем на 80%.

В разделе «Новости компаний» помещена статья представителя фирмы ESRI, производителя систем оснащения аэропортов и аэронавигации, «Предложение географических преимуществ в воздухе и на земле». В статье рассказывается о применении фирмой геоинформационных технологий на всех этапах работы аэропортов.

В разделе «Наука» помещена статья о разработке программного обеспечения для имитаторов сети SISNeT — SISSIM. Эта программа будет использоваться для моделирования местоопределения и проверки работы сети распространения сигналов EGNOS по Интернету в связи с тем, что в густонаселенных и гористых районах доступность сигнала системы EGNOS ограничена.

В заключение в журнале приводится отклик представителя Международной ассоциации институтов навигации Я. Спаанса о Мюнхенском саммите по ГНСС, который состоялся в феврале этого года. Автор отмечает прогресс в области ГНСС по сравнению с прошлым годом. Можно отметить известные положительные подвижки в GPS, ГЛОНАСС и Галилео. В отношении Галилео следует отметить, что подписаны контракты о сотрудничестве с США, Китаем, Израилем и Украиной; парафированы договоры с Индией, Марокко и Южной Кореей; ведутся переговоры с Россией, Аргентиной, Канадой и Норвегией, а также рядом стран в Южной Америке и Азии. В частном секторе партнерства общественного и частного капитала партнеры поделили обязанности по концессии и определили адреса штаб-квартир. Из докладов, представленных США: развернуты дополнительно пять станций мониторинга, создан оперативный центр поддержки (Operational Support Center) для распространения информации о состоянии и рабочих характеристиках пользователям всего мира, в конце 2005 г. опубликован доклад о будущем системы GPS с предложением увеличить орбитальную группировку до 10 спутников в трех плоскостях, растет использование ГНСС в авиации. Россия представила информацию о программе ГЛОНАСС, о сотрудничестве по Галилео, о работах по модернизации системы «Чайка». Освещалось также создание региональных систем ГНСС. В целом, саммит в Мюнхене позволил сделать вывод о том, что социальные и экономические преимущества ГНСС очевидны.

**ЖУРНАЛ
«НОВОСТИ НАВИГАЦИИ»
КОРОЛЕВСКОГО
ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ
ВЕЛИКОБРИТАНИИ**

Январь/февраль, 2006 г.

**NAVIGATION NEWS
THE MAGAZINE OF THE ROYAL
INSTITUTE OF NAVIGATION**

January/February, 2006

Автор статьи «Электронные средства обеспечения безопасности на море» анализирует используемые на море навигационные системы отображения электронных карт и информации (ECDIS), автоматизированной идентификации судов (AIS),

GPS. Однако многие инциденты на море свидетельствуют о том, что на судах велика информационная нагрузка на капитана и тех, кто отвечает за принятие решения. По мнению автора, перед промышленностью стоит сложная задача создания комплексных навигационно-информационных систем для повышения безопасности на море, содействия принятию решения на борту судна и снижения нагрузки на штурмана.

Статья «Рыбы в пространстве» посвящена проблеме изучения ориентирования рыб. По наблюдениям ученых, разные породы рыб используют разные механизмы трехмерного пространственного ориентирования и выбора направления движения и различные органы чувств.

В статье «Из прежнего опыта...» автор рассказывает о рискованном путешествии на легковом автомобиле, оснащенный приемником GPS, через пустыню в Марокко, на которое можно было решиться, только отбросив здравый смысл.

**ЖУРНАЛ
«НОВОСТИ НАВИГАЦИИ»
КОРОЛЕВСКОГО
ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ
ВЕЛИКОБРИТАНИИ**

Март/апрель, 2006 г.

**NAVIGATION NEWS
THE MAGAZINE OF THE ROYAL
INSTITUTE OF NAVIGATION**

March/April, 2006

Статья проф. Видала Ашкенази «ГНСС: преимущества, риски и ложные концепции» пророчит успех ГНСС. С продвижением модернизации GPS, восстановления ГЛОНАСС и реализации Галилео она из замысла постепенно превращается в реальность. Автор рассматривает шаги США по модернизации системы GPS, в частности, планы Министерства обороны на ближайшие 30 лет. Далее он останавливается на перспективах восстановления и развития ГЛОНАСС. Анализируя работы по созданию системы Галилео, автор отмечает особенность Европы – в отличие от GPS и ГЛОНАСС контролирует эти работы Совет министров транспорта Европейского Союза, как будто Галилео – это чисто транспортная система. В ближайшем будущем, по мнению автора, эта ситуация должна

измениться. Совместное использование трех систем, а также региональных систем Японии, Китая, Индии и Австралии обеспечит весьма высокий уровень рабочих характеристик для очень широкого круга пользователей. Перечисляя многочисленные области применения ГНСС, автор особо останавливается на трех относительно новых направлениях. При наличии необходимой базы данных по мобильному телефону с GPS возможно получение информации об окружающем пространстве – местоопределение (где я?) плюс слежение (где тот, кто мне нужен?) дополняется функцией поиска и идентификации объектов (учреждений, музеев, театров и пр.). Далее возможна организация службы обеспечения безопасности до конкретного места (location-based security) – сопровождающий груз модуль или ПК может быть запрограммирован на разрешение доступа только в конкретном месте. Третье направление – это маркетинг и платные услуги. На определенных условиях пользователь мобильного телефона с GPS при перемещении на местности может получать информацию и предложения от близлежащих магазинов и предприятий, предлагающих услуги. По такой же схеме нужно совершенствовать систему взимания платы с автомобилистов – не по объему двигателя, а по месту, времени и продолжительности поездок.

Заметка «За пределами очевидного» рассказывает об организации курьерской службы в Лондоне с использованием спутниковой навигации. Это наглядное подтверждение высказывания президента Королевского института навигации Д. Ласта о том, что спутниковая навигация перестала быть средством для перемещения профессиональных навигаторов из одного места в другое, а в гораздо большей степени стала общественным средством поиска чего угодно кем угодно.

В следующей заметке под заголовком «Воспоминания топ-навигатора» участник соревнований пилотов-любителей рассказывает об этом интересном мероприятии, проводимом клубом пилотов-любителей Великобритании.

Далее в журнале публикуется вторая часть воспоминаний о путешествии по Марокко на автомобиле «Из прежнего опыта – за поворотом».

В заметке «Впереди может быть проблема» опытный метеоролог и моряк рассказывает о том, как правильно интерпретировать прогнозы погоды и планировать плаванье капитанам малых судов и яхтсменам.

В заметке «Галерея времени» рассказывается об истории и наших днях Гринвичской Королевской обсерватории.

НОВОСТИ ОДНОЙ СТРОКОЙ

Этап проверки спутника Галилео GIOVE-A проходит настолько успешно, что запуск второго спутника можно отложить до осени.

* * *

Представители Королевского института навигации рассказали о проблемах навигации, технологиях ГНСС и важности использования системы «Лоран-С» на море на Международной конференции по морским технологиям в Лондоне.

* * *

Ученые Национального центра атмосферных исследований (США) прогнозируют 30–50% усиление солнечной активности, начиная с 2007–2008 года и на последующие 11 лет. Это может отрицательно сказаться на работе систем навигации и связи.



СОСТОЯНИЕ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ ГЛОНАСС

Состояние орбитальной группировки ГЛОНАСС по данным Компьютерного бюллетеня КНИЦ МО РФ на 31.05.2006 г. характеризуется следующей таблицей:

Номер ГЛОНАСС	Номер Космос	Пл-ть/точка	Номер частоты	Дата запуска	Дата ввода	Состояние НКА	Дата вывода
712	2413	1/07	04	26.12.2004	22.12.2005	в системе	
789	2381	1/03	12	01.12.2001	04.01.2002	в системе	
711	2382	1/05	07	01.12.2001	15.04.2003	выведен	30.05.2006
794	2402	1/02	01	10.12.2003	02.02.2004	в системе	
795	2403	1/04	06	10.12.2003	30.01.2004	в системе	
701	2404	1/06	01	10.12.2003	09.12.2004	в системе	
796	2411	1/01	07	26.12.2004	06.02.2005	в системе	
797	2412	1/08	06	26.12.2004	06.02.2005	в системе	
787	2375	3/17	05	13.10.2000	04.11.2000	в системе	
783	2374	3/18	10	13.10.2000	05.01.2001	в системе	
792	2395	3/21	05	25.12.2002	31.01.2003	в системе	
791	2394	3/22	10	25.12.2002	10.02.2003	в системе	
793	2396	3/20	11	25.12.2002	31.01.2003	в системе	
798	2417	3/19	03	25.12.2005	22.01.2006	в системе	
714	2419	3/23	--	25.12.2005			
713	2418	3/24	--	25.12.2005			

www.glonass-center.ru

Интерфейсный контрольный документ открытого сигнала Галилео

На вебсайте Galileo Joint Undertaking (www.GalileoJU.com) в настоящее время доступна предварительная (draft) версия Интерфейсного контрольного документа (ИКД) для открытого сигнала Галилео (The Galileo Open Service Signal-in-Space ICD, OS SIS ICD). ИКД OS SIS ICD в настоящее время является предметом модификаций, обновлений и изменений. Более того, использование информации, содержащейся в OS SIS ICD, включая информацию о развешиваемых (spreading) кодах, сталкивается с вопросом защиты интеллектуальных авторских прав. Поэтому оно допускается только для целей исследования, разработки или стандартизации.

OS SIS ICD включает следующие разделы:

- частотный план Галилео: частотные диапазоны, несущие частоты и полосы частот, способ разделения каналов;

- сигналы Галилео и описание служб;
- характеристики сигналов Галилео: модуляция, логические уровни (logic levels), фазовые шумы передаваемого сигнала, когерентность кодов и передаваемых последовательностей данных, полезная нагрузка (payload) и потери в приемнике по компонентам;
- характеристики развешиваемых (spreading) кодов Галилео: описание кодов, генерация развешиваемых кодов, первичные (primary) коды, вторичные коды, обозначения кодов для спутников;
- структура информационного сообщения Галилео: спецификация общего формата сообщения, описание сообщения F/NAV (свободно доступного навигационного сообщения, обеспечиваемого сигналом E5a), описание сообщения I/NAV (навигационного сообщения для передачи информации о целостности, обеспечиваемого сигналами E5b and E1-B; это сообщение поддерживает функционирование служб с повышенным риском для жизни

(Safety-of-life Services, SoL) и обеспечивает расширенную информацию о целостности системы;

- содержание информационных сообщений (навигационные данные).

В приложении дано описание псевдослучайных последовательностей (ПСП).

GPS World, 24 мая, 2006 г.

Противопомеховая антенна

Сообщается о создании фирмой EDO Corp. (www.ail.com) семиэлементной противопомеховой GPS антенны, которая может быть использована с электронными антенными блоками управления GAS-1, ADAP и другими, используемыми военными авиационными и корабельными платформами. Пассивная антенна серии N79-3 обеспечивает приемлемое усиление и покрытие для диапазонов сигналов L1 и L2. Устройство включает шесть вспомогательных антенных элементов, расположенных вокруг центральной опорной антенны. Оно способно обеспечивать прием GPS сигналов в присутствии преднамеренных и непреднамеренных помех.

Авиационный приемный модуль GPS

Фирмой Thales создан двухчастотный авиационный приемный модуль GPS GNSS 1000S типа SAASM GRAM. Модуль представляет собой 24-канальный приемник L1/L2, P(Y) и C/A-кодов, размерами 144 x 149 x 14,5 мм и массой 0,4 кг. Время первого отсчета соответствует требованиям GRAM стандарта. Модуль потребляет мощность 11 Вт (28 В DC), имеет диапазон рабочих температур от -46 до +101°C и способен работать при ускорениях до 10 g. Надежность модуля 55000 летных часов.

Система управления сельскохозяйственными машинами

Система управления сельскохозяйственными машинами Outback S2 фирмы Hemisphere GPS разработана с использованием дифференциально-

го приемника GPS WAAS и в состоянии производить позиционные определения с частотой 10 Гц. Outback S2 использует GPS технологию компании Crescent, которая обеспечивает 50% улучшение точности и других характеристик по сравнению с предыдущими моделями. Система управляет машиной, движущейся по рядам, исключая перескоки и перекрытия.

Точное управление сельскохозяйственными машинами

Фирмой AutoFarm, отделением корпорации Novariant (США) (www.novariant.com), создана система точного управления сельскохозяйственными машинами (AutoFarm RTK AutoSteer system), использующая систему GPS в режиме RTK, которая может обеспечить точность функционирования на уровне одного дюйма (2,5 см). Система RTK AutoSteer использует многоэлементный антенный модуль на крыше, базовую станцию, экран с клавиатурой, действующей от прикосновений (touch), и математического обеспечения, которое обрабатывает позиционную информацию и информацию об ориентации с тем, чтобы получать данные о широте, долготе, возвышении, крене и курсе в реальном времени. Система создана, чтобы обеспечивать движение по рядам без перескоков и перекрытий, в том числе в режиме без оператора. Система может работать в любых погодных условиях, ночью, а также обеспечивать задний ход. В дополнение к параллельным и круговым рядам, к траекториям «по коробочке» и развернутым веером модуль криволинейных траекторий (Curve Path module) позволяет пользователю создавать конфигурации по выбору для террас, контуров, низовий рек и нерегулярно изрезанных полей. Более подробная информация – на сайте www.gpsfarm.com

www.GPSWorld.com

03.06.2006 г.



СЕМИНАР «ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИОННО-ВРЕМЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»

WORKSHOP «FUNCTIONAL PROBLEMS OF THE UNIFIED NAVIGATION/TIME SUPPORT SYSTEM»

26 апреля 2006 года в ЦУП ЦНИИмаш, г. Королев Московской области, под руководством профессора Почукаева В.Н. состоялось очередное заседание семинара «Проблемы функционирования Единой системы навигационно-временного обеспечения» при Координационном Совете Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система».

Присутствовало более 40 человек из организаций Роскосмоса, Министерства обороны и Министерства транспорта России, РАН, в том числе: ВТУ ГШ МО РФ, ФГУП «НТЦ «Интернавигация», ОАО «РИРВ», ИНАСАН РАН, ФГУП «РНИИ КП», ЦНИИГАиК, 29 НИИ МО, 4 ЦНИИ МО, ЦНИИмаш, Санкт-Петербургского госуниверситета водных коммуникаций и др.

Вниманию слушателей были представлены три доклада:

- Филатов В.Н. (ВТУ ГШ МО РФ) «Параметры Земли 90.02».
- Татевян С.К. (ИНАСАН РАН) «Геодинамические сети и перспективы развития».
- Макаренко Н.Л., Демьянов Г.В. «Геодетические системы координат и перспективы развития».

В докладе Филатова В.Н. были изложены основные отличия версии «Параметры Земли 90.02» от предшествующей модели «Параметры Земли 90» и отмечено ее приближение к международной опорной системе ITRF. Охарактеризовано состояние вопроса со снятием ограничений на точность навигационных определений координат. Его решение ожидается к концу 2006 г.

В докладе Татевян С.К. изложено состояние и перспективы развития геодинамической сети пунктов наблюдения РФ, охарактеризованы параметры их возмущений как по амплитуде, так и по времени, а также возможные связи с общими геофизическими процессами, происходящими внутри Земли. Показано влияние происходящих явлений на состояние координатного обеспечения потребителей России.

В докладе Макаренко Н.Л. и Демьянова Г.В. охарактеризованы системы координат СК-42, СК-95 и ПЗ-90.02 и определены перспективы их развития. Показана целесообразность движения совместно с зарубежными партнерами в направлении постепенного приближения к системе ITRF-2000.

По материалам докладов была развернута дискуссия, в ходе которой состоялось их плодотворное обсуждение. Было высказано пожелание бережного отношения к национальным ресурсам геопространственных данных, учета обновленных параметров ПЗ-90.02 в ГОСТ Р 51794-2001 (Государственный стандарт Российской Федерации. Аппаратура радионавигационная глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. Системы координат. Методы преобразования координат определяемых точек), в SARPs ИКАО и других документах. Было также высказано пожелание ускорить решение вопроса снятия ограничений на точность определения координат.

XIII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

13TH SAINT-PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS

29–31 мая 2006 г. в г. Санкт-Петербурге, в Государственном научном центре Российской Федерации Федеральном Государственном унитарном предприятии «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор», Малая Посадская, 30, состоялась XIII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.

Конференция проведена при поддержке:

- Научного Совета Российской Академии Наук по проблемам управления движением и навигации,
- Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением» (АНУД),
- Американского института аэронавтики и астронавтики (AIAA),
- Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), США,

- Ассоциации астронавтики и аэронавтики Франции (AAAF),
- Французского института навигации (IFN),
- Немецкого института навигации (DGON).

В работе конференции приняли участие более 260 ученых и специалистов в области навигации и управления движением из таких стран, как Канада, Китай, Чехия, Франция, Германия, Индия, Польша, Португалия, Словакия, Южная Африка, Швеция, Швейцария, Сирия, Тайвань, Украина, США и из 25 городов России.

Конференцию открыл генеральный директор ФГУП «ЦНИИ Электроприбор» академик РАН Пешехонов В.Г.

Конференция проходила в форме тематических заседаний:

- «Интегрированные системы» под руководством к.т.н. Б.С. Ривкина, Россия, проф. Д. Синкевича, США, проф. Л.П. Несенюка, Россия, г-на Л. Камберлена, Франция, д.т.н. Ю.А. Литмановича, Россия, проф. А.В. Небылова, Россия, проф. И.М. Окона, Россия;

- «Спутниковые системы» под руководством д.т.н. О.А. Степанова, Россия, и проф. А.В. Збруцкого, Украина;

- «Инерциальные системы и датчики» под руководством проф. Д.П. Лукьянова, Россия, проф. Г. Троммера, Германия, проф. В.З. Гусинского, Россия, и д-ра Д. Линча, США.

Всего в ходе трехдневной работы конференции было представлено 30 пленарных и 50 стендовых докладов. Среди них следующие:

В.Н. Бранец, М.В. Михайлов, А.В. Коростелев (РКК «Энергия» им. С.П. Королева, г. Королев Московской обл., Россия) «Фазовый метод решения задачи относительной навигации при сближении космических аппаратов с международной космической станцией по сигналам спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС».

У.С. Лу (ENAC, LAAS du CNRS, Тулуза, Франция), Л. Дуан (ENAC, UT2, Тулуза, Франция), Ф. Мора-Камино (ENAC, LAAS du CNRS, Тулуза, Франция), Б.О. Уаттара (EAMAC/ASECNA, Ниамай, Республика Нигер) «Оценка нового подхода к разработке четырехмерных систем управления».

В.Н. Буков (ФГУП «НИИ авиационного оборудования», г. Жуковский Московской обл., Россия), А.С. Бочаров, Н.И. Сельвесюк (Военно-воздушная инженерная академия им. Н.Е. Жуковского, Москва, Россия) «Синтез контуров управления летательного аппарата с гарантированной точностью».

В.С. Лобанов, Н.В. Тарасенко, Д.Н. Шульга, В.Н. Зборошенко (ФГУП «ЦНИИ машиностроения», г. Королев Московской обл., Россия), В.П. Фе-

дотов (ФГУП «НПО им. С.А.Лавочкина», г. Химки Московской обл., Россия) «Использование корректируемой бесплатформенной инерциальной навигационной системы на основе волоконно-оптических гироскопов и кварцевых акселерометров для управления движением межпланетных КА».

Виржиния Камера Ферро (EMBRAER, Сао Хосе дос Кампос, Бразилия), Анри Леблон (THALES Instruments, Вандом, Франция) «Эволюция резервного оборудования для гражданской авиации за последние двадцать лет и ее влияние на разработку недорогих инерциальных измерительных модулей».

В.Д. Дишель, А.К. Быков, В.Г. Сулимов, Н.В. Соколова, А.В. Федоров (ФГУП «НПЦ автоматики и приборостроения им. акад. Н.А. Пилюгина», Москва, Россия) «Совершенствование бортового математического обеспечения первой инерциально-спутниковой системы навигации и ориентации космических средств выведения. Обобщение результатов серии летных испытаний системы».

Дамьен Кубрак, Кристоф Макабье (ENAC, Тулуза, Франция), Мишель Монра (Alcatel Space, Тулуза, Франция) «Применение дешевых микромеханических датчиков для усовершенствования обработки сигналов бесплатформенных инерциально-спутниковых систем».

Е.Г. Харин, В.Г. Поликарпов, И.А. Копылов, В.А. Копелович, В.Р. Кожурин (ФГУП «ЛИИ им. М.М. Громова», г. Жуковский Московской обл., Россия) «Использование комплекса бортовых траекторных измерений для оценивания характеристик систем и комплексов бортового оборудования при летных испытаниях самолетов».

Милош Сотак, Франтишек Кмеч (Академия вооруженных сил, Липтовски Микулас, Словакия), Милан Сопата (Технический университет, Кошице, Словакия) «Сравнение калмановской фильтрации и фильтрации на базе «частных» фильтров, применяемых в инерциально-спутниковых навигационных системах».

Джамшаид Али, Фан Яньчен (Пекинский университет авиации и космонавтики, Пекин, Китай) «Автономный интегрированный комплекс, включающий БИНС и астронавигационную систему и реализованный на базе алгоритма «выделенных частных» фильтров».

А.А. Фомичев, А.Б. Колчев, П.В. Ларионов, Р.В. Пугачев, В.Б. Успенский (ЗАО «Лазекс», г. Долгопрудный Московской обл., Россия) «Комплексирование информации в интегрированной навигационной системе при неполном рабочем созвездии спутников».

А.В. Чернодаров, А.П. Патрикеев, С.М. Гладкин (Военно-воздушная инженерная академия им.

Н.Е. Жуковского, Москва, Россия), С.Л. Булгаков, Ю.П. Михеенков («Лазер Сервис», Москва, Россия), Ю.Д. Голяев, Ю.Ю. Колбас (ФГУП «НИИ «Полюс», Москва, Россия) «Улучшение эксплуатационных характеристик интегрированных навигационных систем на основе сильносвязанных схем демпфирования ошибок чувствительных элементов».

Ю. Мещер, А. Майер, Г.Ф. Троммер (Институт оптимизации систем, Университет Карлсруэ, Германия) «Сравнение модульного и центрального фильтров, используемых при решении задачи навигации по рельефу местности».

Р. Каточ (CABS, Бангалор, Индия), П.Р. Махпатра (Индийский институт наук, Бангалор, Индия) «Оценка пространственного положения самолета при помощи GPS приемника с использованием нейронной сети и фильтра Калмана».

Джозеф Софка, Виктор Скормин (Бингемптонский университет, Бингемптон, штат Нью-Йорк, США) «Стабилизация оптической платформы с использованием полнозапястного робота-манипулятора «Omni-Wrist III».

И.Б. Бедрин, В.С. Жолнеров, И.К. Конаржевский (ОАО «Российский институт радионавигации и времени», Санкт-Петербург, Россия), Ю.А. Соловьев, В.М. Царев (ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Москва, Россия) «Совместное использование спутниковых и импульсно-фазовых радионавигационных систем с помощью интегрированной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS/Loran-C/Чайка».

С.Б. Беркович, Н.И. Котов, А.В. Шолохов (Серпуховский военный институт, г. Серпухов Московской обл., Россия), Л.П. Каменский, В.М. Рудаков (ФГУП «Московский институт теплотехники», Москва, Россия), А.И. Сдвижков (ФГУП «ВНИИ «Сигнал», г. Ковров Владимирской обл., Россия) «Коррекция автономных наземных навигационных систем в движении по отдельным точкам цифровой карты дороги».

В.В. Инсаров (ФГУП «Государственный НИИ авиационных систем», Москва, Россия) «Алгоритмы комплексного оценивания в интегрированной системе наведения с использованием нескольких источников информации».

Фарид Гул, Фан Цзяньчэн (Пекинский университет авиации и космонавтики, Пекин, Китай) «Калибровка датчиков бесплатформенной ИНС при помощи астрономических наблюдений и использования особенностей неуправляемых участков траектории полета».

Кристина Шнибауер (Robert Bosch GmbH, Vlaupunkt GmbH, Хильдесхайм, Германия), Майлин Варгенберг (Robert Bosch GmbH, Vlaupunkt GmbH, Хильдесхайм, Германия) «Переход от сигналов ка-

нала дорожных сообщений ТМС к системе оперативной информации об участках трасс. Методы создания служб информации о дорожном движении».

О.А. Степанов (ФГУП «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, Россия), О.С. Амосов (Государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре, Россия) «Применение нейронных сетей в нелинейных задачах обработки навигационной информации».

В.И. Кулакова, А.В. Небылов (Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Россия), О.А. Степанов (ФГУП «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, Россия) «Применение H_2/H_∞ – оптимизации в задаче авиационной гравиаметрии».

Г.П. Аншаков, А.И. Мантуров, Я.А. Мостовой, В.И. Рублев, Ю.М. Усталов (ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», Самара, Россия) «Бортовое навигационное обеспечение космического аппарата дистанционного зондирования Земли «РЕСУРС-ДК».

Ю.Н. Коркишко, В.А. Федоров, В.Е. Прилуцкий, В.Г. Пономарев, В.Г. Марчук, И.В. Морев, Е.М. Падерин, С.М. Кострицкий (ООО «НПК «ОПТОЛИНК», Зеленоград, Москва, Россия), В.Н. Бранец, В.С. Рыжков (РКК «ЭНЕРГИЯ» им. С.П. Королева, г. Королев Московской обл., Россия) «Трехосный волоконно-оптический гироскоп для ракетно-космического применения».

Я.И. Биндер, А.Е. Елисеенков, Т.В. Падерина, В.Г. Розенцвейн (ФГУП «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, Россия) «Малогобаритные гироскопические инклинометры: проблемы, концепция развития, результаты разработки и внедрения».

П.К. Плотников, Ю.В. Чеботаревский, В.Б. Никишин, А.И. Синев, В.Ю. Чеботаревский (Саратовский государственный технический университет, Саратов, Россия) «Развитие метода решения задач подземной навигации».

А.П. Колеватов, С.Г. Николаев (Пермский государственный технический университет, Пермь, Россия), А.Г. Андреев, В.С. Ермаков, Д.А. Дунаев, О.Л. Кель, Н.В. Мальгин (ОАО «Пермская научно-производственная приборостроительная компания», Пермь, Россия) «Разработка двухрежимного гирогоризонткурсоуказателя на базе волоконно-оптических гироскопов для наземных объектов».

Виктор Федосов, Милан Хвойка (Авиационный научно-исследовательский и испытательный институт, Прага, Чехия) «Высокочувствительный микроакселерометр MAC (разработка и применение)».

Конференцию отличала прекрасная организация. Все представленные доклады изданы на

русском и английском языках. Работе конференции сопутствовала приличная погода и интересная культурная программа. Для участников конференции были предоставлены средства связи, компьютеры и Интернет, организовано посещение выставки образцов новой техники ЦНИИ «Электроприбор».

31 мая 2006 г. по завершении конференции состоялось также XXI общее собрание Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением».

Общее собрание открыл президент академии академик РАН В.Г. Пешехонов.

На научной сессии «Теория управления на современном этапе» были заслушаны следующие доклады:

1. А.Л. Фрадков (Институт проблем машиноведения РАН) «Прикладная теория управления: кризис или взлет?»

2. С.В. Смоленцев (Государственная морская академия им. адмирала С.О. Макарова) «Динамические семантические сети в системах управления».

3. А.В. Небылов (Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения) «Структура науки об управлении по версии ИФАК».

4. О.А. Степанов (ФГУП «ЦНИИ Электроприбор») «Итоги Общероссийского семинара «Современные методы навигации и управления движением».

Отчет президиума о работе академии за период с 27.10.2005 по 30.05.2006 и организационные вопросы представил А.В. Небылов.

С заключительным словом выступил академик В.Г. Пешехонов.

Контакты:

Россия, 197046, Санкт-Петербург,

Малая Посадская, 30

Тел: (812) 499-82-10

(812) 499-81-57

(812) 499-82-93

Факс: (812) 499-33-76

E-mail: office@eprib.ru



К ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В МИНИСТЕРСТВЕ ТРАНСПОРТА РОССИИ В 1991 – 2000 гг. ЧАСТЬ II

В.Б. Ефимов, А.Н. Коротоношко

В статье дан исторический обзор развития отечественной системы обеспечения безопасности воздушного движения и создания современной структуры обеспечения безопасности полетов Министерством транспорта России.

ON THE BACKGROUNDS OF THE AIR TRAFFIC SAFETY SYSTEM DEVELOPMENT IN THE MINISTRY OF TRANSPORT OF RUSSIA IN 1991-2000. PART II

V.B. Yefimov, A.N. Korotonoshko

The paper presents the history and backgrounds of the development of the national Air Traffic Control System and the establishment of the present structure of the air traffic provision in the Ministry of Transport of Russia.

Российский период технического оснащения ЕС ОВД

В период организации российской ЕС ОВД темпы ее технического оснащения резко затормозились из-за разрушения системы финансирования в новых экономических условиях и возникших организационных нестыковок. Естественным решением возникших проблем, как это казалось, было привлечение к процессу финансового обеспечения иностранных (государственных и частных) кредитов. Как следствие, это создавало тенденции оснащения ЕС ОВД средствами радиолокации и автоматизации, разработанными и поставленными зарубежными фирмами, и внедрения иностранных государств в суверенные вопросы России в части использования воздушного пространства.

В период 1990 – 1991 гг. рядом российских научных организаций промышленности и Министерства обороны (МНИИПА, ЦНИИРЭС, 2 ЦНИИ МО РФ) были разработаны первые общероссийские проекты оснащения районов УВД «Авиатрасса», «Авиатрасса-1» и «Транзит-ДВ», в которых были сформулированы первые предложения по автоматизации управления движением на наиболее выгодных в экономическом отношении маршрутах пролета иностранных ВС в воздушном пространстве России (Транссибирские, Трансполярные и Дальневосточ-

ные маршруты). Но для реализации этих проектов не было устойчивых источников финансирования, а также отсутствовали годные к производству некоторые виды отечественных технических средств.

Далее к началу 1992 года с участием российских научных организаций были разработаны два иностранных проекта автоматизации управления движением, охватывающих всю территорию Российской Федерации. Это проекты международного консорциума ГАТСС, возглавляемого фирмой «Вестингауз Электрик», и французской фирмы «Томсон-ЦСФ». Позже к этим двум проектам присоединился проект, разработанный совместным российско-итальянским предприятием «Буран».

Для выбора одного из этих проектов в апреле 1992 года была образована Правительственная комиссия под руководством первого заместителя председателя Правительства России Хижи Г.С. Указанная комиссия разработала следующие рекомендации:

- ни одному из представленных иностранцами проектов предпочтения не отдавать,
- работы по созданию проектов оснащения ЕС ОВД продолжить под руководством Российской головной организации (которую необходимо специально создать),
- иностранных разработчиков проектов, фирмы «Вестингауз Электрик», «Томсон-ЦСФ» и сов-

местного предприятия «Буран», привлекать к проектам как разработчиков основных средств автоматизации и отдельных центров УВД.

На основании этих рекомендаций комиссии для выполнения работ по модернизации единой системы организации воздушного движения распоряжением Правительства Российской Федерации № 2176-р от 26.11.92 г. была образована «Межведомственная координационная комиссия по модернизации единой системы организации воздушного движения» под председательством Министра транспорта Российской Федерации Ефимова В.Б.

На Минтранс России и Минобороны России (в части выполнения специальных требований) были возложены функции государственного заказчика по модернизации единой системы организации воздушного движения, а для руководства работами, связанными с выполнением этих функций, Минтрансом России должна быть создана специальная генеральная дирекция с участием откомандированных в Минтранс России 12 военнослужащих из числа лиц офицерского состава. Руководство Генеральной дирекцией возлагалось на заместителя Министра транспорта.

Указанным распоряжением было также предусмотрено создание головной российской государственной организации по выполнению работ, связанных с модернизацией ЕС ОВД.

В декабре 1992 г. Генеральная дирекция Минтранса России была создана. Ее руководителем — заместителем Министра был назначен Коротышко А.Н., и первым заместителем Генерального директора по спецвопросам (по вопросам Минобороны России) был назначен прикомандированный из войск генерал-лейтенант Дубров Г.К. Для работы в дирекции были привлечены ведущие специалисты гражданской авиации Ермолов О.К. и МО — Гапотченко О.О.

Первым шагом действий вновь созданной генеральной дирекции была подготовка организующих директивных документов Правительства Российской Федерации. Основным таким документом явилось постановление Правительства РФ от 30.04.93 г. № 403. Этим постановлением было предписано:

Министерству транспорта Российской Федерации и Министерству обороны Российской Федерации:

- совместно с заинтересованными министерствами и ведомствами провести с 1993 года по 2005 год модернизацию единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (ЕС ОВД), включающей в себя систему организации использования воздушного пространства, систему организации потоков воздушного движения и систему

управления воздушным движением с их организационными структурами;

- разработать и представить в установленном порядке до 30 мая 1993 г. в Совет Министров — Правительство Российской Федерации Федеральную программу модернизации единой организации воздушного движения Российской Федерации с учетом результатов работ по созданию единого радиолокационного поля страны, предложений международного консорциума «ГАТСС», французской фирмы «Томсон-ЦСФ» и других работ по организации ЕС ОВД, осуществляемых отечественными, иностранными и совместными предприятиями, в том числе российско-итальянским предприятием «Буран»;

- совместно с Министерством экономики Российской Федерации и Министерством финансов Российской Федерации определить источники финансирования указанной Федеральной программы.

Кроме того, Правительство Российской Федерации согласилось с предложениями Министерства транспорта Российской Федерации, Министерства обороны Российской Федерации и Комитета Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности о привлечении к финансированию и реализации Федеральной программы модернизации единой системы организации воздушного движения Российской Федерации ведущих иностранных фирм и о создании для этих целей международного консорциума с долей организаций и предприятий России в его уставном капитале не менее 51 процента, и предписало Комитету Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности выступить в качестве соучредителя международного консорциума (генерального подрядчика работ по модернизации ЕС ОВД), для чего создать на базе Центрального научно-исследовательского института радиоэлектронных систем и научно-производственного объединения «Протон» Комитета Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности научно-технический центр, головную организацию и генерального подрядчика для предприятий промышленности Российской Федерации, участвующих в модернизации ЕС ОВД.

Кроме того, указанным постановлением были утверждены разработанные Минтрансом Положение о Межведомственной координационной комиссии по модернизации единой системы организации воздушного движения Российской Федерации и ее персональный состав и Положение о Генеральной дирекции по модернизации единой системы организации воздушного движения Российской Федерации, и дано право Министерству транспорта Российской Федерации определять порядок финансирования содержания Генераль-

ной дирекции по модернизации единой системы организации воздушного движения за счет фонда оплаты труда работников центрального аппарата Министерства и ассигнований на содержание центрального аппарата.

Следующим шагом действий Генеральной дирекции была разработка «Федеральной целевой программы модернизации ЕС ОВД Российской Федерации до 2005 года».

Указанная программа была разработана Генеральной дирекцией при научном обеспечении и обосновании программы головной организации гражданской авиации ГосНИИ «Аэронавигация» (руководитель Галкин В.Я.) и участия всех заинтересованных министерств и ведомств.

Правительство Российской Федерации своим Постановлением от 20.04.95 г. № 368 утвердило представленную Министерством транспорта Российской Федерации, Министерством обороны Российской Федерации, Государственным комитетом Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности согласованную с Министерством экономики Российской Федерации и Министерством финансов Российской Федерации Федеральную программу модернизации Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации на период до 2005 года и установило, что мероприятия Программы, реализуемые Министерством транспорта, финансируются в основном за счет средств, получаемых за аэронавигационное обслуживание воздушных судов, а мероприятия Программы по реализации специальных требований Министерства обороны — за счет средств государственного оборонного заказа.

Утвержденная программа в целях поддержания и совершенствования организационной структуры ЕС ОВД России включала в себя десять проектов:

- модернизация технического оснащения действующих и вновь открываемых международных воздушных трасс (проект 1);
- внедрение перспективных АСУ ВД в наиболее загруженных районах и зонах России (проект 2 — Московский район УВД и Московская воздушная зона, проект 3 — внедрение АСУ, разработанных СП «Буран», и проект 7 — оснащение других воздушных зон России);
- совершенствование оснащения аэродромов средствами обеспечения посадки (проект 8);
- внедрение перспективных средств и методов — средств ОВД, основанных на космических технологиях навигации и связи (проекты 4 и 5);
- создание и внедрение интегрированной многоуровневой системы планирования использования воздушного пространства России (проект 6);

- модернизация бортового пилотажно-навигационного и связанного оборудования (проект 10);
- создание технических средств обеспечения профессиональной подготовки диспетчеров УВД (проект 9).

В результате реализации этих проектов степень автоматизации УВД в воздушном пространстве России должна была возрасти с 27% (в 1995 году) до 85% к 2005 году.

С вводом в действие программы началась ее плановая реализация. К сожалению, в период 1995 — 1999 годов на ее реализации негативно отразились два фактора:

- резкое сокращение интенсивности полетов отечественной гражданской авиации в воздушном пространстве России;
- несбалансированность доходной и расходной частей сборов за аэронавигационное обслуживание.

Поэтому к 2000-му году были лишь частично реализованы основные проекты программы: введены средства обеспечения полетов на важнейших международных трассах (дальневосточные, транссибирские), введен ряд ранее начатых систем автоматизации аэродромов и проведена их модернизация.

В целом, изменение условий реализации программы и ее финансирования привели к необходимости ее корректировки.

Одновременно в 1996 году изменилась и организационная основа модернизации системы ЕС ОВД России. На основании Указа Президента от 15.03.96 г. № 382 и постановления Правительства Российской Федерации от 14.05.95 г. № 583 все работы по модернизации ЕС ОВД были сосредоточены в Федеральной авиационной службе (ФАС). В Минэкономразвития России были подготовлены новые предложения по программному планированию. Поэтому ФЦП по модернизации ЕС ОВД была откорректирована и вошла в виде подпрограммы в ФЦП «Модернизация транспортной системы России на 2002 — 2010 гг.», утвержденную постановлением Правительства Российской Федерации от 05.12.01 г. № 848.

Повышение уровня безопасности полетов за счет развития новых технологий обеспечения безопасности движения

В советский период развития основной технологической базой обеспечения полетов воздушных судов были:

- первичные и вторичные радиолокаторы контроля воздушного движения;
- радионавигационные средства — системы приводных радиомаяков, ближней и дальней навигации (РСБН и РСДН);

- радиотехнические и радиолокационные системы посадки (ИЛС и РСР);
- средства автоматизации доведения радиолокационной информации до диспетчеров управления воздушным движением (средства АСУВД).

Аналогичные средства применялись и для управления движением других видов транспорта, в частности, морских и речных судов.

В 80-х годах прошлого века началась новая эра развития технических средств навигации, в США и СССР создавались спутниковые навигационные системы. Эти системы разрабатывались в первую очередь для решения военных задач. Вместе с тем, навигационные спутники имели и гражданские сигналы навигации, что в конечном итоге привело к радикальным изменениям в области построения систем безопасности движения.

В 1991 году на 10-й Аэронавигационной конференции ИКАО мировым авиационным сообществом было констатировано, что основным компонентом будущей системы аэронавигационного обслуживания полетов воздушных судов является Глобальная навигационная спутниковая система (GNSS), базирующаяся на Глобальной навигационной спутниковой системе СССР (ГЛОНАСС) и глобальной спутниковой системе определения местоположения США (GPS).

На этой же конференции делегации СССР и США от имени своих правительств сделали заявления о предоставлении мировому авиационному сообществу этих систем в стандартное использование, без каких-либо ограничений и дискриминационных мер, без оплаты за пользование космическим сегментом систем, а также о принятии на себя обязательств по поддержанию систем (США – в течение 10 лет, СССР – в течение 15 лет).

Решения, принятые на 10-й Аэронавигационной конференции ИКАО, явились логическим завершением деятельности Комитета по будущим аэронавигационным системам ИКАО (FANS), который был создан по инициативе СССР и США и в работе которого принимали участие ведущие специалисты в области авиации и спутниковых технологий СССР, США, Великобритании, Франции, Германии и др. От СССР, а затем и от России эту работу возглавляла Анодина Т.Г., которая являлась одним из председателей FANS.

Следует отметить, что в разработку новых международных концепций безопасности воздушного движения вместе с Анодиной Т.Г. значительный вклад внесли и другие специалисты транспорта и промышленности Советского Союза, такие как Шкирятов В.В., Громов Г.Н. Они впервые в международной практике выдвинули идеи объединения

для обеспечения безопасности систем спутниковой навигации и связи, что в конце концов привело FANS к идеологии систем CNS/ATM (связь, навигация, наблюдение/управление воздушным движением) на воздушном транспорте.

Таким образом, Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) принято решение о том, что после 2000 г. Глобальная спутниковая навигационная система (GNSS), состоящая из российской СНС ГЛОНАСС и американской GPS, должна стать основным средством навигационного обеспечения международных полетов воздушных судов.

Советские, а в последствии российские специалисты, базируясь на достижениях отечественной науки, принимая участие в работе Комитета FANS, наглядно показали, что внедрение спутниковых систем навигации, связи и наблюдения приводит к повышению пропускной способности воздушных трасс, уменьшению минимумов горизонтального и вертикального эшелонирования, сокращению протяженности маршрутов, усовершенствованию организации воздушного движения в океанических районах и др.

Для России внедрение спутниковых технологий означало возможность организации воздушных трасс в приполярных районах, полетов над труднодоступными районами, а также возможность снижения финансовых затрат, связанных с техническим оснащением воздушных трасс, районных центров УВД, внедрением аэродромных систем УВД.

Как следствие этого, самолеты и вертолеты, выполнявшие полеты в районах Крайнего Севера в условиях безориентирной местности, получали надежное оборудование по определению местоположения, а также надежную радиосвязь.

Появилась возможность открывать новые международные воздушные трассы, связывающие государства Европы с американским континентом, с государствами Юго-Восточной Азии, и пролегающие над территорией России.

В декабре 1995 года Министерством обороны России, РКА и промышленностью завершены работы по развертыванию и вводу в действие глобальной спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС. В космосе начала функционировать группировка из 24 космических аппаратов, создан и заработал соответствующий наземный комплекс.

Система ГЛОНАСС разрабатывалась и внедрялась как система двойного назначения в первую очередь для обеспечения национальной безопасности страны. Вместе с тем, для использования в транспортных системах и средствах, землеведении, землепользовании, а также в научных исследованиях в системе ГЛОНАСС предусмотрен отдельный

навигационный канал гражданского назначения. Использование этого канала позволило в определенной степени оправдать те значительные затраты, которые были понесены страной по созданию этой сложной и дорогой системы.

К этому моменту специалисты Минтранса и промышленности России Анодина Т.Г. и Громов Г.Н. подготовили предложения о расширении использования спутниковых навигационных систем на системы безопасности и эффективности всех видов транспорта и провели предварительные исследования создания необходимых для этого бортовых технических средств.

По своим техническим характеристикам и возможностям система ГЛОНАСС является одной из немногих национальных систем, которые могли быть продвинуты Российской Федерацией на мировой рынок информационных технологий с соответствующими экономическими и политическими выгодами.

Основными преимуществами спутниковых навигационных систем являются высокая точность навигации, глобальность применения, универсальность применения для любых воздушных, морских, наземных транспортных объектов и неограниченность числа пользователей.

Основными разработчиками СНС ГЛОНАСС были НПО прикладной механики (г. Красноярск, генеральный конструктор Решетнев М.Ф., он же главный конструктор системы), РНИИ космического приборостроения (г. Москва), Российский институт радионавигации и времени (г. С.-Петербург).

Заказчиком и эксплуатантом СНС ГЛОНАСС было Минобороны России (ВКС).

В 1996 г. система ГЛОНАСС (так же, как ее американский аналог GPS) была представлена Минтрансом России от имени Правительства Российской Федерации международному сообществу (в лице международных организаций авиации – ИКАО и мореплавания – ИМО) с гарантированным сроком использования не менее 15 лет. Система ГЛОНАСС соответствующими решениями была принята ИКАО и ИМО в качестве основного элемента будущей глобальной навигационной спутниковой системы, наличие этой системы наряду с американской системой GPS позволило обеспечить необходимые характеристики безопасности полетов и плавания в любом районе мира, а также обеспечило снижение себестоимости перевозок за счет экономии топлива и сокращения эксплуатационных расходов пользователей транспортных средств.

Вместе с тем, внедрение системы ГЛОНАСС в практику использования ее гражданскими потребителями сдерживалось рядом факторов, таких как

отсутствие необходимых стандартов и нормативов, отсутствие поставок экономичной и эффективной аппаратуры пользователей и отсутствие обоснованных планов внедрения средств спутниковой навигации на транспорте и у других пользователей.

Для решения этих вопросов Правительство Российской Федерации выпустило постановление № 237 от 7 марта 1995 г., в котором поручило:

- Министерству обороны Российской Федерации, Российскому космическому агентству и Министерству транспорта Российской Федерации обеспечить развертывание глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС и начать ее эксплуатацию в полном составе в 1995 году для обслуживания отечественных военных и гражданских потребителей и зарубежных гражданских потребителей в соответствии с имеющимися обязательствами.

- Министерству транспорта Российской Федерации, Министерству обороны Российской Федерации, Российскому космическому агентству и Государственному комитету Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности разработать во II квартале 1995 г. программу использования системы ГЛОНАСС для гражданских целей, включая создание и производство в 1995 – 2000 годах навигационной аппаратуры гражданских потребителей, а также станций передачи дифференциальных поправок, и представить ее в Правительство Российской Федерации.

- Министерству транспорта Российской Федерации совместно с Министерством обороны Российской Федерации, Российским космическим агентством и Государственным комитетом Российской Федерации по оборонным отраслям промышленности представить в Международную организацию гражданской авиации и Международную морскую организацию необходимые материалы для подготовки соглашений об использовании системы ГЛОНАСС в качестве элемента международной глобальной навигационной системы для гражданских потребителей и обеспечивать взаимодействие с указанными международными организациями в процессе использования системы ГЛОНАСС.

С выходом этого постановления Минтранс России получает статус головного ведомства по гражданскому применению системы ГЛОНАСС.

В соответствии с поручениями постановления № 237 Минтрансом России и ведомствами-соисполнителями была разработана «Федеральная программа использования системы ГЛОНАСС гражданскими потребителями». В состав этих потребителей были включены воздушные, морские и речные суда, средства междугородного и городского автотранспорта, а также средства координато-

метрирования для геодезистов, топографов, землемеров и др.

Целью программы было обеспечение широкомасштабного внедрения навигационной аппаратуры, повышающей безопасность, оперативность и эффективность транспортных и других систем, выход на новый уровень навигационного обеспечения и координатометрирования.

Идеология реализации программы заключалась в создании необходимых условий в государственном стимулировании и в поддержке внедрения аппаратуры пользователей. В то же время основные затраты на внедрение, как и экономический эффект от внедрения, будут нести (и получать соответственно) пользователи системы: транспортные компании, перевозчики и т.д.

Программа предусматривала реализацию трех групп мероприятий.

Первая группа — это исследовательские работы по выработке идеологии гражданского использования навигационных спутниковых систем и определения облика необходимой дополнительной аппаратуры и систем.

Вторая группа вопросов программы — опытно-конструкторская деятельность по разработке навигационной аппаратуры пользователей, в том числе так называемых дифференциальных станций, позволяющих потребителям резко повысить точность, надежность и достоверность местоопределения.

Третья группа вопросов программы связана с обязательным или экономически целесообразным оснащением транспортных средств: аэродромов, портов терминалов навигационной аппаратурой, то есть — собственно внедрение гражданского использования спутниковых систем.

Программа в основной фазе была рассчитана на реализацию в течение пяти лет.

Правительство Российской Федерации своим Постановлением от 15 ноября 1997 г. № 1435 утвердило «Федеральную целевую программу по использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей» и определило Министерство транспорта Российской Федерации государственным заказчиком — координатором Программы, а Министерство экономики Российской Федерации, Министерство обороны Российской Федерации, Российское космическое агентство, Федеральную авиационную службу России и Федеральную службу геодезии и картографии России — государственными заказчиками Программы.

Вместе с тем, после утверждения и начала реализации Программы положение с поддержанием орбитальной группировки системы ГЛОНАСС в

1997 — 2000 гг. оставалось сложным из-за отсутствия у государства необходимых финансовых средств для поддержания группировки — производства космических аппаратов и вывода их на орбиту.

С 1997 г. по 1998 г. число КА в орбитальной группировке ГЛОНАСС сократилось с 24 до 14.

В этих условиях Президент Российской Федерации специально дал указание Правительству России по этому вопросу. Первым было поручение Правительству от 04.11.98 г. № 1451 следующего содержания: «Глобальная космическая навигационная система ГЛОНАСС — это национальное достояние России. Утрата этой системы может нанести серьезный ущерб национальной безопасности и международному престижу России. Прошу в месячный срок представить план действий, направленных на безусловное сохранение и развитие системы ГЛОНАСС».

Затем Распоряжением от 18.02.99 г. № 38рп Президент принял предложения Правительства Российской Федерации об отнесении глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС к космической технике двойного назначения, применяемой в научных, социально-экономических целях, в интересах обороны и безопасности Российской Федерации, признал возможным и необходимым привлечение иностранных инвестиций для финансирования работ по системе ГЛОНАСС путем предоставления этой системы в качестве основы для создания международной глобальной навигационной спутниковой системы, а также установил, что наряду с Минобороны России генеральным заказчиком системы ГЛОНАСС является Российское космическое агентство, и обязал Правительство Российской Федерации обеспечить сохранение и развитие системы ГЛОНАСС, утвердить положение о разграничении ответственности между федеральными органами исполнительной власти за поддержание, использование и развитие системы ГЛОНАСС как космической техники двойного назначения и сформировать межведомственную оперативную группу для координации работ по поддержанию, использованию и развитию системы ГЛОНАСС и для обеспечения устойчивого финансирования этих работ.

Для реализации этих поручений Правительством РФ было выпущено постановление от 29 марта 1999 г. № 346.

Одновременно, учитывая сложности с поддержанием космической группировки системы ГЛОНАСС и при необходимости обязательного обеспечения систем безопасности движения, Правительство Российской Федерации Постановлением от 03.08.98 г. № 898 установило, что при создании и модернизации систем контроля и управления дви-

жением на воздушном, водном и автомобильном транспорте, используемом для перевозок пассажиров и опасных грузов, спутниковая навигационная аппаратура, которой оснащаются наземные объекты и транспортные средства, в обязательном порядке должна работать на сигналах двух спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США), соответствовать рекомендациям Международной организации гражданской авиации, Международной морской организации и иметь российский сертификат соответствия. Указанным постановлением Правительство рекомендовало органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации при выполнении федеральной целевой программы по повышению безопасности дорожного движения в России принять меры по оснащению спутниковой навигационной аппаратурой систем ГЛОНАСС и GPS средств технического обеспечения контроля за безопасным функционированием автомобильного транспорта, предназначенного для перевозок пассажиров и опасных грузов, а также оказывать содействие федеральным органам исполнительной власти при проведении этой работы на объектах наземного обеспечения безопасности движения на воздушном и водном транспорте.

В силу такого подхода были решены сразу две проблемы – стало возможным развертывание наземной части систем управления движением, базирующихся на спутниковой навигации до полного ввода всех космических аппаратов (КА) системы ГЛОНАСС, и обеспечена высокая степень устойчивости к отказам спутникового сегмента за счет совместного использования двух орбитальных созвездий КА GPS и ГЛОНАСС. Позже, в 2000 – 2004 гг., такой подход был принят ИКАО в качестве основного метода резервирования спутниковой навигации.

В целом, организация работ в Минтрансе России и смежных ведомствах по «Федеральной целевой программе по использованию глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС в интересах гражданских потребителей» дала в 1997 – 2001 гг. следующие основные результаты:

- Были решены концептуальные вопросы применения спутниковой навигации для обеспечения безопасности при маршрутных операциях гражданской авиации, речного, морского и наземного автомобильного транспорта, разработаны концепции применения локальных дифференциальных систем на транспорте.

- Разработана правовая основа внедрения средств спутниковой навигации на территории Российской Федерации, введенная постановлением Правительства Российской Федерации от 03.08.99 г.

№ 896 «Об использовании в Российской Федерации навигационных спутниковых систем на транспорте и в геодезии». Эта основа обеспечила обязательность внедрения в системах транспортной безопасности и при геодезических работах комбинированных навигационных приемоиндикаторов ГЛОНАСС/GPS.

- Проведены экспериментальные исследовательские работы, подтверждающие возможность обеспечения в российских условиях различных транспортных операций, включая заходы самолетов на посадку и плавание судов в сложных гидрографических условиях.

- На основании международных требований ИКАО и ИМО по средствам спутниковой навигации разработаны национальные российские требования по видам транспорта и создана первая очередь нормативно-технической документации, которая введена в действие в соответствии с существующим порядком. В Минтрансе России и Роскартографии организована система сертификации аппаратуры пользователей воздушного, морского и речного транспорта и геодезического спутникового оборудования.

- Предприятиями промышленности был создан ряд технических средств для первого этапа оснащения. Разработанные образцы в основном соответствовали уровню зарубежной техники. Для обеспечения серийного производства и внедрения была проведена сертификация аппаратуры. На конец 2001 г. сертификацию прошли 11 образцов техники.

- Началось внедрение средств спутниковой навигации.

В транспортных сферах, подлежащих государственному регулированию, на 2001 год внедрены приемоиндикаторы средств спутниковой навигации:

- на водном транспорте порядка 1000 комплектов;
- в гражданской авиации порядка 700 комплектов;
- на автомобильном транспорте порядка 650 – 700 комплектов.

В геодезии и картографии в использовании находилось 200 комплектов геодезических спутниковых приемников.

К 2001 году были введены следующие дифференциальные системы и системы управления:

- На морском транспорте созданы три дифференциальных системы. Первая дифференциальная система (С.-Петербург) завершена в оснащении и введена в строй (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28.09.00 г. № 1363), еще две системы (гг. Новороссийск и Темрюк) завершены изготовлением и испытаниями. Всего вышеуказанной про-

граммой предусмотрено создание 32 таких систем по всей береговой зоне России.

- В гражданской авиации был развернут и прошел отладку первый опытный образец диффсистемы.

- На автомобильном транспорте введено восемнадцать региональных и муниципальных систем обеспечения безопасности пассажирского автотранспорта, в частности, в гг. Краснодаре, Сочи, Брянске, Костроме, Новокузнецке, Череповце и Майкопе. Для внедрения этих систем широко использовались региональные средства.

Вместе с тем, из-за ограниченности средств, выделенных на Программу, и задержек утверждения некоторых международных требований ряд работ инновационной части Программы не завершен. На завершение работ Программы в сильной мере сказалось неудовлетворительное состояние орбитальной группировки системы ГЛОНАСС.

В частности, из-за отсутствия полного состава космической группировки ГЛОНАСС осуществлялось внедрение в основном приемников GPS или комбинированных индикаторов, работающих в режиме GPS.

В целом, результаты работ по программе дали возможность качественно подготовить разделы по внедрению спутниковой аппаратуры пользователей новой Федеральной программы «Глобальная навигационная система на 2002 – 2011 гг.», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 20 августа 2001 г. № 587.

Основное отличие указанной программы от ее предшественницы заключается в том, что ее основной раздел предусматривает поддержание и развитие орбитальной группировки ГЛОНАСС, что в настоящее время является наиболее важным моментом развития российских систем безопасности.

С выходом указанной программы Минтранс России передал функции головного ведомства по гражданскому использованию системы ГЛОНАСС Российскому Космическому агентству, но остался ведомством, ответственным за внедрение спутниковой навигации в транспортном комплексе Российской Федерации. При этом число транспортных потребителей составляет более 95 % всех потребителей, подлежащих государственному регулированию.

Основные итоги становления российских систем безопасности движения транспорта с 1991 по 1996 гг.

Как было отмечено выше, период с 1991 г. по 1996 г. может быть определен как период становления систем безопасности движения Российского транспортного комплекса. В этот период была осу-

ществлена структурная перестройка систем безопасности на воздушном и водном (морском и речном) транспорте. К 1997 году на всех видах транспорта сложилась система государственных подразделений министерств и органов, отвечающих за нормативно-правовое обеспечение и контроль за безопасностью движения. Одновременно были созданы коммерческие структуры, обеспечивающие реализацию задач функционирования, технического обеспечения и развития систем безопасности движения, такие как Государственная корпорация по ИВП и УВД. Была решена задача финансирования деятельности основных систем безопасности.

За этот период также была заложена как идеологическая, так и плановая основа работы систем безопасности. Указанная идеологическая основа была скоординирована с работой Международных транспортных организаций и ассоциаций. Минтранс России и его службы принимали активное участие в работе ИКАО, ИМО, ИАТА, транспортных органов Европейского Союза, а также вновь созданных на территории бывшего Советского Союза специализированных межгосударственных организаций, таких как Межгосударственный авиационный комитет, возглавляемый Т.Г. Анодиной, Межгосударственный совет «Радионавигация», Межгосударственный совет «Радионавигация», Межгосударственное транспортное совещание и др.

Одновременно была проведена работа по началу перехода систем безопасности на новые принципы, связанные с использованием глобальных спутниковых навигационных систем.

Результаты разработки идеологических принципов и планов были в дальнейшем изложены и утверждены в ряде документов, таких как:

- Концепция модернизации воздушного движения Российской Федерации, которая была разработана Федеральной авиационной службой и Минобороны и утверждена Правительством Российской Федерации от 22.02.2000 г. № 144. Указанная концепция объединила все основные направления и составляющие ЕСО ВД – структурную, обеспечивающую дальнейшее взаимодействие гражданских и военных органов и создание Федеральной авиационной системы, развитие нормативно-правовой базы, системы сертификации и лицензирования, основные направления в области источников финансирования и технической политики, гармонизацию и интеграцию систем безопасности в пределах СНГ и Европейского союза и т.д.

- Концепция применения спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS в транспортном комплексе Российской Федерации. Утверждена Министром транспорта в июле 2003 года. Концепция была разработана с участием всех видов транспорта

и согласована руководителями всех Федеральных служб. Указанная концепция основана на основных нормативных документах ИКАО и ИМО и учитывает специфические российские условия внедрения спутниковых систем.

Одновременно с указанной общепромышленной концепцией по видам транспорта были разработаны уточняющие ее отраслевые документы (2001 г.):

- Концепция использования глобальной навигационной системы в интересах гражданской авиации России (2003 г.).

- Основные концептуальные положения создания Единой системы контроля и управления судоходством (ЕСКУС) в Российской Федерации (2002 г.).

- Концепция внедрения систем навигации на автомобильном транспорте (часть НИР «Выбор 2003»).

На последнем документе следует остановиться подробнее. Дело в том, что в отличие от воздушного и водного транспорта, где существует огромный консолидированный международный опыт в виде нормативов ИКАО и ИМО, на автомобильном транспорте единых международных или европейских принципов не существовало. Был только опыт отдельных государств в решении ряда частных задач.

Для создания отечественных нормативов коллективом НПП «Транснавигация» под руководством профессора МАДИ д.т.н. Власова В.М. на основе опыта отечественных разработок и зарубежных аналогов была создана «Концепция использования спутниковых навигационных систем в системе управления городским и региональным автомобильным транспортом», которая полностью закрыла все идеологические и технические вопросы использования спутниковой информации в «интеллектуальных транспортных системах», как их называют за рубежом.

Аналогичные принципы использования СНС на железнодорожном транспорте были разработаны Министерством путей сообщения (институт ВНИИАА).

Кроме концептуальных, был разработан и введен в действие ряд важнейших плановых документов:

- Федеральная целевая программа «Модернизация транспортной системы России на 2002 – 2011 гг.», утвержденная постановлением Правительства РФ от 05.12.2001 г. № 848.

Указанная ФЦП содержит подпрограммы, обеспечивающие развитие систем безопасности движения всех видов транспорта, в частности подпрограмму «Единая система организации воздушного движения».

- Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система на 2002 – 2011 гг.», ут-

вержденная постановлением Правительства РФ от 20.08.2001 г. № 587.

В части вопросов внедрения новых средств в практику работы ЕС ОВД и других систем безопасности успехи на начальном этапе становления системы были значительно скромнее. Это объясняется, с одной стороны, особо резким дефицитом финансирования в этот период и, с другой стороны, большим количеством проблемных организационных вопросов как в центре, так и в регионах.

Вместе с тем, в период 1993 – 2000 гг. был реализован ряд проектов на европейской территории России:

- введена автоматизированная система УВД Калининградской зоны, оперативная необходимость в которой диктовалась жесткими условиями разделения воздушного пространства с независимой Литвой;

- был завершен ввод в постоянную эксплуатацию районной системы УВД «Стрела» с центром в г. Ростове, главный конструктор Асафьев Ю.В., руководитель работ от гражданской авиации – начальник Ростовского центра Кругликов Г.А.;

- проведена коренная реорганизация Московской зоны УВД и Внуковского центра ТЕРКАС; руководитель работ от гражданской авиации – начальник Московского центра УВД Егоров В.В.;

- создан экспериментальный центр УВД в г. Великие Луки и отработано совместное с Минобороны использование этого центра;

- проведены испытания совместно с Минобороны межвидовой автоматизированной системы контроля воздушного пространства «Фрагмент» в Северо-западном районе УВД (г. Петрозаводск);

- разработана и введена в эксплуатацию аэродромно-узловая система УВД «Синтез» в аэропорту Пулково (г. Санкт-Петербург); главный конструктор Анищенко П.М., руководитель работ от гражданской авиации Цивинский В.Д.;

- введена импортная аэродромная система в аэропорту г. Самара;

- кроме того, полная система «Синтез» была введена в аэропорту г. Хабаровска и поэлементно – в ряде аэропортов Дальнего Востока и Сибири.

Особое внимание уделялось вопросам расширения использования воздушного пространства Российской Федерации для международных полетов. В марте 1995 г. Международная ассоциация авиаперевозчиков (ИАТА) и Международная организация гражданской авиации (ИКАО) выступили с инициативой об открытии новых спрямленных воздушных трасс в Российской Федерации, соединяющих государства Западной Европы и Северной Америки со странами Юго-Восточной Азии. Данная инициатива

была вызвана тем, что в периоды обострения региональных и локальных конфликтов (война в Персидском заливе, внутренний конфликт в Афганистане и др.) возникала необходимость перераспределения международных потоков воздушного движения, что приводило в ряде районов к перегрузке воздушного пространства, снижению его пропускной способности и безопасности полетов. Кроме того, при выполнении рейсов большой протяженности пролет дополнительного расстояния, связанный с необходимостью изменения маршрутов, приводит к необходимости в технической остановке ВС для дозаправки топливом и, соответственно, к существенным экономическим потерям авиакомпаний.

Эти обстоятельства усилили необходимость тщательного изучения возможности установления спрямленных маршрутов через воздушное пространство Российской Федерации и Китая и, при необходимости, других государств, по которым могут летать воздушные суда, оборудованные соответствующими системами спутниковой связи, навигации и наблюдения.

Использование спрямленных маршрутов позволяло обеспечить уменьшение полетного времени, по сравнению с ныне действующими трассами, на 5,5 – 16% в зависимости от маршрута полета. Для Российской Федерации это давало существенное увеличение частоты пролетов через наше воздушное пространство и значительное повышение сумм взимаемых аэронавигационных сборов.

В период спада 1991 г. Минтрансом России были оперативно проведены работы по увеличению международной составляющей деятельности гражданской авиации, в результате уже к концу 1993 года протяженность международных трасс увеличилась вдвое (с 9 тысяч до 18 тысяч километров). Около 30 аэропортов дополнительно были оборудованы для приема и отправления международных рейсов.

Далее работы по совершенствованию технического оснащения действующих и вновь открываемых воздушных трасс в Сибири и Дальневосточном регионе осуществлялись на основе технических предложений (системных проектов) «Авиатрасса», «Авиатрасса-1» и «Транзит-ДВ», разработанных в 1994 г., для которых фирма «Буз Ален и Гамильтон» выполнила технико-экономическое обоснование модернизации системы УВД Дальневосточного региона.

Были реализованы следующие проекты:

- модернизация системы фиксированной авиационной связи в районных центрах Дальневос-

точного региона, обслуживающих международные воздушные трассы А-81, Сибирь-2, Камчатка-1 на базе космических аппаратов «Горизонт», с использованием оборудования фирм «Рэйтион» (США) и «Вымпел» (Россия);

- организована система авиационной связи над Тихим океаном и Охотским морем, для чего поставлено, смонтировано и введено в эксплуатацию 10 комплектов оборудования УКВ связи и 3 комплекта КВ связи фирмы «Аринк» (США);

- проведены исследовательские демонстрационные полеты и введено оборудование АЗН корпорации «Аринк» в РЦ Магадан;

- проведена модернизация системы УВД Владивостокского района с участием российских и иностранных предприятий;

- реализован с участием гражданской авиации Финляндии проект оснащения новой международной трансполярной трассы из стран Северной Европы через северную полярную часть России на Дальний Восток. Для обеспечения полетов вдоль трассы было установлено 10 навигационных станций ДМЕ.

Конечно, указанные результаты внедрения можно оценить как скромные. Но они в основном соответствовали требованиям гражданской авиации текущего момента с учетом сокращения общей загрузки воздушного пространства России и экономическим условиям функционирования воздушного транспорта.

Постскрипtum

5 сентября 2005 г. выпущен Указ Президента России № 1049 о создании при Правительстве Российской Федерации Федеральной аэронавигационной службы с функциями регулирования использования воздушного пространства России и обеспечения безопасности воздушного движения. Таким образом, через 15 лет после первого аналогичного решения Правительства СССР (конец 1990 г.) произошел возврат к идее создания Государственной системы ИВП и УВД вместо Единой системы ОВД Минобороны и Минтранса России.

Начался новый политический виток в этом важнейшем для государства вопросе, когда проблема безопасности полетов выходит из ведения Минтранса России.



К 60-ЛЕТИЮ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

60th ANNIVERSARY OF THE NATIONAL ROCKET-SPACE INDUSTRY

13 мая 2006 года отмечалось 60-летие отечественной ракетно-космической промышленности. Ее рождение было определено выходом в свет Постановления СМ СССР № 1017-419 по вопросам реактивного вооружения. Постановлением был создан Специальный комитет по реактивной технике, определены головные министерства по разработке и производству реактивного вооружения [1]. В министерствах и ведомствах страны создавались НИИ, КБ, заводы, испытательные полигоны, на которые возлагались задачи разработки двигателей, приборов, систем измерения и управления, наземного оборудования и других составных частей и материалов для ракетных комплексов, а также технологий производства и испытаний.

Работы по жидкостной ракетной технике поручались Министерству вооружения СССР, в котором в качестве головного научно-производственного центра по разработке баллистических ракет дальнего действия (БРДД), зенитных управляемых ракет и жидкостных ракетных двигателей для них в г. Калининграде (ныне г. Королев Московской области) на базе артиллерийского завода № 88 был создан Государственный союзный научно-исследовательский институт реактивного вооружения НИИ-88 (с 1967 г. ЦНИИмаш) [2].

Уже в октябре 1948 г. прошли успешные летно-конструкторские испытания первой БРДД Р-1, свидетельствовавшие о действенности созданной кооперации предприятий новой отрасли и завершении становления НИИ-88 как головного центра. Все важнейшие вопросы создания и отработки новой техники рассматривались на заседаниях научно-технического совета (НТС) института, к работе которого привлекались ведущие специалисты всех участвующих в кооперации организаций. В апреле 1947 г. состоялось первое пленарное заседание НТС, определившее перспективы развития института. На

этом же заседании С.П. Королев защитил эскизный проект БРДД Р-2 – принципиально новой конструктивно-компоновочной схемы. Первые испытания этой ракеты прошли 26 октября 1950 г.

В декабре 1949 г. на пленарном заседании НТС С.П. Королевым был защищен эскизный проект БРДД Р-3. На основе проведенных по теме исследований была создана первая отечественная стратегическая ракета Р-5, которая могла нести ядерный заряд на расстояние до 1200 км. В апреле 1953 г. прошли испытания этой ракеты. В мае 1954 г. вышло правительственное постановление о создании межконтинентальной баллистической ракеты Р-7. Проектно-конструкторские работы были выполнены в ОКБ-1 НИИ-88 под руководством С.П. Королева. 29 августа 1955 г. заместитель директора НИИ-88, главный конструктор ОКБ-1 С.П. Королев направляет в правительство предложения по программе исследования космоса от простейших спутников до полета человека. С запуском 4-го октября 1957 г. первого искусственного спутника Земли ракетостроительная отрасль стала ракетно-космической, в которой институт продолжал играть главную роль сначала в составе Государственного комитета СССР по оборонной технике, а с 1965 г. – в Министерстве общего машиностроения СССР [2].

Школу НИИ-88 (ЦНИИмаш) прошли многие ведущие специалисты отрасли, в частности, будущие министры К.Н. Руднев и О.Н. Шишкин, первый заместитель министра Г.А. Тюлин, главные конструкторы, руководители предприятий и ведущие ученые М.К. Янгель, В.П. Макеев, В.П. Мишин, Г.Н. Бабакин, М.С. Рязанский, М.Ф. Решетнев, Г.И. Табаков, А.М. Исаев, Д.И. Козлов, В.С. Будник, М.К. Тихонравов, Ю.А. Победоносцев, Д.Д. Севрук и др. [2].

Впоследствии ОКБ-1 С.П. Королева стало самостоятельным (ныне РКК «Энергия» им. С.П.

При подготовке материала редакцией использованы следующие источники:

1. Гусев Л.И. Роль Российского НИИ космического приборостроения в становлении космической радиоэлектроники, Радиотехника, 31, 1996.
2. ЦНИИ МАШ www.federalspace.ru. 12.05.2006.
3. Черток Б.Е. Ракеты и люди. – М.: Машиностроение, 1999.
4. ФГУП НПО прикладной механики им. академика М.Ф. Решетнева. Проспект МАКС, 2005.
5. Болдин В.А., ..., Перов А.И., ..., Соловьев Ю.А., ..., Харисов В.Н. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС/ Под ред. Харисова В.Н., Перова А.И., Болдина В.А. – М.: ИПРЖР, 1998.
6. ФГУП РНИИ КП, Проспект МАКС, 2005.
7. Р
8. Космонавтика и ракетостроение, ЦНИИмаш, №4 (41), 2005.

Королева), а 4 июня 1959 года у него появился Восточный филиал, ставший в 1961 г. самостоятельным КБ прикладной механики (КБ ПМ) и в дальнейшем – Научно-производственным объединением прикладной механики (НПО ПМ) под руководством Генерального конструктора космических навигационных систем М.Ф. Решетнева [3,4].

В соответствии с Постановлением СМ СССР № 1017-419 в Министерстве электропромышленности было также предусмотрено создание Научно-исследовательского института с проектно-конструкторским бюро по радио- и электроприборам управления дальнобойными и зенитными реактивными снарядами на базе лаборатории телемеханики НИИ-20 и завода № 1. Новому институту, получившему наименование НИИ-885, суждено было в дальнейшем стать головным НИИ в области ракетно-космической радиоэлектроники [1]. Институт впоследствии стал гнездом, из которого вылетели такие известные птенцы-предприятия, как ФГУП «НПЦ автоматики и приборостроения им. академика Н.А. Пилюгина» и др. В настоящее время НИИ-885 носит наименование Российского НИИ космического приборостроения (РНИИ КП).

Заделы по астрономии, авиационной, ракетной и космической технике позволили в конце 50-х годов перейти к созданию космических (спутниковых) навигационных систем благодаря объединенным усилиям, в первую очередь, КБ ПМ (космический сегмент), НИИ-885 (радиотехнический комплекс) и ЛНИРТИ – нынешнего Российского института радионавигации и времени (система синхронизации и потребительский сегмент) [5, 6].

«Полномасштабные работы по созданию отечественной навигационной спутниковой системы были развернуты в середине 60-х годов, а 27.11.1967 года был выведен на орбиту первый навигационный отечественный спутник» («Космос-192»). ... В дальнейшем спутники системы «Цикада» были дооборудованы приемной измерительной аппаратурой обнаружения терпящих бедствие объектов...» [7].

Всего с 1967 года на низкие орбиты НПО ПМ в кооперации с другими организациями были успешно выведены и эксплуатировались свыше 180 координатно-метрических спутников 6 типов, в том числе навигационные спутники типа «Космос-192» системы «Циклон», геодезические спутники типа «Космос-203» системы «Сфера», навигационные спутники типа «Космос-700» системы «Парус», навигационные спутники типа «Космос-883» системы «Цикада», геодезические спутники типа «ГЕО-ИК», спутники типа «Надежда» международной системы поиска и спасения объектов, терпящих бедствие, системы «Коспас-Сарсат» [4].

Летные испытания среднеорбитальной отечественной навигационной системы, получившей название ГЛОНАСС, были начаты в октябре 1982 года запуском спутника «Космос-1413». Полномасштабное развертывание орбитальной группировки было осуществлено в 1995 году. Для запуска спутников ГЛОНАСС используется ракета-носитель «Протон-К» производства ГКНПЦ им. Хруничева.

Работы по созданию спутниковых радионавигационных систем осуществлялись большими коллективами специалистов проектных и научно-исследовательских организаций. Среди них М.Ф. Решетнев, А.Г. Козлов, Г.М. Чернявский, В.Ф. Черемисин (НПО прикладной механики), Л.И. Гусев, М.И. Борисенко, Н.Е. Иванов, В.А. Салищев (РНИИ КП), П.П. Дмитриев, А.Ф. Смирновский и Ю.Г. Гужва, А.Г. Геворкян, В.С. Шебшаевич, Ю.М. Устинов, С.Б. Писарев, С.Н. Ключников (РИРВ), И.Е. Кинкулькин, В.К. Арефьев, А.Н. Зайцев (МКБ «Компас»), Г.П. Мельников, И.В. Мещеряков, Г.В. Степанов, В.Н. Медведев, А.В. Цепелев (НИУ МО) и др. Важную роль сыграла координация работ со стороны Комиссии по военно-промышленным вопросам при СМ СССР (В.Л. Коблов, Б.А. Комиссаров, А.И. Царев, Г.К. Хромов, И.Т. Бобырев, Ю.В. Лукьянюк), прежнего Министерства общего машиностроения (О.Д. Бакланов, Ю.Н. Коптев, Ю.Г. Милов), Военно-космических сил МО (В.Л. Иванов, В.И. Дурнев, Ю.В. Медведков), активное участие руководителей и специалистов научно-исследовательских учреждений видов Вооруженных Сил, гражданской авиации, морского флота, Управления по геодезии и картографии и многих других [5].

В настоящее время ЦНИИмаш, НПО ПМ, РНИИ КП и другие организации отрасли решают важные задачи по созданию Единой системы координатно-временного и навигационного обеспечения (ЕС КВНО) различных потребителей [8]. Основу ЕС КВНО составляет национальное достояние России – система ГЛОНАСС, восстановление орбитальной группировки которой проводится в соответствии с Федеральной целевой программой «Глобальная навигационная система» на 2001–20011 гг. [4].

Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Исполком Российского общественного института навигации и редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют организации и предприятия ракетно-космической отрасли и других, связанных с ней, отраслей с 60-летием и желают им успехов в важной работе на благо нашей страны.



К 70-ЛЕТИЮ ЧЕЛЯБИНСКОГО ВЫСШЕГО ВОЕННОГО КРАСНОЗНАМЕННОГО АВИАЦИОННОГО УЧИЛИЩА ШТУРМАНОВ

70th ANNIVERSARY OF THE CHELIABINSK HIGHER AVIATION NAVIGATOR COLLEGE

1 октября этого года Челябинское высшее военное авиационное краснознаменное училище штурманов (ЧВВАКУШ) отмечает свое 70-летие. Образование училища связано с усложнением общей военно-политической обстановкой вокруг СССР в 30-е годы и с необходимостью принятия ответных мер по укреплению обороноспособности страны, в том числе и ее авиационной составляющей. Поэтому полковнику Э.Ю. Лепину было поручено создать 15-ю военную школу летчиков-наблюдателей в г. Челябинске. Первыми курсантами стали добровольцы специальных наборов, а также лучшие представители рабочей молодежи по комсомольским путевкам. Первый набор составил 268 человек из городов Москвы, Ленинграда, Киева, Днепропетровска. Среди них были такие широко известные впоследствии в ВВС люди, как Н.А. Гунбин, А.Ф. Петров, Л.Ю. Тюрин, Ф.С. Яловой, ставшие Героями Советского Союза. В мае 1938 года школа была переименована в Челябинское военное училище летчиков-наблюдателей и была приравнена к среднему специальному учебному заведению (техникуму).

Суровым испытанием для личного состава училища стала Великая Отечественная война. Уже с 27 июня 1941 года училище перешло на обучение курсантов по планам и программам военного времени. Большая работа проводилась по совершенствованию учебной базы училища. К концу 1942 года в училище были созданы и введены в строй 15 лабораторий циклов воздушной навигации, боевого применения, тактики, авиасвязи.

Менялась и авиационная техника училища. На вооружение поступили самолеты Ли-2, ТБ-3 и др., имевшие современное по тому времени оборудование, а именно: радиостанции, радиополукомпасы, бомбардировочное и стрелковое вооружение.

За храбрость, мужество и высокое воинское мастерство, проявленные в боях с немецко-фашистскими захватчиками, 27 выпускникам училища присвоено звание Героя Советского Союза, из них 26 штурманов и старшина Н. Жмаев — стрелок-радист, начальник связи авиационной эскадрильи.

За большой вклад в дело подготовки штурманских кадров для авиации дальнего действия училище было награждено орденом Боевого Красного Знамени.

К концу 50-х годов на вооружение ВВС стали поступать сверхзвуковые самолеты и стали применяться новые средства вооруженной борьбы, созданные на основе научно-технических достижений. Все это потребовало от личного состава ВВС глубокой и всесторонней подготовки, знания высшей математики, физики, электроники, высокой технической грамотности. В 1959 году училище было преобразовано в Высшее военное авиационное училище штурманов. И опять встала задача по подготовке всего личного состава училища к ведению учебного процесса в новых условиях. Первые занятия в 1959—1960 учебном году по новым программам показали способность преподавателей обучать и воспитывать курсантов в соответствии с новыми требованиями.

В 1966 году перед командованием училища была поставлена задача по оказанию помощи в организации новых военных училищ для ВВС. Так, для формирования Курганского высшего военно-политического авиационного училища и Ворошиловградского высшего военного авиационного училища штурманов были направлены офицеры училища, которые составили в новых училищах костяк формируемых кафедр и способствовали быстрому становлению новых коллективов и выполнению задачи по подготовке новых кадров для ВВС.

В этот период в училище была проведена большая работа по совершенствованию учебного процесса, обновлению учебно-материальной базы. Преподавателями кафедр были написаны учебники «Самолетовождение» и «Бомбометание», большое количество учебных пособий, созданы действующие макеты, стенды, тренажеры.

В 70-е и 80-е годы училище приступило к подготовке штурманов-навигаторов для самолетов 3-го и 4-го поколений, и вот в 1996 году во время празднования 60-летия училища в небе над ЧВВАКУШ на бреющем полете по праву пролетели

современные боевые машины Ту-160, Ту-22М3, Ту-95МС.

В последующий период организационные преобразования, сложная социально-экономическая ситуация, хроническое отсутствие достаточного финансирования учебно-материальной и аэродромно-технической базы, задержка выплаты денежного довольствия, падение престижа военной службы на фоне общего сокращения численности Вооруженных Сил наложили отпечаток на деятельность Училища. Налет выпускников значительно уменьшился, многие офицеры стали уходить из армии.

Несмотря на это, дружная и эффективная работа личного состава училища подтверждается выпускниками вуза, которые проходили и проходят службу во многих воинских частях ВВС, ВМФ и в других министерствах и ведомствах. При этом основная задача вуза — подготовка офицеров-штурманов — продолжает решаться, а уровень их подготовки всегда заслуживал и заслуживает высокой оценки со стороны руководства ВВС.

Всего за 70-летнюю историю училище выпустило 36363 авиационных специалиста: летчиков-наблюдателей — 916, стрелков-бомбардировщиков — 3119, стрелков-радиостов — 5155, воздушных стрел-

ков-радиостов — 3685, младших авиаспециалистов — 170, радиотелеграфистов — 458, метеорологов — 52, младших специалистов связи — 1666, командиров огневых установок — 762, техников по эксплуатации — 73, штурманов — 19698. Из них 30 стали Героями нашей страны, более 160 — заслуженными штурманами и военными специалистами, 16 — докторами наук и 101 — кандидатами наук.

Пройдут еще годы, изменится жизнь, но в сердцах выпускников, соратников по службе и всего нашего народа останется память о том, что сделало училище для нашей страны в деле практической аэронавигации, особенно в годы ее тяжелых испытаний. Не померкнет слава выпускников училища, отдавших жизнь за нашу Родину.

Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Исполком и совет Российского общественного института навигации, редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют коллектив Челябинского высшего военного авиационного краснознаменного училища штурманов с 70-летием и желают ему дальнейших успехов в важной работе на благо нашей страны!



ИВАНОВ НИКОЛАЙ ЕМЕЛЬЯНОВИЧ



4 мая 2006 г. ушел из жизни видный ученый-конструктор, доктор технических наук, лауреат Ленинской премии (1976 г.), действительный член Международной академии информатизации, Академии инженерных наук РФ им. А.М. Прохорова, Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, член редколлегии нашего журнала Николай Емельянович Иванов.

Николай Емельянович родился 27 марта 1927 г. в г. Севастополе. Окончил в 1952 г. Московский электротехнический институт связи по специальности «радиосвязь и радиовещание». С 1951 г. занимал последовательно должности инженера-исследователя, руководителя группы, заместителя начальника отделения — начальника лаборатории, начальника отделения — главного конструктора, эксперта экспертно-аналитического центра, заместителя генерального конструктора ФГУП «РНИИ КП».

Николай Емельянович участвовал в разработке и испытаниях бортовой и наземной аппаратуры систем управления межконтинентальных баллистических ракет, бортовой аппаратуры лунной программы. При его непосредственном участии и руководстве созданы радиокомплексы двух поколений навигационных и геодезических космических систем — «Циклон-Э», «Циклон-Б», «Цикада», ГЛОНАСС, «Сфера», «Гео-ИК». Он внес большой вклад в разработку аппаратуры потребителей навигационных сигналов, устанавливаемой на борт ИСЗ, разгонных блоков и кораблей — «Шлюз», «Шхуна», «Дельта», «Шмель» и др., а также в создание бортовой и наземной аппаратуры командно-измерительных систем связанных, геодезических и навигационных космических комплексов. Он автор 136 научных трудов, 32 из которых являются авторскими свидетельствами на изобретение. Награжден орденами Ленина (1957 г.) и «Отечественной войны» II степени (1985 г.).

Широким навигационной общественности Н.Е. Иванов стал известен с началом работы в 1976 г. Межведомственного координационного совета по радионавигационным средствам и системам как один из ведущих создателей радиотехнического комплекса спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС. С момента зарождения Российского общественного института навигации (РОИН) Н.Е. Иванов являлся членом его Совета. В памяти присутствовавших на заседании Секции воздушного транспорта РОИН 31 мая 2005 г. его последний доклад, посвященный перспективам восстановления орбитальной группировки и развития системы ГЛОНАСС.

Кончина Николая Емельяновича Иванова — это большая потеря для всех нас. Мы глубоко скорбим и сочувствуем близким Николая Емельяновича. Память о нем долго будет жить в его трудах и наших сердцах. Спасибо ему за все.

*Межгосударственный совет «Радионавигация»
Российский научно-исследовательский институт космического приборостроения
Научно-технический центр «Интернавигация»
Российский институт радионавигации и времени
Российский общественный институт навигации
Редакционная коллегия журнала «Новости навигации»
Коллеги, друзья и товарищи*

КАЛЕНДАРЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН на 2006 – 2007 гг.

Календарь подготовлен по материалам
IAIN News, журнала GPS World, <http://www.gpsworld.com>, и других источников.

ИЮЛЬ 2-9, 2006

11-я Международная конференция

**«Системный анализ, управление и
навигация»**

Организаторы конференции: Московский авиационный институт, Фонд «Космос – Образование», НПО им. С.А. Лавочкина, ГНПЦ им. М.В. Хруничева, НПО ИТ, РНИИ КП, РКК «Энергия» им. С.П. Королева, НПО ПМ им. акад. М.Ф. Решетнева, ЦНИИМаш, ОАО «ГНПП «Регион», Санкт-Петербургское морское бюро машиностроения «МАЛАХИТ», НИИ радиоприборостроения, РУНИКАП, при поддержке Роскосмоса, Национальное космическое агентство Украины, Международная академия нелинейных наук, Международная академия аэронавтики и Европейское представительство ООН по делам космических технологий. Украина, г. Евпатория, тел (495) 158-41-97, (495) 943-41-83, факс (495) 158-58-55, e-mail Evpatoria2006@mail.ru

JULY 8-10, 2006

ENC 2006

**European Navigation
Conference and Exhibition**

Manchester International Convention Centre, UK.
The Royal Institute of Navigation and the UK Industrial Space Committee.

www.enc2006.org.uk (Conference)

www.ene2006.org.uk (Exhibition)

JULY 11-12, 2006

EURAN 2006

**European Radio-Navigation
Systems and Services**

Integration of GNSS and Loran-C/Eurofix.
Organized by the German Institute of Navigation in co-operation with the International Loran Association.
Munich, Germany.
www.dgon.ru

JULY 17-21, 2006

IGNSS 2006

International Global Navigation Satellite Systems Society Symposium on GPS/GNSS Workshops, plenary and parallel sections, poster presentations and exhibition.
Gold Coast Australia.

<http://www.ignss.org/conf2006>

JULY 25-26, 2006

EMAV 2006

European Micro Air Vehicle Conference

The Conference will be held at the Research Airport in Braunschweig, Germany.

www.dgon.de/emav2006.htm

SEPTEMBER 3-8 2006

ICAS 2006

**International Council
on the Aeronautical Sciences**

Hamburg, Germany, DGON.
Tel. +49 (0) 228-3080 5-0,
fax +49 (0) 228-3080 5-24,
e-mail: geschaefsstelle@dgldr.de
www.icas2006.org

SEPTEMBER 19-20, 2006

GYRO TECH 2006

Symposium on Gyro Technology

Shuttgart, Germany. German Institute of Navigation.
Tel. +49 (0) 228-20197.1,
fax +49 (0) 228-20197.19,
e-mail: schulze-thesing.dgon.bonn@t-online.de
www.dgon.ru

SEPTEMBER 20-22, 2006**ISIS 2006****International Symposium Information on Ships**

Hamburg, Germany.
www.dgon.ru

SEPTEMBER 26-29, 2006**ION GNSS 2006**

Fort Worth Convention Center, Fort Worth, Texas.
Contact: ION National Office, 3975 University Drive
Suite 390 Fairfax, VA 22030 Phone: 703.383.9688 Fax:
703.383.9689
e-mail: meetings@ion.org,
www.ion.org

SEPTEMBER, 2006**Symposium on Air Transport Liberalisation**

12th World Route Development Forum in
conjunction with the World Route Development Forum,
ICAO. Hosted by Dubai International Airport

OCTOBER 8-12, 2006**FIG XXIII Congress and 13th World Congress
on ITS**

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

OCTOBER 18-20, 2006**12th IAIN World Congress**

Korean ION, Busan, Jeju, Korea.
www.iainav.org

OCTOBER 18-20, 2006**2006 International Symposium on GPS/GNSS**

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

OCTOBER 31-NOVEMBER, 1, 2006**NAV 06**

Land Navigation, Location and Safety
The conference and exhibition will cover advances
in all aspects of navigation technology and its applications.
Henry Ford College, Loughborough.
www.rin.org.uk

SEPTEMBER 25-28, 2007**ION GNSS 2007**

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



НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ

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

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

* * *

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

Изложены принципы построения спутниковой радионавигационной системы (СРНС) ГЛОНАСС, даны ее системные характеристики и основные характеристики подсистем космических аппаратов, наземного контроля и управления и навигационной аппаратуры потребителей, а также дифференциальных дополнений СРНС. Рассмотрены направления совершенствования технологий спутниковой навигации, включая перспективы совершенствования космического и наземного сегментов, контроля целостности, использования высокоточных фазовых измерений, интегрирования с инерциальными системами навигации и использования пространственной обработки сигналов. Для широкого круга специалистов, занимающихся разработкой, производством и эксплуатацией аппаратуры потребителей СРНС ГЛОНАСС. Может быть полезна студентам, аспирантам и преподавателям высших учебных заведений при изучении дисциплин радиотехнического профиля.

www.radiotec.ru

* * *

П. Пржибыл и М. Свитек. Телематика на транспорте.

В книге детально рассмотрен международный опыт применения телематики на транспорте для обеспечения экономичности, удобства и безопас-

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

* * *

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

* * *

R.M. Rogers, Rogers Engineering & Associates Applied Mathematics in Integrated Navigation Systems, Second Edition.

AIAA Education Series 2003, 326 pp, Mixed media, ISBN: 1563476568. AIAA Winter/Spring Publications Catalog 2005.

www.aiaa.org

* * *

P. Zarchan and H. Musoff, C.S. Draper Laboratory. Fundamentals of Kalman Filtering: A Practical Approach, Second Edition.

Progress in Astronautics and Aeronautics Series, Vol. 208, 2005, 746 pp, Mixed media, ISBN: 1563476940. AIAA Winter/Spring Publications Catalog 2005.

www.aiaa.org

* * *

Titterton D.H., Weston J.L. Strapdown Inertial Navigation Technology, Second Edition.

Progress in Astronautics and Aeronautics Series, Vol. 207, 2004, 574 pp, Hardback, ISBN: 1563476932. AIAA Winter/Spring Publications Catalog 2005. www.aiaa.org

* * *

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

* * *

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

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

Для студентов радиотехнических специальностей вузов.

* * *

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

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

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

<http://www.radiotec.ru>

E-mail: iprzhr@online.ru

* * *

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

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

* * *

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

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

* * *

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

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

* * *

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

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

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

2. «Навигационно-временное обеспечение: термины, определения, комментарии». Климов В.Н., Персев В.С. (Роскосмос), Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. (ЦНИИмаш).
3. «Основная формула навигационно-временного обеспечения». Почукаев В.Н. (ЦНИИмаш).
4. «Потребительская система навигационно-временного обеспечения». Почукаев В.Н. (ЦНИИмаш).
5. «Единая система навигационно-временного обеспечения – назначение, структура, этапы становления и формирования». Климов В.Н., Персев В.С. (Роскосмос), Почукаев В.Н., Ревнивых С.Г., Сердюков А.И. (ЦНИИмаш).
6. «Особенности использования межспутниковых измерений в модернизируемой ГНСС с целью повышения точности и надежности эфемеридно-временного обеспечения». Баранков П.А., Игнатович Е.И., Щекутев А.Ф. (ЦНИИмаш).
7. «Простейшая модель поведения шкалы времени, основанная на высокостабильном атомном генераторе, с учетом белого шума частоты». Щекутев А.Ф. (ЦНИИмаш).
8. «Анализ устойчивости орбитальной структуры навигационных систем ГЛОНАСС, GALILEO и GPS». Малышев В.В. (МАИ), Занин К.А. (ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина).
9. «Анализ влияния орбитальной группировки космической навигационной системы на точность и доступность навигационного обеспечения потребителя». Игнатович Е.И., Сердюков А.И., Щекутев А.Ф. (ЦНИИмаш).
10. «Об одном подходе к описанию поля КНС – радиосигналов как источника информации о векторе состояния их потребителя». Баранков П.А. (ЦНИИмаш).
11. «Мобильная лаборатория для испытания приемников ГНСС/ГЛОНАСС/GPS». Аболь В.В., Бермишев А.А. (ЦНИИмаш), Итин П.Г., Лапшин В.Л. (НПП «Термотех»).
12. «Предпроектные исследования – этап формирования модели потребителя КВО «авиация – АОН». Севко В.Ю. (ООО «НПП «Техноприбор-Секунда»).



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

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

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

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

