

**НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ**
№ 2, 2013 г.

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

Редакционная коллегия:

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

Члены редакционной коллегии:

Баринов С. П., к. т. н.;
Белгородский С. Л., д. т. н., проф.,
заслуженный деятель науки РФ;
Верещако В. А.;
Власов В. М., д. т. н., проф.;
Донченко С. И., д. т. н.;
Зубов Н. П., д. в. н., проф.,
заслуженный деятель науки РФ;
Коротышко А. Н., к. т. н.;
Непоклонов В. Б., д. т. н.;
Переляев С. Е., д. т. н., проф.;
Писарев С. Б., д. т. н.;
Почукаев В. Н., д. т. н., проф.;
Ярлыков М. С., д. т. н., проф.,
заслуженный деятель науки
и техники РФ.

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

<u>ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ</u>	3
<u>МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</u>	
РАБОЧАЯ ВСТРЕЧА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОАО «НТЦ «ИНТЕРНАВИГАЦИЯ» И ЕДИНОЙ МАЯЧНОЙ СЛУЖБЫ СОЕДИНЕННОГО КОРОЛЕВСТВА И ИРЛАНДИИ.....	6
<u>В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ</u>	
ЗАСЕДАНИЕ СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА «ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»	11
<u>НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ</u>	
ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ И МОНИТОРИНГА.....	13
В. В. Дворкин, С. Н. Карутин	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ САМОЛЕТА НА КОРАБЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА БОРТОВЫХ ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ	22
П. Н. Власов, Е. Г. Харин, В. Г. Поликарпов, А. В. Ясенюк, И. А. Копылов, В. А. Копелович, В. М. Паденко	
ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ВСЕМИРНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ РАДИОСВЯЗИ 2012 ГОДА (ВКР-12) ПО ВОПРОСАМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОС ЧАСТОТ ДЛЯ НАВИГАЦИИ, СВЯЗИ И НАБЛЮДЕНИЯ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ	30
М. А. Маркелов	
КИТАЙСКАЯ СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА BEIDOU/COMPAS	37
Ю. А. Соловьев	
<u>ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</u>	41
<u>КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ</u>	
V ЮБИЛЕЙНЫЙ МОСКОВСКИЙ КОНГРЕСС ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ТРАНСПОРТНЫМ СИСТЕМАМ ИТС МОСКВА 2013	50
VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ	51
XX САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ	53
XXXV ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «АКАДЕМИЯ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ»	55
<u>ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ</u>	
O ВОЗДУШНОЙ НАВИГАЦИИ С ВЫСОТЫ ПРОЖИТЫХ ЛЕТ	56
Г. Ф. Молоканов	
<u>НОВЫЕ ПУБЛИКАЦИИ</u>	61
<u>ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ</u>	65

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

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

Contents

OFFICIAL DOCUMENTS

ORDER

MINISTRY OF TRANSPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION,

February 13th, 2013 № 36.

REQUIREMENTS TO TACHOGRAPHS, INSTALLED ON MEANS OF TRANSPORT;

CATEGORIES OF TRANSPORT MEANS; USING, SERVICE AND MONITORING

PROCEDURES 3

INTERNATIONAL ACTIVITIES

WORKING MEETING BETWEEN REPRESENTATIVES

FROM THE INTERNAVIGATION RTC AND THE GENERAL

LIGHTHOUSE AUTHORITIES OF THE UNITED KINGDOM AND IRELAND 6

IN THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION

SESSION OF THE RPIN AIR TRANSPORT SECTION

AND THE WORKSHOP «AIRCRAFT FLIGHT OPERATIONS» 11

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

DEVELOPMENT AND OPERATION PRINCIPLES

OF A DIFFERENTIAL CORRECTION AND MONITORING SYSTEM 13

V. V. Dvorkin, S. N. Karutin

TRAJECTORY MEASUREMENT TECHNOLOGY FOR TAKE-OFF/LANDING

ON SHIPS USING AIRBORNE TRAJECTORY MEASUREMENT EQUIPMENT 22

P. N. Vlasov, E. G. Kharin, V. G. Polikarpov, A. V. Yasenok,

I. A. Kopylov, V. F. Kopelovich, V. M. Padenko

THE WORLD RADIOCOMMUNICATION CONFERENCE 2012 (WRC-12)

MAIN DECISIONS REGARDING FREQUENCY BANDS ALLOCATIONS

FOR CIVIL AVIATION NAVIGATION, COMMUNICATION AND

SURVEILLANCE SYSTEMS 30

M. A. Markelev

CHINA SATELLITE NAVIGATION SYSTEM BEIDOU/COMPASS 37

Yu. A. Soloviev

OPERATING INFORMATION 41

CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS

5th ANNUAL INTERNATIONAL MOSCOW CONFERENCE AND EXHIBITION

ON INTELLECTUAL TRANSPORTATION SYSTEMS ITS MOSCOW 2013 50

THE 7th INTERNATIONAL SATELLITE NAVIGATION FORUM 51

20th SAINT-PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE

ON INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS 53

XXXV GENERAL ASSEMBLY OF THE NAVIGATION & MOTION

CONTROL ACADEMY 55

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

ON AERIAL NAVIGATION FROM THE INTERVENING YEARS 56

G. F. Molokanov

NEW PUBLICATIONS 61

PLANS AND CALENDARS 65

Зарегистрировано в Минюсте РФ 7 марта 2013 г.
Регистрационный № 27574

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРИКАЗ

от 13 февраля 2013 г. № 36

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТРЕБОВАНИЙ К ТАХОГРАФАМ, УСТАНОВЛИВАЕМЫМ НА ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, КАТЕГОРИЙ И ВИДОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ОСНАЩАЕМЫХ ТАХОГРАФАМИ, ПРАВИЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ОБСЛУЖИВАНИЯ И КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ТАХОГРАФОВ, УСТАНОВЛЕННЫХ НА ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

MINISTRY OF TRANSPORT OF THE RUSSIAN FEDERATION

ORDER

№ 36, February 13th 2013

**REQUIREMENTS TO TACHOGRAPHS, INSTALLED ON MEANS OF TRANSPORT;
CATEGORIES OF TRANSPORT MEANS;
USING, SERVICE AND MONITORING PROCEDURES**

Во исполнение постановления Правительства Российской Федерации от 23 ноября 2012 г. № 1213 «О требованиях к тахографам, категориях и видах оснащаемых ими транспортных средств, порядке оснащения транспортных средств тахографами, правил их использования, обслуживания и контроля их работы» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, № 48, ст. 6714) приказываю:

1. Утвердить:

- требования к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства (приложение № 1 к настоящему приказу);
- категории и виды транспортных средств, оснащаемых тахографами (приложение № 2 к настоящему приказу);
- правила использования тахографов, установленных на транспортные средства (приложение № 3 к настоящему приказу);

- правила обслуживания тахографов, установленных на транспортные средства (приложение № 4 к настоящему приказу);
 - правила контроля работы тахографов, установленных на транспортные средства (приложение № 5 к настоящему приказу).
2. Установить, что использование технических средств контроля за соблюдением водителями режимов движения, труда и отдыха, установленных на транспортные средства до 1 апреля 2013 г., допускается до даты очередной калибровки (проверки) указанных технических средств, но не позднее 1 апреля 2015 г.

3. Настоящий приказ вступает в силу с 1 апреля 2013 г.

Министр М. Ю. Соколов

http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=1975722.04.2013



ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

ТРЕБОВАНИЯ

К ТАХОГРАФАМ, УСТАНОВЛИВАЕМЫМ НА ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

I. Общие положения

1. Требования к тахографам, устанавливаемым на транспортные средства, (далее – Требования), разработаны с целью обеспечения тахографами непрерывной, некорректируемой регистрации информации о скорости и маршруте движения транспортных средств, о режиме труда и отдыха водителей транспортных средств.
2. В состав тахографа входит бортовое устройство и следующие внешние компоненты:
 - 1) карты тахографа (далее – карты);
 - 2) датчик движения;
 - 3) антенна для приема сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS (далее – ГНСС);
 - 4) антенна для приема и передачи сигналов GSM/GPRS (в случае включения в состав бортового устройства связного модуля);
 - 5) комплект монтажных частей для соединения компонентов тахографа и их установки на транспортном средстве.
3. Бортовое устройство имеет защищенный от вскрытия опломбированный корпус и содержит внутри него:

- 1) устройство обработки данных;
 - 2) программное обеспечение для устройства обработки данных, записанное на электронные носители информации;
 - 3) программно-аппаратное шифровальное (криптографическое) средство (далее – блок СКЗИ тахографа), реализующее алгоритмы криптографического преобразования информации и обеспечивающее:
 - аутентификацию;
 - регистрацию информации в некорректируемом виде в защищенной памяти (далее – защищенный архив блока СКЗИ тахографа);
 - хранение информации ограниченного доступа, используемой для создания электронной подписи и проверки электронной подписи (далее – ключевой информации), и аутентифицирующей информации;
 - преобразование сигналов ГНСС в данные о текущем времени и о координатах местоположения транспортного средства в некорректируемом виде;
 - 4) блок памяти бортового устройства для хранения данных, не требующих регистрации в некорректируемом виде;
 - 5) связной модуль (необходимость включения связного модуля в состав бортового устройства определяется организацией-изготовителем тахографов);
 - 6) датчики ускорения (необходимость установки определяется организацией-изготовителем тахографа);
 - 7) два устройства ввода карт (считывающие устройства);
 - 8) средство отображения информации (дисплей);
 - 9) печатающее устройство;
 - 10) кнопку аварийной ситуации (в случае включения в состав бортового устройства связного модуля);
 - 11) средства визуального и звукового предупреждения;
 - 12) разъем для выполнения сервисных функций, загрузки (выгрузки) данных;
 - 13) разъемы для подключения бортового устройства к транспортному средству;
 - 14) разъем для подключения к бортовому устройству антенны для приема сигналов ГНСС;
 - 15) разъем для подключения к бортовому устройству антенны для приема и передачи сигналов GSM/GPRS (в случае включения в состав бортового устройства связного модуля);
 - 16) слот для SIM-карты (необходимость слота для SIM-карты в составе бортового устройства определяется организацией-изготовителем тахографов);
 - 17) средства ввода информации в тахограф (клавиатура).
4. Типы карт тахографа:
 - 1) карта водителя – обеспечивает идентификацию и аутентификацию водителя с использованием шифровальных (криптографических) средств, а также хранение данных о деятельности водителя;
 - 2) карта контролера – обеспечивает идентификацию и аутентификацию контрольного органа и соответствующего сотрудника контрольного органа (владельца карты) с использованием шифровальных (криптографических) средств;
 - 3) карта мастерской – обеспечивает идентификацию и аутентификацию держателя карты с использованием шифровальных (криптографических) средств;
 - 4) карта предприятия – обеспечивает идентификацию и аутентификацию юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих на территории Российской Федерации деятельность, связанную с эксплуатацией транспортных средств (далее – транспортные предприятия), с использованием шифровальных (криптографических) средств, установку блокировки (ограничения) доступа к данным тахографа и данным карт водителей.
 5. Тахограф обеспечивает целостность и достоверность информации, регистрируемой в памяти тахографа в некорректируемом виде, на основе применения квалифицированной электронной подписи, а также возможность гарантированного выявления ее корректировки или фальсификации по результатам проверки информации, зарегистрированной в памяти тахографа.
 6. Тахограф обеспечивает внесение в блок СКЗИ тахографа с использованием карты мастерской установочных данных, включая идентификационные данные транспортного средства и квалифицированные сертификаты ключей проверки электронной подписи (далее – квалифицированный сертификат) блока СКЗИ тахографа (далее – активизация тахографа).
 7. Тахограф, прошедший процедуру активизации, функционирует в следующих режимах:
 - 1) рабочий режим – режим вождения транспортного средства (регистрация режимов движения, труда и отдыха водителей, а также регистрация событий, сбоев, неисправностей), активируется картой водителя;
 - 2) режим контроля – режим проверки деятельности водителя (при остановке транспортного средства в пунктах контроля на дорогах), активируется картой контролера;
 - 3) режим корректировки установочных данных – режим внесения изменений в идентификационные данные тахографа, активируется картой мастерской;
 - 4) режим предприятия – режим проверки деятельности водителя, а также проверки параметров (характеристик) транспортного средства, его пробега и скоростного режима, активируется картой предприятия.
- Полностью «Требования ...» приведены на сайте Минтранса России:
http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=19757



КАТЕГОРИИ И ВИДЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ОСНАЩАЕМЫХ ТАХОГРАФАМИ

Тахографами оснащаются следующие категории и виды транспортных средств, выпускаемые в обращение и находящиеся в эксплуатации на территории Российской Федерации:

- транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых не превышает 5 тонн (категория М2);
 - транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров, имеющие, помимо места водителя, более восьми мест для сидения, максимальная масса которых превышает 5 тонн (категория М3);
 - транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу свыше 3,5 тонн, но не более 12 тонн (категория N2);
 - транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу более 12 тонн (категория N3);
- за исключением:
- транспортных средств категории М2, М3, осуществляющих городские и пригородные регулярные перевозки в соответствии Правилами перевозок пассажиров и багажа автомобильным

транспортном и городским наземным электрическим транспортом, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2009 г. № 112¹;

- транспортных средств, допущенных к осуществлению международных автомобильных перевозок в соответствии с карточкой допуска на автотранспортное средство для осуществления международных автомобильных перевозок грузов и пассажиров (приказ Минтранса России от 22 ноября 2004 г. № 36 «Об утверждении форм бланков лицензий, лицензионных карточек, удостоверений допуска и карточек допуска» (зарегистрирован Минюстом России 17 декабря 2004 г., регистрационный № 6204), оснащаемых контрольными устройствами в соответствии с требованиями Европейского соглашения, касающегося работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР, Женева, 1 июля 1970 г.).

http://www.mintrans.ru/documents/detail.php?ELEMENT_ID=19757



¹ Собрание законодательства Российской Федерации, 2009, № 9, ст. 1102; 2011, № 37, ст. 5268.

РАБОЧАЯ ВСТРЕЧА ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОАО «НТЦ «ИНТЕРНАВИГАЦИЯ» И ЕДИНОЙ МАЯЧНОЙ СЛУЖБЫ СОЕДИНЕННОГО КОРОЛЕВСТВА И ИРЛАНДИИ

WORKING MEETING BETWEEN REPRESENTATIVES FROM THE INTERNAVIGATION RTC AND THE GENERAL LIGHTHOUSE AUTHORITIES OF THE UNITED KINGDOM AND IRELAND

В соответствии с Планом мероприятий по организации выполнения международных соглашений Российской Федерации в области радионавигации на 2013–2015 годы, утвержденным заместителем Министра промышленности и торговли Российской Федерации, состоялась рабочая встреча представителей ОАО «НТЦ «Интернавигация» и Единой маячной службы Соединенного Королевства и Ирландии (GLA).

Рабочая встреча проходила в период с 24.06 по 27.06. 2013 года на базе корпорации Trinity House – официальной организации, ответственной за навигационное обеспечение в Англии; российских специалистов в центральном офисе Trinity House в Лондоне принял заместитель начальника Ян Менота.

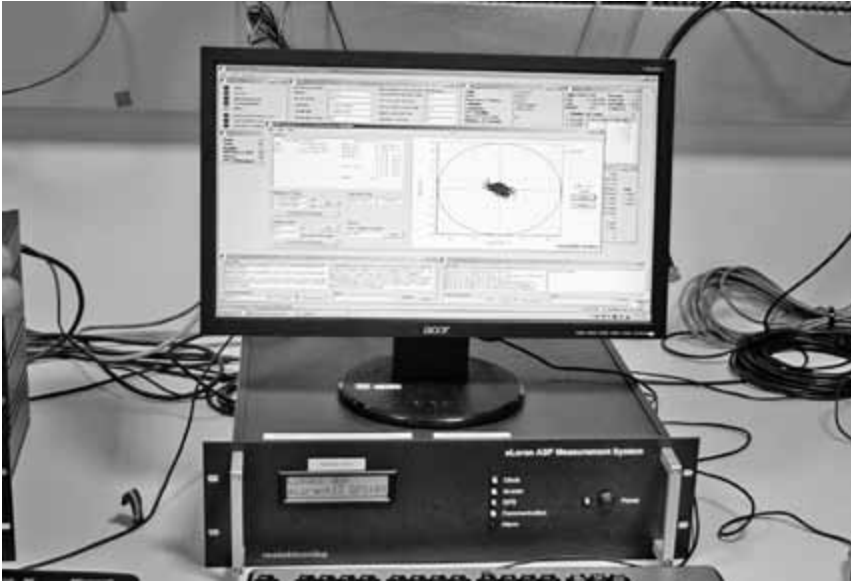
В период дискуссий и обсуждений были рассмотрены вопросы:

- организации и обеспечения безопасной навигации в России и Великобритании;
- обеспечения эффективного использования новых возможностей навигационных систем «Лоран» и «Чайка»;
- исследования GLA по определению влияния подстилающей поверхности на распространение навигационного сигнала «еЛоран», формирование корректирующей информации и использование ее приемными устройствами;
- исследования GLA по определению влияния подстилающей поверхности на распространения навигационного сигнала «еЛоран», формирования корректирующей информации и использования ее приемными устройствами;
- возможности функционирования станций «Лоран» и «Чайка» в совместных объединенных радионавигационных цепях в Европейском и Арктическом регионах;
- развития взаимного сотрудничества в обеспечении безопасной навигации с использованием систем «Лоран» и «Чайка».

Российские специалисты были ознакомлены с результатами исследований функционирования системы дифференциальной коррекции сигнала станции «еЛоран» на примере дифференциальной станции, размещенной в морском порту Харвич. Аппаратура размещена



Рабочая встреча российских и английских специалистов проходила в филиале Trinity House, расположенном в г. Харвиче



Общий вид станции eЛоран (Энторн, Великобритания)



Для проведения исследований в морских водах компания Trinity House использует исследовательское судно.

в здании филиала Trinity House и работает в автоматизированном режиме. Точность определения местоположения объекта по сигналам «eЛоран» с дифференциальной коррекцией составляет 7 метров.

Дифференциальные поправки передаются на аппаратуру потребителя станцией нового поколения «eЛоран», расположенной в городе Энторн, по радионавигационному каналу станции. Станция полностью автоматизирована, не требует обслуживающего персонала и высокоэкономична в эксплуатации.

В Российской Федерации эксплуатируются станции старого поколения «Чайка» изготовленные в 80-х годах, они значительно уступают по своим возможностям станциям «eЛоран».

С помощью исследовательских судов специалисты GLA активно исследуют влияние подстилающей поверхности на распространение навигационного сигнала станций «Лоран» (Additional Secondary Factors, ASF), формируют базисные данные для аппаратуры потребителя, составляются диаграммы, показывающие степень влияния подстилающей поверхности на радионавигационный сигнал в различных районах.

В настоящее время Министерством транспорта Великобритании утверждена программа по оснащению до 2015 года системой дифференциальной коррекции на первом этапе 7 морских портов с наибольшей интенсивностью движения судов.

Особое внимание Правительством Соединенного Королевства уделяется обеспечению надежной навигации в проливе Ла-Манш, где постоянно действуют неблагоприятные погодные условия (туман, дождь), установлены нефтяные платформы и ветровые энергетические установки. Интенсивность движения в самом узком месте пролива (32 км) составляет 500 судов в сутки.

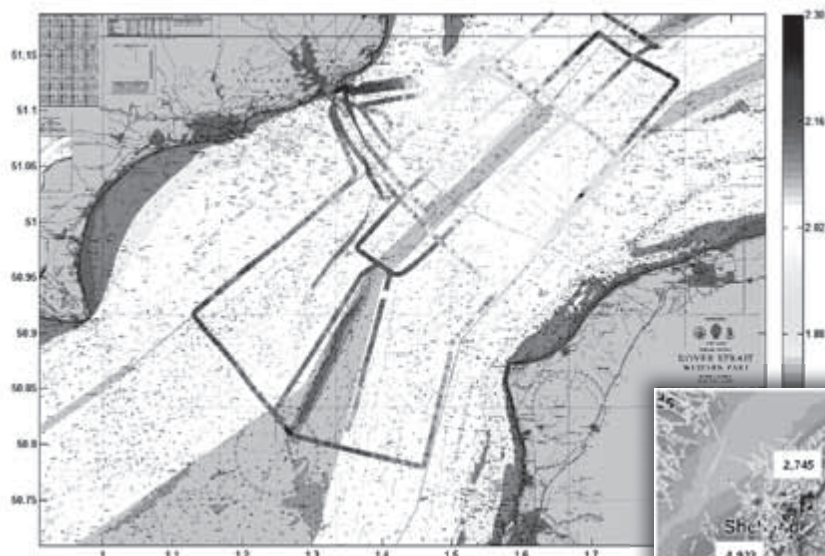
Ежегодный рост трафика грузовых перевозок и размеров судов обостряет проблему транспортной



Российским специалистам была предоставлена возможность посетить исследовательское судно и принять участие в измерении параметров радионавигационного поля Европейской системы Лоран в районе гавани морского порта Харвич.

недостаточно. В дополнение к ГНСС необходима альтернативная независимая автономная радионавигационная система. Наиболее эффективно роль дополняющей системы может выполнять радионавигационная система, состоящая из станций нового поколения «еЛоран».

Европейские страны тесно увязывают создание и применение еЛоран с концепцией построения е-Навигации, которая должна объединить все электронные средства в целях обеспечения улучшенной навигации «от причала до причала» и работы соответствующих служб, повышения надежности и безопасности морской навигации и защиты морской среды. Единая маячная служба Соединенного Королевства и Ирландии отмечает, что растущие риски на море связаны, прежде всего, с человеческими ошибками, количество которых из числа несчастных случаев по статистике составляет 80%. Увеличивается количество судов, особенно в прибрежных водах. Современные большие и малые суда имеют большие



ASF – Энторн (Anthorn)

безопасности и требует навигационного обеспечения непрерывной высокой надежности.

По мнению Единой маячной службы Соединенного Королевства и Ирландии, расширяющаяся и растущая зависимость от GPS военных, гражданских и коммерческих систем и инфраструктур делает многие из этих сфер деятельности существенно уязвимыми по отношению к внезапным перерывам координатно-временных и навигационных услуг. Продолжающийся рост услуг, базирующихся только на GPS, представляет возможности для возникновения рисков и угроз национальной, внутренней и экономической безопасности. В районах со сложными погодными условиями, большой интенсивностью движения навигационное обеспечение радионавигационными системами только одного типа (GPS, ГЛОНАСС, далее – ГНСС)

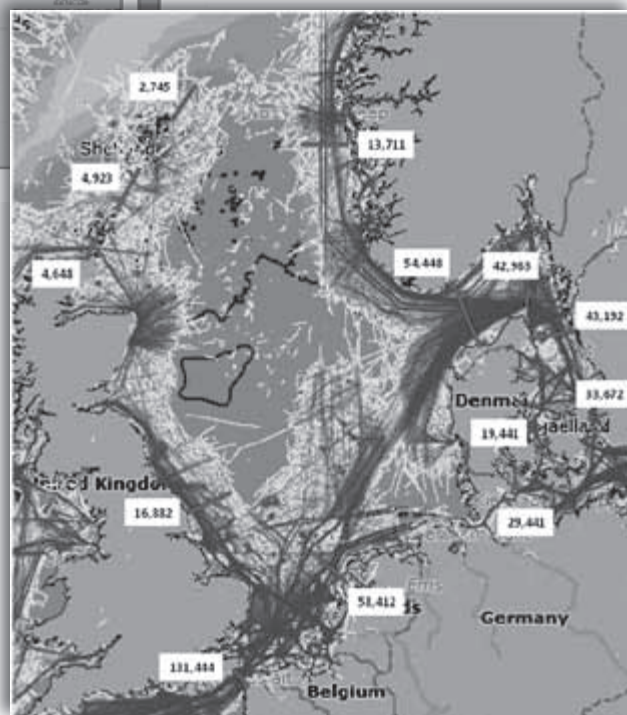


Диаграмма интенсивности движения в проливе Ла-Манш

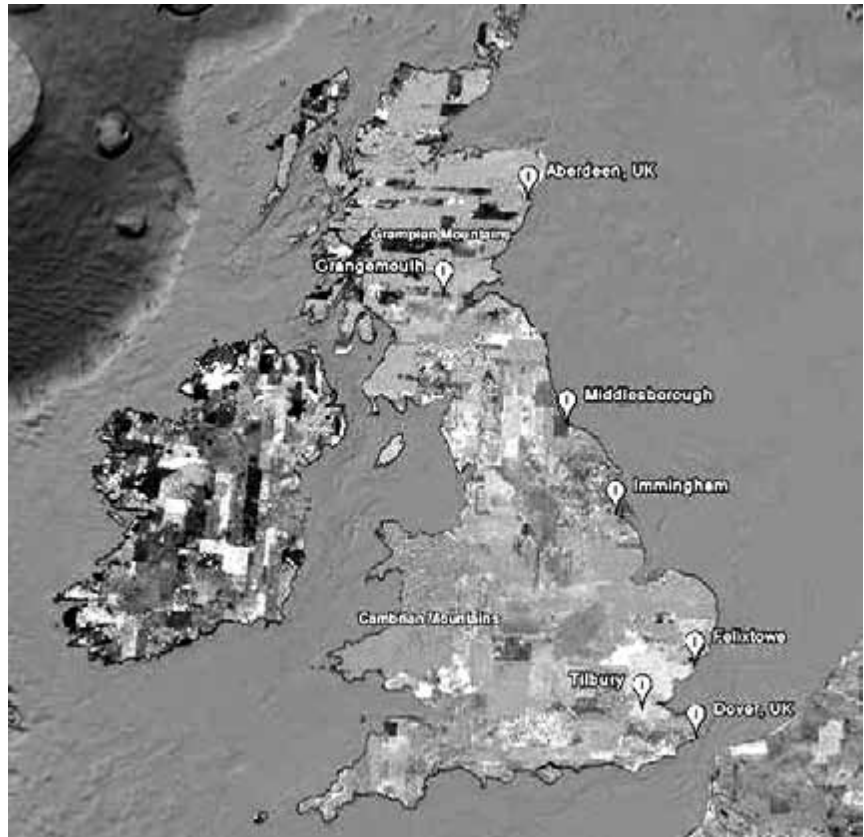
скорости, время на принятие решений человеком остается все меньше. С внедрением современных приборов человек все реже участвует в принятии решений, команды становятся менее опытными, теряя традиционные морские навыки. На этом фоне стремительно растет уверенность относительно спутниковой навигации, поэтому внезапный выход из строя спутниковой навигации, даже на незначительное время, может привести к большим человеческим, экономическим и экологическим потерям. Во избежание таких потерь немаловажная роль в концепции e-Навигации отводится eЛоран, в качестве, как самостоятельной системы, так и основного резерва GPS, который позволит смягчить уязвимость спутниковых навигационных систем.

На вопрос российских специалистов о перспективе развития навигационных цепей длинноволнового диапазона типа Лоран в Европе английские специалисты сообщили, что основные лидеры в данной области Франция и Норвегия продолжают эксплуатировать свои станции «Лоран» в составе Европейской системы «Лоран-С» и ведут работы по внедрению в их состав станций нового поколения «eЛоран».

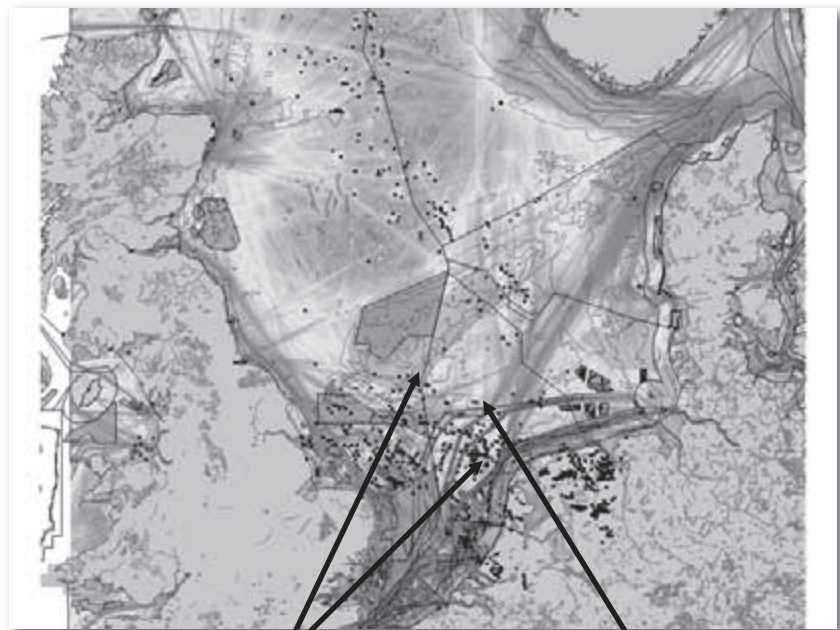
Большой интерес английскими специалистами был проявлен к навигационному обеспечению Арктического региона (Северному морскому пути), который, по их мнению, в ближайшей перспективе может стать наиболее выгодным районом движения судов между портами Европы и Азии. Учитывая более сложные климатические условия Арктического региона, навигационное обеспечение в данной зоне также должно строиться с учетом наличия дополняющей ГНСС системы, состоящей из станций типа «eЛоран».

По результатам работы участники рабочей встречи согласились:

- о необходимости обеспечения надежной навигации космическими навигационными системами



Основные морские порты Великобритании



Районы, планируемые для размещения энергетических ветровых установок

Нефтяные платформы и ветровые энергетические установки

Диаграмма плотности расположения нефтяных платформ и ветровых энергетических установок

совместно с альтернативной независимой радионавигационной системой «eЛоран» или «eЧайка»;

- о наличии технических сфер, в которых совместная работа российских и английских специалистов по совершенствованию применения



Контейнеровоз «Марко Поло» перевозит 16000 контейнеров, Азия ↔ Европа, длина 396м, ширина 54м.

- радионавигационных станций длинноволнового диапазона «еЛоран» и «еЧайка» будет полезна для обеих сторон;
- о взаимодействии в развитии и стандартизации станций «еЛоран» и «еЧайка»;

Ветровые энергетические установки

- о необходимости совместного использования станций «еЛоран» и «еЧайка» в объединенных радионавигационных цепях, что позволит увеличить общую площадь навигационного поля без затрат на строительство дополнительных станций.



ЗАСЕДАНИЕ СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ И НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА «ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»

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

28 мая 2013 г. в помещении НИИ аэронавигации ФГУП «ГосНИИ гражданской авиации», г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, под председательством профессора Белгородского С. Л. состоялось заседание Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации (РОИН) и научно-практического семинара «Летная эксплуатация воздушных судов».

ПОВЕСТКА ДНЯ

Доклад Зуевой А. Н. (27 ЦНИИ МО)

«Единая государственная общеземная геоцентрическая система координат «Параметры Земли 1990 года» (ПЗ-90.11): история создания, перспективы использования».

Доклад Есаяна Р. Т. (ГосНИИ ГА)

«Результаты испытаний спутникового захода на посадку самолета Ил-76 на аэродроме «Новолазаревское»».

Доклад Маркелова М. А. (НИИ аэронавигации ФГУП «ГосНИИ гражданской авиации»)

«Основные решения Всемирной конференции радиосвязи 2012 года (ВКР-12) по вопросам распределения полос частот для обеспечения навигации, связи и наблюдения в гражданской авиации».

В заседании приняли участие 63 человека из 28 организаций.

В докладе Зуевой А. Н. подробно рассматривалась история создания первой отечественной общеземной государственной геоцентрической системы координат (ГГСК) Параметры Земли 1996 г. (ПЗ-90), предназначенной для создания высокоточных спутниковых систем аэронавигации. Показаны параметры связи ГГСК ПЗ-90 с другими системами координат. Проведено сравнение точностных характеристик ГГСК ПЗ-90 с международной земной референцной системой координат ITRS

В ходе ответов на вопросы и обсуждения доклада признана целесообразность внедрения системы координат ПЗ-90.11, повышающей точность аэронавигации. Вместе с тем признано, что существующая

система координат ПЗ-90.02 обеспечивает необходимую точность аэронавигации и на аэродромах гражданской авиации, на которых уже проведена геодезическая съемка в ПЗ-90.02, и нет необходимости проведения съемки в системе ПЗ-90.11.

В докладе Есаяна Р. Т., представленном в виде кинофильма, приведены результаты и материалы Программы «Эксплуатационная оценка полетов тяжелой транспортной авиации в Антарктиде». За прошедшие 11 лет выполнено 90 полетов в Антарктиду и 12 десантирований на полярные станции. Российские аэродромы Антарктиды не оборудованы для выполнения инструментальных заходов на посадку. Эксплуатационный минимум для визуального захода на посадку — 1500×4000 м.

В рамках вышеуказанной Программы на аэродроме «NOVO» была установлена наземная контрольно-корректирующая станция (МЛККС) фирмы СПЕКТР, обеспечивающая выполнение директорных и автоматических спутниковых заходов. Самолет ИЛ-76 ТД был оснащен бортовой многофункциональной системой (БМС) с индикатором и приемником АПДД. Заходы в директорном и автоматическом режимах выполнялись при высоте нижней границы облаков 140 м. Все заходы были успешными и завершились посадкой на снежную ВПП аэродрома «NOVO» станции Новолазаревское.

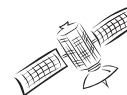
В период с ноября 2011 г. по февраль 2012 г. на аэродроме «NOVO» научной станции Новолазаревское экипажем ЛИЦ ФГУП ГосНИИ ГА было выполнено 10 заходов на посадку по спутниковой системе ГЛОНАСС/GPS. В результате проведенных испытаний установлено, что самолет ИЛ-76 ТД, оборудованный спутниковой системой захода на посадку, позволяет выполнять автоматические заходы на посадку и обеспечивает доставку топлива с аэродрома станции Новолазаревское на полярную станцию Восток («Полюс холода» Земли). Проведенные испытания показали возможность установления эксплуатационного минимума для автоматического захода на посадку самолета ИЛ-76 ТД 100×1000 м, что на порядок повышает регулярность и безопасность полетов при минимальных затратах.

В докладе Маркелова М. А. рассмотрены итоги прошедшей Всемирной конференции радиосвязи 2012 года (ВКР-12) и основные решения, принятые по вопросам распределения полос частот, используемых средствами навигации, связи и наблюдения, применяемыми в гражданской авиации. В частности, обращается внимание на распределения на первичной основе для беспилотных авиационных систем (БАС) и цифровых линий связи «экипаж – диспетчер» L-диапазона, а также на решения Конференции, призванные обеспечить доступ гражданской авиации к спектру, необходимому для передачи сообщений службы ВПС (R) С с приоритетом категорий 1–6 (по Статье 44 Регламента радиосвязи). Сообщается, что в повестку дня следующей Конференции (ВКР-15), включен ряд вопросов, затрагивающих интересы гражданской авиации, в том числе:

- использование подвижной службой полосы частот 694–790 МГц, часть которой занята системой РСБН и ответчиками УВД, применяемыми в России;
- возможности использования полос частот фиксированной спутниковой службы (ФСС), для работы линий управления и связи беспилотных авиационных систем;
- потребности в спектре воздушной службы для систем беспроводной бортовой внутренней связи (WAIC).

Рекомендации семинара:

1. Принять к сведению информацию, изложенную в презентациях заслушанных докладов. Презентации докладов разместить на сайтах филиала «НИИ Аэронавигации» ГосНИИ ГА.
2. Выпустить распорядительный документ по внедрению и использованию общеземной геоцентрической системы координат Параметры Земли ПЗ-90.11 в гражданской авиации Российской Федерации.
3. Интенсифицировать работы по внедрению спутниковых заходов на посадку на аэродромах и посадочных площадках, оборудованных наземными дифференциальными системами ЛККС-2000 и ЛККС-2008.
4. Продолжить участие Филиала «НИИ Аэронавигации» ФГУП «ГосНИИ ГА» в работах по формированию позиции администрации связи Российской Федерации на предстоящей Всемирной конференции Радиосвязи 2015 года (ВКР-15) с целью обеспечения международно-правовой защиты частотных распределений воздушным службам.



УДК 621.78:525.35

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ И МОНИТОРИНГА

В. В. Дворкин, С. Н. Карутин¹

Представлены основные технические решения и результаты летных испытаний системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) по решению задачи повышения качества навигационного обеспечения потребителей систем ГЛОНАСС и GPS.

Ключевые слова: СДКМ, точность, целостность, SBAS, ГЛОНАСС, GPS.

DEVELOPMENT AND OPERATION PRINCIPLES OF A DIFFERENTIAL CORRECTION AND MONITORING SYSTEM

V. V. Dvorkin, S. N. Karutin

System for Differential Correction and Monitoring (SDCM) main technical solutions and flight test results of navigation service performance improvement for GLONASS and GPS users are presented.

Key words: SDCM, accuracy, integrity, SBAS, GLONASS, GPS.

История создания

Необходимость создания российской спутниковой дифференциальной системы (РДС) и системы контроля целостности (СКЦ) стала очевидна в середине 90-х годов двадцатого века, когда полностью развернутая орбитальная группировка ГЛОНАСС была введена в штатную эксплуатацию. В 1996 году специалистами Российского космического агентства, Департаментов морского и воздушного транспорта Минтранса России, Росаэронавигации, Военно-космическими силами, Главного штаба ВВС и Главного управления навигации и океанографии Минобороны России была разработана и утверждена «Концепция создания Российской спутниковой дифференциальной системы и системы контроля целостности», которая предусматривала создание широкозонной РДС и СКЦ к 2000 году. Однако серьезные экономические трудности задержали работы по созданию широкозонного функционального дополнения системы ГЛОНАСС на 7 лет. ФГУП «РНИИ КП», преобразованное в 2009 году в ОАО «Российские космические системы», приступило к разработке широкозонной РДС и СКЦ лишь в 2002 году в рамках федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система».

В 2006 году с целью повышения эффективности обеспечения потребителей ГЛОНАСС и GPS корректирующей информацией (КИ) и информацией о целостности (ИЦ) и обеспечения совместимости и взаимодополняемости РДС и СКЦ с зарубежными системами функционального дополнения спутникового базирования (Satellite Based Augmentation Systems, SBAS)

было принято решение о создании системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) на базе объединения сетей станций мониторинга и станций сбора измерений (ССИ) широкозонной РДС, а также центров формирования КИ и ИЦ. Основной сложностью в процессе создания СДКМ на том этапе было отсутствие определенности с космическими аппаратами (КА), на которые возможно было установить бортовой ретрансляционный комплекс (БРТК) СДКМ. В связи с этим основные усилия разработчики системы сосредоточили на создании наземных каналов передачи данных СДКМ потребителям. В 2009 году система передачи цифровой информации СДКМ по сети Интернет начала предоставлять услуги потребителям.

Поворотным моментом в истории создания СДКМ стал 2008 год, когда было принято решение об использовании для установки БРТК СДКМ КА на геостационарной орбите (ГСО) многофункциональной космической системы ретрансляции (МКСР) «Луч». В рекордные сроки специалисты ОАО «Российские космические системы» и ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнева» решили задачу разработки, изготовления и испытания БРТК СДКМ, его установки и запуска на околоземную орбиту в составе КА «Луч-5А» (12 декабря 2011 года) и КА «Луч-5Б» (3 ноября 2012 года).

В 2009 году заказчик системы – Федеральное космическое агентство (Роскосмос) – повысил требования к точности КИ СДКМ, что потребовало развития сети ССИ в глобальном масштабе. Частичное решение

¹ Вячеслав Владимирович Дворкин – д.т.н., главный конструктор направления ОАО «Российские космические системы», Сергей Николаевич Карутин – к.т.н., заместитель начальника центра ОАО «Российские космические системы», Россия, г. Москва.

данной задачи стало возможным благодаря совместным усилиям специалистов Роскосмоса и Российской антарктической экспедиции Росгидромета, которые обеспечили развертывание трех ССИ СДКМ на станциях «Беллинсгаузен» (февраль 2010 года), «Новолазаревская» (ноябрь 2010 года) и «Прогресс» (декабрь 2011 года). В феврале 2013 года в эксплуатацию введена станция СДКМ на территории Университета г. Бразилиа в Бразилии. Указанные станции совместно со станциями на территории Российской Федерации обеспечивают возможность наблюдения российскими измерительными средствами навигационных космических аппаратов (НКА) ГЛОНАСС на протяжении 95% времени их движения по орбите.

Архитектура

СДКМ является сложной системой, имеющей высокую степень надежности элементов и включающей в настоящее время 30 составных частей, расположенных на 25 объектах на территории Российской Федерации и за рубежом.

Система построена по иерархическому принципу и состоит из:

- комплекса сбора измерений (КСИ), включающего сеть пунктов сбора измерений текущих навигационных параметров (ИТНП);
- комплекса обработки данных (КОД);
- комплекса доставки информации (КДИ) потребителю;
- средств комплекса контроля информации СДКМ (КК).

Основные элементы СДКМ можно разделить на три сегмента – космический, наземный и потребительский (рис. 1).

Наземный сегмент СДКМ решает основные задачи СДКМ, такие как сбор ИТНП в реальном времени, формирование КИ и ИЦ для радиосигналов НКА ГЛОНАСС и GPS, доставка потребителю информации СДКМ посредством наземных каналов передачи данных, а также апостериорный анализ характеристик СДКМ и мониторинг качества вырабатываемой информации.

Космический сегмент СДКМ выполняет функции ретрансляции КИ и ИЦ СДКМ с помощью сигнала, аналогичного навигационному в диапазоне L1 на частоте 1575,42 МГц.

Сегмент аппаратуры потребителя включает образцы приемных устройств ГЛОНАСС/GPS/СДКМ, в том числе предназначенные для проведения сертификации СДКМ по требованиям различных категорий

потребителей (авиационные, геодезические, морские и т. д.).

Принцип работы СДКМ заключается в получении на основе сформированных ССИ ИТНП и навигационной информации открытых радиосигналов НКА ГЛОНАСС и GPS в диапазонах L1 и L2 оперативной и апостериорной оценок эфемеридно-временной информации (ЭВИ) и карты величин вертикальной ионосферной задержки. Полученные данные используются для формирования КИ и оценки целостности навигационно-временного обеспечения. Из центра СДКМ КИ и ИЦ в виде набора стандартизованных сообщений доставляются потребителю посредством КА ГСО и интернет-сервера. Средства комплекса контроля СДКМ производят оценку качества применения КИ и ИЦ, замыкая, таким образом, цепь обратной связи центра со средствами доставки.

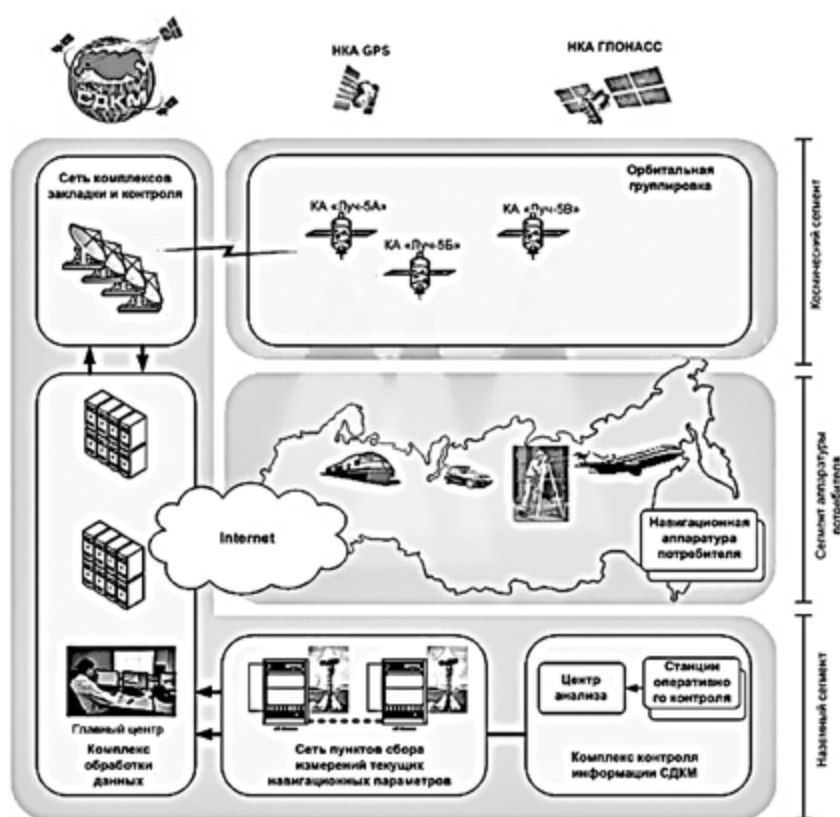


Рис. 1. Архитектура СДКМ

Входящая в КСИ сеть пунктов сбора измерений СДКМ является основным источником данных для выработки КИ и ИЦ. Основными критериями при выборе мест географического расположения пунктов являлись:

- обеспечение глобальной, непрерывной видимости НКА ГЛОНАСС и GPS для формирования ИЦ;
- обеспечение одновременного формирования ИТНП по каждому НКА ГЛОНАСС и GPS не менее чем с 4 пунктов для формирования КИ к ЭВИ;
- обеспечение достаточной плотности размещения пунктов для формирования оценок вертикальной ионосферной задержки в узлах ионосферной сетки

в зоне приоритетного обслуживания СДКМ – территории Российской Федерации;

- наличие в предполагаемом месте размещения пункта развитой инфраструктуры широкополосной передачи данных.

Полная сеть станций СДКМ будет включать 40 станций на территории Российской Федерации (рис. 2), 7 станций в странах Ближнего Зарубежья и 15 в глобальном масштабе с учетом 4-х в Антарктиде.

В состав пункта сбора измерений входит ССИ ИТНП и аппаратура подсистемы информационного взаимодействия СДКМ, обеспечивающая доставку формируемой ССИ информации в центр. ССИ СДКМ включает троированный комплект приемных устройств навигационных радиосигналов НКА ГНСС, активную антенну с устройством защиты от приема отраженных от подстилающей поверхности сигналов типа «choke-ring», устройство приема и отображения информации, переключатель для подключения устройств ручного управления ССИ, водородный стандарт частоты и времени, метеостанцию, устройства управления и обеспечения бесперебойного электропитания, устройства преобразования интерфейсов, средства защиты информации от несанкционированного искажения CheckPoint.

КОД предназначен для выполнения функций выработки КИ и ИЦ, которые реализуются в главном центре дифференциальной коррекции и мониторинга (ЦДКМ) (рис. 3).

По мере развития орбитальной группировки КА МКСП «Луч» КОД будет расширяться за счет создания региональных центров.

В ЦДКМ решаются следующие задачи:

- уточнение и прогнозирование ЭВИ НКА ГЛОНАСС и GPS, находящихся в зоне видимости средств СДКМ;
- формирование карты вертикальных ионосферных задержек в узлах сетки, расположенных с шагом 5° по широте и долготе начиная с 15° в.д. и 40° с.ш. до 170° з.д. и 80° с.ш., для широт выше 70° с.ш. шаг сетки составляет 10°;
- формирование потока КИ и ИЦ в виде стандартизованных сообщений;
- контроль качества КИ и управления СДКМ в случае выхода из строя его составных частей.



Рис. 2. Сеть пунктов СДКМ на территории Российской Федерации

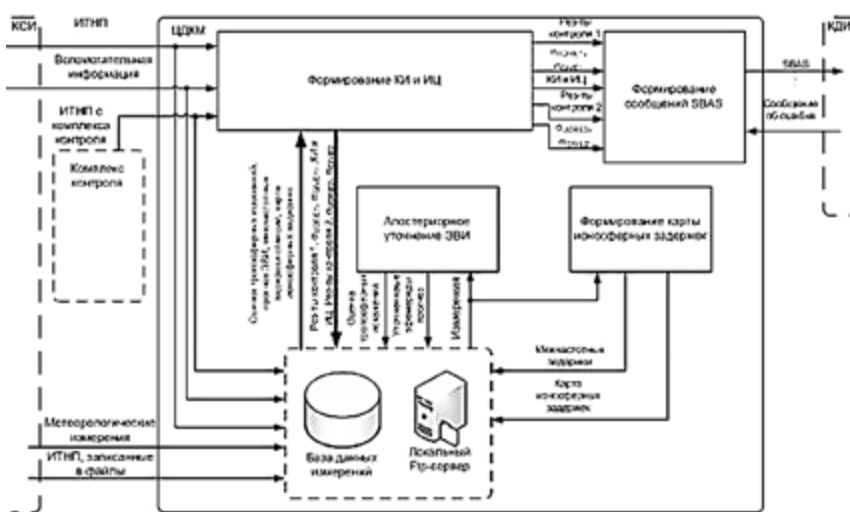


Рис. 3. Центр дифференциальной коррекции и мониторинга

Поскольку ИЦ должна формироваться в реальном времени, а КИ включает быстроменяющиеся и медленноменяющиеся поправки, то оперативные и неоперативные данные поступают от КСИ в программные комплексы формирования КИ и ИЦ, а также накапливаются на локальном ftp-сервере и в базе данных измерений ЦДКМ. Данные на ftp-сервере используются потребителями для апостериорной обработки, а база данных используется для решения задач подготовки исходных данных для формирования медленноменяющихся поправок и карты вертикальных ионосферных задержек в соответствующих программных комплексах ЦДКМ.

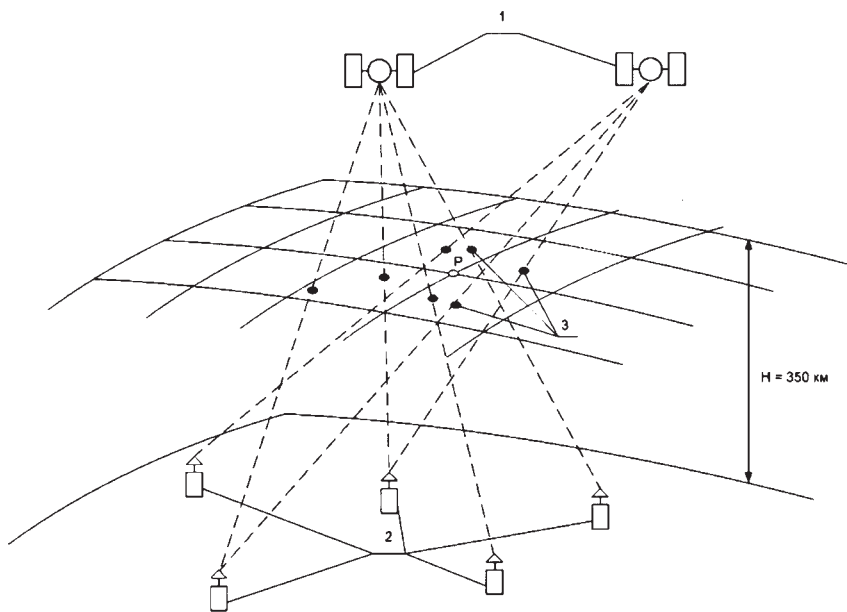
Комплекс уточнения ЭВИ производит обработку суточного интервала измерений по всей сети ССИ, в результате оцениваются параметры орбит и частотно-временные параметры (ЧВП) радиосигналов НКА ГЛОНАСС и GPS, а также значения тропосферных искажений на каждой станции. В ЦДКМ в процессе уточнения ЭВИ определяются параметры модели движения спутника (начальные координаты и параметры вектора скорости, коэффициенты солнечного

давления и модели геопотенциала Земли и т. д.). Оценка параметров осуществляется путем решения системы линеаризованных уравнений их связи с ИТНП методом наименьших квадратов. При этом для получения высокой точности используются интервалы наблюдения ИТНП в течение нескольких суток. Алгоритм уточнения ЭВИ [1] основан на методах орбитальной механики (физики орбитального движения) и теории фильтрации (для получения устойчивого и точного решения по серии редких и зашумленных измерений).

Основная задача программного комплекса апостериорного уточнения ЭВИ состоит в определении начальных значений за счет интервальной обработки массива ИТНП посредством решения дифференциального уравнения второго порядка в частных производных методом Рунге-Кутты [2]. Полученные значения вектора состояния для различных моментов времени используется затем на этапе формирования КИ для получения прогнозных значений эфемерид НКА. Полученные значения эфемерид используются для апостериорной оценки ЧВП, которые определяются как остаточные невязки ИТНП и их оценок, полученных с использованием апостериорных эфемерид.

Быстроменяющиеся поправки в КИ позволяют потребителям оперативно компенсировать уход БШВ НКА относительно значений, получаемых с помощью ЧВП, передаваемых в составе навигационной информации радиосигналов НКА. Таким образом, быстроменяющиеся поправки к ЧВП позволяют уменьшить погрешности эфемеридно-временного обеспечения, которые не компенсированы медленноменяющимися поправками.

Построение карты вертикальных ионосферных задержек в зоне обслуживания СДКМ осуществляется с использованием модели однослойной идеализации, для которой принимается, что все электроны сосредоточены в оболочке незначительной толщины на высоте около 350 км. Поскольку все станции сети ССИ сопровождают сигналы всех видимых НКА с различных направлений и под различными углами места, то по результатам двухчастотных ИТНП может быть сформирован массив значений величины вертикальной ионосферной задержки для множества точек прокола идеализированного слоя ионосферы (рис. 4). Для определения величины вертикальной ионосферной задержки в каждом узле ионосферной сетки используется процедура интерполяции значений задержки из точек прокола, попадающих в четыре соты ионосферной сетки, включающих искомым узел. Поскольку зона обслуживания покрывается сетью



1 – НКА; 2 – ССИ; 3 – подионосферная точка для радиолинии ССИ – НКА; P – искомая узловая точка ионосферной сетки.

Рис. 4. Принципы построения карты вертикальных ионосферных задержек

с шагом 5° и 10° , то процедура формирования массива измерений регламентируется [5] и допускает возможность интерполяции значений только в случае наличия точек прокола не менее чем в трех сотах из четырех.

Результаты прогноза уточненных ЭВИ и карта вертикальных ионосферных задержек записываются в базу данных и используются в дальнейшем для формирования КИ и ИЦ, а также для предоставления апостериорных услуг.

ИЦ формируется по результатам мониторинга характеристик ГЛОНАСС и GPS с целью выявления ситуаций нештатного функционирования системы и своевременное информирование о них потребителя. Мониторинг и оценка параметров радионавигационных полей ГЛОНАСС и GPS проводится в два этапа:

- проверка эфемерид;
- проверка погрешности ИТНП за счет космического комплекса.

Проверка бортовых эфемерид НКА ГЛОНАСС и GPS осуществляется в реальном времени и путем апостериорной обработки на основе сравнения координат каждого НКА, рассчитанных с использованием бортовых эфемерид, с опорными эфемеридами, полученными на основе прогноза уточненных эфемерид, определенных в ЦДКМ.

В качестве тестовых статистик используются величины погрешностей определения координат НКА по радиусу, вдоль орбиты и по бинормали, а также эквивалентная погрешность измерения псевдодальности по уровню вероятности 0,95 [4]. Полученные тестовые статистики сравниваются с априорно заданными пороговыми значениями, которые определяются требованиями потребителей [5, 6].

Обобщая вышесказанное, всю процедуру формирования КИ и ИЦ, осуществляемую в реальном

времени путем обработки потока ИТНП и служебной информации с использованием данных из базы данных (рис. 5), можно описать следующим образом.

В ходе предварительной обработки ИТНП проходят процедуру исключения систематических ошибок (межлитерных задержек для радиосигналов НКА ГЛОНАСС с частотным разделением), обнаружения и устранения скачков измерений псевдофазы вследствие сбоя в работе схем ФАПЧ приемных устройств ССИ, сглаживания измерений псевдодальности приращением измерений псевдофазы. Подготовленные измерения поступают для оценки быстрых поправок к ЭВИ НКА ГЛОНАСС и GPS, а также предварительной оценки величин эквивалентных погрешностей псевдодальности при использовании данных о величине вертикальной ионосферной задержки σ_{GIVE1} и при использовании КИ σ_{UDRE1} [5].

Полученные оценки величин σ_{GIVE1} и σ_{UDRE1} подвергаются дополнительной проверке с помощью ИТНП средств КК, в ходе которой определяются окончательные значения параметров σ_{GIVE2} и σ_{UDRE2} и принимается решение о соответствии текущих значений КИ и ИЦ требованиям к качеству навигационного обеспечения.

Быстроменяющиеся и медленноменяющиеся поправки, а также результаты контроля поправок поступают в комплекс формирования сообщений SBAS (табл.1). Учитывая то, что сообщения SBAS имеют длину 250 бит, одно сообщение передается 1 секунду, а КИ и ИЦ СДКМ включает большой объем данных по более чем 56 НКА и данные карты ионосферных задержек, комплекс формирования сообщений SBAS подготавливает очередь сообщений, руководствуясь следующими правилами:

- сообщения КИ и ИЦ формируются для ограниченного числа НКА (не более 51);
- период повторения всей цепочки сообщений СДКМ составляет 264 сек, поэтому очередность сообщений может изменяться в зависимости от времени их старения в соответствии с требованиями к периодичности обновления соответствующего сообщения [5,6];

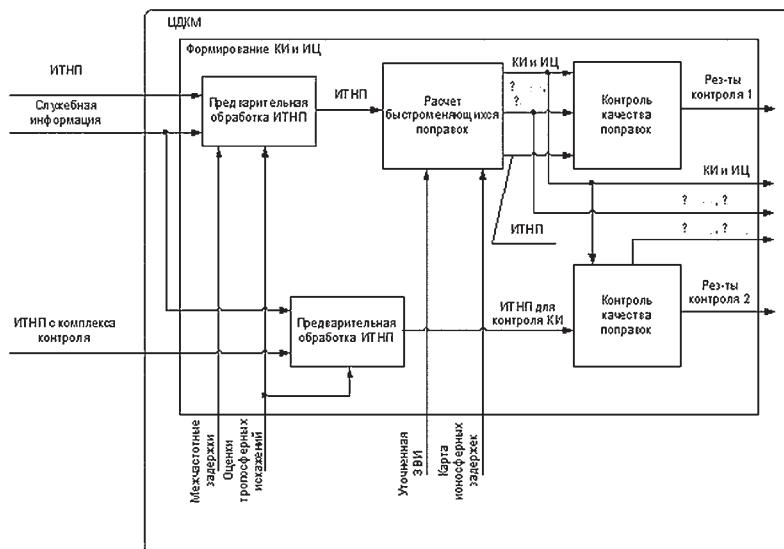
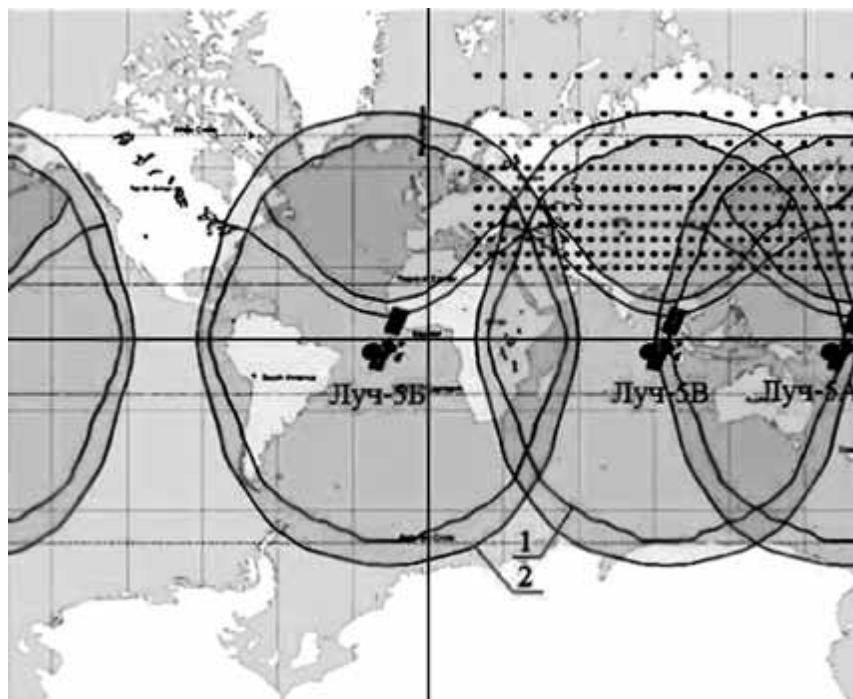


Рис. 5. Общий алгоритм выработки КИ и ИЦ



1 – зона радио видимости при угле места 10°;
2 – зона радио видимости при угле места 5°

Рис. 6. Зона обслуживания КА МКРС «Луч»

- сообщение с ИЦ имеет наивысший приоритет и должно быть передано в любой момент времени вне очереди.

Все сообщения СДКМ передаются блоками по 250 двоичных символов (бит): преамбула – 8 бит, идентификатор типа сообщения – 6 бит, поле данных – 212 бит, проверочные символы – 24 бита циклического избыточного кода для обнаружения ошибок в блоке НИ [7].

Идентификатор типа сообщения содержит 6 бит и определяет 64 типа сообщения (0...63), как показано в табл. 1. Идентификатор типа сообщения передается старшими разрядами вперед. Максимальное время обновления сообщений приведено в табл. 2.

Таблица 1.

Типы передаваемых сообщений СДКМ

Тип	Содержание
0	«ЦИ с данного КА не использовать» (введено для режима тестирования СДКМ)
1	Список спутников, для которых передается НИ
2–5	Быстрые поправки
6	Данные о целостности ГНСС
7	Параметры деградации быстрых поправок
8	Не занято
9	Навигационное сообщение для данного КА СДКМ
10	Параметры деградации (быстроменяющихся и медленноменяющихся поправок, задержек в ионосфере)
11	Не занято
12	Параметры сдвига «сетевое время СДКМ/UTC»
13–16	Не занято
17	Альманах спутников СДКМ
18	Точечно-сеточная маска ионосферы
19–23	Не занято
24	Смешанные быстроменяющиеся/медленноменяющиеся поправки
25	Медленноменяющиеся поправки
26	Поправки к задержкам в ионосфере
27	Служебное сообщение СДКМ
28	Параметры ковариационной матрицы эфемеридно-временных параметров
29–61	Не занято
62	Зарезервировано
63	Нулевое сообщение

Таблица 2.

Временные интервалы обновления НИ

Данные	Тип сообщения	Максимальный интервал обновления данных (секунды)	Время старения данных (секунды)
Тестирование	0	6	-
Список спутников,	1	60	-
Быстроменяющиеся поправки	2–5, 24	60	18
Медленноменяющиеся поправки	24, 25	120	360
НИ КА СДКМ	9	120	360
Изменение параметров	7,10	120	360
Ионосферная маска	18	300	
Ионосферная коррекция	26	300	600
UTC данные	12	300	-
Альманах	17	300	-

Таблица 3.

Параметры КА МКСП «Луч» с БРТК СДКМ

КА	Дата запуска	Срок активного существования	Орбитальная позиция	Номер дальномерной ПСП
Луч-5А	11.12.2011	10 лет	167° в.д.	141
Луч-5Б	3.10.2012	10 лет	16° з.д.	125
Луч-5В	2014	10 лет	95° в.д.	140

Доставку потребителям СДКМ сформированной центром информации осуществляют средства КДИ, которые включают космические каналы на базе БРТК КА ГСО МКСП «Луч», (параметры МКСП «Луч» приведены в табл. 3, а зоны обслуживания – на рис. 6), и наземные

средства по технологии SiSNet (Signal-in-Space through Internet) [8].

Данные из центра СДКМ поступают в ЭВМ управления земной станции комплекса закладки и контроля, которая последовательно загружает

их в формирователь радиосигнала. С выхода формирователя радиосигнал на промежуточной частоте 70 МГц поступает в блок преобразования частоты, где сигнал после двойного преобразования переносится на несущую частоту 14415,42 МГц. Усилитель мощности и зеркальная антенна диаметром 3,5 м обеспечивают эквивалентную изотропную излучаемую мощность радиосигнала 72 дБВт. С учетом потерь на распространение в 208 дБ и коэффициента усиления приемной антенны КА в 31 дБ уровень сигнала на входе БРТК составит -105 дБВт. БРТК, построенный по принципу прямой ретрансляции с одним преобразованием частоты, обеспечивает перенос радиосигнала на частоту 1575,42 МГц и усиление его до уровня 31,5 дБВт при весе 18 кг и потреблении от бортовой сети КА 270 Вт.

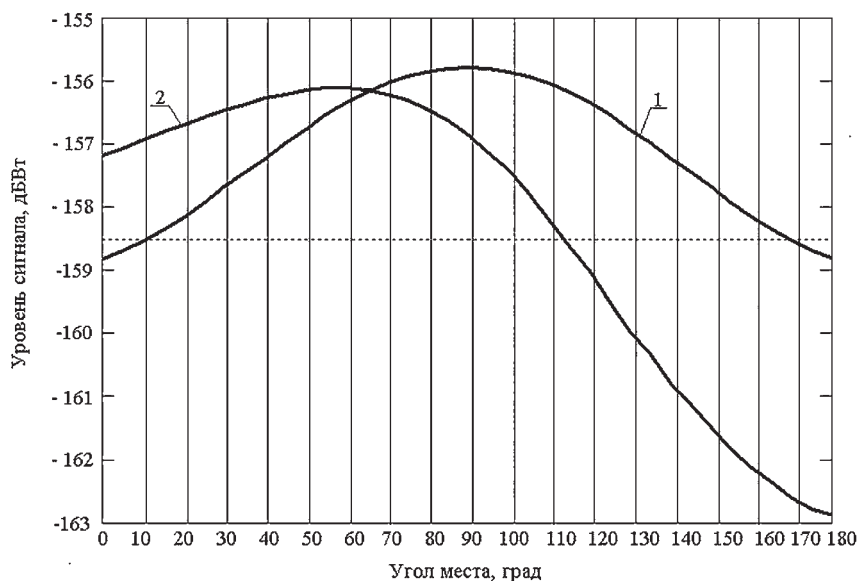
С учетом потерь на трассе распространения радиосигнала КА до потребителя в 189 дБ минимальный уровень сигнал на входе антенны потребителя будет на уровне $-158,5$ дБВт в случае, если передающая антенна КА направлена на экватор. Поскольку основная зона обслуживания СДКМ находится в северном полушарии, то с целью повышения минимального уровня сигнала передающая антенна КА отклонена от направления на экватор на 7° на север. В результате минимальный уровень сигнала в зоне обслуживания повысится почти на 1,5 дБ (рис. 7).

Одновременно с созданием космических каналов доставки информации СДКМ в 2009 году введен в опытную эксплуатацию интернет сервер СДКМ, который позволил отработать, проверить и подтвердить характеристики формируемой СДКМ информации, не дожидаясь запуска КА МКСР «Луч».

С целью информирования потребителей о результатах оперативного и апостериорного мониторинга состояния радионавигационных полей ГЛОНАСС и GPS, предоставления услуг высокоточного определения местоположения в апостериорном режиме создан сайт СДКМ (www.sdcм.ru).

КК СДКМ предназначен для обеспечения мониторинга остаточной погрешности навигационных определений (НО) при использовании КИ и ИЦ, формируемых СДКМ, и обеспечивает:

- получение КИ и ИЦ из центра СДКМ;



- 1 – передающая антенна направлена на экватор,
- 2 – передающая антенна направлена под углом 7° на север от экватора

Рис. 7. Минимальный уровень сигнала БРТР СДКМ у поверхности Земли

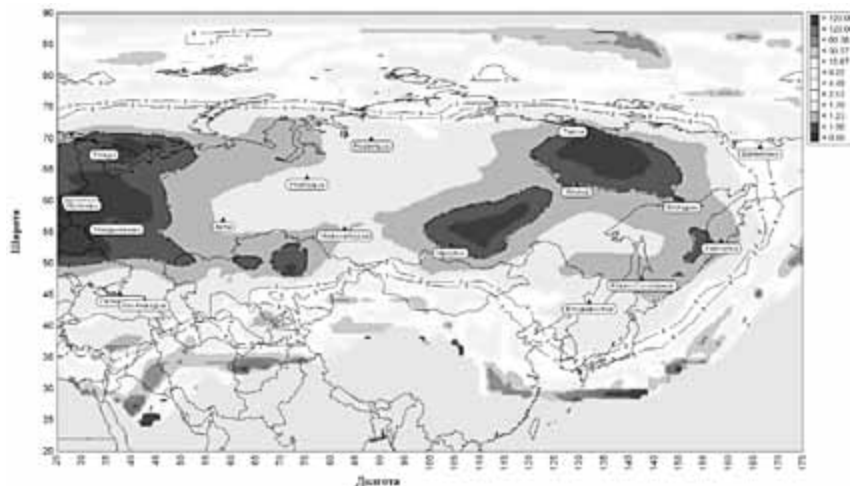


Рис. 8. Погрешность навигационных определений при использовании КИ СДКМ по уровню вероятности 0,95

- проведение контрольных измерений остаточной погрешности НО с учетом применения формируемой КИ и ИЦ;
- доставку результатов контрольных измерений остаточной погрешности НО в центр сбора и обработки данных КК СДКМ;
- проведение контрольных измерений уровней внешних электромагнитных полей в районах расположения ССИ СДКМ;
- обработку данных измерений в центре сбора и обработки данных КК СДКМ и их передачу в центр СДКМ.

В состав КК СДКМ входит центр сбора и обработки данных, 4 комплекса аппаратных средств контроля точности СДКМ и 5 комплектов аппаратура контроля помеховой обстановки.

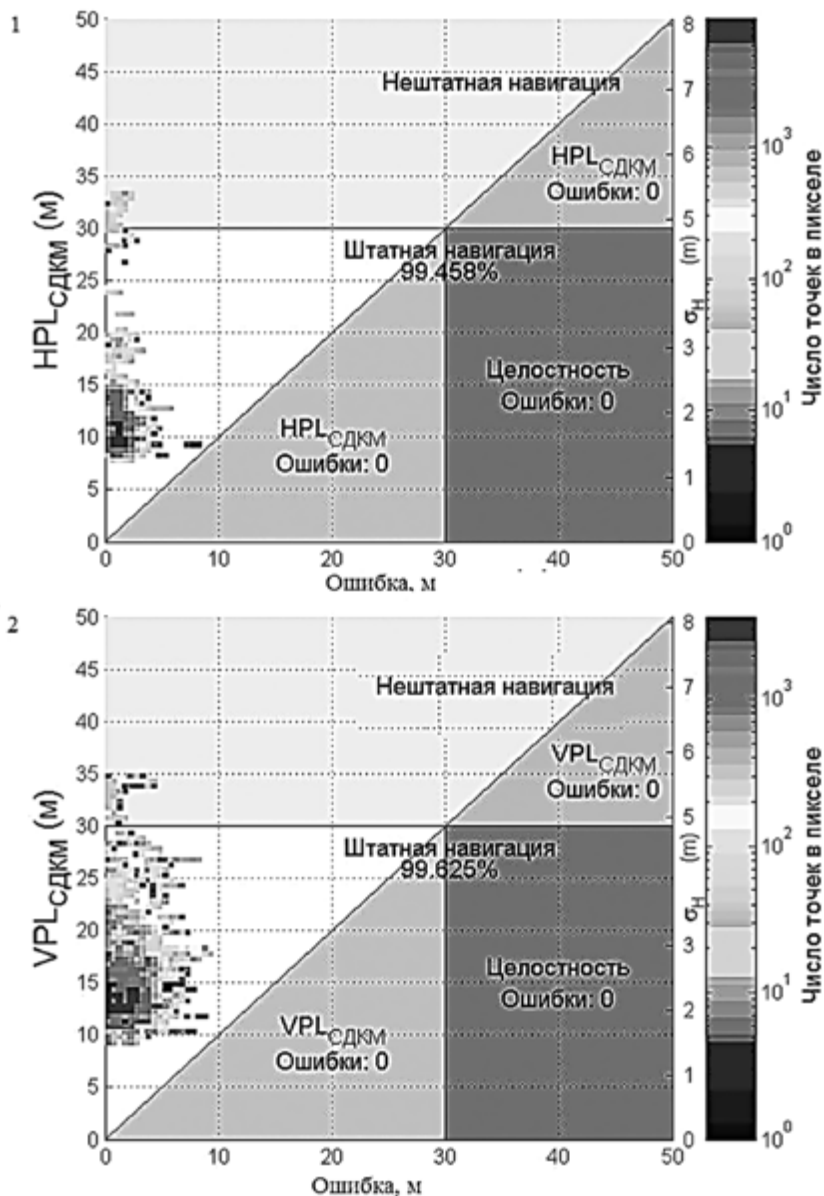
Подсистема информационного взаимодействия СДКМ создавалась с целью обеспечения потребностей компонентов СДКМ в части информационного взаимодействия. Данная подсистема является

территориально-распределенной сетью, функционирующей на территории Российской Федерации и за рубежом. В качестве первичных каналов связи используются сети федеральных операторов связи. Эффективное сочетание современных информационных технологий, использованных при разработке подсистемы, обеспечивает:

- приоритетную передачу результатов ИТНП с ССИ в ЦДКМ и доставку КИ и ИЦ из ЦДКМ на комплекс закладки и контроля;
- передачу команд от ЦДКМ до ССИ и комплекс закладки и контроля, обратно – передачу телеметрической информации;
- автоматическое установление и поддержание информационных соединений;
- автоматическую сетевую адаптивную маршрутизацию пакетов данных;
- централизованный контроль состояния и управление средствами передачи данных в сети;
- защиту данных от искажения и несанкционированного доступа, криптографическое преобразование данных для передачи по открытым каналам связи.

Практический опыт создания и эксплуатации информационных систем позволяет сделать вывод о том, что наиболее действенным способом повышения надежности передачи данных является дублирование каналов связи. Причем эффект повышения надежности достигается лишь в том случае, когда дублирующие каналы независимы друг от друга и территориально разнесены. Поэтому в подсистеме информационного взаимодействия СДКМ обеспечено подключение каждой ССИ к ЦДКМ по двум трактам информационного взаимодействия: основному и дублирующему (кроме антарктических ССИ). При этом выделенный канал с гарантированными характеристиками используется в качестве основного, а канал Internet – в качестве дублирующего.

В состав подсистемы информационного взаимодействия входят центральный пункт и абонентские комплекты. Подсистема обладает следующими основными техническими характеристиками:



1 – при определении плановых координат;

2 – при определении высоты

Рис. 9. Оценка целостности навигационного обеспечения с использованием информации СДКМ

- время задержки при передаче с вероятностью 0,99 не превышает:
 - ИТНП и навигационной информации от ССИ в ЦДКМ – 1,0 с,
 - КИ и ИЦ из ЦДКМ на средства КСИ – 0,5 с;
- количество потерянных информационных сообщений не превышает 0,01% от общего количества переданных сообщений (при условии наличия хотя бы одного работоспособного канала связи);
- функционирование аппаратно-программных средств в круглосуточном режиме.

Результаты использования информации СДКМ

В 2011 году начались летные испытания СДКМ, включающие работы по оценке погрешности решения

навигационной задачи при использовании корректирующей информации. На рис. 8 приведены обобщенные результаты оценки величины погрешности навигационных определений с вероятностью 0,95 по сигналам НКА ГЛОНАСС и GPS, полученные при обработке первичных измерений 24 марта 2013 года на интервале 12 часов.

Второй важной услугой СДКМ является мониторинг целостности навигационного обеспечения и доставка потребителям сигналов тревоги. Поэтому при оценке характеристик услуг СДКМ было проведено сравнение расчетных значений уровней защиты и априорно заданных уровней тревоги для плановых координат и высоты, которые показывают, что предельная погрешность определения плановых координат и высоты при использовании информации СДКМ обеспечивает целостные навигационные определения с вероятностью 0,994 и 0,996 соответственно (рис. 9).

Программа развития СДКМ

Основным направлением развития СДКМ на ближайшие годы является обеспечение потребителей КИ и ИЦ на всей территории Российской Федерации, расширение зоны уверенного приема радиосигналов БРТР СДКМ на КА МКСП «Луч», внедрение дополнительных радиосигналов с КИ и ИЦ в диапазонах

L1, L3 и L5, размещение дополнительных пунктов СДКМ как на территории Российской Федерации, так и за рубежом, а также проведение работ по сертификации СДКМ в соответствии с требованиями по посадке LPV-200. Современный этап развития СДКМ предполагает развертывание всех составных частей системы к 2016 году и ближайшим событием является расширение зоны уверенного приема, которое будет осуществлено за счет запуска КА «Луч-5В» в 2014 году в орбитальную позицию 95° в.д. (табл. 3).

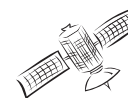
Заключение

Разработчикам СДКМ удалось создать основу высокоточного навигационно-временного обеспечения потребителей системы ГЛОНАСС за счет развитой сети измерительных средств, сложных аппаратно-программных комплексов расчета ЭВИ и построения карты вертикальной ионосферной задержки и развернуть космические каналы доставки информации на базе КА ГСО МКСП «Луч».

Текущим этапом развития СДКМ предполагается дальнейшее развитие каналов доставки информации, повышения качества услуг СДКМ и проведения сертификации для обеспечения целостности навигационно-временного обеспечения потребителей ГЛОНАСС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Global Positioning System: Theory and Applications. Edited by B. W. Parkinson and J. J. Spilker Jr. Published by the American Institute of Aeronautic and Astronautics, 1996.— 1436 p.
2. Xu G. GPS. Theory, Algorithms and Applications.— Second Edition.— Springer, 2007.— 340 p.
3. Chasovitin Yu. K., Gulyaeva T. L., Deminov M. G., Ivanova S. E. Russian Standard Model of Ionosphere (SMI). Preprint № 1 (1110), IZMIRAN, Moscow, Russia. Proceedings of COST 251 Workshop, Side, Turkey, COST251TD (98)005, UK, 1998, P.161–172.
4. Дворкин В. В., Карутин С. Н., Куршин В. В. Методика мониторинга глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС с помощью системы дифференциальной коррекции и мониторинга //Измерительная техника.— 2012.— № 3. С. 32–37.
5. Minimum Operational Performance Standards for Global Positioning/Wide Area Augmentation System Airborne Equipment, RTCA/DO-229D, prepared by SC-159, RTCA Inc., Washington, D. C., December 13, 2006.
6. Specification for the Wide Area Augmentation System (WAAS). FAA-E- 2892b Change 1 August 13, 2001 (including Change 2).— 156 p.
7. Интерфейсный контрольный документ. Радиосигналы и состав цифровой информации функционального дополнения системы ГЛОНАСС системы дифференциальной коррекции и мониторинга.— Редакция 1.— М.: ОАО «Российские космические системы», 2012.— 133 С.
8. Sisnet User Interface Document, Issue 3, Rev 1, 2006.



УДК 625.7.018.7.05:629.783

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЗЛЕТА И ПОСАДКИ САМОЛЕТА НА КОРАБЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЛЕКСА БОРТОВЫХ ТРАЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

*П. Н. Власов, Е. Г. Харин, В. Г. Поликарпов, А. В. Ясенюк,
И. А. Копылов, В. А. Копелович, В. М. Паденко¹*

Изложена технология проведения траекторных измерений при взлете и посадке самолета на палубу корабля во время проведения летных испытаний с использованием комплекса бортовых траекторных измерений (КБТИ). Траекторные параметры самолета относительно корабля вычисляются на основе дифференциального фазового режима СНС и используются как для анализа выполнения режима взлета и посадки, так и для оценки характеристик корабельного и бортового комплексов посадки.

Ключевые слова: Взлет; дифференциальный; измерения; испытания; КБТИ; корабль; навигационная; посадка; режим; самолет; система; СНС; спутниковая; траекторные; фазовый.

TRAJECTORY MEASUREMENT TECHNOLOGY FOR TAKE-OFF/LANDING ON SHIPS USING AIRBORNE TRAJECTORY MEASUREMENT EQUIPMENT

*P. N. Vlasov, E. G. Kharin, V. G. Polikarpov, A. V. Yasenok,
I. A. Kopylov, V. F. Kopelovich, V. M. Padenko*

The paper presents the technology of trajectory measurements during aircraft take-off and landing on the ship deck in flight tests of an airborne trajectory measurement set. A/c trajectory parameters relative to the ship are calculated using SNS differential phase mode and are used to analyze the takeoff/landing parameters as well as to evaluate ship and a/c landing system characteristics.

Keywords: takeoff; differential; measurement; tests; airborne trajectory measurement equipment; ship; navigation; landing; mode; aircraft; system; SNS; satellite; trajectory; phase.

Введение

По сравнению с посадкой на аэродром, посадка на палубу корабля является значительно более сложным процессом. Трудности выполнения этого режима связаны со следующими основными факторами:

- ограниченные размеры палубы корабля;
- движение расчетной точки посадки;
- неуправляемые перемещения, вызванные качкой корабля;
- интенсивные атмосферные возмущения, обусловленные искривлениями и скасами воздушных потоков, набегающих на корабль.

Поэтому посадка самолета на палубу корабля имеет целый ряд специфических особенностей:

- посадка выполняется без выравнивания самолета перед касанием палубы с ограничением максимального значения вертикальной скорости;

- из условия обеспечения нормального зацепления самолета за трос аэрофинишера посадочная скорость (скорость самолета относительно корабля) в момент касания не должна превышать 240 км/ч;
- область касания самолета ограничена дистанцией примерно 24 м по длине и 6...7 м по ширине относительно оси посадочной палубы.

Особенности посадки на палубу определяют достаточно высокие требования к точности системы посадки, особенно на ее заключительном этапе. Наряду с жесткими ограничениями продольного и бокового разбросов точки касания относительно ее расчетного значения, при посадке палубных самолетов должны строго выдерживаться значения воздушной и вертикальной скорости, углы крена, курса и тангажа. Выход за заданные пределы хотя бы одного из указанных

¹ Власов Павел Николаевич — генеральный директор, Герой России, Харин Евгений Григорьевич — начальник отделения, профессор, д.т.н., Поликарпов Валерий Георгиевич — начальник сектора, Ясенюк Андрей Васильевич — начальник сектора, к.т.н., Копылов Игорь Анатольевич — заместитель начальника отделения, д.т.н., igiirada@mail.ru, Копелович Владимир Абович — начальник лаборатории, Паденко Виктор Михайлович — ведущий инженер. Все авторы — сотрудники ОАО «Летно-исследовательский институт им. М. М. Громова», Россия, г. Жуковский Московской области, ул. Гарнаева, д. 2а., pio9@lii.ru, факс 8-495-556-54-07.

параметров может привести к срыву посадки, уходу на второй круг или летному происшествию. Заход на посадку и посадка палубных самолетов обеспечивается комплексом радиотехнических средств корабля и комплексом бортовой аппаратуры самолета.

Для повышения вероятности успешного выполнения посадки и обеспечения высокой эффективности применения палубной авиации в любое время суток, в простых и сложных метеоусловиях необходима тщательная проверка и отработка всех элементов системы «самолет+корабль» в летных испытаниях. Оценка характеристик системы «самолет+корабль» производится по материалам летных испытаний, регистрируемых бортовыми системами измерений самолета и корабля, средствами эталонных траекторных измерений, а также по экспертной оценке, которая выполняется экипажем и участниками испытаний.

Рассмотрим проведение траекторных измерений самолета относительно корабля на примере летных испытаний самолетов МиГ-29КУБ и МиГ-29К и авианесущего крейсера «Викрамадитья» (бывшего «Адмирал флота Советского Союза Горшков»), проведенных в июне-сентябре 2012 г. На корабле был установлен комплекс «Резистор-Э», а на самолетах – бортовой радиотехнический комплекс ближней навигации и захода на посадку А-380МС.

1. Основные работы по сопровождению испытаний системы «самолет – корабль» с применением КБТИ

Этап подготовки

Для проведения траекторных измерений самолета и корабля была использована аппаратура комплекса бортовых траекторных измерений (КБТИ) [1,2]. Решение такой сложной задачи требует тщательной подготовки к проведению испытаний. Были выполнены следующие работы.

Доработано программное обеспечение комплекса КБТИ в части регистрации информации систем комплекса А-380МС (12 информационных линий ARINC-429) и регистрации на борту самолета информации спутниковой навигационной системы (СНС), необходимой для обеспечения траекторных измерений в фазовом дифференциальном режиме. Была выполнена наземная проверка работоспособности КБТИ на стенде и на самолетах.

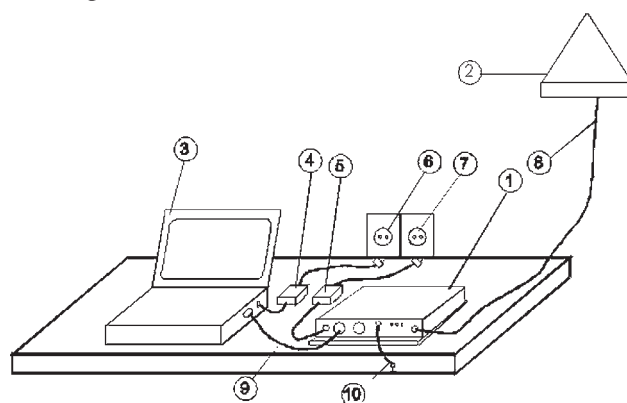
На корабле были выполнены работы: определено место размещения базовой контрольной станции (БКС) из состава КБТИ, установлена антенна СНС, проведена прокладка антенного кабеля, организовано рабочее место оператора БКС в пункте управления посадкой (установлен переносной компьютер, плата СНС, организовано электропитание), проведены контрольные проверки работы БКС.

Согласован протокол информационного взаимодействия между радиотехническим комплексом посадки корабля «Резистор-Э» и аппаратурой КБТИ.

В соответствии с этим протоколом разработано программное обеспечение распаковки информации комплекса «Резистор-Э» из основных вычислителей комплексов азимутально-дальномерного радиомаяка (АДРМ), посадочной радиолокационной станции (ПРЛС), вторичного локатора (ВРЛ), главного процессора (ГПР). Проведена отработка и проверка программного обеспечения с использованием имитационных файлов, полученных с помощью моделирования, и контрольных записей, выполненных на корабле.

В районе проведения испытаний на аэродроме размещена базовая контрольная станция (БКС) из состава КБТИ, выполнены контрольные проверки ее работы. Определены координаты антенны станции, которые в дальнейшем использовались при выполнении обработки информации для определения траекторных параметров в фазовом дифференциальном режиме.

Состав оборудования базовых контрольных станций, установленных на аэродроме и корабле, показан на рис 1.



1 – приемник СНС; 2-антенна СНС; 3 – блок контроля и управления (БКУ), выполненный на базе ноутбука; 4, 5 – адаптеры БКУ и приемника СНС; 6, 7-розетки 220В; 8 – антенный кабель; 9 – информационный кабель RS-232; 10 – металлизация

Рис. 1. Состав оборудования базовой контрольной станции

Основными факторами, которые влияют на точность измерений СНС, являются погрешности принимающей аппаратуры и погрешности распространения радиосигналов, в том числе вызванные помеховой обстановкой в зоне расположения антенны приемника СНС. Поэтому особое внимание на этапе подготовки к проведению испытаний было уделено вопросу размещения антенны БКС на палубе корабля, на которой расположены надстройки, металлические конструкции и излучающие антенны различных систем корабля.

На рис. 2 показано размещение антенн БКС на корабле и СНС КБТИ на самолете.

Этап проведения испытаний

При проведении испытаний на корабле выполнялись следующие работы:

- производилось обслуживание БКС корабля на протяжении всего периода испытаний самолетов совместно с кораблем;



Рис. 2. Размещение антенн БКС корабля и СНС КБТИ-М на самолете

- обеспечивалась запись параметров комплексов оборудования навигации и посадки, входящих в состав корабельного комплекса «Резистор-Э», для последующей обработки и анализа информации;
- осуществлялась оперативная передача информации, зарегистрированной БКС, комплексом «Резистор-Э», в том числе от навигационного комплекса корабля «Ладога», по технологической линии на основе канала Интернет в ОАО «ЛИИ им. М. М. Громова», где выполнялись обработка и анализ материалов испытаний.

На аэродроме выполнялись следующие работы:

- производилось обслуживание БКС на протяжении испытаний самолетов совместно с кораблем;
- обеспечивалось наземное обслуживание полетов, извлечение базы данных из бортового блока КБТИ;
- проводился экспресс-анализ системы «самолет – корабль»;
- данные БКС аэродрома и база данных КБТИ оперативно передавались по Интернету в ОАО «ЛИИ им. М. М. Громова».

Обработка материалов каждого полета занимала 1–2 дня. Результаты обработки передавались по Интернету специалистам, составляющим задание для выполнения в очередном полете.

2. Организация сбора, регистрации, обработки и анализа информации при проведении испытаний

Траекторные измерения используются для решения следующих задач летных испытаний:

- анализ взаимного (относительного) движения самолета и корабля при выполнении посадки;
- оценка характеристик корабельного автоматизированного радиотехнического комплекса ближней навигации, управления полетами, захода на посадку и посадки самолетов и вертолетов корабельной авиации «Резистор-Э»;
- оценка характеристик бортового радиотехнического комплекса ближней навигации, захода на посадку корабельных самолетов А-380МС.

Предыдущий опыт проведения полномасштабных летных испытаний посадки самолета на корабль связан с испытаниями авианесущего крейсера «Тбилиси» (в настоящее время – «Адмирал флота Советского Союза Кузнецов») в конце 1980-х – начале 1990-х годов. На тот момент времени для определения траекторных

параметров относительного движения самолета при выполнении посадки была рекомендована телевизионная измерительная система, установленная на корабле. В качестве особенностей применения телевизионной системы, помимо ее высокой стоимости, можно отметить зависимость измерений от погодных условий (видимости) и наличие ограничений по дальности до самолета.

В последние десятилетия в практику проведения летных испытаний широко внедрены технологии, основанные на измерениях спутниковых навигационных систем (СНС). Полученные в этом процессе методические и технические наработки, аппаратные решения были использованы для создания технологии траекторных измерений при посадке самолета на корабль. Разработанная в нашей стране система ГЛОНАСС и в США – GPS являются сетевыми системами непрерывного действия, которые обеспечивают точное автономное определение географических координат (широта и долгота), высоты полета и составляющих путевой скорости.

Для решения комплексной задачи траекторных измерений – определения параметров движения (координат и составляющих вектора скорости самолета и корабля) – выполняется установка аппаратуры, сбор и обработка следующей информации:

- база данных КБТИ, содержащая данные систем комплекса бортового оборудования самолета, приемника СНС, встроенного в блок КБТИ;
- «сырые» измерения приемников СНС, размещенных на БКС корабля и аэродрома;
- база данных со штатного накопителя на корабле, содержащая параметры радиотехнических систем обеспечения посадки и навигационного комплекса корабля.

Необходимая точность измерений для анализа посадки самолета на корабль обеспечивается данными дифференциального фазового режима СНС. В этом режиме используется информация наземной станции БКС на аэродроме. Дифференциальный режим способен устранить наиболее значимые погрешности навигационных измерений СНС. Приемники СНС, входящие в состав бортового блока КБТИ и БКС на аэродроме и корабле, обеспечивали прием двухчастотных сигналов ГЛОНАСС/GPS. Эта информация используется для определения параметров движения самолета и корабля в географической системе координат с помощью дифференциального фазового режима.

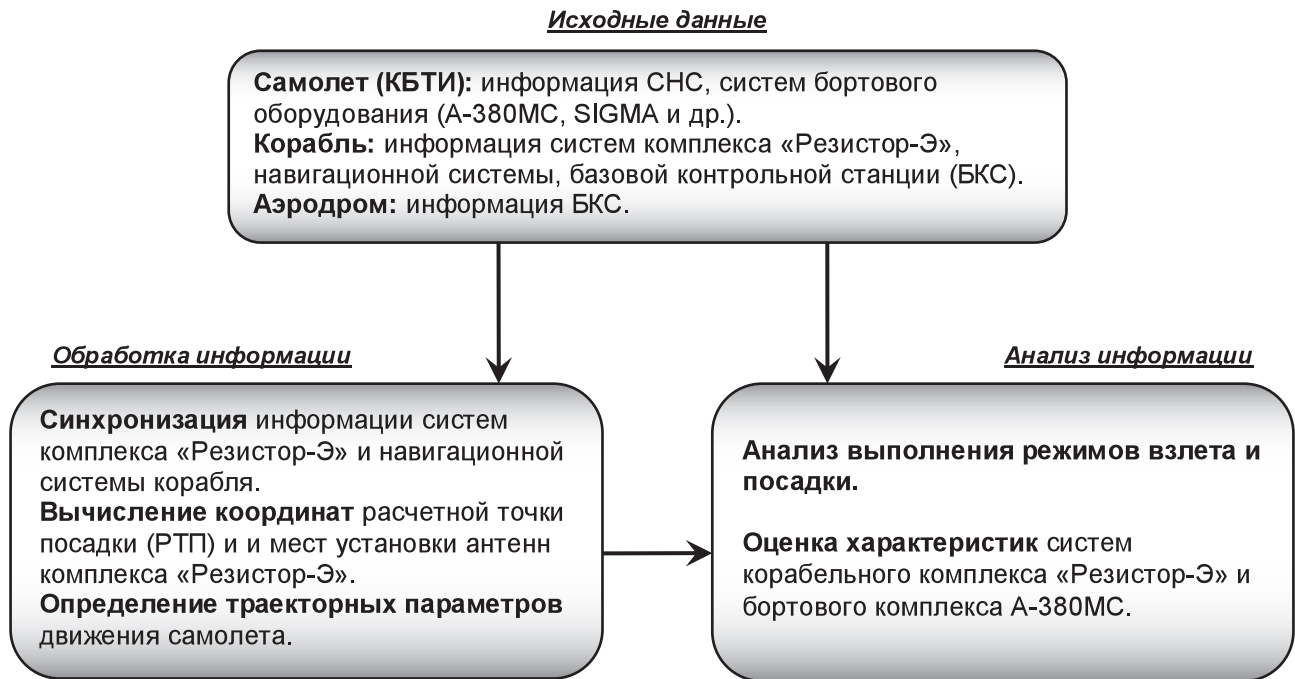


Рис. 3. Структурная схема сбора, регистрации, обработки и анализа информации

При удалении объекта с приемником СНС от аэродрома, на котором размещена БКС, не более чем на 200 км погрешности дифференциального режима СНС по фазовым измерениям с вероятностью 0,95 не превышают:

- при определении координат – 0,7 м;
- при определении составляющих скорости – 0,1 м/с.

Реализация в комплексе КБТИ дифференциального режима измерений СНС позволяет проводить траекторные измерения на всем протяжении полета независимо от места проведения испытаний, погодных условий, видимости, удаления самолета от корабля.

Комплекс КБТИ, установленный на самолете, помимо приема информации СНС, обеспечивает прием и регистрацию параметров систем комплекса бортового оборудования самолета, синхронизацию параметров бортовых систем и траекторных параметров. Информация бортовых систем (в том числе, комплекса А-380МС) принимается в стандартах ARINC 429 (ГОСТ-18977-79), RS-232/422, MILSTD-1553В (ГОСТ Р 52070-2003). Регистрация всей принимаемой информации в комплексе КБТИ-М выполняется с привязкой к единой шкале времени UTC. Погрешность синхронизации составляет величину порядка 1 мс.

Бортовой комплекс А-380МС предназначен для формирования и выдачи информации для управления в режиме захода на посадку на корабль и обмена информацией с корабельным азимутально-дальномерным радиомаяком (АДРМ). Комплекс обеспечивает:

- определение и выдачу в режиме «Навигация» азимута и наклонной дальности относительно корабельного радиомаяка комплекса «Резистор-Э»;
- определение и выдачу линейных отклонений от линии посадки по курсу и глиссаде, а также дальности до точки посадки;

- заход на посадку по сигналам посадочного оборудования корабельного комплекса «Резистор-Э».

На корабле штатной системой сбора информации выполняется регистрация параметров навигационной системы и систем комплекса «Резистор-Э».

Корабельный автоматизированный комплекс «Резистор-Э» предназначен для радиотехнического обеспечения ближней навигации, управления полетами, захода на посадку и посадки летательных аппаратов корабельного базирования, оснащенных бортовым комплексом А-380 МС и радиолокационным контролем полетов самолетов. В состав комплекса входят:

- азимутально-дальномерный радиомаяк (АДРМ) с аппаратурой передачи данных.
- вторичный радиолокатор (ВРЛ);
- курсо-глиссадная система посадки (КГСП) типа MLS;
- посадочный радиолокационный комплекс (ПРЛК), состоящий из двух посадочных каналов, каждый из которых включает посадочную радиолокационную станцию (ПРЛС);
- комплекс обеспечения управления полетами (КОУП). При радиотехническом обеспечении посадки комплекс «Резистор-Э» выполняет:
- поиск, обнаружение, автозахват и автосопровождение летательного аппарата корабельного базирования (ЛАК) и автоматическое измерение сферических (наклонной дальности, угла места и курсового угла) координат ЛАК относительно корабля, расчет дальности ЛАК до расчетной точки посадки (зависания), скорости сближения ЛАК с кораблем, боковых и вертикальных отклонений ЛАК от заданной территории;
- передачу на ЛАК, которые оборудованы комплексом А-380МС, информации, необходимой для обеспечения режима посадки;

— отображение информации на индикаторах автоматизированных рабочих мест диспетчеров навигации и посадки.

Структурная схема сбора, регистрации, обработки и анализа информации при сопровождении испытаний посадки самолета на корабль показана на рис. 3.

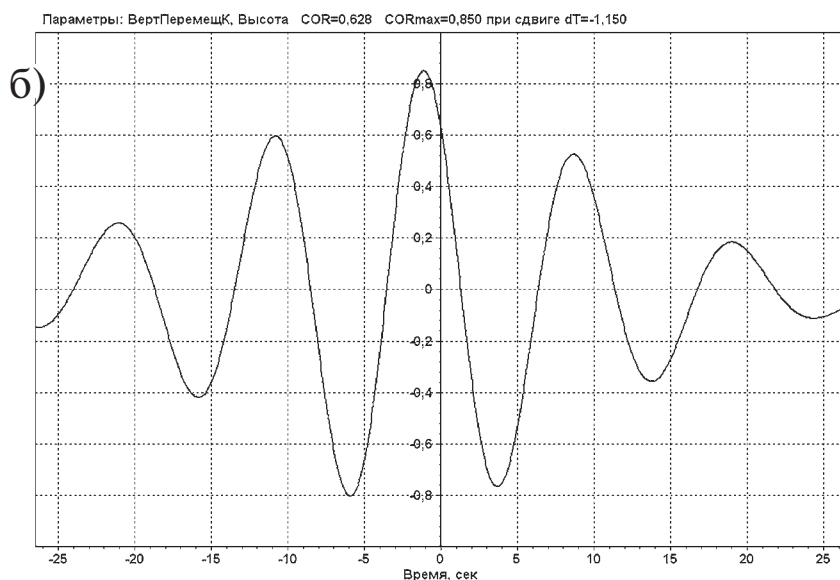
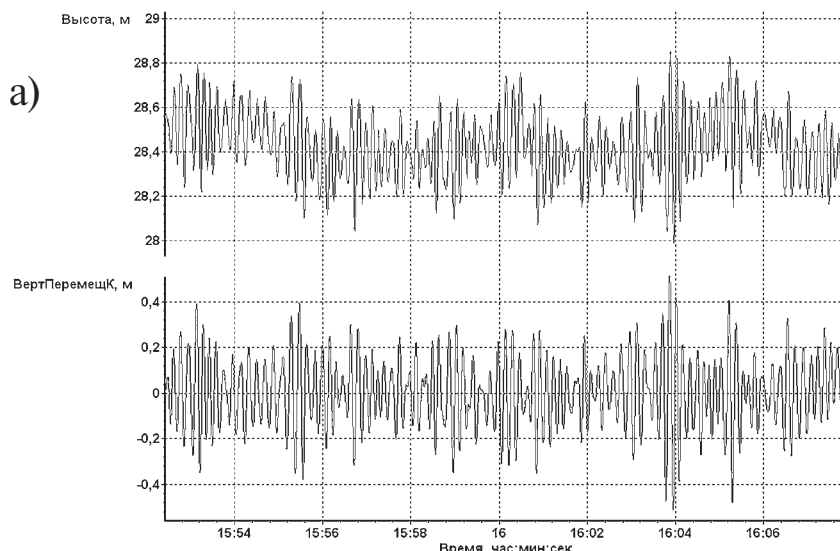
3. Обработка информации

Выполнение большого объема испытательных полетов в сжатые сроки требует максимально возможной оперативности получения результатов измерений, обработки и анализа материалов испытаний. Для этого было разработано специализированное программно-математическое обеспечение автоматизированной обработки информации, которое решает задачи ввода информации, синхронизации и пересчета систем координат, графического представления информации и подготовки файлов для последующего анализа характеристик корабельного комплекса «Резистор-Э» и бортового комплекса А-380МС.

Необходимость синхронизации информации связана с тем, что в файле, зарегистрированном на корабле, используется время, которое транслируется комплексом «Резистор-Э» из набора параметров, поступающих от навигационной системы корабля. Отличие этого времени от Московского меняется случайным образом от полета к полету и достигает величин от единиц до десятков секунд. Эта погрешность связана с ручной выставкой начального момента времени. Из-за погрешности бортового кварцевого генератора разница бортового времени и Московского плавно изменяется, за время полета изменение может достигать величин порядка нескольких десятых секунды.

Определение сдвига времени, в файле, зарегистрированном на корабле, выполнялось с помощью оценок взаимной корреляционной функции между измерениями высоты БКС корабля и вертикальными перемещениями, измеренными навигационной системой корабля в корме корабля — ближайшем месте относительно места установки антенны БКС на корабле.

Оценка взаимной корреляции \hat{R} двух реализаций случайных процессов X_1 , X_2 определялась соотношением



а) Совмещение высоты, измеренной БКС, и вертикальных перемещений, измеренных в кормовом посту навигационного комплекса корабля,
б) Оценка взаимной корреляционной функции.

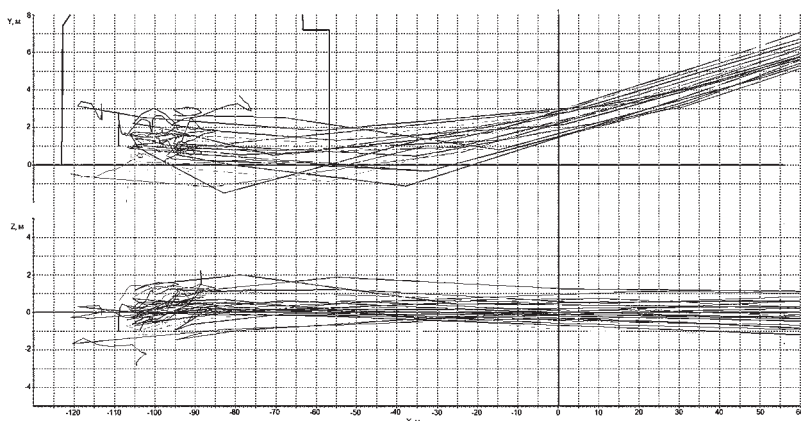
Рис. 4. Пример определения сдвига времени по оценке взаимной корреляционной функции

$$\hat{R} = \begin{cases} \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-m-1} X_1[n+m] \times X_2[n], & \text{для } 0 \leq m \leq N-1. \\ \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-|m|-1} X_1[n] \times X_2[n+|m|], & \text{для } -(N-1) \leq m < 0. \end{cases}$$

Пример оценки сдвига времени по максимальному значению корреляционной функции показан на рис. 4.

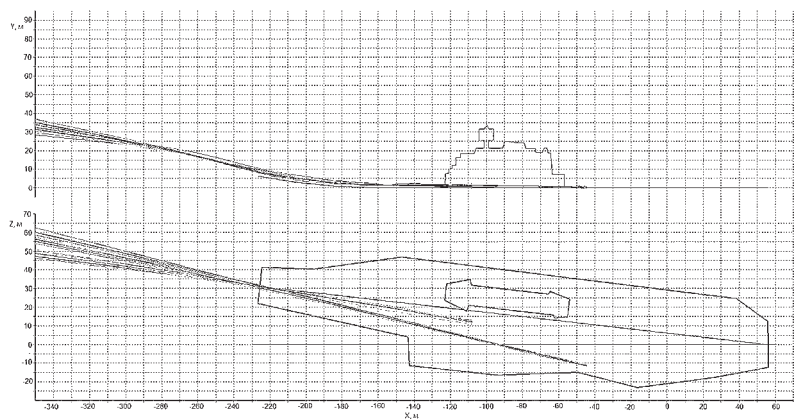
Пересчет систем координат состоял в определении координат расчетной точки посадки и мест установки антенн комплекса «Резистор-Э» в географической системе координат. Пересчет проводился с учетом расположения антенн комплекса «Резистор-Э» относительно места установки антенны БКС на корабле, а также курса корабля и параметров бортовой и килевой качки.

Если через ΔX обозначить вектор смещения одной из перечисленных выше точек относительно БКС



Y – высота самолета относительно расчетной точки посадки,
Z – боковое отклонение от оси посадки

Рис. 5. Траектории посадки



Y – высота самолета относительно расчетной точки посадки,
Z – боковое смещение от оси посадки

Рис. 6. Траектории взлета

в осях корабля, то в географических осях вектор смещения ΔX^N равен:

$$\Delta X^N = C \Delta X.$$

Здесь C – матрица пересчета:

$$C = \begin{bmatrix} \cos \psi \cos \vartheta & \sin \psi \sin \gamma - \cos \psi \sin \vartheta \cos \gamma \\ \sin \vartheta & \cos \vartheta \cos \gamma \\ -\sin \psi \cos \vartheta & \cos \psi \sin \gamma + \sin \psi \sin \vartheta \cos \gamma \\ \sin \psi \cos \gamma + \cos \psi \sin \vartheta \sin \gamma \\ -\cos \vartheta \sin \gamma \\ \cos \psi \cos \gamma - \sin \psi \sin \vartheta \sin \gamma \end{bmatrix},$$

где ψ , ϑ , γ – углы курса, килевой и бортовой качки корабля соответственно.

Затем выполнялся расчет параметров движения самолета в декартовой системе координат с центром в расчетной точке посадки и вычисление действительных значений положения самолета (дальность, угол места и угол курса) относительно антенны оцениваемой системы комплекса «Резистор-Э». Особенность этих расчетов, по сравнению с оценкой посадки самолета на аэродром, заключается в перемещении начала

системы координат, связанном с движением и качкой корабля.

4. Исследование точности траекторных данных самолета, полученных по сигналам СНС

Для анализа точности определения значений траекторных параметров самолета проводилось исследование набора траекторий взлета и посадки на палубу корабля. Траектории строились в прямоугольной системе координат с центром в расчетной точке посадки. Ось X расположена горизонтально вдоль оси посадки в направлении от расчетной точки посадки (РТП) к корме корабля. Ось Y направлена вертикально вверх. Направление оси Z перпендикулярно направлениям осей X и Y и составляет с ними правую тройку.

Особенностью определения координат объекта при спутниковых измерениях является тот факт, что точность определения координат в плане в 1,5...2 раза выше точности определения высоты объекта. В связи с этим оценка точности по высоте может быть распространена на точность определения координат в горизонтальной плоскости.

Во время движения самолета по палубе рядом с надстройкой корабля наблюдается ухудшение точности определения координат, что можно объяснить затенением в этой области антенны самолета и переотражением спутниковых сигналов (многолучевостью). Скачки в величинах высоты по данным дифференциального режима СНС при нахождении самолета рядом с надстройкой достигают величин порядка 3...4 м.

На рис. 5 представлены высоты и боковые отклонения траекторий самолета при 26 посадках на палубу корабля.

На рис. 5 видно, что в районе РТП ($X=0$) ширина «трубки» по высоте Y составляет 1,5 м. Это позволяет утверждать, что погрешность определения высоты в дифференциальном фазовом режиме не превышает величины порядка 0,75 м.

На рис. 6 представлены высоты и боковые отклонения траекторий самолета при 25 взлетах с палубы корабля. Ширина «трубки» по вертикали при движении самолета по палубе в любом сечении по координате X не превышает 1,8 м.

Сравнение вертикальной составляющей скорости самолета по данным дифференциального режима СНС и инерциальной навигационной системы из состава

пилотажно-навигационного комплекса самолета свидетельствует о заявленной точности определения скорости самолета с помощью аппаратуры СНС. Исключение составляют высокодинамичные участки полета (участок отрыва от трамплина и начальный участок касания шасси самолета палубы при посадке). В показаниях дифференциального режима СНС в значениях вертикальной скорости наблюдаются разовые броски вертикальной скорости, которые могут достигать 3,5 м/с.

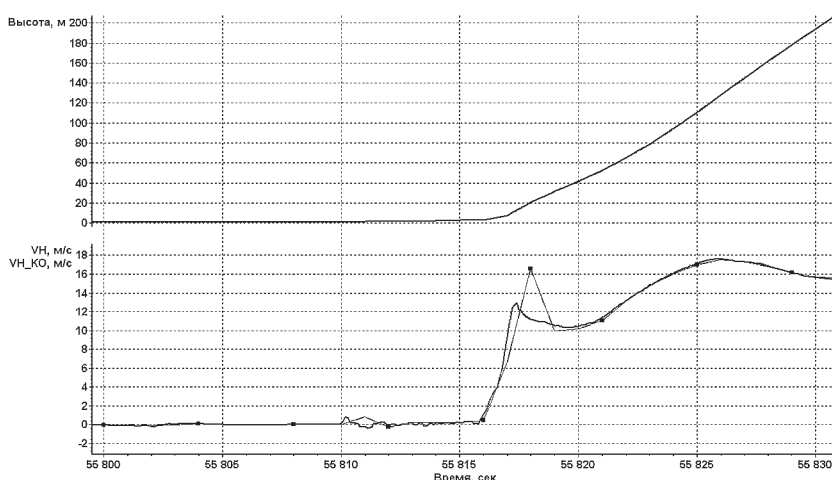
Для устранения бросков в значениях скорости на высокодинамичных участках полета необходимо производить комплексную обработку данных СНС и бортовой инерциальной навигационной системы. Пример использования комплексной обработки информации (КОИ) для устранения сбоев значений вертикальной скорости приведен на рис.7.

5. Анализ материалов испытаний с использованием разработанной технологии

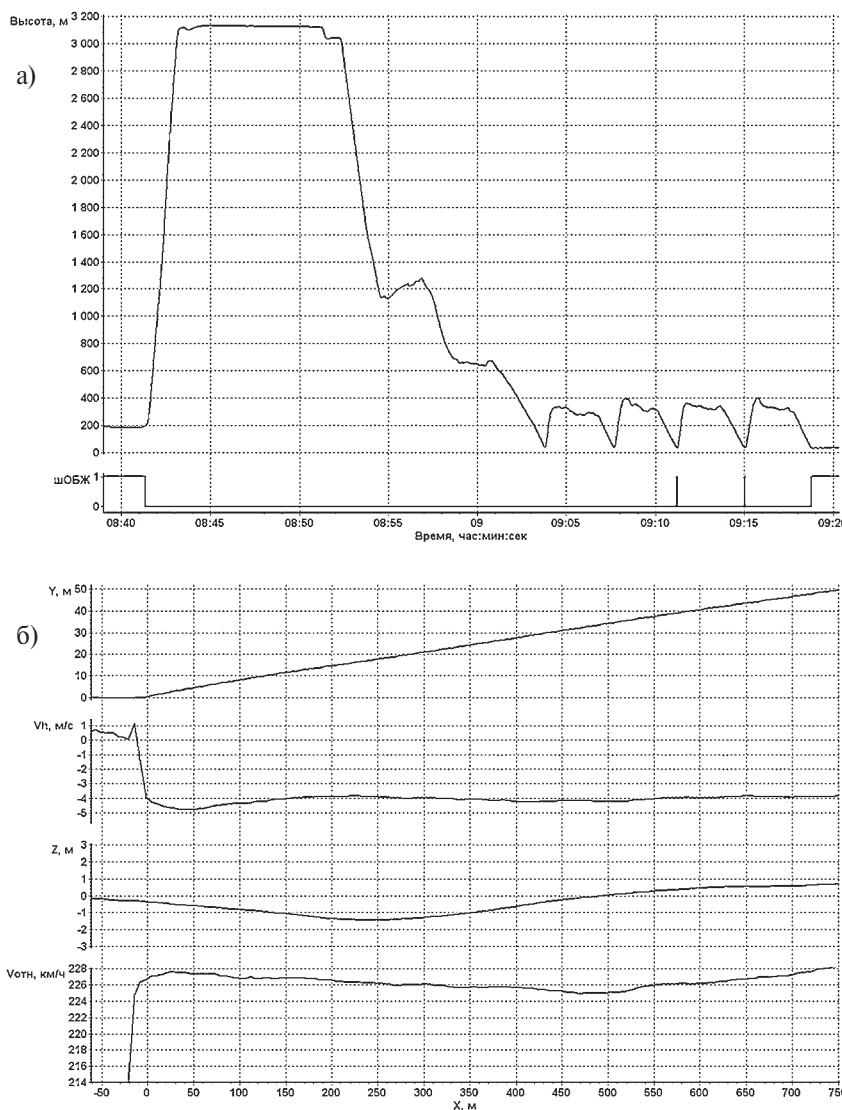
С применением разработанной технологии проведения траекторных измерений выполнено сопровождение летных испытаний самолетов МиГ-29К/КУБ на авианосце крейсере «Викрамадитья» [3]. На рис. 8 показаны вертикальный профиль одного из полетов и траектория при выполнении посадки на корабль.

В полете выполнено пять заходов самолета на корабль – 3-й и 4-й заходы с касаниями палубы, 5-й – посадка на корабль (рис. 8а). График траектории полета на заключительном этапе захода на посадку (рис. 8б) позволяет оценить отклонения от глиссады, вертикальную скорость и скорость движения самолета относительно корабля при выполнении посадки.

Помимо анализа выполнения посадок самолета на корабль траекторные измерения использовались для оценки характеристик комплексов А-380МС и «Резистор-Э».



Высота и вертикальная скорость (VН – дифференциальный режим СНС, VН_КО – результат КОИ)
Рис. 7. Взлет с корабля



а) Профиль полета.
 б) Траекторные параметры при выполнении посадки на корабль.
 Y – высота, Vh – вертикальная скорость, Z – боковое отклонение, X – расстояние до расчетной точки посадки, Votn – скорость сближения, шОБЖ – признак обжатия шасси

Рис. 8. Пример использования траекторных измерений для анализа посадки на корабль

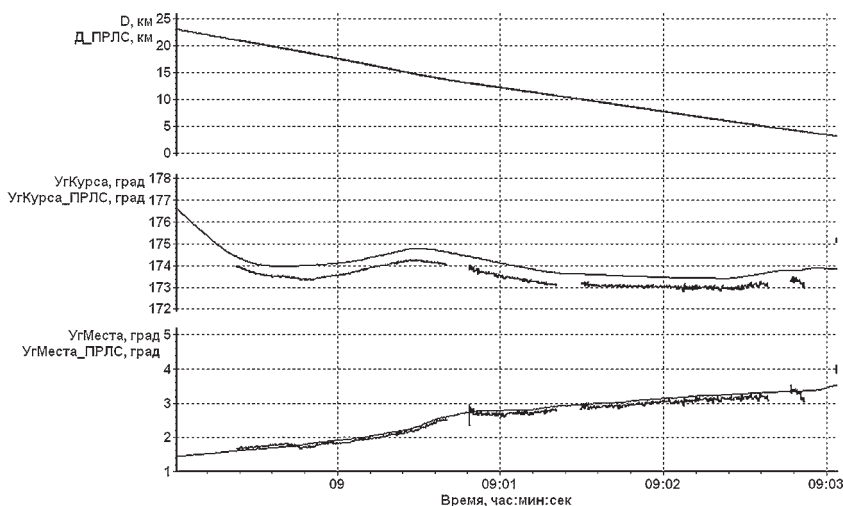


Рис. 9. Совмещение действительных значений траекторных параметров — дальности, угла курса и угла места (D, УгКурса, УгМеста) с информацией ПРЛС

Все системы комплекса должны обеспечивать единую траекторию захода на посадку. Это позволяет получить плавный переход на управление с одной подсистемы на другую без дополнительных маневров летательного аппарата. Оценка характеристик этих комплексов заключалась в проверке правильности функционирования во всех режимах работы, определении точности измерения пространственного положения самолета различными системами.

на всех этапах и режимах посадки (возврат на корабль, повторный заход, автоматический, директорный и ручной режимы управления и т. д.). Выполнено сопровождение более 100 полетов самолетов МиГ-29К и МиГ-29КУБ.

В процессе испытаний при выполнении большого количества полетов, в том числе с посадками на корабль, подтверждена надежность аппаратуры, которая не имела ни одного отказа, а также эффективность разработанной технологии — высокая точность и оперативность определения траекторных параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Харин Е. Г., Копылов И. А. Технологии летных испытаний бортового оборудования летательных аппаратов с применением комплекса бортовых траекторных измерений.— М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2012.— 360 с.
2. Харин Е. Г., Якушев А. Ф., Копелович В. А., Копылов И. А. Развитие технологий летных испытаний

3. бортового оборудования летательных аппаратов с применением летно-моделирующих комплексов, спутниковых и информационных технологий //Новости навигации.— 2012.— № 2. С.18—27.
3. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Викрамадитья_\(авианосец\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Викрамадитья_(авианосец)), 15.06.2013.



УДК 629.73: 621.396

ОСНОВНЫЕ РЕШЕНИЯ ВСЕМИРНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ РАДИОСВЯЗИ 2012 ГОДА (ВКР-12) ПО ВОПРОСАМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОС ЧАСТОТ ДЛЯ НАВИГАЦИИ, СВЯЗИ И НАБЛЮДЕНИЯ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ¹

М. А. Маркелов²

В статье приведена информация по обсуждавшимся на Всемирной конференции радиосвязи 2012 года (ВКР-12) вопросам распределения полос частот системам навигации, связи и наблюдения гражданской авиации, и решениям, принятым по ним. Значительное место уделено потребностям в спектре для беспилотных авиационных систем. Рассмотрены также дополнительные регламентарные меры по внедрению новых авиационных систем в полосах 112–117,975 МГц, 960–1164 МГц и 5000–5030 МГц, а также первичное распределение радиолокационной службе в полосе 15,4–15,7 ГГц.

Ключевые слова: Всемирная конференция радиосвязи, ВКР-12, спектр, полоса частот, распределение, беспилотная авиационная система.

THE WORLD RADIOCOMMUNICATION CONFERENCE 2012 (WRC-12) MAIN DECISIONS REGARDING FREQUENCY BANDS ALLOCATIONS FOR CIVIL AVIATION NAVIGATION, COMMUNICATION AND SURVEILLANCE SYSTEMS

M. A. Markelov

This paper presents information regarding the World Radiocommunication Conference 2012 (WRC-12) agenda items related to frequency bands allocations for civil aviation navigation, communication and surveillance (CNS) systems and main decisions adopted by the Conference. A special attention is dedicated to spectrum requirements of unmanned aircraft systems. Additional regulatory measures intended to facilitate new aeronautical systems implementation in the bands 112–117.975 MHz, 960–1164 MHz and 5000–5030 MHz, and a primary allocation for radiolocation service in the band 15.4–15.7 GHz are discussed also.

Key Words: World Radiocommunication Conference, WRC-12, spectrum, frequency band, allocation, unmanned aircraft system

Введение

Всемирная конференция радиосвязи 2012 года (ВКР-12) проходила в период с 23 января по 17 февраля 2012 года в штаб-квартире Международного союза электросвязи (МСЭ) и в Международном центре конференций (г. Женева, Швейцария). Основной задачей Конференции являлось совершенствование Регламента радиосвязи с целью обеспечения эффективного и равного доступа к спектру и орбитальному ресурсу. В работе Конференции приняли участие около 3000 делегатов, представлявших интересы администраций связи более 150 государств-членов МСЭ, региональных организаций электросвязи (СЕРТ, СІTEL, РСС, АТУ и др.), международных организаций (ИКАО, ІАТА, ІМО, NATO и др.), провайдеров услуг связи (INMARSAT, MTSAT и др.) и промышленности.

Основные вопросы

Повестка дня ВКР-12 включала более 30 пунктов. К моменту открытия Конференции на ее рассмотрение было представлено около 140 документов. В ходе Конференции было выпущено еще более 600 документов, (включая административные, временные и информационные).

В соответствии с Планом подготовки Администрации связи России к ВКР-12 Росавиация была совместно с Минобороны определена координатором по пунктам 1.3, 1.4 и 1.21 повестки дня:

1.3 Потребности в спектре воздушной подвижной (маршрутной) службе (ВП (R) С) и воздушной подвижной спутниковой (маршрутной) службе (ВПС (R) С) для беспилотных авиационных систем (БАС)

¹ Статья подготовлена на основе доклада на заседании Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации (РОИН) и научно-практического семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» 28.05.2013 г.

² Маркелов Михаил Андреевич – 1943 г., Россия, 123182, Москва, Волоколамское шоссе, 26., Филиал «НИИ Аэронавигации» ФГУП ГосНИИ ГА, г. начальник сектора, info@atminst.ru; markelov@atminst.ru, (499) 190-35-75; (495) 490-95-84, Факсы: (499) 190-47-25; (499) 190-73-45

1.4 Дополнительные регламентарные меры по внедрению новых систем ВП (R) С в полосах 112–117,975 МГц, 960–1164 МГц и 5000–5030 МГц

1.21 Первичное распределение радиолокационной службе в полосе 15,4–15,7 ГГц.

В ходе подготовки к Конференции (по мере поступления рабочих документов МСЭ и их рассмотрения) определился круг вопросов, решения по которым могли затронуть интересы гражданской авиации. К ним относятся пункты 1.3, 1.4. Вопрос, включенный в пункт 1.21, не затрагивал интересов гражданской авиации, так как системы воздушной радионавигационной службы (ВРНС), работающие в полосе частот 15,4–15,7 ГГц в гражданской авиации не применяются, а планы разработки авиационных радиолокаторов в данной полосе отсутствуют.

По пунктам 1.12, 1.14, 1.15, 1.16 и 1.17 предусматривалось участие Росавиации в формировании позиции Администрации связи России:

1.12 Защита первичных служб в полосе 37–38 ГГц от помех со стороны воздушной подвижной службы (ВПС)

1.14 Внедрение радиолокационной службы в диапазоне 30–300 МГц

1.15 Распределения для океанографических радаров в диапазоне 3–50 МГц

1.16 Распределения в диапазоне частот ниже 20 кГц пассивным системам для обнаружения молний

1.17 Совместное использование частот подвижной службой и другими службами в полосе 790–862 МГц в Районах 1 и 3

Из этой группы пунктов только последний в некоторой степени затрагивал интересы гражданской авиации, так как на гражданских воздушных судах продолжает эксплуатироваться оборудование РСБН и ответчик УВД.

По пункту 1.12 можно отметить, что в гражданской авиации России не применяется оборудование, работающее в полосе частот 37–38 ГГц, а планы создания бортовых беспроводных систем (WAIC) отсутствуют. В ходе рассмотрения предложений, поступающих от администраций связи по пункту 1.14, стало ясно, что наибольший интерес для разработки новых радаров обзора космического пространства представляет полоса частот 154–156 МГц, которая не используется системами гражданской авиации. Новые распределения для океанографических радаров, рассматриваемые в рамках пункта 1.15, также было решено сделать в ряде узких полос, не перекрывающихся и не граничащих с полосами частот, распределенных ВП (R) С и использующихся для обеспечения дальней радиосвязи. Похожая ситуация возникла и по пункту 1.16, т. к. в гражданской авиации России радионавигационные системы, работающие в диапазоне ниже 20 кГц в настоящее время не применяются.

К прочим пунктам дня ВКР-12, затрагивающим, по мнению ИКАО, интересы гражданской авиации, относились пункты 1.1, 1.7 и 1.25:

1.1 Исключение примечаний, относящихся к странам, или исключение названий стран из примечаний

1.7 Обеспечение долгосрочного доступа ВПС (R) С к спектру при сохранении без изменений общего распределения ПСС в полосах 1525–1559 МГц и 1626,5–1660,5 МГц

1.25 Дополнительные распределения подвижной спутниковой службе (ПСС)

1.3 Потребности в спектре ВП (R) С и ВПС (R) С для беспилотных авиационных систем

Исследования потребностей в спектре для беспилотных авиационных систем (БАС) выполнялись в соответствии с Резолюцией 421 (ВКР-07). Анализ, проведенный в соответствии с требованиями Резолюции 421 (ВКР-07), базировался на прогнозах использования БАС в государственной и гражданской авиации. Основные перспективные направления применения БАС в государственной авиации показаны на рис.1. Направления использования БАС в коммерческой авиации показаны на рис.2. Результаты анализа нашли отражение в отчете МСЭ-R М.2171.

На рис.3 представлены данные по ожидаемому суммарному количеству БАС на период до 2030 года.

В ходе исследований оценивались потребности в спектре для следующих радиолиний:

- линия управления и контроля;
- линия ретрансляция сигналов управления воздушным движением;
- линия ретрансляция данных по обнаружению и предотвращению столкновений.

Линия управления и контроля

Эта линия необходима дистанционному оператору для управления беспилотным воздушным судном в качестве замены обычных органов управления. По ней должна также передаваться необходимая оператору информация о скорости полета, направлении движения, и пространственном положении воздушного судна. Требуемая скорость передачи данных в значительной степени зависит от технических характеристик БАС. Чем в большей степени воздушное судно способно автономно контролировать свой полет, тем меньше данных нужно будет передавать. Примеры построения линий управления и контроля и технические характеристики таких линий приведены в отчете МСЭ-R М.2233. Результаты исследований возможности использования существующих частотных распределений воздушной подвижной (R) службы и воздушной подвижной спутниковой (R) службы для линий управления и контроля БАС изложены в отчете МСЭ-R М.2205.

Линия ретрансляция сигналов управления воздушным движением

Безопасная работа пилотируемого или беспилотного воздушного судна зависит от связи пилота с органами управления воздушным движением (УВД). Если пилот не находится на воздушном судне, то необходимо обеспечить ретрансляцию речевой информации по линии пилот – диспетчер с помощью радиостанции, находящейся на беспилотном воздушном судне.



Рис. 1. Существующие и перспективные применения БАС государственной авиации



Рис. 2. Перспективные применения БАС коммерческой авиации

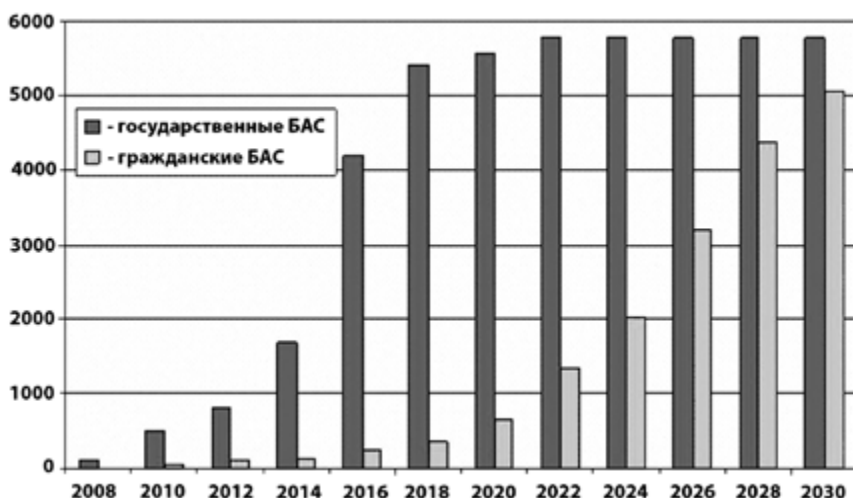


Рис. 3. Суммарное количество БАС, находящихся в эксплуатации

Для осуществления такой ретрансляции предполагается использовать перспективные линии передачи данных УВД.

прямой видимости показаны на рис.4.

На рис.5 показаны линии связи и управления вне зоны прямой видимости.

Линия ретрансляция данных по обнаружению и предотвращению столкновений

Принцип обнаружения и предотвращения столкновений соответствует принципу управления полетами «видеть и избегать», используемому в областях воздушного пространства, где пилот отвечает за выдерживание необходимого расстояния до находящихся вблизи воздушных судов, поверхности земли и препятствий. Несмотря на то, что в соответствии с правилами полетов по приборам часть такой ответственности передается службе УВД, от пилота требуется осуществлять наблюдения за окружающим воздушным пространством. Для обеспечения этого требования современные воздушные суда оснащаются различными датчиками, например, бортовой системой предупреждения столкновений (БСПС) или системой автоматического зависящего наблюдения в режиме вещания (АЗН-В). На определенных этапах (во время руления, при взлете и на посадке) также может потребоваться обеспечение дистанционного оператора визуальной информацией. В связи с этим ретрансляция данных по обнаружению и предотвращению столкновений может рассматриваться как передача этой информации от соответствующих датчиков до дистанционного оператора в рамках связи для управления. Характеристики бортовых систем, предназначенных для обнаружения и предотвращения столкновений, а также результаты оценки соответствующих спектральных потребностей, приведены в отчете МСЭ-R М.2204.

При этом рассматривались два варианта радиолиний – линии обеспечивающие работу БАС в зоне прямой видимости и линии, работающие в условиях отсутствия прямой видимости. Линии для связи и управления в зоне

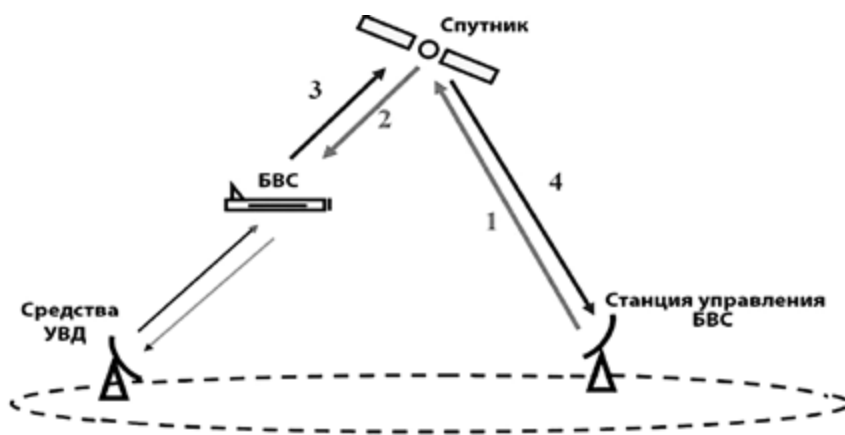


Рис. 4. Радиолинии, необходимые для обеспечения связи и управления в зоне прямой видимости

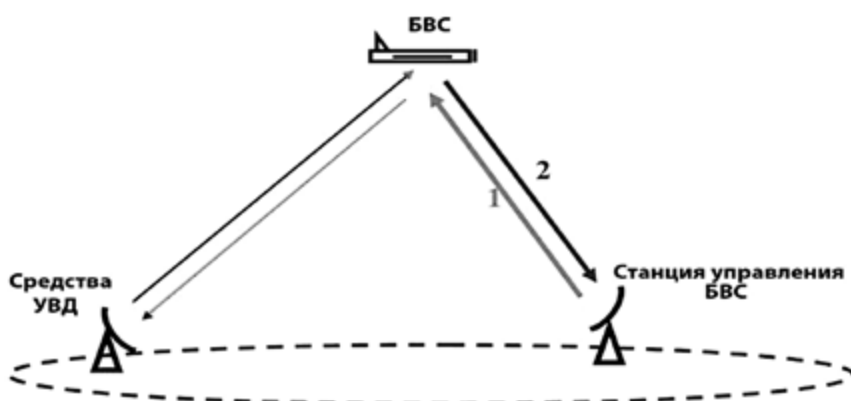


Рис. 5. Радиолинии, необходимые для обеспечения связи и управления вне зоны прямой видимости

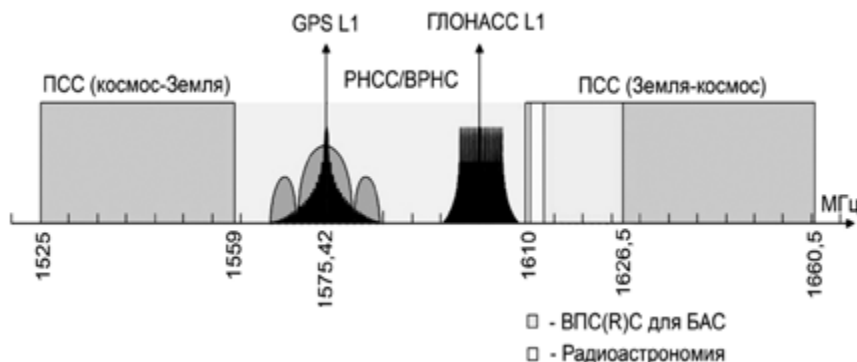


Рис. 6. Новое распределение для ВПС(Р)С в полосе 1610-1626,5 МГц

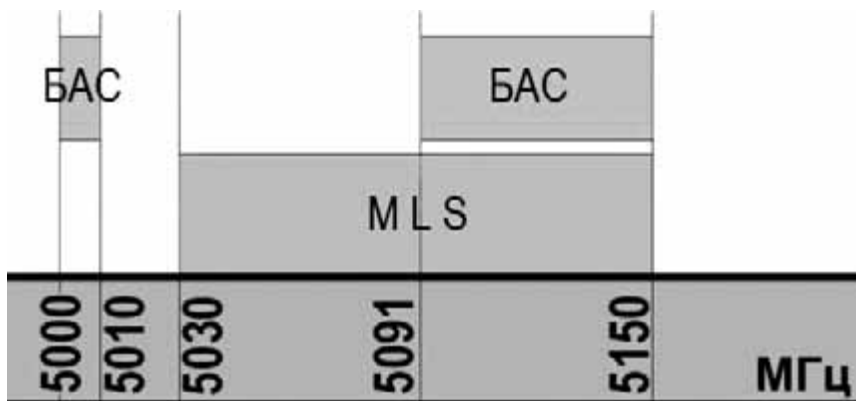


Рис. 7. Новое распределение для ВПС(Р)С в полосе 5000-5150 МГц

По данному пункту повестки дня Конференцией было принято решение о распределении ВПС (R) С полосы частот 1610–1626,5 МГц на первичной основе при условии согласования по пункту 9.21 Регламента радиосвязи, так как в этой полосе уже имеются глобальные распределения целого ряда других служб: подвижной спутниковой (Земля – космос), воздушной радионавигационной, радиоастрономической и др.

Новое распределение для ВПС (R) С в полосе 1610–1626,5 МГц, принятое ВКР-12, приведено на рис. 6.

При том же условии были распределены ВПС (R) С полосы частот 5000 – 5030 МГц и 5091 – 5150 МГц. Использование этих полос воздушной подвижной спутниковой (R) службой ограничивается системами воздушной связи, стандартизированными на международном уровне. Новое распределение для ВПС (R) С в полосе 5000 – 5150 МГц приведено на рис.7.

Полоса частот 5030 – 5091 МГц ВПС (R) С была также распределена системам ВПС (R) С, стандартизированным на международном уровне. При этом нежелательное излучение со стороны воздушной подвижной (R) службы в полосе частот 5030 – 5091 МГц было ограничено с целью защиты линий вниз системы РНСС в соседней полосе 5010 – 5030 МГц. До тех пор, пока в соответствующей рекомендации МСЭ-R не будет установлено надлежащее значение предела плотности эквивалентной изотропно излучаемой мощности (э.и.и.м.), в полосе частот 5010 – 5030 МГц для нежелательного излучения любой станции ВП (R) С решено использовать предел плотности э.и.и.м. в –75 дБВт/МГц. В полосе частот 5030 – 5091 МГц воздушная подвижная спутниковая (R) служба может использоваться при условии проведения координации в соответствии с пунктом 9.11А Регламента радиосвязи. В примечание 5.444 к Таблице распределения частот

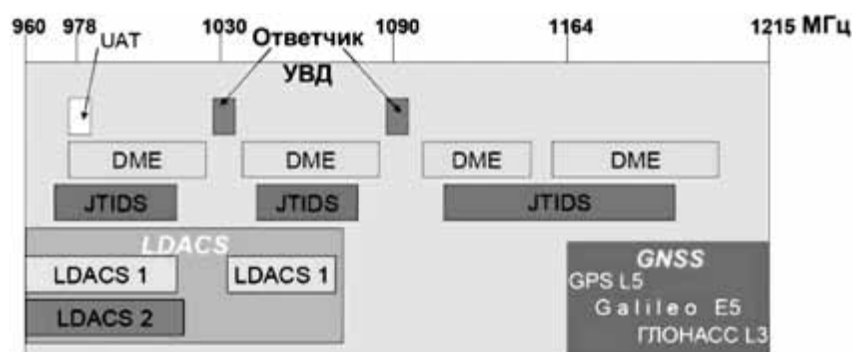


Рис. 8. Полосы частот L-диапазона, предполагаемые для использования цифровой линией связи системами ВПС(Р)С

были внесены уточнения, подчеркивающие приоритет микроволновой система посадки.

Кроме того, Конференцией была принята Резолюция 153 (ВКР-12), согласно которой в период до ВКР-15 должны быть проведены исследования возможности и условий использовании полос частот, распределенных фиксированной спутниковой службе (ФСС) для радиотелевизионной и связи, не относящейся к полезной нагрузке БАС. В соответствии с этой Резолюцией в повестку следующей Конференции (ВКР-15) включен пункт, предусматривающий рассмотрение возможных регламентных мер, разработанных по результатам исследований и обеспечивающих использование этих полос частот для БАС.

Полосу частот 15,4 – 15,5 ГГц, рассматриваемую в соответствии с Резолюцией 421 (ВКР-07), было решено для БАС не распределять, а указанную Резолюцию отменить, так как исследования возможности совмещения БАС с другими службами, которым распределена данная полоса частот, не проводились.

1.4 Дополнительные регламентарные меры по внедрению новых систем ВП (R) С в полосах 112–117,975 МГц, 960–1164 МГц и 5000–5030 МГц

Конференция одобрила результаты исследований, проведенных Сектором радиосвязи МСЭ (МСЭ-R) в соответствии с Резолюцией 413 (Пересм. ВКР-07), согласно которым внедрение систем ВП (R) С в полосе частот 108–117,975 МГц ВП (R) С не приведет к помехам приемникам аналогового ЧМ вещания, работающим на частотах ниже 108 МГц. Было отмечено, что все вопросы совместимости ЧМ радиовещания и стандартизованных ИКАО наземных станций передачи дифференциальных поправок к сигналам спутниковых навигационных систем, успешно решены. В связи с этим в Резолюцию 413 были внесены необходимые изменения.

В рамках данного пункта повестки дня были рассмотрены результаты исследований, предусмотренных Резолюцией 417 (ВКР-07), касающейся внедрения ВП (R) С (LDACS – цифровая система воздушной связи L-диапазона «экипаж – диспетчер», разрабатываемая Евроконтролем в рамках программы «Единое Европейское небо» – SES) в полосе частот

960–1164 МГц. Согласно полученным данным, совмещение ВП (R) С и системами ВРНСС, не стандартизованными ИКАО, возможно при условии разноса частот либо путем наложения технических или эксплуатационных ограничений на системы ВРНСС. В Резолюцию 417 были внесены изменения, отражающие результаты исследований и приведены критерии, которые должны использоваться администрациями, намеревающимися внедрить ВП (R) С в полосе частот 960–1164 МГц с тем, чтобы не создавать вредных помех РНСС в полосе 1164–1215 МГц. Кроме того, приведен список государств (в число которых входит и Российская Федерация), применяющих системы ВРНСС, не стандартизованные ИКАО, с которыми должна осуществляться координация при внедрении ВП (R) С. Полосы частот L-диапазона, предполагаемые для использования цифровой линией связи «экипаж – диспетчер», показаны на рис. 8.

Рассмотрев результаты исследований, проведенных согласно Резолюции 420 (ВКР-07), касающейся полосы частот 5000–5030 МГц, и учитывая распределения, принятые по пункту 1.3 повестки дня, Конференция приняла решение не распределить эту полосу ВП (R) С для наземных применений в аэропортах, а Резолюцию 420 отменить. Это решение обусловлено тем, что на предыдущей Конференции для этих целей уже была распределена на первичной основе полоса частот 5091–5150 МГц. Разрабатываемая система предназначена для решения широкого круга задач и в перспективе должна заменить дорогостоящие проводные и кабельные наземные линии связи. Возможные применения такой системы, разрабатываемой в США и получившей наименование Aeronautical Mobile Airport Communications System (AeroMACS), приведены на рис. 9.

1.17 Совместное использование частот подвижной службой и другими службами в полосе 790–862 МГц в Районах 1 и 3

Исследование данного вопроса выполнялось в соответствии с Резолюцией 749 (ВКР-07) с целью защиты служб, которым распределена в настоящее время эта полоса частот. В Российской Федерации в указанной полосе работает система РСБН и ответчик УВД (канал «земля – борт»). Рассмотрев результаты исследований, Конференция внесла изменения в примечание 5.316А к Таблице распределения частот, уточняющие условия использования полосы частот 790–862 МГц, а также ряд изменений в Резолюции 224 и 749. При этом в Резолюцию 749 было включено Дополнение 1, содержащее критерии определения потенциально затрагиваемых администраций связи государств, где эта полоса распределена воздушной радионавигационной службой.

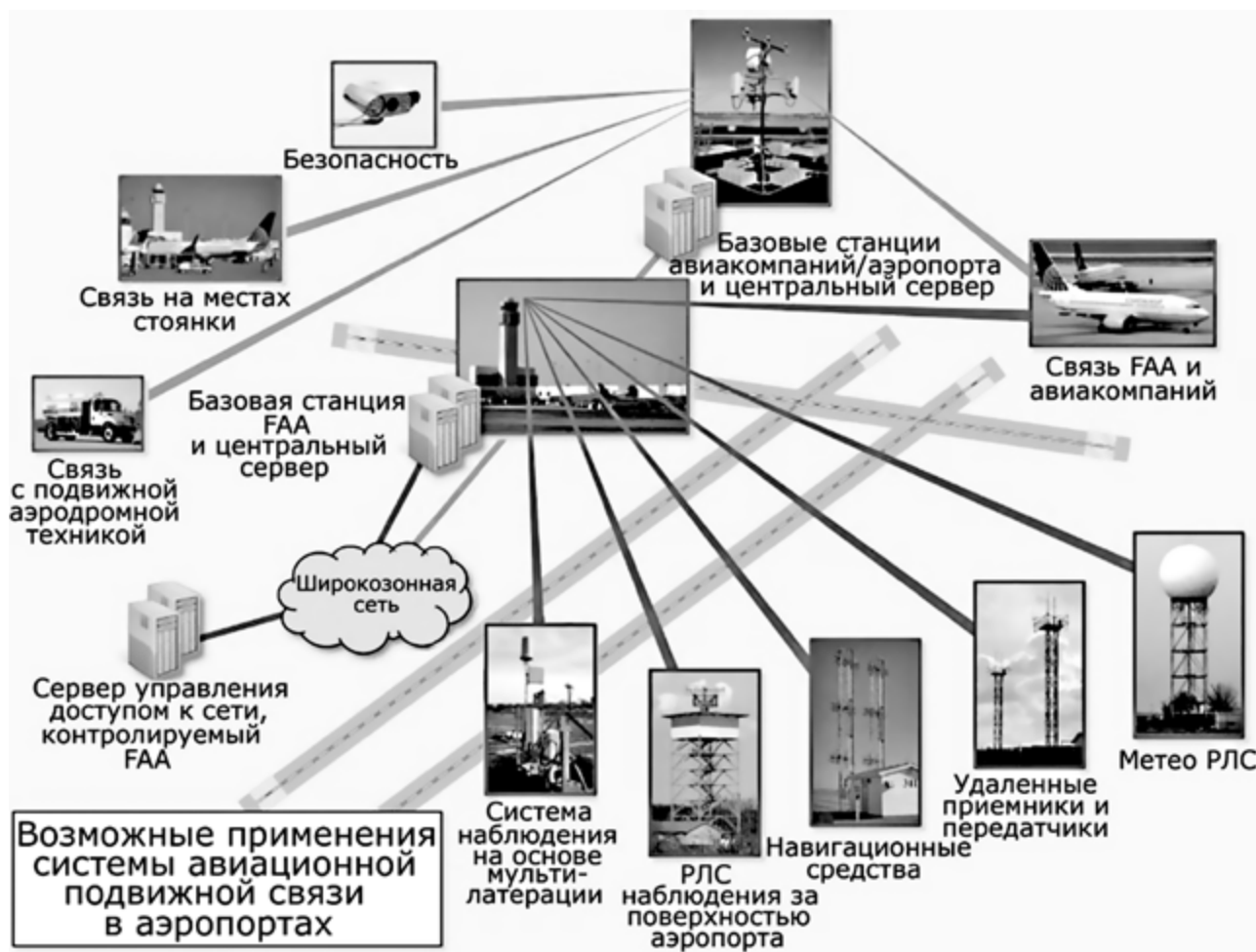


Рис. 9. Aeronautical Mobile Airport Communications System (AeroMACS) в полосе 5091 – 5150 МГц

Прочие пункты повестки дня Конференции, представляющие интерес для гражданской авиации

1.7 Обеспечение долгосрочного доступа ВПС (R) С к спектру при сохранении без изменений общего распределения ПСС в полосах 1525–1559 МГц и 1626,5–1660,5 МГц

Исследования возможности обеспечения долгосрочного доступа ВП (R) С к спектру выполнялись в соответствии с Резолюцией 222 (Пересм. ВКР – 07). Рассмотрев результаты исследований, Конференция решила, что при координации частот сетей ПСС в полосах 1525–1559 МГц и 1626,5 – 1660,5 МГц заявляющие администрации должны обеспечивать доступ к спектру, необходимому для передачи сообщений службы ВПС (R) С с приоритетом категорий 1–6 (по Статье 44 Регламента радиосвязи) в полосах частот, где применяется примечание 5.357А к Регламенту радиосвязи. Конференция предложила ИКАО проводить оценку и, при необходимости, комментировать полученную от отдельных администраций информацию о потребности в трафике ВПС (R) С.

Эти решения нашли отражение в измененной Резолюции 222, в которую было включено дополнение, содержащее процедуры выполнения примечания 5.357А и данной Резолюции. Кроме того, Конференция приняла

новую Резолюцию 422 (ВКР-12), предлагающую МСЭ-R провести исследования и разработать одну или более Рекомендаций, содержащих методику (включая подлежащие использованию четкие определения входных параметров и допущения) для расчета потребностей в спектре в интересах передачи сообщений ВПС (R) С, имеющих приоритет категорий 1–6 по Статье 44 Регламента радиосвязи. Были также внесены соответствующие изменения в примечание 5.357А к Таблице распределения частот.

1.25 Дополнительные распределения подвижной спутниковой службе

Исследования этого вопроса проводились МСЭ-R во исполнение Резолюции 231 (ВКР – 07). Рассмотрев представленные результаты, Конференция приняла решение не вводить дополнительных распределений для подвижной спутниковой службы (ПСС) и отменила указанную Резолюцию.

Полосы частот, предназначенные для передачи приоритетных сообщений, показаны на рис. 10.

Конференцией была принята Резолюция СОМ 6/6, содержащая повестку дня ВКР-15. В повестку дня включено около 30 пунктов. Планом подготовки администрации связи России к ВКР-15 предусматривается участие Росавиации в формировании позиции по 7 пунктам:

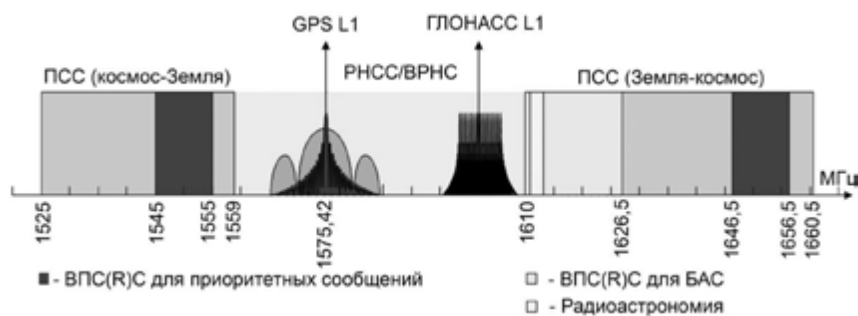


Рис. 10. Полосы частот, предназначенные для передачи приоритетных сообщений

- 1.1 Дополнительные распределения спектра подвижной службе
- 1.2 Рассмотрение результатов исследований, касающихся использования полосы 694–790 МГц подвижной службой в Районе 1
- 1.5 Использование полос частот ФСС для управления и связи БАС
- 1.7 Использование полосы частот 5091 – 5150 МГц для фидерных линий ФСС (Земля-космос)
- 1.14 Возможность получения непрерывной эталонной шкалы времени
- 1.17 Потребности в спектре воздушной службы для систем беспроводной бортовой внутренней связи (WAIC)
- 9.1.4 Обновление и реорганизация Регламента радиосвязи
- 9.1.7 Управление использованием спектра для радиосвязи в чрезвычайных ситуациях и для оказания помощи при бедствиях

Предварительная оценка вопросов, включенных в повестку дня, показывает, что особого внимания могут потребовать пункты 1.2, 1.5, 1.7 и 1.17.

Пункт 1.2 был включен в повестку дня в связи с тем, что на ВКР-12 по инициативе администрации связи Нигерии было принято решение о распределении полосы частот 694–790 МГц подвижной службе. Согласно Регламенту радиосвязи указанная полоса в Районе 1 распределена радиовещательной службе, однако, в примечании 5.312 оговорено, что в ряде государств, в том числе в Российской Федерации, она дополнительно распределена воздушной радионавигационной службе на первичной основе.

В России участок данной полосы 726–790 МГц используется бортовыми передатчиками радиотехнической системы ближней навигации (РСБН) и ответчиками УВД. Предполагается, что РСБН и средства вторичной радиолокации будут работать в полосе 726–790 МГц до конца их амортизационного срока. В этой полосе радиочастот не допускается ввод в эксплуатацию аналоговых новых средств УВД и разработка нового оборудования РСБН, не совместимого с телевидением. Эти обстоятельства должны приниматься во внимание при формировании позиции Администрации связи России на ВКР-15.

По пункту 1.5 планируется проведение исследований по оценке возможности использования полос частот, распределенных в настоящее время фиксированной спутниковой службе (ФСС), для построения не относящихся к полезной нагрузке линий управления

и связи беспилотных авиационных систем. Применительно к полосам частот, которые будут признаны пригодными для указанной цели, должна быть проведена оценка совместимости таких линий со службами, которые уже имеют распределения в этих полосах и разработаны рекомендации по их использованию.

По пункту 1.7 согласно Резолюции 114 (Пересм. ВКР-12)

проводится изучение технических и эксплуатационных вопросов совместного использования полосы частот 5091–5150 МГц новыми системами воздушной радионавигационной службы и системами фиксированной спутниковой службы. Эта полоса в соответствии с Приложением 10 ИКАО зарезервирована для развития микроволновой системы посадки (MLS), если существующие потребности невозможно будет удовлетворить в полосе частот 5030 – 5091 МГц. На ВКР-07 эта полоса была также распределена воздушной подвижной службе (ВПС) на первичной основе с учетом примечания 5.444В. Согласно данному примечанию использование полосы частот 5091–5150 МГц воздушной подвижной службой ограничивается:

- системами, работающими в воздушной подвижной (R) службе, и в соответствии с международными авиационными стандартами, которые ограничены наземными применениями в аэропортах. Такое использование должно соответствовать Резолюции 748 (Пересм. ВКР-12);
- передачами воздушной телеметрии со станций воздушных судов в соответствии с Резолюцией 418 (Пересм. ВКР-12).

Новые системы ВП (R) С планируется использовать для построения линий передачи данных, позволяющих передавать на борт воздушного судна, находящегося на территории аэропорта, большие объемы информации, связанной с обеспечением безопасности полетов. В настоящее время ИКАО проводит работу по стандартизации характеристик таких систем.

По пункту 1.17 проводятся исследования с целью определения потребностей систем WAIC в спектре. С учетом полученных результатов должна быть оценена возможность и условия совместного использования полос частот. При этом в первую очередь должны быть рассмотрены полосы частот в пределах существующих распределений на всемирной основе ВПС, ВП (R) С и ВРНС. Если потребности в спектре не могут быть удовлетворены в этих полосах частот, то будут рассмотрены дополнительные полосы частот выше 15,7 ГГц.

В настоящее время развернута работа по подготовке к Конференции (ВКР-15), проводятся собрания рабочих групп Подготовительной комиссии. Сформирована предварительная позиция администрации связи России на ВКР-15, которая будет уточняться в ходе дальнейших работ.



УДК 621.396.98

КИТАЙСКАЯ СПУТНИКОВАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА BEIDOU/COMPASS

Ю. А. Соловьев¹

В обзоре рассматривается современное состояние китайской спутниковой навигационной системы COMPASS/BeiDou. Приведено орбитальное построение системы на различных этапах, характеристики точности определения навигационных параметров, структура сигнально-кодовых конструкций.

Ключевые слова: ГЛОНАСС, Китай, навигационная, сигнал, система, спутниковая, BeiDou, COMPASS, GPS.

CHINA SATELLITE NAVIGATION SYSTEM BEIDOU/COMPASS

Yu. A. Soloviev

The survey considers the present state of the China satellite navigation system COMPASS/BeiDou. The orbit constellation is reviewed on various development steps, RNP measurement accuracy, signal/code structures.

Key Words: GLONASS, China, navigation, signal, system, satellite, BeiDou, COMPASS, GPS

3.02.2007 г. Китай объявил об успешном запуске спутника BeiDou («Большая Медведица» или «Северный ковш»), который должен стать частью создаваемой страной собственной навигационной системы. Сообщается со ссылкой на китайское агентство Синьхуа, что ракета-носитель Long March 3A («Великий поход 3А») со спутником стартовала с космодрома в провинции Сычуань. Выведенный спутник, стал четвертым, запущенным в рамках программы по созданию китайской спутниковой радионавигационной системы [1]. Китай рассчитывает, что создание глобальной системы навигации, подобной американской GPS, европейской ГАЛИЛЕО и российской ГЛОНАСС, завершится к 2020 году [2].

Два первых запуска в рамках этого проекта были осуществлены 30 октября и 20 декабря 2000 года. Это было началом этапа I создания глобальной системы. Космические аппараты (КА) были выведены на геостационарные орбиты в «точки стояния» 140° и 80° в.д. соответственно. Они зарегистрированы в Международном союзе электросвязи (МСЭ) под обозначениями Chinasat-1 и Chinasat-2. Третий геостационарный КА (ГКА) Chinasat-3 был запущен 24 мая 2003 г. и выведен в «точку стояния» 110,5° в.д. Он считался резервным.

Таким образом, была развернута группировка системы BeiDou-1, состоящая из трех спутников на геостационарной орбите и обеспечивающая местоопределение и обмен короткими сообщениями. Это экспериментальная демонстрационная региональная система, работавшая над территорией КНР и прилегающих стран в пределах от 5 до 55° с.ш. и от 70 до 145° в.д. Она

использовалась вовремя проведения Олимпийских игр 2008 года в Пекине. Координаты места расположения пользователя определялись с ошибками 100 м, а в зоне действия наземной корректирующей станции – 20 м [1]. Точностные характеристики этой системы оценены также нами и опубликованы в работе [1, 2]. Получено, что среднеквадратическое сферическое отклонение (СКО) в этом случае находится в пределах от 24...57 м до 120...130 м при изменении точности (СКО) определения высоты от 10 до 80 м.

BeiDou-1 являлась прообразом ГНСС BeiDou-2/COMPASS, работы над которой продолжаются. В частности, только в 2010 году было запущено 6 спутников BeiDou-2/COMPASS. В декабре 2011 года был выпущен Интерфейсный контрольный документ системы для сигнала открытого доступа В1 (тестовая версия) [3]. В настоящее время на орбитах находится 16 КА [4]. За сигналами спутников ведутся постоянные наблюдения.

Таким образом, над территорией Азиатско-Тихоокеанского региона в 2012 г. была развернута более полная региональная система BeiDou-2/COMPASS, как первый вариант ГНСС BeiDou/COMPASS, что означает начало этапа II функционирования системы BeiDou.

В декабре 2012 года вышел Интерфейсный контрольный документ системы для сигнала открытого доступа В11 [5], в котором предлагается также официальное изложение ряда общих характеристик системы BeiDou (BeiDou Navigation Satellite System, BDS).

Предполагается, что полная система BeiDou/COMPASS после 2020 г. (этап III) будет

¹ Соловьев Юрий Арсеньевич – д.т.н., проф., редактор журнала «Новости навигации».

Таблица 1.

Состояние орбитальной группировки BeiDou на конец 2012 года [9]

BeiDou-2/COMPASS								
№ КА	01	02	03	04	05	06	07	08
Тип	СКА	ГКА	ГКА	ГКА	ГНКА	ГКА	ГНКА	ГНКА
Дата запуска	14.4.2007	15.4.2009	17.1.2010	2.06.2010	1.08. 2010	1.11.2010	18.12.2010	10.4. 2011
Состояние	ЛИ	Обсл	Р	Р	Р	Р	Р	Р
№ КА	09	10	11	12	13	14	15	16
Тип	ГНКА	ГНКА	ГКА	СКА	СКА	СКА	СКА	ГКА
Дата запуска	27.7. 2011	2.12. 2011	25.2.2012	30.4.2012	30.4.2012	19.9. 2012	19.9. 2012	25.10.2012
Состояние	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

Примечание: Р – в работе; Обсл. – на обслуживании; ЛИ – на летных испытаниях.

Таблица 2.

Характеристики сигналов COMPASS

Сигнал	Частота несущей (МГц)	Частота следования чипов (МГц)	Ширина полосы сигнала (МГц)	Тип модуляции	Тип обслуживания (доступа)
B1(I)	1561,098	2,046	4,092	QPSK	OS
B1(Q)		2,046			AS
B1-2(I)	1589,742	2,046	4,092	QPSK	OS
B1-2(Q)		2,046			AS
B2(I)	1207,14	2,046	24	QPSK	OS
B2(Q)		10,23			AS
B3	1268,52	10,23	24	QPSK	AS

Примечание: OS – открытый доступ; AS – авторизованный доступ

состоять из 27 КА на средневысоких орбитах (СКА), 3-х КА на геосинхронных наклонных орбитах (ГНКА) с наклоном ~55° и 5 ГКА в точках 58,75°, 80°, 110,5°, 140° и 160° в.д. на высотах ~35786 км. Средневысокие орбиты могут быть круговыми с наклоном ~55° и высотой ~21528 км.

По данным [5] на конец 2012 г. в системе непосредственно задействовано 14 рабочих КА: 5 ГКА, 5 ГНКА и 4 КА на средневысоких орбитах (табл. 1).

В статье [6] приведены также значения узлов (правое восхождение) геосинхронных орбит: $\Omega=0^\circ$, 120° и 240° .

Для BeiDou используется Китайская геодезическая координатная система 2000 (China Geodetic Coordinate System 2000, CGCS2000), аналогичная другим системам типа WGS-84. Ее основные параметры: большая полуось эллипсоида $a = 6378137,0$ м; геоцентрическая гравитационная постоянная (для массы Земли, включая атмосферу) $\mu = 3,986004418 \times 10^{14} \text{ м}^3/\text{с}^2$; сжатие $f = 1/298,257222101$; угловая скорость вращения Земли: $\Omega_e = 7,2921150 \times 10^{-5} \text{ рад/с}$.

В качестве опорного служит время системы BDT, для которого адаптируется международная секунда, как основная единица для непрерывного накопления. Начало эпохи BDT приходится на 00:00:001 января 2006 года Универсального Координированного Времени (Coordinated Universal Time, UTC). BDT привязывается к UTC через UTC (NTSC). Отклонение BDT от UTC контролируется внутри 100 нс (модуль 1 с). Целые секунды передаются в навигационном сообщении.

BeiDou/COMPASS предусматривает 4 режима обслуживания: открытый (OS), авторизованный (закрытый) для военных потребителей (AS), широкозонный дифференциальный сервис, а также сервис передачи коротких сообщений.

Под эту систему заявлены частоты 1207, 1268, 1561 и 1575 МГц, что подразумевает рассмотрение вопросов электромагнитной совместимости с ГАЛИЛЕО и GPS. В работах [7, 8] приведены характеристики сигналов (табл. 2).

Принятые решения по выбору частот сигналов COMPASS порождают ряд проблем по обеспечению совместимости и интероперабельности с сигналами ГАЛИЛЕО и других ГНСС. Поэтому в материалах, представленных Китаем в августе 2009 г. в Комитет ООН по ГНСС, приведены уточненные характеристики сигналов COMPASS (табл. 3 и рис.1) [9] с использованием расщепленных спектров, которые, видимо, будут реализованы на этапе III создания системы.

Характеристики таблицы 3 используются также в работе [10]. Тем не менее, в Интерфейсном контрольном документе [5] центральная частота сигнала f_0 открытого доступа B1I имеет значение 1561,098 МГц (табл. 2), а не 1575,42 МГц (табл. 3). Она расположена в левой части диапазона вокруг 1575,42 МГц (рис. 1).

Сигнал B1 представляет собой сумму сигналов каналов I и Q, модулированных дальномерными кодами и навигационными сообщениями, и имеет вид [5]:

COMPASS Signals

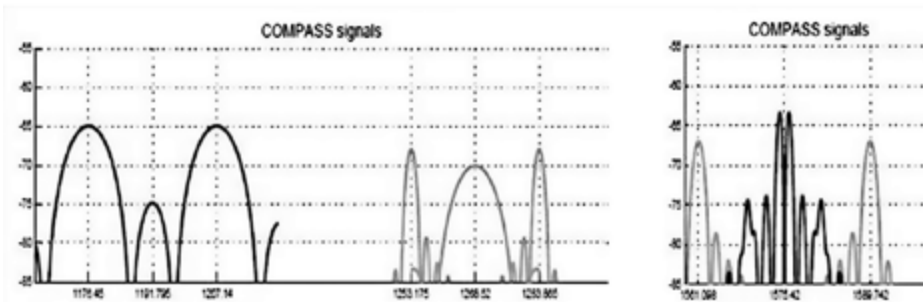


Рис. 1. Спектры сигналов COMPASS таблицы 1 [9]

Таблица 3.

Характеристики сигналов COMPASS (предложения в ООН, август 2009г.)

Сигнал	Несущая частота, МГц	Частота передачи элементов кода, МГц	Скорость передачи данных; символов, бит/с; симв/с	Тип модуляции	Тип обслуживания (доступа)
B1- C_D	1575,42	1,023	50;100	MBOC(6,1,1/11)	OS
B1- C_P			нет		
B1 $_D$		2,046	50;100	BOC(14,2)	AS
B1 $_P$			нет		
B2a $_D$	1191,795	10,23	25;50	AltBOC(15,10)	OS
B2a $_P$			нет		
B2b $_D$			50;100		
B2b $_P$			нет		
B3	1268,52	10,23	500 бит/с	QPSK(10)	AS
B3- A_D		2,5575	50;100	BOC(15;2,5)	
B3- A_P			нет		

$$S^j(t) = A_I C_I^j(t) D_I^j(t) \cos(2\pi f_0 t + \varphi^j) + A_Q C_Q^j(t) D_Q^j(t) \sin(2\pi f_0 t + \varphi^j), \quad (1)$$

где приняты обозначения: индекс j – номер спутника; индекс I – канал I; индекс Q – канал Q; A – амплитуда сигнала; C – дальномерный код; D – данные навигационного сообщения; f_0 – частота несущей частоты сигнала; φ – начальная фаза несущей.

По данным [5] передаваемый сигнал В1I модулируется посредством квадратурной фазовой манипуляции (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK). Он имеет правую круговую поляризацию. Минимальная мощность сигнала В1I вблизи земли на выходе приемной антенны (0 дБ) для угла маски 5° составляет –163 дБВт. Используется кодовый принцип разделения сигналов КА (CDMA). Полоса сигнала В1I на уровне 1 дБ 4,092 МГц и на уровне 3 дБ – 16 МГц.

В [5] описаны процедуры построения дальномерных кодов В1I (на основе кодов Голда при скорости следования чипов 2,046 млн. чипов в секунду и длине кода в 2046 чипов), процедуры присвоения кодов конкретным спутникам, классификация навигационных сообщений, содержание сообщений и режимы их передачи, корректирующие коды BCH (15,11,1), параметры (α_n, β_n) модели (Klobuchar) ионосферной задержки, процедуры эфемеридно-временного обеспечения,

предполагающего расчеты кеплеровых орбит, связь времени BDT с временами GPS, ГЛОНАСС и ГАЛИЛЕО, блоки информации ионосферной сетки и др.

В статье [11] сообщается, что существующая группировка КА передает также открытый и авторизованный сигнал на частоте 1207,14 МГц (находится в правой части диапазона вокруг частоты 1191,795 МГц, таблица 1 и рис. 1) и авторизованный сигнал на частоте 1268,52 МГц.

Как уже отмечалось, система COMPASS обеспечит двухуровневый сервис. Открытый сервис будет доступен гражданским лицам бесплатно, при этом точность определения положения составит 10 метров, синхронизации – 20 нс (50 нс для BeiDou-2), а определения скорости – 0,2 м/с. Закрытый (авторизованный) сервис даст более точное и надежное использование даже в самых сложных ситуациях, а также, вероятно, будет поддерживать обмен короткими сообщениями [12]. По данным сайта системы [13] точность синхронизации составит 10 нс. В докладе [14] также отмечается, что точность местоопределения в широкозонном дифференциальном сервисе должна находиться на уровне 1 м.

По наблюдениям сигнала BeiDou-2/COMPASS [11] выявлено, что точность определения псевдодальностей находится на уровне точности GPS. При этом точность местоопределения оказалась лучше 6 м (95%) в плане и 10 м (95%) по высоте.

По заявлению китайского представителя в 2013 году ожидается продолжение запусков КА BeiDou. В то же время переход на частоту 1575,42 МГц (этап III создания системы, таблица 2) предполагается после 2016 года [11].

Работы по созданию космической составляющей COMPASS сопровождаются соответствующими усилиями по разработке и производству аппаратуры потребителя. Так, в ходе наблюдений [11] используются приемники фирмы Unicore Communications, Inc. (ее соучредитель в марте 2009 г. Шаовой Хан (Shaowei Han) прежде был одним из ведущих специалистов компании SiRF Technology,) и фирмы Beijing BDStar Navigation Co., Ltd. В работе [15] сообщается

о создании фирмой ComNav малоразмерной OEM платы GPS+BeiDou под названием K501 GNSS, призванной улучшить динамику слежения, в том числе в трудных условиях в RTK режиме при сантиметровом уровне точности. В статье [16] сообщается, что двухсистемная аппаратура GPS+BeiDou этой же фирмы с успехом использовалась для навигационного обеспечения ледокола Xuelong (Снежный дракон) после пребывания в составе 29 антарктической экспедиции 2012–2013 гг.

Проводятся также работы по дальнейшему повышению точности навигационных определений и созданию соответствующих наземных функциональных дополнений. Так, в статье [7] рассматриваются вопросы разработки авиационной локальной дифференциальной подсистемы BeiDou/GPS посадки летательных аппаратов в соответствии с рекомендациями и стандартом GBAS ИКАО. Сообщается, в частности, что в мае 2012 года в ИКАО был представлен предварительный вариант SARPs для BeiDou. В докладе

[17] приводятся данные о том, что в составе системы предполагается иметь и 21 локальную морскую дифференциальную подсистему, обеспечивающую точность местоопределения не хуже 5 м.

Отметим также, что ведутся работы по освоению системы BeiDou этапа III, для чего, в частности, создается ряд имитаторов фирмы SPIRENT [18].

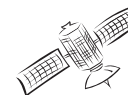
Заключение

Китайская спутниковая навигационная система BeiDou/COMPASS успешно проектируется и поэтапно создается с использованием мирового опыта по строительству СНС GPS, ГЛОНАСС и ГАЛИЛЕО. При этом на каждом этапе решаются конкретные задачи по ее постепенному развертыванию, что обуславливает успех в достижении конечных целей в планируемые сроки.

В настоящее время начаты работы по эксплуатации региональной части и продолжаются мероприятия по уточнению облика глобальной системы.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Соловьев Ю. А., Устюжанин Д. А. Априорная оценка точности определения координат китайской региональной системой Beidou-1 //Космонавтика и ракетостроение. 2009. № 2 (55).
- 2 Соловьев Ю. А., Царев В. М., Коровин А. В., Устюжанин Д. А. Развитие глобальных навигационных спутниковых систем и широкозонных функциональных дополнений// Радиотехника. 2009. № 7.
- 3 BeiDou Navigation Satellite System Signal in Space Interface Control Document (Test Version). China Satellite Navigation Office, December 2011.
- 4 Оперативная информация //Новости навигации. 2012. № 4. Стр. 55.
- 5 BeiDou Navigation Satellite System Signal-In-Space Interface Control Document. Open Service Signal B1I (Version 1.0). China Satellite Navigation Office, December 2012.
- 6 Yang Y., et al. Generalised DOPs with Consideration of the Influence Function of Signal-In-Space Errors //The Journal of Navigation. RIN. 2011. v. 64. S3-S18.
- 7 Xue R., Zhu Y. A Comparative Study of Ground Based Augmentation System for BeiDou and GPS. Proceedings of the 25th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation. ION GNSS 2012. Sept. 17–21. 2012.
- 8 Yang Q. COMPASS/BeiDou Navigation Satellite System Development. The 4th meeting of ICG. 2007.
- 9 Оперативная информация //Новости навигации. 2009. № 3. Стр. 51. gpsworld.com 28.08.2009.
- 10 Jiao W., et al. Monitoring and Assessment of GNSS Open Services //The Journal of Navigation. RIN. 2011. v. 64. S19-S29.
- 11 Gibbons G. BeiDou to Restart Satellite Launches Next Year, Shift B1 Signal Frequency after 2016. May 1, 2013. <http://www.insidegnss.com/node/3537>
- 12 Ge M., et al. <http://www.gpsworld.com/what-is-achievable-with-the-current-compass-constellation/> 4.05.2013
- 13 <http://www.beidou.gov.cn/>
- 14 Ding X. Development of BeiDou Navigation Satellite System. ION GNSS 24th International Technical Meeting of the Satellite Division, Portland, Oregon, 19–23 Sept. 2011.
- 15 ComNav Offers GPS+BeiDou Board. <http://www.gpsworld.com/comnav-offers-gpsbeidou-board/> 10.05.2013
- 16 ComNav BeiDou+GPS Receiver Provides Positioning in Antarctic. <http://www.gpsworld.com/comnav-beidougps-receiver-provides-positioning-in-antarctic/> 10.05.2013.
- 17 Chen J. Analysis of the GNSS Augmentation Technology Architecture. ION GNSS 24th International Technical Meeting of the Satellite Division, Portland, Oregon, 19–23 Sept. 2011.
- 18 http://www.spirent.com/go/BeiDou-2?utm_source=Inside%20GNSS%20website&utm_medium=Banner&utm_campaign=BeiDou 16.05.2013.



СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КА ГЛОНАСС НА 15.06.2013 г.

(по анализу альманаха от 10:00 15.06.13 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ)

№ точки	№ пл.	№ лит.	НКУ	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Факт, сущ. (мес.)	Пригодность КА по сообщениям		Примечание
								альманаха	эфемерид (UTC)	
1	1	01	730	14.12.09	30.01.10		42,0	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
2	1	-4	728	25.12.08	20.01.09		53,7	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
3	1	05	744	04.11.11	08.12.11		19,4	+	+ 09:15 15.06.13	Используется по ЦН
4	1	06	742	02.10.11	25.10.11		20,4	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
5	1	01	734	14.12.09	10.01.10		42,0	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10		42,0	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
7	1	05	745	04.11.11	18.12.11		19,4	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
8	1	06	743	04.11.11	20.09.12		19,4	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
9	2	-2	736	02.09.10	04.10.10		33,4	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07		77,7	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
11	2	00	723	25.12.07	22.01.08		65,7	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
12	2	-1	737	02.09.10	12.10.10		33,4	+	+ 09:00 15.06.13	Используется по ЦН
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08		65,7	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
14	2	-7	715	25.12.06	03.04.07		77,7	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
15	2	00	716	25.12.06	12.10.07		77,7	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
16	2	-1	738	02.09.10	11.10.10		33,4	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
17	3	04	746	28.11.11	23.12.11		18,6	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
18	3	-3	724	25.09.08	26.10.08		56,7	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
19	3	03	720	26.10.07	25.11.07		67,7	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		67,7	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
21	3	04	725	25.09.08	05.11.08		56,7	+	+ 08:59 15.06.13	Используется по ЦН
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10		39,5	+	+ 10:00 15.06.13	Используется по ЦН
23	3	03	732	02.03.10	28.03.10		39,5	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
24	3	02	735	02.03.10	28.03.10		39,5	+	+ 10:15 15.06.13	Используется по ЦН
21	3	-5	701	26.02.11			27,6		На этапе ЛИ	
2	1		747	26.04.13			1,6			Орбитальный резерв
14	2		722	25.12.07	25.01.08	12.10.11	65,7			Орбитальный резерв
17	3		714	25.12.05	31.08.06	19.12.11	89,7			Орбитальный резерв
8	1		712	26.12.04	07.10.05	22.11.12	101,7			Орбитальный резерв

Всего в составе ОГ ГЛОНАСС 29 КА. Используются по целевому назначению – 24 КА. Орбитальный резерв – 4КА. На этапе летных испытаний – 1КА.

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/GLONASS/>

СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КНС GPS НА 15.06.13 г. по анализу альманаха, принятого в ИАЦ КВНО

№ пл.	№ точки	ПСП	Номер NORAD	Тип КА	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Факт. сущ. (мес)	Примечания
А	1	9	22700	II-A	26.06.93	20.07.93		239.0	
	2	31	29486	II-R-M	25.09.06	13.10.06		80.1	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		186.0	
	4	7	32711	II-R-M	15.03.08	24.03.08		62.8	
	5	24	38833	II-F	04.10.12	14.11.12		7.0	
В	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		123.9	
	2	25	36585	II-F	28.05.10	27.08.10		33.6	

B	3	28	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		154.0	
	4	12	29601	II-R-M	17.11.06	13.12.06		78.1	
C	1	29	32384	II-R-M	20.12.07	02.01.08		65.5	
	2	3	23833	II-A	28.03.96	09.04.96		206.3	
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		110.4	
	4	17	28874	II-R-M	26.09.05	13.11.05		91.1	
	6	6	23027	II-A	10.03.94	28.03.94		230.8	
D	1	2	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		102.8	
	2	1	37753	II-F	16.07.11	14.10.11		20.1	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		122.2	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		234.9	
	5	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		161.5	
E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		156.6	
	2	22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		113.2	
	3	5	35752	II-R-M	17.08.09	27.08.09		45.6	
	4	18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		148.0	
	5	32	20959	II-A	26.11.90	10.12.90		270.3	
	6	10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		202.1	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		150.2	
	2	15	32260	II-R-M	17.10.07	31.10.07		67.5	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		184.6	
	4	23	28361	II-R	23.06.04	09.07.04		107.3	
	5	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		250.9	

Всего в составе ОГ GPS – 31 КА (9 КА II-A, 12 КА II-R, 7 КА II-R-M, 4 КА II-F). Используются по целевому назначению – 30 КА.
На этапе ввода в систему – 1 КА.

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/GPS/>

Испытания фирмы Locata привели к контракту с ВВС на создание системы местоопределения без GPS

Фирма Locata Corporation объявила о том, что ВВС США подписали с ней многолетний и многомиллионный контракт на создание наземной военной системы местоопределения LocataNet на полигоне по испытаниям управляемого вооружения Уайт Сэндс (White Sands Missile Range) в Нью-Мексико (New Mexico). ВВС будут использовать новые технологии LocataNet в качестве эталонных средств в случаях полного поражения помехами системы GPS в широкой области полигона Уайт Сэндс. В материалах ВВС и 746-й испытательной эскадрильи (746th Test Squadron) отмечается, что область, охватываемая системой, может иметь размер до 1,350 квадратных миль (3,500 кв. км).

Точность LocataNet может быть такой же или даже лучше, чем точность используемой в настоящее время эталонной системы местоопределения CIGTF Reference System (CRS). Не используя GPS, LocataNet будет ядром новой эталонной базы UNARS, ввести которую предполагается в 2014 году.

По сообщению ВВС точность LocataNet составила 6 см в плане и 15 см по высоте в полете самолета на удалении до 50 км со скоростью 550 км/ч на высоте 7500 м без использования GPS. При этом точность синхронизации достигала нескольких наносекунд.

Коммерческий вариант системы Locata уже использовался для определения места наземных объектов, таких как автомобили, бульдозеры, бурильные установки и др., но для обеспечения испытаний ВВС система Locata должна функционировать с маневренными самолетами, испытывающими линейные и угловые ускорения при воздушной скорости до 500 км/ч на высотах до 10000 м.

Первый образец LocataNet был создан для демонстрации на полигоне Уайт Сэндс еще в октябре 2011 года, обеспечивая без использования GPS точность определения места лучше 18 см по каждой оси на высотах 4500 и 6000 м.

Работа фирмы Locata поддерживается такими партнерами, как фирмы Hexagon и Leica Geosystems.

В соответствии с новым контрактом приемники и передатчики фирмы Locata должны работать в области 6500 кв. км.

<http://www.gpsworld.com/locata-tests-lead-to-air-force-contract-for-non-gps-positioning-system/>
12.12.2012

Луч-5Б передает в тестовом режиме дифференциальные поправки SBAS

Согласно данным слежения Мультисистемного эксперимента Международной службы ГНСС второй российский спутник Луч-5Б с 17.01.2013 11:07 UTC

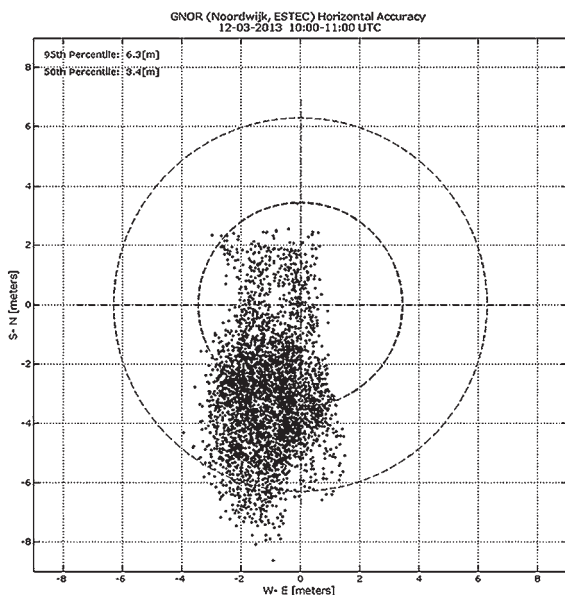
начал передачу дифференциальных поправок глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. Луч-5Б запущен на орбиту 2.11.2012 и оборудован ретранслятором Системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) SBAS. Спутник занимает орбитальную позицию 16° з.д. и использует код PRN 125. Передачи сигнала в тестовом режиме не являются непрерывными.

<http://www.gpsworld.com/luch-5b-starts-sbas-test-transmissions/>

Первые навигационные определения с системой ГАЛИЛЕО

Европейское космическое агентство (ЕКА) объявило о важном историческом и техническом событии: о первых определениях места с помощью 4-х запущенных спутников системы Галилео.

При этом точность местоопределений в плане (2D) составила примерно 6 м (см. рисунок), а в пространстве (3D) от 10 до 15 м.



Эти данные получены в Навигационной лаборатории Технического центра ЕКА (ESTEC) в Ноордвике (Noordwijk), Нидерланды.

ESA Achieves First Galileo-Only 3D Position Fix 12.03.2013

<http://www.insidegnss.com/node/3449>

Apple купила разработчика «GPS для помещений»

Корпорация Apple приобрела американскую компанию WifiSLAM, разрабатывающую систему навигации для использования внутри помещений, пишет The Wall Street Journal.

Факт покупки WifiSLAM подтвердили представители Apple. Сумма сделки не раскрывается, но по данным анонимного источника The Wall Street Journal составляет

около 20 миллионов долларов США. WifiSLAM называет себя разработчиком «GPS для помещений». Компания предлагает устанавливать местоположение пользователя в зданиях, где не ловятся спутники GPS, по сигналу сетей Wi-Fi методом триангуляции.

Система, созданная WifiSLAM, рассчитана на мобильные устройства. На страничке компании сообщается, что местоположение определяется с точностью до двух с половиной метров. Apple, по традиции, не уточняет, как она намерена распорядиться своим приобретением. Вероятней всего, что компания Тима Кука задействует разработки WifiSLAM в собственном картографическом сервисе, созданном в 2012 году. Интерес к навигации внутри помещений проявляют и другие компании. У Google есть служба Indoor, которая предоставляет планы общественных зданий. Sony, Nokia и Samsung вместе с другими технологическими компаниями образовали в 2012 году альянс In-Location, целью которого является создание системы навигации в местах, где недоступен сигнал GPS.

Системы навигации, предназначенные для использования внутри зданий, не всегда основываются на радиосигналах. Так, финская компания IndoorAtlas предлагает определять местоположение, опираясь на изменения магнитного поля.

<http://lenta.ru/news/2013/03/25/wifislam/>

Смартфоны научат работать с «китайской GPS»

Разработчики китайской спутниковой навигационной системы «Бэйдоу» заявили, что планируют задействовать ее в мобильных телефонах, передает агентство «Синьхуа».

Смартфоны и планшеты начнут поддерживать «Бэйдоу» в обозримом будущем, заявил ведущий исследователь из китайского Бюро спутниковой навигации Ян Цянвэн. Он, однако, не уточнил, имеются ли у разработчиков системы какие-либо договоренности с производителями устройств и электронных компонентов.

Поддержка третьей навигационной системы (после американской GPS и российской ГЛОНАСС) позволит повысить точность определения местоположения пользователя, поскольку мобильный аппарат сможет получать сигнал с большего количества спутников.

К созданию «Бэйдоу» (в переводе с китайского — «Северный ковш» или «Большая Медведица») Китай приступил в 2000 году. В декабре 2011 года система была запущена в коммерческую эксплуатацию, а в декабре 2012 года «Бэйдоу» начала обеспечивать гражданское обслуживание в странах Азиатско-Тихоокеанского региона.

В настоящее время в состав «Бэйдоу» входят 16 навигационных и четыре экспериментальных спутника. К 2020 году планируется довести группировку до штатной численности в 35 спутников. В этом случае системой смогут пользоваться во всем мире.

<http://lenta.ru/news/2013/04/03/beidou/>

Lockheed Martin завершила техническое проектирование нового поколения спутников GPS III

Как сообщает, по материалам GPS Daily, команда компании Lockheed Martin завершила техническое проектирование спутниковых возможностей (Delta Preliminary Design Review, DPDR) для нового поколения GPS III в рамках программы ВВС США по GPS III.

Новое поколение спутников GPS III разработано для повышения уровня точности как гражданского, так и военного сигналов, снижения вреда от помех, улучшения экономических, эксплуатационных характеристик спутниковых аппаратов, таких как срок службы и совместимость с современными ГНСС, такими как российская ГЛОНАСС и европейская Galileo.

ВВС США планирует закупить 32 спутника GPS III. В настоящее время компания Lockheed Martin реализует контракт по производству первых четырех спутников GPS III. А теперь приступит и к производству деталей и компонентов для пятого, шестого, седьмого и восьмого спутников. Успешное техническое проектирование направлено на конструктивные изменения, которые были согласованы командой Lockheed Martin с ВВС США. DPDR обеспечит новые возможности для космического корабля GPS III (SV09) и не только, включая добавление приборного отсека для поисково-спасательной спутниковой системы и лазерный отражатель (LRA). Кроме того, инновационный генератор сигнала позволяет добавлять новые навигационные сигналы после запуска обновленной спутниковой группировки без необходимости запуска новых спутников.

<http://www.gisa.ru/94737.html> 15.04.13

Военные создадут банк электронных топографических карт

Минобороны решило обновить банк электронных карт, разместив первые лоты на сайте госзакупок. Поставщикам предлагается изготовить топографические и навигационные карты, обновить и сертифицировать их в Европе, Азии, на Среднем и Ближнем Востоке, в Северной Америке и Экваториальной подсистеме. Стоимость контрактов составляет 263,3 млн рублей. Как рассказали «Известиям» в военном ведомстве, решение об этом было принято в конце прошлого года.

— Электронные карты необходимы для работы современных автоматизированных систем управления, таких как «Созвездие» и «Заря-25». По сути, надо не освежить банк данных, а сформировать новый,— сообщил информированный представитель Минобороны.

По его словам, оцифровка имеющихся карт началась в 2007 году, когда топографическая служба Вооруженных сил РФ сделала набор цифровых карт в масштабах от 1:5000 до 1:10000. В основном занимались Северным Кавказом, а также Сибирью и Дальним Востоком. Сейчас будут обновлять имеющиеся и создавать новые карты.

— За основу приняты карты, напечатанные топографической службой ВС по состоянию на 1980—1990 годы. Их вручную сканируют и переводят в формат программы «ГИС-интеграция», которая утверждена для военных. Но в 2009 году топографический центр Минобороны в Ногинске расформировали, и сейчас приходится заказывать работы сторонним организациям,— добавил собеседник «Известий».

Отметим, что потребность в электронных картах возникла относительно недавно, в том числе в связи с оснащением войск переносными и возимыми ГЛОНАСС/GPS-навигаторами. Ранее использовали обычные бумажные карты. Иногда распечатывали листы из электронных карт на плоттерах (больших принтерах). Офицер-топограф пояснил «Известиям», что для создания новых электронных карт потребуется несколько лет. Особую сложность представляют карты крупного и сверхкрупного масштаба, 1:500000 и 1:1000000, так называемые обзорные. Если для мелкомасштабных карт достаточно иметь свежие спутниковые фотографии высокого разрешения и их можно массово создавать после уточнений топогеодезистов на местности, то обзорные карты — это штучная работа. Снимков из космоса нужно гораздо больше, их требуется постоянно сличать и уточнять. Дело в том, что с орбиты поверхность земли видна с учетом естественной кривизны и масштабы вокруг центральной точки искажаются.

Автоматизированные системы управления (АСУ), в которых имеются электронные карты, использовали на недавних учениях в Краснодарском крае на полигоне Раевское. Офицер одной из десантных частей, участвовавших в этих мероприятиях, сообщил «Известиям», что электронные карты оказались неточными.

— Мы работали с АСУ «Андромеда». Там загружаемые карты образца 1990-х годов, оцифрованные в 2007 году. Их обновили по спутниковым снимкам, но все равно качество очень низкое. Есть неточности в рельефе, нет многих новых дорог в районе полигона,— разочарован он.

Главный редактор отраслевого журнала «Арсенал Отечества» Виктор Мураховский считает, что обновление банка электронных карт — это одна из важных задач Минобороны.

— Такая карта — основа работы АСУ на всех уровнях управления. Создать карту мало, ее нужно своевременно обновлять. В нынешних реалиях инфраструктура активно развивается и перестраивается, поэтому обновления карт в масштабе от 1:5000 до 1:100000 должны быть практически онлайн,— сказал он «Известиям».

Эксперт напомнил, что не так давно, в ходе первой чеченской войны (1994—1996 годы), в войсках не было карт Чечни и Грозного, приходилось использовать подручные планы и схемы, и армия воевала практически вслепую. Больше такого повториться не должно, уверен Мураховский.

А. Мухайлов <http://izvestia.ru/news/548575#ixzz2RDWSDJAV> 17.04.2013

Создаваемые Северной Кореей помехи GPS вынуждают Южную Корею поддержать национальную систему eLogan

Помеховые атаки на GPS со стороны Северной Кореи, которые усиливались по времени и частоте с момента начала в августе 2010 г., побудили правительство Южной Кореи к реализации усовершенствованной системы Logan (eLogan), которая закроет всю страну к 2016 г. Правительство Южной Кореи завершило проектирование, разработку и документацию на строительство системы eLogan в феврале и будет создавать инфраструктуру системы через международный тендер. Планы на альтернативную и резервную систему были описаны впервые на международном форуме в докладе, представленном вчера (23 апреля 2013) на Европейской навигационной конференции (ENC) в Вене, Австрия. Авторы доклада: Дживон Сео (Jiwon Seo), ассистент профессора из Школы технологии интегрирования Корейского университета Йонсей (Yonsei), который тесно сотрудничает с Министерством океанов и рыболовства Кореи в разработке и реализации системы eLogan, и Минчеол Ким (Mincheol Kim), заместитель директора отделения средств морской безопасности Министерства океанов и рыболовства, который отвечает за корейскую программу eLogan.

По словам Сео и Кима, в прошлом году 1016 самолетов и 254 судна в Южной Корее испытывали перебои в работе GPS в течение 16 дней от помех со стороны Северной Кореи. Частота и продолжительность действия помех GPS со стороны Северной Кореи непрерывно росли в течение 4 дней в 2010 г. Цель корейской системы eLogan заключается в достижении точности местоположения и навигации лучше 20 метров по всей стране. Начальная эксплуатационная готовность (IOC) ожидается в 2016 году, а полная эксплуатационная готовность (FOC) – в 2018 г. Правительство Южной Кореи надеется расширить рабочую зону eLogan на всю Северо-восточную Азию в тесном сотрудничестве с Россией и Китаем в ближайшем будущем. Предполагается, что корейская система eLogan будет удовлетворять по точности, доступности, непрерывности и целостности требования для заходов в порты (HEA) морских судов и для некатегоризированного захода на посадку самолетов (NPA).

Система eLogan будет создаваться путем объявления международного тендера (ICB). Усовершенствованная Logan превосходит предыдущие системы Logan за счет использования более современной аппаратуры, сигналов и процедур работы. Эти изменения позволят eLogan обеспечить более высокие рабочие характеристики и дополнительные услуги по сравнению с Logan-C.

Исследования активных помех, проведенные в 2011 году следователем институтом электроники и телекоммуникаций (ETRI) Южной Кореи, показали,

что все частотные диапазоны L1, L2, и L5 находились под воздействием. ETRI наблюдал мощные непрерывные помеховые сигналы в диапазоне L1. В диапазонах L2 и L5 несколько постановщиков помех непрерывного излучения (CW) «уводили все диапазоны» путем смещения средних частот. Исследователи также отметили, что Северная Корея, по всей видимости, экспериментировала со своими постановщиками помех, работая с разными мощностями излучения, частотами и интервалами помех.

Южная Корея имеет две старые станции Logan-C в Поханге (Pohang) и Кванчжу (Kwangju). Они будут преобразованы в станции eLogan в 2014 г. Кроме того, будут построены три новые станции eLogan в Улльонге (Ulleung), Гангве (Ganghwa) и Джджу (Jeju) на площадках, которые будут приобретены в этом году. Эти пять станций смогут предоставлять услуги навигации по всей Южной Корее, сказали Сое и Ким. Для дифференциальной службы eLogan в стране будут развернуты 43 дифференциальные станции eLogan, часть из которых будет совмещена с действующими дифференциальными станциями GPS. Тестирование системы будет проводиться в 2016 и 2017 годах, с декларированием полной эксплуатационной готовности в 2018 г. Так как сигналы eLogan по-разному распространяются по суше и по морю, (где они замедляются из-за более низкой проводимости), в системе нужно вводить корректировку на задержку сигнала вследствие действия дополнительных вторичных факторов (ASF). Корейская система eLogan будет работать с картами ASF с мелкогабаритной сеткой для суши с целью коррекции пространственных погрешностей.

Заявление правительства Кореи противоречит решению США от 2010 года об остановке работы системы Лоран-С (the U. S. decision in 2010 to discontinue its Loran-C system) вопреки однозначным рекомендациям группы независимых экспертов, что она должна быть модернизирована до eLogan в качестве резерва GPS и других национальных технологий местоположения, навигации и времени (PNT).

Соединенное Королевство движется вперед с eLogan, запустив начальный этап обслуживания в Ла-Манше в начале этого года.

www.insidegnss.com 26.04.13

Старт РКН «Союз 2.1б» с космическим аппаратом «Глонасс-М» состоялся в 09.23 мск. Все операции прошли в штатном режиме

26 апреля с космодрома Плесецк состоялся успешный запуск космического аппарата «Глонасс-М» № 47, созданного ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева».

«В 12.55 космический аппарат «Глонасс-М» взят на управление средствами Главного испытательного космического центра имени Титова. С космическим аппаратом установлена и поддерживается устойчивая

телеметрическая связь, а его бортовые системы функционируют нормально», сообщил журналистам в пятницу официальный представитель Минобороны РФ по ВКО полковник Алексей Золотухин.

По словам гендиректора – главного конструктора «ИСС имени Решетнева» Николая Тестоедова, этот аппарат «Глонасс-М» будет резервным. В следующем году, после завершения проверок и испытаний, он заменит один из старых аппаратов, выработавших ресурс.

<http://www.iss-reshetnev.ru/?cid=events&ecid=63&template=event.html>

http://glonass-iac.ru/content/news/?ELEMENT_ID=41426.04.2013

<http://ria.ru/science/20130426/934738401.html>

Армия США намерена снизить зависимость от GPS

Армия США намерена разработать новую технологию навигации и времени, которая в перспективе позволит снизить зависимость от действующей сегодня GPS, сообщает Agence France-Presse. Работу над проектом, начиная с 2010 года, ведет Управление перспективных разработок (DARPA) Пентагона и Мичиганский университет.

Автономное устройство размером с куб со сторонами, равными восьми миллиметрам, включает три гироскопа, три акселерометра и эталонный генератор частоты. Подробности о работе такого прибора пока не раскрываются. По оценке DARPA, он может быть использован для персональной навигации или в боеприпасах малого калибра.

Исследователи также намерены разработать систему позиционирования, которая будет определять координаты по сигналам теле- и радиовышек, антенн сотовой связи и даже по электромагнитным излучениям от молний в грозовую погоду. Работы в этом направлении пока находятся в теоретической стадии. По словам директора DARPA Арати Прабхакара, перспективная технология глобального позиционирования не будет решением «все-в-одном», но будет включать в себя несколько технологий, позволяющих отслеживать время и координаты «по внешним источникам».

По словам Прабхакара, в настоящее время американские военные слишком полагаются на GPS. Эта технология используется в системах навигации самолетов, некоторых авиационных и артиллерийских боеприпасов, в персональных компьютерах и беспилотниках. Глушение сигналов GPS может нарушить работу систем вооружения.

<http://lenta.ru/news/2013/04/29/gps/>

<http://www.afp.com/en/node/91311125.04.2013>

Фронтальная авиация получит ракеты с ГЛОНАСС к 2014 году

ВВС России в июле 2013 года испытают новые ракеты с системами наведения по ГЛОНАСС,

предназначенные для фронтовых бомбардировщиков Су-24 и Су-34, штурмовиков Су-25 и транспортно-боевых вертолетов Ми-24. Как пишет газета «Известия» со ссылкой на источник в главкомате ВВС, в случае успешных испытаний, массовая поставка высокоточных ракет в войска начнется уже в 2014 году.

Новые ракеты оснащены головками наведения и накладками на рули управления, что позволит российским самолетам и вертолетам поражать цели с точностью до одного метра. По словам собеседника издания в Минобороны, прицельные комплекты для новых ракет можно будет устанавливать непосредственно в войсках силами технического персонала.

Использовать новые управляемые ракеты планируется для поражения наземных и наводных целей. По словам собеседника издания, системы наведения будут работать в двух режимах: лазерном и смешанном. Во втором режиме пуск и сопровождение до цели осуществляется по спутниковой навигации ГЛОНАСС.

Ранее сообщалось, что управляемые по ГЛОНАСС ракеты планируется использовать на модернизированных штурмовиках Су-25.

Сейчас системами наведения по ГЛОНАСС, в частности, оснащаются новые ракеты Х-38 класса «воздух-земля» (принята на вооружение в декабре 2012 года), а также бомбы КАБ-Э.

<http://lenta.ru/news/2013/05/07/glonass/> 7.05.2013

Штурмовики и тактические бомбардировщики российской армии готовят к оснащению высокоточным оружием

Военно-воздушные силы получают ракеты для ударов по наземным и надводным целям с наведением по ГЛОНАСС. По информации «Известий» из главкомата ВВС, на июль назначены испытания ракет С-24 и С-25, оснащенных специальными комплектами с головкой самонаведения (ГСН) и накладками на рули управления. Испытания пройдут на полигоне Государственного летно-исследовательского центра имени Чкалова в Ахтубинске Астраханской области.

– Если все пройдет успешно, то комплекты ГЛОНАСС-наведения начнут массово поступать на авиабазы уже в 2014 году, то есть наша фронтальная и вертолетная авиация целиком перейдет на высокоточное оружие, – пояснил «Известиям» информированный источник в главкомате.

Неуправляемые ракеты (НУР) С-24 и С-25 остаются основным оружием штурмовой и бомбардировочной авиации России, хотя приняты на вооружение еще в 1970–1980-е годы. По оценкам специалистов, в обозримом будущем реальной альтернативы им нет, да и за годы эксплуатации и боевого применения ракеты зарекомендовали себя надежным оружием.

Однако НУРы бьют по площадям, а в современных условиях это дорогое и неэффективное удовольствие. Головки самонаведения по ГЛОНАСС переведут С-24

и С-25 в класс высокоточного оружия, способного поражать малоразмерные цели с точностью до 1 м.

Эти боевые характеристики вполне сравнимы с западными аналогами. Официальная точность американской свободнопадающей бомбы JDAM с наведением по GPS — 11 м, а по лазерному лучу — около 1 м. Хотя лазер придает бомбе снайперскую точность, «подсветить» им цель довольно сложно, особенно в боевых условиях, когда самолет постоянно маневрирует с большими перегрузками. В главкомате ВВС «Известиям» рассказали, что комплекты для С-24 и С-25 позволяют использовать два режима — лазерный и смешанный. Во втором случае пуск и сопровождение до цели осуществляется по ГЛОНАСС.

— Ракеты в ходе испытаний будут запущены с фронтовых бомбардировщиков Су-24 и Су-34 из состава Липецкого центра боевого применения. Испытаем их в плохих метеоусловиях. В дальнейшем привлечем штурмовики Су-25 и вертолеты Ми-24, — пояснил собеседник в Минобороны.

По его словам, новый прицельный комплект прост в применении, его можно устанавливать на авиабазах силами техперсонала.

Независимый эксперт по современным вооруженным конфликтам Вячеслав Целуйко считает, что переделанные ракеты хороши для противоповстанческой борьбы.

Авиационный эксперт Антон Лавров говорит, что ракеты с новыми комплектами обеспечат фронтовую и вертолетную авиацию эффективным оружием малого радиуса действия.

— Запасы С-24 и С-25 на складах велики с советских времен, а применять их могут большинство отечественных самолетов и вертолетов. По-настоящему массовое оснащение высокоточным оружием означает качественное изменение наших ВВС, — заявил Лавров «Известиям».

На базе С-25 еще в 1980-е годы была создана ракета с лазерным наведением С-25Л. Она хорошо себя зарекомендовала в Афганистане, но сейчас устарела. Новые комплекты ГСН секретны, и собеседники в Минобороны и ОПК отказались назвать производителя этих изделий.

<http://izvestia.ru/news/549834#ixzz2SdHAJWBR> 7.05.2013

Потепление обвинили в сдвиге географических полюсов

Геологи из Университета Техаса пришли к выводу о том, что наблюдающийся годовой дрейф географических поясов связан с усиленным таянием ледников, в особенности Гренландского ледника. Работа опубликована в журнале Geophysical Research Letters, а ее краткое содержание приводит Nature News. Выводы исследователей основаны на анализе изменения гравитации Земли, измеряемой спутниками GRACE. Эти данные сопоставлялись с данными системы GPS, которая позволяет отслеживать положение полюсов

с точностью до 0,03 миллиардсекунд (примерно 1 миллиметр на поверхности).

По словам ученых, в дрейфе полюсов появилось систематическое изменение. Так, за время наблюдения с 1982 года северный полюс смещался примерно на 2 миллиардсекунды (6 сантиметров на поверхности) в год в сторону Канады, а с 2005 года годовая скорость смещения увеличилась более чем в три раза и изменила направление. Северный полюс стал склоняться восточнее своего прежнего значения — в сторону Гренландии. Направление смещения, по словам авторов, прямо указывает на место потери массы: когда одна из частей вращающейся сферы теряет массу, ось вращения смещается в ее сторону. Сопоставив это с данными по гравитации GRACE, авторы исследования пришли к выводу о том, что основной причиной систематического сдвига является таяние ледников Гренландии.

Дрейф полюса сам по себе достаточно давно известен геологам. В нем выделяют сезонные циклы, вызываемые движениями атмосферы, и более долговременные смещения, причиной которых считается движение литосферных плит. В то же время данные о таянии ледников обычно вызывают противоречивые мнения разных исследователей. Такие данные получают либо при помощи спутников, либо в результате полевых наблюдений, при этом разные способы измерения часто противоречат друг другу.

<http://lenta.ru/news/2013/05/15/movingpole/>

США запустили навигационный спутник нового поколения, который пополнит орбитальную группировку GPS

Ракета-носитель «Атлас-5» (Atlas V) с КА GPS-2F успешно стартовала с космодрома на мысе Канаверал (штат Флорида) в 17:38 по времени Восточного побережья США (01:38 мск 16.05.2013). Запуск КА GPS-2F на орбиту был осуществлен компанией United Launch Alliance (совместное предприятие Boeing и Lockheed Martin). Примерно через 3,5 часа был выведен на целевую орбиту высотой около 20,3 тыс. км. Затем специалисты начнут тестирование аппарата, и при успешном результате, этим летом КА будет введен в эксплуатацию.

<http://boeing.mediaroom.com/index.php?s=43&item=267816.05.2013>

http://glonass-iac.ru/content/news/?ELEMENT_ID=419

Ученые предложили использовать спутниковую навигацию для обнаружения цунами

Исследователи из германского центра геофизических исследований при ассоциации Гельмгольца предложили новое применение системе спутниковой навигации. Стационарные высокоточные датчики,

давно используемые геологами для слежения за перемещением отдельных частей земной коры, могут предоставить точную и своевременную информацию о предстоящем цунами. Работа геофизиков представлена на страницах журнала *Natural Hazards and Earth System Sciences*.

Ученые (среди которых двое выходцев из России, Стефан Соболев и Андрей Бабейко) проанализировали данные, собранные японской сетью GPS-детекторов и пришли к выводу, что приборы обнаружили вертикальный сдвиг земной коры практически сразу после начала землетрясения. По оценкам специалистов, уже через три минуты спутниковая система могла бы дать достаточно информации для точного предсказания цунами. По словам ученых, по сравнению с простой регистрацией подземных толчков использование спутниковой навигации имеет несколько важных преимуществ. Прежде всего, традиционные методы срабатывают с задержкой в 5...10 минут, в то время как новый позволяет сократить это время в несколько раз. Далее, пишут геофизики, по сейсмограмме далеко не всегда сразу можно понять то, в каком направлении произошел сдвиг плит земной коры, а без этой информации сложно правильно оценить риск цунами и возможную величину волны. Горизонтальное смещение, которое не сопровождается передачей вертикального импульса толще воды, намного менее опасно, чем вертикальный сдвиг меньшей амплитуды.

В настоящее время, как утверждают авторы исследования, в Японии установлено 1200 стационарных постов спутникового геофизического мониторинга. Но чтобы сократить необходимое для вычислений и прогноза время, достаточно использовать хотя бы полсотни станций; подобная система уже строится и в Индонезии, которая подверглась опустошительному цунами в 2004 году. Высокоточные стационарные датчики используются для определения медленного перемещения островов и целых континентов и именно благодаря таким постам ученые получают данные о том, что тот или иной участок суши смещается со скоростью несколько миллиметров в год.

Кроме того, в перспективе к обнаружению цунами можно подключить и спутниковые приемники на кораблях. По крайней мере, такую возможность рассматривала в прошлом, 2012, году другая группа исследователей в журнале *Nature*. Но если кораблей в нужном месте и в нужное время может и не оказаться, то наземные датчики намного более надежны.

<http://lenta.ru/news/2013/05/20/gpstsunami/>

NASA начало наземные испытания навигатора для дальнего космоса

NASA сообщило о постройке испытательного стенда для аппаратуры проекта NICER/SEXTANT, системы космической навигации принципиально нового типа. Так как вдали от Земли навигационные спутники на околоземных орбитах становятся бесполезны,

ученые и инженеры предложили использовать для ориентации в пространстве пульсары. Высокая стабильность частоты, с которой пульсары выдают вспышки радио- и рентгеновского излучения, позволяет определить время с точностью, которая, по заверениям специалистов NASA, сопоставима с точностью атомных часов. Получая сигналы от 56 различных пульсаров, будущая навигационная система сможет с высокой точностью вычислить свое положение в пространстве и, в отличие от традиционной спутниковой навигации, новая разработка сможет работать на любом расстоянии от Земли. Периодическая природа сигнала от пульсаров позволит не просто сориентировать космические аппараты относительно трех осей координат (с этой задачей успешно справляются при помощи ярких звезд и Солнца), но и определить пройденное расстояние. Во время полета расстояние до пульсаров будет немного меняться, сигналы от них будут поступать с разным сдвигом фаз относительно друг друга, и эта информация, по расчетам ученых, позволит определить пройденный путь даже без всякой связи с Землей. Серьезный вызов исследователям, как подчеркивается в сообщении агентства, бросает рентгеновская природа вспышек пульсаров. Первый прототип системы, который планируется в 2017 году доставить на МКС, будет оснащен сложной системой рентгеновских телескопов, которая позволит одновременно отслеживать активность 56 выбранных в качестве навигационных маяков пульсаров. Но рентгеновская оптика и специальные детекторы требуют отдельных испытаний и отладки, а поглощение рентгеновского излучения атмосферой делает невозможным испытание под открытым небом. По этим причинам NASA было вынуждено разработать и построить уникальный стенд с возможностью имитировать активность пульсаров в лаборатории.

В рамках проекта был создан специальный источник рентгеновского излучения и система, позволяющая перемещать источники так, чтобы симитировать текущий вид звездного неба в рентгеновском диапазоне. Утверждается, что вся установка в сборе занимает всего лишь один стол, что отличает ее от других сооружений и конструкций, созданных для сборки и испытаний космической техники.

<http://lenta.ru/news/2013/05/21/nicersextant/>

ГЛОНАСС нашел место на аэростатах

С 9 по 15 июня в Великих Луках проходит 18-я Международная встреча воздухоплателей. Впервые за историю соревнований аэростаты оснащены аппаратурой системы ГЛОНАСС, а наблюдать за полетами экипажей можно в режиме онлайн, пишет glonass-novosti.rf. В этом году в соревнованиях принимают участие 50 команд из Москвы, Санкт-Петербурга, Тулы, Нижнего Новгорода, Омска, Пермской области, Латвии, Литвы, Украины и Белоруссии. На соревнованиях будут разыграны

несколько кубков, среди которых: Кубок России по воздухоплаванию, Кубок Дружбы среди всех пилотов соревнований, Кубок Великих Лук, Кубок княгини Ольги, который вручат лучшей женщине-пилоту. Оснащение аэростатов аппаратурой системы ГЛОНАСС для мониторинга — техническое нововведение этого года. Навигационное оборудование марки FORT было установлено на 15 летательных аппаратах. С помощью терминалов измеряется скорость движения аэростата, его высота и местоположение. Владимир Макаренко, директор по развитию компании «Форт-Телеком», производителя системы ГЛОНАСС-мониторинга FORT отмечает, что, как правило, навигационные терминалы используются для мониторинга работы и передвижения транспортных средств, и подключается оно к электрическим цепям автомобиля. «В случае с мониторингом аэростатов на Международной встрече воздухоплавателей мы использовали терминалы со встроенной аккумуляторной батареей, которая держит заряд до 12 часов. Этого заряда вполне хватает на период одного полета, после

чего батарея перезаряжается», — объяснил Макаренко. Он рассказал, что в любой системе мониторинга, данные о контролируемом объекте передаются на сервер через стационарные GSM вышки сотовой связи, и были опасения, что горизонтально направленные антенны вышек не смогут обеспечить должный прием сигнала на высоте. Поэтому изначально на аэростаты планировалось установить навигационные терминалы FORT, поддерживающие передачу данных как по сетям GSM, так и по технологии Wi-Fi. Планировалось развернуть мобильные «точки» передачи данных по маршрутам движения аэростатов. Но перед началом соревнований были проведены испытания, в ходе которых выяснилось, что для полетов на высоте до 500 метров вполне хватает обычных навигационных терминалов FORT, передающих данные по сетям GSM. Техническую реализацию и поддержку проекта осуществляет компания «МАРТ» — официальный дилер компании «Форт-Телеком» в Псковской области.

<http://gisa.ru/96117.html>

<http://глонасс-новости.рф/?p=4353>



V ЮБИЛЕЙНЫЙ МОСКОВСКИЙ КОНГРЕСС ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМ ТРАНСПОРТНЫМ СИСТЕМАМ ИТС Москва 2013

5th ANNUAL INTERNATIONAL MOSCOW CONFERENCE AND EXHIBITION ON INTELLECTUAL TRANSPORTATION SYSTEMS ITS Moscow 2013

18–19 апреля 2013 года в Москве (гостиница «Президент-Отель») состоялся V Юбилейный Московский Конгресс по интеллектуальным транспортным системам – ИТС Москва 2013, организованный «Центром Развития Инфраструктуры» во главе с Сергеем Шишкаревым совместно с компанией «Партнерство международное деловое сотрудничество» (PIVD). Мероприятие прошло при официальной поддержке Правительства РФ и Государственной думы РФ.

Среди участников Конгресса – представители Комитета по транспорту Государственной Думы РФ, Министерства транспорта РФ, Федерального дорожного агентства Министерства транспорта РФ, НП «ИТС-Россия» и другие представители органов власти и бизнеса, заинтересованные в развитии российского рынка интеллектуальных транспортных систем. Мероприятие собрало свыше 200 участников.

Конгресс сопровождался выставкой, на которой свои разработки представили такие компании, как NIVI Group /Италия/, IBM, ЗАО «РИПАС», АВП «Технология», НП «Разумный город», «АйПиСи2Ю», ОАО «ДКБА», MultiToll Solutions и другие.

«Тема интеллектуальных транспортных систем важна для любого мегаполиса. А для такого большого города, как Москва, она критически актуальна, – подчеркнул первый заместитель руководителя Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы Евгений Михайлов. – Грамотно спроектированные ИТС делают жизнь города более быстрой, эффективной, комфортной. И цель данного мероприятия – предоставить профессионалам в различных областях возможность обсудить эти вопросы».

В первый день на пленарном заседании присутствовали и.о. Директора департамента программ развития Министерства транспорта РФ Юрий Спасский, представитель Комитета Государственной Думы по вопросам собственности Сергей Гаврилов, член совета директоров ОАО «НИИАС» Игорь Розенберг, заместитель технического директора компании «Техносерв» Артем Соколов, генеральный директор НП «ИТС-Россия» Владимир Крючков и другие гости и участники Конгресса, рассказавшие об уже реализованных в России проектах и подчеркнувшие необходимость организации системного взаимодействия представителей государства, науки, бизнеса и общественных организаций в целях

формирования новой социально значимой инновационной отрасли – интеллектуальных транспортных систем России.

Обсуждение этого и других вопросов продолжилось в ходе тематических сессий и круглых столов, посвященных презентации современных технологий в области ИТС, организации трансфера оборонных технологий в гражданский сектор, развитию инфраструктуры скоростного железнодорожного сообщения, развитию платных дорог, проведению системных научных исследований с привлечением лучших российских и международных центров и пр.

Владимир Крючков, председатель общего собрания Некоммерческого Партнерства «ИТС-Россия» отметил, что «уникальные решения, которые есть в области ИТС в России, не используются нигде в мире. Примером этого – технология на базе спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС, а также системы скоростного сообщения».

Во второй день Конгресса прошли три рабочие сессии, на которых обсуждались такие вопросы, как наука и стандартизация в сфере интеллектуального транспорта, применение спутниковых навигационных технологий и использование ИТС в дорожном строительстве и инфраструктурных проектах. По окончании сессий состоялись два технических тура: участникам мероприятия была предоставлена возможность посетить Выставочный комплекс ОАО «РЖД» в здании ЦНТИБ и Ситуационный центр Московского метрополитена.

Все присутствовавшие на Конгрессе спикеры подчеркнули важность прошедшего мероприятия. «Его ценность состоит в организации связи между заказчиками и производителями, – отметил Александр Поляков, заместитель руководителя ГКУ Центр организации дорожного движения Правительства Москвы. – Первые обращают внимание на инновационные разработки, вторые соревнуются, предлагая лучшие решения». «ИТС имеют самые широчайшие перспективы. Безопасность дорожного движения, увеличение пропускной способности – очень интересное направление деятельности, которое будет развиваться взрывными темпами и захватит все более широкие сферы деятельности», – отметил Владимир Попов, начальник управления научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства.

По итогам мероприятия его участники подготовили проект Резолюции, которая будет направлена в Комиссию при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию экономики России, в Правительственную комиссию по транспорту, а также в Комитет по транспорту Государственной Думы РФ и Правительство РФ.

Генеральным партнером Конгресса выступила компания «Техносерв», официальным партнером – Samsung Electronics Co., Ltd. В статусе партнеров выступили: Nivi Group /Италия/, «KapschTrafficCom» /Австрия/, «IBM Восточная Европа/Азия», «А+С Консалт».

<http://pibd.ru/its5-2013/>



VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

THE 7th INTERNATIONAL SATELLITE NAVIGATION FORUM

24–25 апреля 2013 года в ЦВК «Экспоцентр» в рамках Международного проекта «Навигационные системы, технологии и услуги» прошел VII Международный форум по спутниковой навигации совместно с 5-ой Международной выставкой «Навитех-2013». Организатором Форума выступила Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум». Оператор Форума – компания «Профессиональные конференции».

В Форуме приняли участие около 1500 человек, представляющих интересы более 300 компаний из 16 стран мира, среди которых США, Индия, Китай, страны СНГ и др. В рамках Форума выступили более 100 докладчиков, посвятивших свои выступления проблемам развития рынка и применения решений на основе технологий ГЛОНАСС в коммерческих целях, повышения безопасности на транспорте, новым разработкам в области обеспечения средствами связи и мониторинга, использованию инновационных технологий для контроля полетов воздушных судов, перемещения спецтехники в аэропортах и другим актуальным вопросам.

В пленарном заседании 24 апреля с приветственным словом перед участниками Форума выступил Дмитрий Рогозин – Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации. В своем выступлении он отметил, что развитие спутниковых технологий и системы ГЛОНАСС особенно важно для развития оборонной промышленности и обеспечения национальной безопасности. Имея собственную систему глобальной навигации, государство не зависит от других стран, обладающих подобными системами, и может быть уверенно, что в час испытаний никто не «ослепит» его оборонные системы.

В рамках пленарного заседания, посвященного теме «Навигация для человека, бизнеса, государства: новые возможности и перспективы» выступил с докладом ведущий Александр Гурко – Президент НП «ГЛОНАСС». В своем докладе на тему «Российский

навигационный рынок: новые возможности» он обратил особое внимание на этапы развития навигационного рынка в России, а также на основные стратегические инициативы федерального сетевого оператора. По его словам: «Российский навигационный рынок меняется. Благодаря совместным усилиям государства, регионов и бизнеса за 2 года объемы рынка удвоены, продажи профессионального навигационного оборудования с ГЛОНАСС возросли более чем в 10 раз. Но, главное – заложен фундамент для нового качественного и количественного роста. По плану идет создание государственной системы «ЭРА-ГЛОНАСС», реализуются навигационные проекты, где количество подключенного транспорта исчисляется десятками тысяч: ИТС-Москва, Почта России, Транснефть. Дан массовый старт региональным программам внедрения ГЛОНАСС: таких программ принято уже более шестидесяти».

О государственной политике в области навигационных технологий в экономике России рассказал Виталий Давыдов – Заместитель Руководителя Федерального космического агентства. Он подчеркнул, что система ГЛОНАСС является ключевым элементом обеспечения национальной безопасности и инновационного развития страны. Услуги ГЛОНАСС предоставляются на безвозмездной основе, что открывает доступ к информации, необходимой для разработки и применения навигационной аппаратуры для гражданских потребителей. Применение аппаратуры спутниковой навигации, использующей сигналы ГЛОНАСС, является обязательным для государственных структур. Развитие и поддержание средств навигационного и координатно-временного обеспечения является функцией и ответственностью государства. Еще одним требованием к системе ГЛОНАСС является обеспечение совместности и взаимодополняемости с другими глобальными навигационными системами; создание условий для их широкомасштабного использования.

Советник Президента Российской Федерации Игорь Левитин, выступил перед участниками Форума с докладом «Применение решений на основе

технологий ГЛОНАСС в странах Таможенного союза, ЕврАзЭС и СНГ», в котором отметил, что Президент Российской Федерации лично контролирует все мероприятия по развитию системы ГЛОНАСС, и что в настоящее время в этой системе появился не только внутренний, но и международный аспект. Также он отметил, что необходим экспорт навигационных услуг в страны СНГ. «Это необходимо для того, чтобы партнеры из дальнего зарубежья использовали не только сигнал спутника, но и наши новые технологии в части наземного транспорта». По мнению Игоря Евгеньевича, Россия должна выходить на международный рынок именно с теми продуктами, которые являются сильнейшими на российском рынке, такими как: комплексные, отраслевые решения для различных видов транспорта; специализированное навигационное оборудование, которое было уже апробировано в России и готово для вывода на зарубежный рынок. Для координации работы в области международной деятельности, а также для поддержки наших предприятий была создана рабочая группа по международному сотрудничеству, которая занимается продвижением продуктов и российских компаний на зарубежном рынке.

Алексей Цыденов – Заместитель Министра транспорта – выступил перед аудиторией с докладом «Навигация – основа для обеспечения безопасности и модернизации транспортного комплекса Российской Федерации». «Система ГЛОНАСС имеет применение во многих сферах. Консервативная оценка экономического эффекта составляет 160 млрд. руб. в год. Сегодня система ГЛОНАСС применяется при всех дорожных работах. На федеральных дорогах вся техника по обслуживанию и ремонту оборудована системой ГЛОНАСС. При мониторинге видна четкая картина реально проведенных работ, что позволяет экономить средства и контролировать качество предоставляемых услуг. Также введена система навигации на водных путях с использованием системы ГЛОНАСС, что позволило обеспечивать движение судов, в том числе и при плохой видимости. Проводится внедрение системы в авиации, практикуется посадка воздушных судов с использованием системы ГЛОНАСС. Помимо этого, система используется при строительстве ответственных объектов инфраструктуры». В своем докладе Алексей Самбуевич также уделил особое внимание обеспечению безопасности на дорогах как государственной социально-значимой задаче.

С приветствием в адрес Форума выступил Рене Пишель – Глава Постоянного представительства Европейского космического агентства в Российской Федерации

В пленарном заседании принимали также участие:

- Рахманов Алексей Львович – Заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации
- Семенов Алексей Константинович – Директор Департамента программ развития Министерства транспорта Российской Федерации

- Фрэнк Паули – Вице-президент по картам и информационным продуктам для Европы, Ближнего Востока и Африки NOKIA
- Лебедев Николай Юрьевич – Президент ГК «Транзас»
- Огарев Леонид Моисеевич – Президент ГК «Цезарь Сателлит»
- Бунин Павел Борисович – Президент Российского союза автостраховщиков

В завершении первой сессии пленарного заседания было подписано трехстороннее соглашение между НП «ГЛОНАСС», ОАО «СГ МСК» и ГУП «Мосгортранс». Соглашение направлено на исследование возможностей применения навигационного оборудования, установленного в рамках проекта ИТС-Москва в 2011–2012 годах, для целей страховой телематики. Также в рамках данной работы будет проведена апробация нового оборудования для сравнительного анализа и принятия решений о возможных направлениях развития исследовательской работы. Применение навигационного оборудования в сфере страхования позволит фиксировать и реконструировать обстоятельства дорожно-транспортных происшествий, что в свою очередь будет способствовать увеличению интенсивности использования процедуры «Европротокол» (оформлении ДТП без участия полиции) при оформлении ДТП.

Во второй сессии пленарного заседания, модератором которого выступил Исполнительный директор Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» Куприянов Андрей Олегович, с докладами выступили:

- Карутин Сергей Николаевич – Заместитель начальника центра ОАО «Российские космические системы»
- Джейсон Янгсан Ким – Старший аналитик по вопросам урегулирования космической политики. Управление по использованию космического пространства Министерства торговли США
- Марков Дмитрий Александрович – Заместитель директора программы ЭРА-ГЛОНАСС. ОАО «НИС»
- Йорг Хан – Руководитель проекта по созданию системы Galileo Европейского космического агентства
- Шипулин Алексей Самирович – Старший вице-президент, директор по развитию направления Телематики Meta System S.p.A.
- Крючков Владимир Викторович – Генеральный директор НП «ИТС Россия».

«У навигационных технологий благоприятные перспективы. Сегодня решения на основе ГЛОНАСС/GPS используются во многих отраслях экономики, но более широкое применение они нашли в сфере транспорта. В недалеком будущем автомобиль станет не просто средством передвижения, но «умным», информатизированным и максимально безопасным видом транспорта», – комментирует Заместитель директора программы «ЭРА-ГЛОНАСС».

По окончании Пленарного заседания прошла торжественная церемония вручения ежегодной премии Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»

в области навигации: «За вклад в создание и развитие системы ГЛОНАСС». Премию получили организации: ФГУП «ВНИИФТРИ», Институт прикладной астрономии РАН, ОАО «НИИАС», а также персонально: Дворкин В. В.— ОАО «РКС», Жолнеров В. С.— ОАО «РИРВ», Казанцев В. Н.— ОАО «ИСС им. академика М. Ф. Решетнева», Казновский Н. И.— ФГУП «ЦНИИМАШ», Косенко В. Е.— ОАО «ИСС им. академика М. Ф. Решетнева».

В первый день Форума прошли круглые столы:

- «Умное страхование на автотранспорте: взрывной рост или эволюционное развитие?»
- «Услуги в автомобиле: за что готов платить потребитель?»
- «Навигация: сервисы для всех и каждого»
- «Выйти за границы внутреннего рынка и победить»
- «Навигация: заглянуть за горизонт»
- «Российский навигационный рынок — общее и частное, глобальные тренды и национальные особенности»
- Второй день работы Форума был организован в формате секций:
- «Навигационно-информационные решения и услуги для потребителей»
- «Навигационное оборудование на автотранспорте»
- «Навигационные технологии на пассажирском транспорте»
- «Государственные, региональные, ведомственные и коммерческие навигационно-информационные системы»

- «Профессиональное навигационное оборудование и решения для различных отраслей экономики»
- «Теоретические основы спутниковой навигации»
- «Поддерживая инновации: навигационные проекты участников «Сколково»

В работе Форума была представлена актуальная информация о разработанных продуктах, насущных проблемах в области навигации, картографии, нормативного правового регулирования; участники высказали свои предложения по формированию благоприятных условий для эффективного внедрения инновационных технологий.

В ходе мероприятия проходило смс голосование по вопросам навигационного рынка.

VII Международный Форум по спутниковой навигации состоялся благодаря спонсорской, информационной и экспертной поддержке следующих организаций:

- Стратегический партнер: НП «ГЛОНАСС»
- Генеральный партнер: ОАО «НИС»
- Официальный спонсор: HERE (Nokia)
- Технологический партнер: SpaceTeam
- Экспертные партнеры: GPS Клуб, НП «ИТС-Россия»
- Генеральный информационный партнер: ВГТРК Информационный канал РОССИЯ
- Официальный информационный партнер: журнал «Вестник ГЛОНАСС»

Сообщение подготовлено с использованием материалов пресс-службы Компании «Профессиональные конференции» office@proconf.ru



XX САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

20th SAINT-PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS

27–29 мая 2013 г. в г. Санкт-Петербурге, в Государственном научном центре Российской Федерации ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» состоялась XX Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам 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)
- Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ).

В работе конференции приняли участие 315 ученых и специалистов в области навигации и управления движением.

Конференция проходила путем проведения тематических заседаний по направлениям:

«**Инерциальные системы и датчики**» под руководством проф. Д. П. Лукьянова, Россия, г-на Л. Камберлена, Франция, д.т.н. Ю. А. Литмановича, Россия, д-ра Дж. Марка, США, к.т.н. Б. С. Ривкина, Россия, д-ра Дж. Шмидта, США.

«Интегрированные системы» под руководством проф. И. М. Окона, Россия, США, проф. Г. Троммера, Германия.

«Интегрированные и спутниковые системы» под руководством д.т.н. О.А. Степанова, Россия, к.т.н. Б.В. Шебшаевича, Россия.

Было заслушано 76 докладов представителей 13 стран (в том числе 3 приглашенных доклада, 14 пленарных и 59 стендовых). По теме «Инерциальные системы и датчики» было представлено 36 докладов, по теме «Интегрированные системы» – 24 и по теме «Интегрированные и спутниковые системы» – 16.

Приглашенные доклады:

1. **Ф. Буйе** (Лаборатория фотоники и нанотехнологий Университета Бордо, Франция) **Столетие эффекта Саньяка и его применений: от электромагнитных волн до волн де Бройля.**
2. **А. А. Трусов** (Лаборатория микросистем Калифорнийского университета, г. Ирвайн, США) **Инерциальный микромеханический датчик со сверхвысокой добротностью и большим динамическим диапазоном для работы в режимах курсоуказания и слежения.**
3. **И. Патюрель, Ж. Онтас, Э. Лефевр, Ф. Наполитано** (iXBlue, г. Марли-ле-Руа, Франция) **Бесплатформенная инерциальная навигационная система на основе ВОГ с уходом одна морская миля в месяц: мечта уже достижима?**

Приглашенные доклады вызвали большой интерес участников конференции.

Среди других представленных докладов было много значимых. Наибольший интерес участников вызвали следующие доклады:

- **М. Ванкерль, Г. Ф. Троммер** (Институт оптимизации систем, Технологический институт Карлсруэ, Германия) **Использование сегментированного навигационного фильтра в задаче позиционирования транспортного средства в городских условиях.**
- **Е. А. Микрин, М. В. Михайлов, И. В. Орловский, С. Н. Рожков, А. С. Семенов** (ОАО РКК «Энергия», г. Королев, Россия) **Автономная система навигации модернизированных кораблей «СОЮЗ» и «ПРОГРЕСС».**
- **Д. Мейер, М. Ларсен** («Нортрон Грумман» – перспективные навигационные системы, г. Вудленд Хилс, Калифорния, США) **Гироскоп на ядерном магнитном резонансе для инерциальной навигации.**
- **А. Жанруа, А. Буве, Ж. Ремиллье** («Сажем Дефанс Секюрите», Париж, Франция) **Твердотельный волоконный гироскоп и его применения в морском приборостроении.**
- **Ю. Н. Коркишко, В. А. Федоров, В. Е. Прилуцкий, В. Г. Пономарев, И. В. Морев, С. Ф. Скрипников, М. И. Хмелевская, А. С. Буравлев, С. М. Костицкий, А. И. Зуев, В. К. Варнаков** (ООО «НПК «Оптолинк», Москва, Зеленоград, Россия) **Бесплатформенные инерциальные навигационные системы на основе волоконно-оптических гироскопов.**

- **С. Ф. Коновалов, В. П. Подчерзев** (Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, Россия) **Система инерциального измерения движения строительной сваи в процессе ее забивки.**
- **Д. П. Лукьянов, Ю. В. Филатов** (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), Россия), **Ю. Д. Голяев, В. Н. Курятов** (НИИ «Полус», Москва, Россия), **В. П. Васильев** (НИИ прецизионного приборостроения, Москва, Россия), **В. И. Бузанов, В. П. Спекторенко, А. И. Клочко** (ЦКБ и завод «Арсенал», Киев, Украина), **К.-У. Шрайбер** (Научно-исследовательский институт по спутниковой геодезии Технического университета Мюнхена, геодезическая обсерватория Ветцель (Wetzell), Германия) **50 лет лазерному гироскопу.**
- **А. А. Голован, А. А. Панев, В. В. Некрасов** (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Россия), **Э. В. Баранов, А. П. Гусев** (ОАО «МКБ «Компас», Москва, Россия) **О навигации внутри помещений с использованием грубой БИНС и данных о мощности Wi-Fi сигналов.**
- **В. Ф. Петрищев** (Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара, Россия) **Принципы построения прецизионной интегрированной системы автономной навигации КА ДЗЗ по протяженным наземным ориентирам**
- **Г. П. Аншаков, С. К. Григорьев, А. И. Мантуров, Н. А. Панов, А. С. Поплевин** (Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс», г. Самара, Россия) **Оценка точности выведения космических аппаратов блоком выведения «Волга».**
- **С. Н. Шаров, С. Г. Толмачев** (ОАО «Концерн «Гранит-Электрон», С.-Петербург, Россия) **Прогнозирование положения захватного устройства при посадке беспилотного летательного аппарата на движущееся судно в условиях качки.**
- **О. А. Степанов, А. Б. Торопов** (ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», С.-Петербург, Россия) **Применение методов Монте-Карло с использованием процедур частичного аналитического интегрирования в задаче коррекции навигационной системы.**
- **В. Д. Гохфельд, В. К. Гурьева, В. М. Кутовой, В. Г. Норкин** (ФГУП «Научно-производственное объединение автоматики им. Академика Н. А. Семихатова», г. Екатеринбург, Россия) **Резервирование и диагностика приборов навигации СУРН «Союз-2», «Союз-СТ».**
- **М. Шин, Д. Чо, К. Сео** (Корейский научно-исследовательский институт океана, г. Дайджон, Республика Корея) **Методика выявления сбоя для контроля целостности в сетях RTK.**
- **П. Н. Власов, Е. Г. Харин, В. Г. Поликарпов, А. В. Ясенюк, И. А. Копылов, В. А. Копелович,**

В. М. Паденко (ОАО «Летно-исследовательский институт им. М. М. Громова», г. Жуковский, Московская обл., Россия) **Технология проведения траекторных измерений при посадке летательного аппарата на корабль.**

- **Ю. Н. Челноков** (Саратовский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского, Институт проблем точной механики и управления РАН, Россия); **С. Е. Переляев** (ОАО «Концерн «Авионика», Москва, Россия) **Новые уравнения и алгоритмы функционирования БИНС, построенные с использованием принципов суперпозиции и перенесения Котельникова – Штуди.**
- **А. В. Чернодаров, С. Е. Переляев** (Концерн «Авионика», Москва, Россия); **А. П. Патрикеев** (НПО «Мобильные информационные системы», Москва, Россия) **Летная отработка программно-математического обеспечения инерциально-спутниковой навигационной системы на базе трехкомпонентного лазерного моноблока.**
- **К. К. Веремеенко, А. Н. Пронькин** (Московский авиационный институт, Россия) **Исследование свойств интегрированной системы посадки, использующей сигналы псевдоспутников.**

27 мая в рамках конференции был организован и проведен круглый стол «**Навигация: взгляд в будущее**». Модераторы – председатель программного комитета академик РАН проф. В. Г. Пешехонов, Россия, и член программного комитета д-р Дж. Шмидт, США.

На круглом столе были рассмотрены 3 блока проблем:

- 1. Что можно ждать от гироскопа?**
Инициатор дискуссии д-р Дж. Шмидт (США).
 - 2. Что дадут человечеству 4 GNSS?**
Инициатор дискуссии доцент Н. В. Михайлов (Россия).
 - 3. Интегрированная навигация без GNSS.**
Инициатор дискуссии проф. Г. Троммер (Германия).
- На круглый стол были приглашены все желающие. Количество участников было почти такое же, как и на самой конференции. Участники конференции высоко оценили проведение круглого стола и предложили проводить круглые столы и на последующих конференциях, обсуждая их содержание с потенциальными участниками.

Конференцию отличала прекрасная организация. Все представленные доклады изданы на русском и английском языках в бумажном и электронных вариантах. Работе конференции сопутствовала хорошая погода и культурная программа. Для участников конференции были предоставлены средства связи, компьютеры и Интернет.

XXI Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам состоится в мае 2014 г. также в Государственном научном центре Российской Федерации ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», г. Санкт-Петербург.



XXXV ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ «АКАДЕМИЯ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ»

XXXV GENERAL ASSEMBLY OF THE NAVIGATION & MOTION CONTROL ACADEMY

29 мая 2013 г. состоялось XXXV общее собрание Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением». Научная сессия включала следующие доклады:

П. И. Малеев (ОАО «ГНИНГИ») Особенности состояния и перспективы развития e-Навигации морских объектов.

В. Г. Яковлев («МКС-Групп»), **А. В. Петров** (ЗАО «Морские комплексы и системы») РЛС мм-диапазона. Состояние и развитие. (Опыт разработки и применения).

В. Н. Бранец (Московский физико-технический институт) Управление и навигация в задаче удаления космического мусора.

А. Л. Ронжин (Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН) Многомодальные интерфейсы в информационно-управляющих системах.

С отчетом Президиума о работе Академии за период с 12.10.2012 г. по 29.03.2013 г. выступил Главный ученый секретарь Академии А. В. Небылов. Проведены также отчет ревизионной комиссии и утверждение приема в Академию новых членов.

В заключение состоялись выборы Президиума Академии в составе 15 чел. В том числе

Президентом Академии вновь избран академик РАН, профессор В. Г. Пешехонов, вице-президентом – доктор технических наук Степанов О. А., главным ученым секретарем – профессор А. В. Небылов.

Очередное общее собрание Академии намечено на 1.11.2013 г. на базе МГТУ им. Баумана, Москва.

Сообщение подготовлено с учетом материалов, предоставленных М. В. Гришиной (ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор».



УДК 629.7.05

О ВОЗДУШНОЙ НАВИГАЦИИ С ВЫСОТЫ ПРОЖИТЫХ ЛЕТ

Г. Ф. Молоканов¹

В статье излагаются взгляды автора на развитие воздушной навигации, как науки управления движением, а также на различные ее аспекты: выбор маршрута полета, учет ветра, точность и надежность навигации, выход на цель и др.

Ключевые слова: аппарат, воздушная, движение, контроль, летательный, наблюдение, навигация, полет, самолетовождение, точность, управление.

ON AERIAL NAVIGATION FROM THE INTERVENING YEARS

G. F. Molokanov

The paper presents the author's views on the development of aerial navigation as a motion control field of science and on its various aspects: selection of flight route, wind effects, navigation accuracy and reliability, targeting, etc.

Key Words: apparatus, aerial, motion, monitoring, flying, observation, navigation, flight, air navigation, accuracy, control.

При подходе к конечному пункту жизненного маршрута посчитал своим моральным долгом вспомнить, что было сделано в области воздушной навигации, изучение которой мною было начато 75 лет тому назад. Прошу не считать эту попытку нескромной, так как я буду писать не о себе, а о тех вопросах, которыми с увлечением занимался.

Многолетняя деятельность была посвящена исследованию важных проблем воздушной навигации и описанию исторических событий, в которых она играла далеко не последнюю роль.

1. Дискуссия о науке самолетовождения. В сентябре-ноябре 1950 г. на страницах газеты «Сталинский сокол» развернулась дискуссия о терминологии, теории самолетовождения, как науки, и основных способах его осуществления (по земным ориентирам, по магнитному компасу, радионавигация и астрономическая навигация). В статье главного штурмана ВВС генерал-майора авиации Соколова В. И., опубликованной 14 сентября под наименованием «О некоторых вопросах теории самолетовождения», сказано: «Разделять самолетовождение на различные самостоятельные способы «навигаций», как-то: компасную навигацию, радионавигацию, астрономическую навигацию, это значит дать повод механически возводить каждый способ «навигации» в самостоятельную ветвь, в самостоятельную научную дисциплину. В конечном итоге это приводит к противопоставлению одного способа «навигации» другому способу, разрыву самолетовождения как самостоятельной отрасли авиационной науки на отдельные куски».



Думаю, что автор приведенной точки зрения руководствовался естественным желанием в период невысокой точности и надежности технических средств самолетовождения использовать их в комплексе, дублируя один способ решения задачи другим.

Фактически же приведенное в официальных Руководствах

и Наставлениях деление самолетовождения на указанные выше способы не предполагало их самостоятельность, а лишь методически четко указывало на первичный источник информации, который лежит в основе того или иного способа, обеспечивающего возможность контролировать движение самолета.

Что же касается самостоятельности некоторых способов самолетовождения, то мною в той же газете (21 октября) было сказано: «В настоящее время радиотехнические средства дают возможность, независимо от условий видимости земли, производить определение любого элемента полета (высоты, путевой скорости, угла сноса, местонахождения и т. д.), необходимого для осуществления не только самолетовождения, но и бомбометания. При этом на целых этапах маршрута самолетовождение может осуществляться только средствами радионавигации». Такая возможность не означала, что экипаж в случае отказа радионавигационных средств не должен уметь перейти к использованию других способов самолетовождения.

Моя точка зрения о самостоятельности названных способов самолетовождения и в том числе радионавигации подверглась резкой критике, в опубликованной в той же газете 18 ноября статье «В чем ошибается тов.

¹ Молоканов Георгий Федосеевич — Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор, доктор технических наук, генерал-майор авиации, начальник кафедры (1954–74 гг.) и штурманского факультета (1974–1988 гг.) ВВА им. Ю. А. Гагарина, с 1988 по 2007 гг. ведущий научный сотрудник 30 ЦНИИ МО.

Молоканов». В ней говорилось: «Это искусственное подразделение, может быть оправдано на первых порах истории самолетовождения, в настоящее время становится бессмыслицей. Оно вносит путаницу в теорию самолетовождения и часто приводит к серьезным методическим ошибкам при обучении авиационных кадров». Возможно, говоря о самостоятельности способов, особенно радионавигации, я слишком рано забежал вперед, но что касается методики обучения самолетовождению, думаю, что и по сей день это деление является оправданным.

Пусть современные читатели судят кто в этой дискуссии прав, а кто ошибался. Считаю уместным вспомнить об этом интересном эпизоде развития воздушной навигации в период появления современных высокоточных технических средств и, особенно, спутниковых систем глобальной радионавигации.

2. Воздушная навигация, как наука управления движением. Многие годы навигация развивалась как область практических приемов решения основных задач самолетовождения, которые не всегда осмысливались с точки зрения единого понимания теории.

В конце 60-х годов прошлого столетия в нашей стране появились теория управления движением (академик Красовский Н. Н.) и математическая теория оптимальных процессов (академик Понтрягин Л. С. и др.) [1, 2]. Эти теории не могли не повлиять на воздушную навигацию, как науку управления движением летательного аппарата (ЛА) по заданной траектории с выводом его по месту и времени в требуемое конечное состояние.

Управлять движением любого объекта, можно, только зная, как он фактически движется, что породило проблему наблюдения движения. Названные выше способы самолетовождения по сути дела это возможные способы наблюдения за движением самолета. Взаимосвязанные проблемы наблюдения и управления движением определяли всю историю развития воздушной навигации и необходимых для этих целей технических средств. При этом в навигации рассматривается только кинематика движения ЛА и управления им. Такой взгляд на нее позволяет с новых позиций осмыслить ряд основных проблем этой науки.

В основе традиционной методики самолетовождения по компасу с ведением визуальной ориентировки был контроль и исправление пути. В терминах новых математических теорий эти положения естественно воспринимать как наблюдение движения и управление им, которые осуществлялись проще на прямолинейных участках маршрута, проходящего через характерные, легко опознаваемые ориентиры.

В теории управления движением изучаются два способа управления: программный и позиционный. При программном управлении информация, поступающая в процессе движения, не используется для его коррекции, т. е. движение осуществляется по жесткой программе, составленной заранее. Примером такой программы управления может служить предварительный штилевой или с учетом известного ветра расчет полета, выполняемого с заранее рассчитанными курсами.

Позиционный, наилучший способ управления, невозможен без постоянного точного знания текущих координат, направления и скорости движущегося объекта, информацию о которых можно получить только путем непрерывного и точного наблюдения движения. Все частные решения навигационных задач вытекают из названной двуединой проблемы наблюдения и управления движением.

Способы непрерывного наблюдения и оптимизация процесса управления движением открыли возможность нахождения оптимальных решений, став новым математическим аппаратом и направлением развития навигации, повышающим точность, надежность и безопасность полетов. Ранее такие методы решения ее задач в теории и практике самолетовождения не использовались.

Новый взгляд на воздушную навигацию, как теорию кинематического управления движением ЛА был опубликован в ряде статей авторитетных изданий, включая «Известия АН СССР и РАН» [3–6], и со стороны научной общественности не встретил возражений.

3. Учет ветра. Бортовое навигационное оборудование самолетов первого периода развития воздушной навигации (указатель воздушной скорости, магнитный компас и навигационный визир) позволяло непрерывно и с невысокой точностью наблюдать только параметры его относительного движения (воздушная скорость и курс) и периодически визуально или с помощью визира наблюдать элементы его абсолютного движения. Возможность наблюдения движения самолета вдоль земной поверхности (текущие координаты, путевая скорость и путевой угол) определялась учетом переносного движения, т. е. ветра.

Уместно напомнить, что с началом массовых полетов будущие навигаторы выполняли обязанности аэрологов, информирующих летчиков о скорости и направлении ветра на различных высотах полета. По мнению первых ученых и практиков, разрабатывавших методику самолетовождения, необходимость измерения ветра в полете и выполнения с его учетом навигационных расчетов в воздухе для полета по маршруту явилась одной из причин включения штурмана в состав экипажа ЛА. Он должен был обеспечить наблюдение за текущим движением ЛА относительно земной поверхности и производить расчет навигационных элементов, необходимых для позиционного управления движением, обеспечивающим вывод ЛА по месту и времени в заданное конечное состояние. Осуществление управления ЛА — функциональная задача летчика.

Пока наблюдение движения ЛА велось через учет ветра, важно было установить, в каких пределах ранее измеренный ветер «годится» для наблюдения движения ЛА относительно земли. Для ответа на этот вопрос использовались структурные функции поля ветра, характеризующие его изменчивость во времени и в пространстве величинами среднеквадратических отклонений от его прежнего значения. Это позволило ограничить пределы допустимости гипотезы о постоянстве ветра, которая многие годы использовалась в самолетовождении.

Соотношения барической топографии позволили разработать методику определения угла сноса и линии положения самолета в полете над морем путем измерения высоты полета с помощью барометрического и радио-высотомера. Эта методика была изложена в отдельной брошюре, изданной управлением Главкомандующего ВВС в качестве официальной инструкции.

Полученные в метеорологии статистические характеристики поля ветра было предложено использовать при составлении расписания движения самолетов. За рубежом для упрощения методики расчетов было введено понятие эквивалентного ветра — фиктивного ветра, который дует вдоль маршрута и дает такую же путевую скорость, что и реальный ветер. Сделано это было для того, чтобы отказаться от более сложного математического аппарата векторной статистики. Эквивалентный ветер на высотах характеризовался математическим ожиданием его скорости и ее среднеквадратическим отклонением, как показателем его изменчивости для каждого сезона года. Методика предварительного навигационного расчета полета с использованием эквивалентного ветра изложена в монографии «Учет ветра в дальних полетах» [7].

Возрастающие требования к точности самолето-вождения, необходимость улучшения наблюдения за фактическим движением ЛА привели к пониманию того, что такая методика решения задачи через его относительное и переносное (ветер) движения недостаточно эффективна.

Основную роль в этом направлении сыграли радионавигационные системы, позволяющие непосредственно и со все возрастающей точностью определять текущие координаты ЛА, а затем скорость и направление движения. Эти достижения естественно рассматривать, как переход к новому этапу развития воздушной навигации, высшим достижением которого является использование высокоточных спутниковых радионавигационных систем, позволяющих непрерывно наблюдать все параметры фактического движения ЛА. Их создание значительно расширило горизонты возможностей воздушной навигации, породив, в частности, дискуссию о целесообразности иметь штурмана на борту ЛА.

4. Выбор маршрута полета. Сказанным не ограничивается многоплановая проблема учета ветра при решении задач воздушной навигации. Были рассмотрены еще две задачи, посвященные выбору маршрута полета в поле переменного ветра, скорость которого на больших высотах, особенно в зоне струйных течений, может достигать нескольких сотен км/ч.

Первая задача посвящена определению постоянного курса следования для выполнения дальнего полета в поле переменного ветра. Для его расчета нужно знать высоты изобарической поверхности в пунктах вылета и прилета, а для прокладки всего маршрута дальнего полета необходима карта барической топографии, которая показывает поле ветра на той постоянной высоте полета, которая будет выдерживаться по барометрическому высотомеру. Полет по такому маршруту может дать небольшую

экономия летного времени, за счет того, что небольшое удлинение маршрута покрывается увеличением путевой скорости. Возможность решения этой задачи была проверена в экспериментальных полетах по маршруту Одесса — Астрахань — Одесса, показавших хорошие результаты.

Вторая задача посвящена нахождению оптимального по быстрдействию дальнего маршрута полета в поле переменного ветра. Эта задача имеет почти вековую историю. Еще в 1918 году Франком была указана аналогия навигационной задачи расчета такого маршрута с задачей распространения света в анизотропной (неоднородной) среде. Такой маршрут может строиться графически методом изохрон с помощью карты барической топографии. Решение этой задачи оказалось полезным для расчета маневра обхода струйного течения.

При аналитическом методе расчета дальнего маршрута необходимо учитывать сферичность Земли, поэтому было найдено дифференциальное уравнение, которому должен удовлетворять кинематический закон управления самолетом, перелетающим из одного пункта Земного шара в другой в кратчайшее время. Это позволяет получить ощутимый экономический эффект за счет уменьшения времени полета и сокращения на несколько процентов потребного запаса топлива. Моделирование показало справедливость найденного решения, и оно было опубликовано в журнале «Известия АН СССР. «Техническая кибернетика» [5].

Недостаток этих способов выбора маршрута в том, что они требуют выполнения полетов вне трасс, однако при их прокладке в воздушном пространстве учет господствующего ветра может дать некоторую экономию и топлива и времени. Для полетов лайнеров гражданского воздушного флота эта задача может представлять определенный интерес.

Полет военных ЛА требует иных критериев выбора оптимальных маршрутов. Боевые действия давно показали, что полет по прямолинейным маршрутам не соответствует возросшей мощи современных средств ПВО за счет появления зенитно-ракетных комплексов (ЗРК). Это резко повысило необходимость выполнения полетов на малых и предельно малых высотах, чтобы исключить возможность радиолокационного обнаружения.

Потребовалось применение математических методов для выбора по разным критериям маршрутов полета и маневров выхода на цель, учитывающих оперативно-тактическую обстановку.

Для решения подобных задач была разработана методика цифровой записи рельефа местности возможного района боевых действий, а также расчета радиолокационных целей, структура которых при полете воздушных целей на малых и предельно малых высотах оказалась довольно сложной. На выдаваемой в процессе подготовки к полету наглядной картине легко просматривались обширные области, в которых исключалась возможность обнаружения ЛА, летящих над резко пересеченной местностью. Это позволяло по-новому подойти к выбору маршрута полета преодоления системы ПВО противника.

Методом динамического программирования можно рассчитать оптимальный маршрут полета до района цели и обратно по критерию минимума времени пребывания ЛА в радиолокационном поле противника. Для контроля полетов своих ЛА можно выбрать маршруты без потери их радиолокационной видимости.

Было установлено, что критерий нахождения скрытого маршрута не в полной мере учитывает огневые возможности группировки ЗРК. Поэтому была разработана модель ее функционирования, требующая знать расположение на местности позиции каждого ЗРК всей зональной группировки. При отсутствии разведанных о координатах ЗРК, методом машинной рекогносцировки местности выбирались наилучшие позиции, с которых обеспечивалось радиолокационное обнаружение воздушных целей и их обстрел. Точки маршрута полета, в которых ЛА может быть поражен ЗРК (и каким именно), выдавались на экран. Если же поражения удалось избежать, то указывалась причина срыва наведения ракеты на цель (уход в область радиотени, удачный маневр и т.д.).

Такая модель позволила методом нелинейного программирования с помощью ЭВМ отыскивать оптимальный маршрут полета, на котором число обстрелов ЛА зенитно-ракетными комплексами системы ПВО противника было минимальным. Удалось установить и количественную оценку прироста огневой производительности группировки ЗРК при наличии самолетов радиолокационного дозора, резко повышающих возможность обнаружения воздушных целей, летящих на малых и предельно малых высотах.

Все методы нахождения оптимальных маршрутов полета подтвердили вывод о необходимости выполнять полеты по криволинейным траекториям, что было установлено еще в годы Великой Отечественной войны.

Эти работы, выполненные в свое время при участии сотрудников кафедральной научной школы ВВА им. Ю. А. Гагарина, были высоко оценены Главкомандующим ВВС. Для их внедрения потребовалось провести занятия в Военно-топографическом управлении Генерального штаба и в Главном штабе ВВС. Их результатом была директива начальника Главного штаба о цифровой записи рельефа местности во всех приграничных военных округах.

5. Точность навигации. Анализ точности навигации должен показать, в какой степени наблюдение движения и позиционное управление им соответствуют необходимым и все возрастающим требованиям к точности и безопасности полетов. На ранней стадии развития самолетовождения оценка точности решения его основных задач базировалась на схеме случайных величин, подчиняющихся нормальному закону распределения. Его параметрами характеризовалась точность определения местонахождения ЛА, скорости ветра, навигационных элементов полета ЛА и т.д. По экспериментальным данным точность полета в среднем характеризовалась отклонением самолета в 3% от длины пройденного этапа маршрута. Ясно,

что такая методика оценки точности навигации годилась только для неуправляемого движения.

Изучение показателей точности непрерывного процесса движения и управления ЛА потребовало иного подхода, основанного на теории случайных функций, что позволило вскрыть важные дополнительные характеристики такого движения [8]. Обработка опытных данных показала, что фактическую траекторию движения ЛА с его периодическими отклонениями от заданной траектории, можно рассматривать как реализацию стационарного случайного процесса. При таком подходе к новым показателям точности следует отнести: закон распределения максимальных отклонений ЛА от заданной траектории, вероятность его удержания в пределах заданной трассы и эшелона высот, количество и средняя длительность выхода ЛА за пределы трассы (эшелона высот) и ряд других показателей точности управляемого движения ЛА.

Экспериментальная проверка показала, что в пределах двух среднеквадратических отклонений ЛА от заданной траектории, точность его фактического движения хорошо согласуется с теорией выбросов стационарного случайного процесса. Было показано, что вероятность удержания ЛА в пределах трассы численно равна относительному времени его пребывания внутри этой трассы. Распределение его максимальных отклонений хорошо описывается двойным экспоненциальным законом. Стало ясно, что распределение аномальных отклонений ЛА от заданной траектории движения ни теоретически, ни терминологически не может соответствовать нормальному закону. Поэтому в расчетах, связанных с обеспечением безопасности полетов, следует использовать более пессимистические законы распределения случайных величин и случайного процесса.

6. Надежность навигации. Надежность навигации ранее оценивалась числом маршрутных полетов, приходящихся на один случай потери ориентировки. Такой показатель (наработка на один отказ) говорил лишь о надежности визуальной ориентировки, но не о качестве выполнения маршрутных полетов и поэтому требовал дополнительных оценок. В качестве таковых было предложено надежность навигации оценивать вероятностью выполнения полета по трассе определенной ширины, а также вероятностью прибытия ЛА в назначенный пункт в заданное время. Легко подсчитывалось и относительное время пребывания ЛА в пределах трассы.

Была предложена также новая методика оценки надежности навигации, основанная на системном анализе и построении сетевой модели маршрутного полета и выхода на цель с учетом эргономических факторов (человек, техника, среда), опубликованная 30 ЦНИИ МО в монографиях «Эффективность маршрутной навигации и выхода на цель» и «Избранные вопросы теории навигации» [9, 10]. Новый подход к оценке точности и надежности навигации ЛА как управляемого процесса были изложены в статьях, опубликованных в «Известиях АН СССР» и в двух изданных монографиях «Точность и надежность

навигации ЛА» [8] и «Объективный контроль точности самолетовождения» [11].

7. Выход на цель. Выход на цель, как самостоятельная функциональная задача воздушной навигации, был признан в конце 30-х годов. Однако способ ее решения оставался таким же, как выполнялся полет по маршруту: по курсу следования от одного ориентира до другого. Требовался только более точный расчет курса и времени полета от характерного ориентира до цели. Такое решение исключало возможность маневрирования в районе цели, которого требовала тактика, исходя из прикрытия цели огневыми средствами объектовой противовоздушной обороны.

Уместно напомнить, что с началом Великой Отечественной войны число полетов, приходящихся на один случай потери ориентировки снизилось с 650 до 100, а надежность выхода на цель составляла всего 5–10 самолетовылетов, приходящихся на один случай невыхода на цель. При этом в 6–7 раз снизилась точность бомбометания. Важно подчеркнуть, что наличие показателей надежности, которые отслеживались в течение всей войны, способствовало объективной оценке действенности принимаемых мер по повышению эффективности боевых вылетов авиации. Так, к концу войны надежность выхода на цель возросла до 5080 полетов, приходящихся на один случай невыхода на заданную цель.

Первый шаг в поисках нового метода решения задачи выхода на цель потребовал определить понятие района цели, как некоторой области, граница которой очерчивается рубежом перехода от решения экипажем функциональной задачи полета по маршруту к решению новой функциональной задачи — выводу ЛА на цель.

Расчет маневров выхода на цель позволил вскрыть стройную «геометрию» района цели, который при заданном минимальном радиусе разворота ЛА и положения точек начала и конца маневра делится на ряд областей, однозначно определяющих виды оптимальных по быстродействию маневров выхода на цель как с произвольно-го, так и с заданного направления. Было найдено положение предельного рубежа, до подхода к которому оптимальный маневр выхода на цель с учетом ветра и времени

ввода ЛА в разворот был наиболее простым и сводился к небольшому углу доворота на нее. Рассмотрена также задача выхода на цель в режиме непрерывного (типа змейки) противоракетного маневрирования ЛА.

Исследование оптимальных маневров выхода на цель оказалось полезным и для расчета маневров захода на посадку с выводом ЛА в створ зоны посадочной системы и полосы по оптимальной по быстродействию траектории. Результаты работ по этим вопросам опубликованы в ряде статей журналов «Известия РАН. «Теория и системы управления» и «Проблемы безопасности полетов» (ВИНИТИ) [4 и др.].

8. Кратко об истории. В течение многих лет автор тесно общался с выдающимися личностями, занимавшимися проблемами воздушной навигации. Среди них следует назвать основателя Штурманской службы ВВС и разработки методики самолетовождения по компасу Стерлигова Б. В., успешно выполнившего в 1929 году перелет через сибирские просторы нашей Родины из Москвы в Нью-Йорк [12,13]. Это и Спирин И. Т.— знаменитый штурман ряда исторических и рекордных полетов и флагштурман воздушной экспедиции, высадившейся на льды Северного полюса в магнитных джунглях Арктики. Беляков А. В. был в составе чкаловского экипажа, впервые в мире осуществившего перелет через Северный полюс в США, и многие годы успешно занимавшийся подготовкой штурманских кадров. Обогастило и общение со всеми главными штурманами ВВС и многими другими авиационными работниками. С глубокой благодарностью вспоминаю об этих замечательных людях, общение с которыми подсказало многие поддержанные ими идеи. Немало мыслей породил и личный опыт полетов на самолетах от У-2 (По-2) до Ту-95.

Исходя из сказанного, посчитал своим моральным долгом изложить свое видение и живое слово тех коллег, кто говорил и освещал в печати свои исторические свершения. Всего по воздушной навигации и истории штурманской службы вообще автором было опубликовано более 40 статей, часть из которых упоминается в настоящей работе, и две книги: «Штурманским курсом» и «История штурманской службы ВВС России» [14, 15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Красовский Н. Н. Теория управления движением. М.: Наука, 1968. 476 с.
2. Понтрягин Л. С., Болтянский В. Г., Гамкрелидзе Р. В., Мищенко Е. Ф. Математическая теория оптимальных процессов. 2-е изд. М.: Наука, 1969. 384 с., рис., табл.
3. Молоканов Г. Ф. О воздушной навигации, как науке управления движением //Новости навигации. 2005. № 4.
4. Молоканов Г. Ф. Кинематические алгоритмы при выходе на наземную цель //Известия РАН. Теория и системы управления. 1997. № 6.
5. Молоканов Г. Ф. О законе управления самолетом, перелетающим из одного пункта в другой в кратчайшее время //Известия АН СССР. Техническая кибернетика. 1966. № 1.
6. Молоканов Г. Ф. Кинематические алгоритмы управления ЛА при выходе на цель и выполнении маневров //Известия РАН. Техническая кибернетика. 1966. № 3.
7. Молоканов Г. Ф. Учет ветра в дальних полетах. М.: МО СССР, 1957.
8. Молоканов Г. Ф. Точность и надежность навигации летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1967.—216 с.
9. Молоканов Г. Ф. Эффективность маршрутной навигации и выхода на цель. М.: 30 ЦНИИ МО РФ, 1993.
10. Молоканов Г. Ф. Избранные вопросы теории навигации. М.: 30 ЦНИИ МО РФ, 1995.
11. Молоканов Г. Ф. Объективный контроль точности самолетовождения. М.: Воениздат, 1980.
12. Стерлигов Б. В. Маршрутами мира и войны, записки авиаштурмана. М.: ООО «АЛЕВ-В», 2001. 384 с.
13. Стерлигов Б. В., Коренев Г. В., Френкель Г. С. и др. Руководство по воздушной навигации, под ред. Б. В. Стерлигова. Аэронавигационный отдел НИИ ВВС РККА. М.: Госиздат, 1930. 535 с.
14. Молоканов Г. Ф. Штурманским курсом. М.: ГУП «Аэропрогресс», 2001. 349 с.
15. Молоканов Г. Ф. История штурманской службы Военно-воздушных сил России. М.: ФГУП «Минсельхоза России», 2004. 502 с.



ОТЧЕТ «МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

*Полная версия отчета распространяется
ОАО «НТЦ «Интернавигация»
Контактный тел. (495) 626-25-01.
Генеральный директор – Виктор Михайлович Царев*

Ярлыков М. С., Богачев А. С., Меркулов В. И., Дрогалин В. В. Радиоэлектронные комплексы навигации, прицеливания и управления вооружением летательных аппаратов. Том 1. Теоретические основы / Под ред. М. С. Ярлыкова. – М.: Радиотехника, 2012. – 504 с.: ил.

Изложены теоретические основы построения и функционирования радиоэлектронных комплексов (РЭК) навигации, прицеливания и управления вооружением летательных аппаратов. Даны методы анализа и синтеза авиационных РЭК.

Рассмотрена комплексная обработка информации. При оценке качества функционирования РЭК акцент делается с позиций системотехники на обобщенные характеристики (боевая эффективность и эффективность функционирования). В центре внимания находятся военные самолеты и вертолеты 4-го и 5-го поколений.

Монография написана с использованием материалов открытой отечественной и зарубежной печати. По целому ряду вопросов монография оригинальна.

Для научных работников и инженеров, а также преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений. [Издательство «Радиотехника»] ISBN 978-5-88070-028-8

Ярлыков М. С., Богачев А. С., Меркулов В. И., Дрогалин В. В. Радиоэлектронные комплексы навигации, прицеливания и управления вооружением летательных аппаратов. Том 2. Применение авиационных радиоэлектронных комплексов при решении боевых и навигационных задач / Под ред. М. С. Ярлыкова. – М.: Радиотехника, 2012. – 256 с.: ил.

В книге отражены последние достижения науки и техники. Показано применение радиоэлектронных комплексов навигации, прицеливания и управления вооружением летательных аппаратов (ЛА) при выполнении боевых и навигационных задач: навигация и управление; перехват и уничтожение воздушных целей (самолетов, вертолетов, крылатых ракет, беспилотных ЛА и др.), поражение наземных (надводных) целей. Теоретические

положения проиллюстрированы примерами, дающими представление о возможностях РЭК. Показано, как достигаются эти возможности в боевых условиях.

Монография написана с использованием материалов открытой отечественной и зарубежной печати. По целому ряду вопросов монография оригинальна.

Для научных работников и инженеров, а также преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений. [Издательство «Радиотехника»] ISBN 978-5-88070-027-1

Харин Е. Г., Копылов И. А. Технология летных испытаний бортового оборудования летательных аппаратов с применением комплекса бортовых траекторных измерений.— М.: Изд-во МАИ_ПРИНТ, 2012.— 360 с.: ил. ISBN 978-5-7035-2306-3

Ефанов В. Н. Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы: [учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Приборостроение» и специальности «Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы»] / В. Н. Ефанов, В. П. Токарев.— Москва: Машиностроение, 2010.— 783 с.: ил.— Библиогр.: с. 775–777 (31 назв.) ISBN 978-5-217-03464-2: 73,94.

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

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

Изложены принципы построения спутниковой радионавигационной системы (СРНС) ГЛОНАСС, ее системные характеристики и основные характеристики подсистем космических аппаратов, наземного контроля и управления и навигационной аппаратуры потребителей, а также дифференциальных дополнений СРНС. Рассмотрены направления совершенствования технологий спутниковой навигации, перспективы совершенствования космического и наземного сегментов, контроля целостности, использования высокоточных фазовых измерений, интегрирования с инерциальными системами навигации и использования пространственной обработки сигналов. Для специалистов по разработке, производству и эксплуатации аппаратуры потребителей СРНС ГЛОНАСС, а также для студентов, аспирантов и преподавателей ВУЗов при изучении радиотехнических дисциплин.

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

В книге излагаются общие принципы и подходы, используемые при построении алгоритмов

оценивания как в линейных, так и в нелинейных задачах. Значительное внимание уделяется обоснованию возможности синтеза наиболее распространенных стохастических алгоритмов оценивания на основе детерминированного подхода, не требующего привлечения понятий теории вероятностей. Анализируются взаимосвязь алгоритмов, получаемых в рамках рассматриваемых подходов при различном объеме априорной информации. Методы и алгоритмы, полученные для постоянно-го вектора, обобщаются применительно к оцениванию случайных последовательностей, наиболее важными из которых являются алгоритмы калмановского типа.

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

Приводятся необходимые сведения из теории вероятностей и матричных исчислений, а также описание используемых разделов Matlab.

Вышла вторая часть книги

Степанов О. А. Основы теории оценивания с приложениями к задачам обработки навигационной информации». Ч. 2. Введение в теорию фильтрации

В настоящем издании методы теории оценивания, изложенные в первой части применительно к задачам с дискретным временем, рассматриваются для непрерывного времени. Во второй части излагаются два основных подхода к решению задач фильтрации и сглаживания: калмановский, основанный на описании систем во временной области в пространстве состояний, и винеровский, предполагающий использование частотных методов и передаточных функций. Значительное внимание уделяется обсуждению взаимосвязей и отличий между калмановским и винеровским подходами, а также взаимосвязи между алгоритмами фильтрации и сглаживания.

Предлагаемый материал поясняется на примерах и задачах методического характера, а также связанных с обработкой навигационной информации, в частности применительно к комплексной обработке информации в интегрированных инерциально-спутниковых системах, совместной обработке показаний гравиметра и спутниковых измерений.

Приводятся необходимые сведения из теории динамических систем, случайных процессов, обыкновенных дифференциальных уравнений, преобразований Лапласа и Фурье. Дается краткое описание используемых функций Matlab.

Материал книги четко структурирован, что существенно облегчает его изучение и позволяет использовать для формирования курсов лекций по отдельным разделам для слушателей с различным уровнем подготовки.

Книга издана как учебное пособие, имеет рекомендацию Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию по направлению «Системы управления движением и навигация» при МГТУ им. Н. Э. Баумана. Адресована студентам старших курсов и аспирантам, специализирующимся в рассматриваемой области, а также инженерам и научным работникам, чьи интересы связаны с проблемами построения эффективных алгоритмов оценивания не только применительно к задачам обработки навигационной информации, но и в смежных областях, связанных с задачами траекторного слежения.

Книга прекрасно оформлена, иллюстрирована, имеет обширную библиографию.

По вопросу ее приобретения можно обращаться по адресу: 197046, С.-Петербург, ул. М. Посадская, д. 30. ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». Тел. (812) 499-82-93, см. также <http://www.elektropribor.spb.ru> (раздел публикации).

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

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

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

Результаты теоретических исследований иллюстрируются примерами корреляционно-экстремальных систем автоматической навигации и наведения, использующих для наблюдения за ориентирами датчики различного типа (радиолокационные, тепловые, телевизионные и т. д.). Теоретические результаты дополнены математическими и натурными экспериментами.

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

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

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

Ярлыков М. С. Полные AltВОС-сигналы с непостоянной и постоянной огибающей для спутниковых радионавигационных систем нового поколения. Радиотехника и электроника, 2012, том 57, № 6, стр. 656—670.

В статье рассмотрены формирование и структура четырехкомпонентного и восьмикомпонентного полных AltВОС-сигналов (Alternative Binary Offset Carrier modulated signals) для спутниковых радионавигационных систем (СРНС) нового поколения (в частности, СРНС Galileo и Compass (BeiDou-2)). Четырехкомпонентный полный AltВОС-сигнал имеет непостоянную во времени огибающую, тогда как огибающая восьмикомпонентного полного AltВОС-сигнала постоянна. Проанализированы огибающие и фазы таких AltВОС-сигналов при различных значениях коэффициента кратности меандровых импульсов. Построены графики и отмечены особенности комбинационных компонентов восьмикомпонентного полного AltВОС-сигнала, обуславливающих постоянство огибающей во времени. Дана классификация AltВОС-сигналов. При анализе практических особенностей за основу взята модуляция типа AltВОС (15,10), характерная для СРНС Galileo и Compass.

Ярлыков М. С. Спектральные характеристики радионавигационных AltВОС-сигналов. Радиотехника и электроника, 2012, том 57, № 8, с. 866—887.

Получены аналитические выражения спектральных плотностей и энергетических спектров одиночных элементов и одиночных периодов модулирующих функций AltВОС-сигналов для спутниковых радионавигационных систем нового поколения, в частности системы Galileo. Спектральные характеристики представлены и проанализированы для простейшего (двухкомпонентного) AltВОС-сигнала, полного AltВОС-сигнала с непостоянной огибающей (четырехкомпонентного полного AltВОС-сигнала) и полного AltВОС-сигнала с постоянной огибающей

(восьмикомпонентного полного AltВОС-сигнала) применительно к произвольному значению коэффициента кратности меандровых импульсов. Построены графики и обсуждены свойства энергетических спектров одиночных элементов модулирующих функций всех групп AltВОС_сигналов в случаях следующих типов модуляции: AltВОС (10,10), AltВОС (15,10), AltВОС (20,10) и AltВОС (25,10).

Спутниковые радионавигационные системы. Вып. 1. Коллективная монография / Под ред. М. С. Ярлыкова. М.: Изд-во «Радиотехника», 2013 г. — 190 стр.

Спутниковые радионавигационные системы. Вып. 2. Коллективная монография / Под ред. М. С. Ярлыкова. М.: Изд-во «Радиотехника», 2013 г. — 180 стр.

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

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

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

«XV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам», 26–28 мая 2008, Санкт-Петербург, Россия (ISBN 978-5-900780-66-5). На русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

«15th St Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 26–28 May, 2008, St. Petersburg, Russia (ISBN 978-5-900780-67-2).

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

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

Урличич Ю. М. Система ГЛОНАСС. Состояние, перспективы развития и применения.— М.: Информзнание, 2011. — 32 с.

Голован А. А., Парусников Н. А. Математические основы навигационных систем: Часть I: Математические модели инерциальной навигации.— 3-е изд., испр. и доп.— М.: МАКС Пресс, 2011.— 136 с.

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

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

«XIX Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам», 28–30 мая 2012, Санкт-Петербург, Россия. (На русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

«19th St Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 28–30 May, 2012, St. Petersburg, Russia, англ.

«XX Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам», 27–29 мая 2013, Санкт-Петербург, Россия. (На русском языке опубликованы материалы только авторов из России и других стран СНГ).

«20th St Petersburg International Conference on Integrated Navigation Systems», 27–29 May, 2013, St. Petersburg, Russia, англ.

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



КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН НА 2012 – 2014 гг.

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

JULY 15–25 2013

2013 ESA Summer School on GNSS

Davos, Switzerland

www.insidegnss.com

JULY 16–18 2013

GNSS Society 2013 Conference & Exhibition

The IGNSS Society will be holding the 2013 conference & exhibition at the Outrigger Hotel, Gold Coast, Queensland, Australia. Information regarding Call for Abstracts and the Sponsorship & Exhibition Prospectus will be posted to the website shortly.

www.gpsworld.com

JULY 21–25 2013

IFCS/EFTF 2013: Frequency Control Symposium and European Frequency and Time Forum

Prague, Czech Republic

www.insidegnss.com

АВГУСТ 27 – СЕНТЯБРЬ 1 2013

МАКС 2013 (MAKS 2013)

Международный авиационно-космический салон

Салон МАКС – 2013 пройдет на территории транспортно-выставочного комплекса «Россия» (ТБК «Россия»). Уникальная площадка Салона предоставляет возможности эксклюзивной маркетинговой активности и проведения нестандартных рекламных кампаний любой сложности. Спонсорские программы МАКС-2013 предлагают комплексные решения, специально разработанные для достижения целей и задач, стоящих перед компаниями спонсоров/партнеров Салона. ФГУП ЛИИ им. М. М. Громова. Секретариат: Тел.: +7 (495) 787-66-51, 363-56-41, 556-59-05

Факс: +7 (495) 787-66-52 e-mail: maks@aviasalon.com

www.aviasalon.com

SEPTEMBER 16–20 2013

ION GNSS+ 2013

Nashville, Tennessee USA

www.insidegnss.com

SEPTEMBER 2013

APEC-GIT/18

Asia-Pacific Economic Cooperation GNSS Implementation Team Meeting

Bali, Indonesia (TBC). The APEC GIT/18 meeting is planned to be held in conjunction with the APEC Transportation Working Group (TPTWG) Meeting to be held in Bali, Indonesia in

www.insidegnss.com

OCTOBER 8–10 2013

GENIUS Workshop: Vulnerabilities of GNSS

Nottingham, UK

www.insidegnss.com

OCTOBER 8–19 2013

InterGEO 2013

Essen, Germany

www.insidegnss.com

OCTOBER 22–24 2013

ISPA 2013 – Precision Approach and Landing Symposium

Berlin, Germany

www.insidegnss.com

OCTOBER 22–25 2013

ISGNSS 2013: International Symposium on Global Satellite Navigation Systems

Istanbul, Turkey

www.insidegnss.com

NOVEMBER 10–14 2013

ICG-8

Eighth Meeting of the International Committee on GNSS

Dubai, United Arab Emirates

www.insidegnss.com

NOVEMBER 19–20 2013

GENIUS Workshop: GNSS Principles and Differential GNSS

Castelldefels (Barcelona), Spain

www.insidegnss.com

DECEMBER 2–5 2013

PTTI 2013

Precise Time and Time Interval Systems 2013

Bellevue (Seattle), Washington, USA

www.insidegnss.com

DECEMBER 4–6 2013

Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Program

Prague, Czech Republic

www.insidegnss.com

JANUARY 27–29 2014

ION International Technical Meeting

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California, USA.

www.ion.org

МАЙ 26–28 2014

XXI Санкт-Петербургская Международная конференция по интегрированным навигационным системам

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

Телефоны: (812) 499 82 10, (812) 499 81 57,

факс: (812) 232 33 76.

E-mail: ICINS@eprib.ru

<http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins2013/rindex.php>

SPRING 2014

First INTERGEO Eurasia 2014

Istanbul, Turkey. The new INTERGEO Eurasia conference trade fair, which will take place on the Bosphorus, will cater specifically to the needs of this economic area. It is aimed at Turkey, south-eastern Europe, the Middle East and the «stan» countries. INTERGEO Eurasia is a collaboration between HINTE

Messe and Messe München International. One way in which the DVW is supporting this project is through the use of the INTERGEO brand.

www.gpsworld.com

МАЙ 25–27 2015

XX Санкт-Петербургская Международная конференция по интегрированным навигационным системам

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

Телефоны: (812) 499 82 10, (812) 499 81 57,

факс: (812) 232 33 76.

E-mail: ICINS@eprib.ru

<http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins2013/rindex.php>

OCTOBER 20–23 2015

15th IAIN World Congress

Prague, Czech Republic.

www.iain2015.org



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!**Продолжается подписка на журнал «Новости навигации».**

Подписка оформляется через редакцию журнала. Юридические и физические лица могут приобрести издаваемый журнал, оформив подписку либо заказ на конкретный номер журнала, а также за наличный расчет. Время оформления подписки не ограничено. В стоимость подписки входит оплата 4-х номеров журнала. С учетом почтовых расходов и НДС (10%) стоимость подписки на 2013 год – 3000 руб.

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

Россия, 109028, Москва, Б. Трехсвятительский пер., 2,
 ОАО «НТЦ СНТ «Интернавигация».
 Контактный телефон: (495) 626-25-01, факс: (495) 626-28-83
 E-mail: internavigation@rgcc.ru

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

РАСЦЕНКИ НА ПУБЛИКАЦИЮ РЕКЛАМЫ (формат А4, А5):

2, 3 стр. обложки и вкладки (формат А4):	цветная реклама (4 цвета)	22000 руб.
	одноцветная реклама	12000 руб.

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

БЛАНК-ЗАКАЗ

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

Стоимость подписки в сумме _____ руб. перечислена на расчетный счет Открытого акционерного общества «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация» (ОАО «НТЦ «Интернавигация»)

ИНН 7709877563, КПП 770901001, ОГРН 1117746369531, ОКАТО 45286555000

Генеральный директор Царев Виктор Михайлович

Банковские реквизиты: ОАО Банк ВТБ г. Москва

Р/с № 40702810800020000567; к/с № 30101810700000000187

ОКВЭД 73.10; БИК 044525187; ОКПО 11460236

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

(Следует приложить к заказу копию платежного поручения).

Заказ направить по адресу:

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

город, улица, дом _____

Кому _____

(полное название организации или ФИО заказчика)

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

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

Страницы рукописи не нумеруются. Отдельно представляются сведения об авторах: ФИО, год рождения, место работы (страна, название и адрес организации), должность, ученые степени и звания при их наличии, адреса электронной почты организации и индивидуальные, рабочие и индивидуальные телефоны и факсы.

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