

**НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ**
№ 2, 2012 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:

Барин В. П., к. т. н.;
Белгородский С. Л., д. т. н., проф.;
Верещако В. А.;
Власов В. М., д. т. н., проф.;
Донченко С. И., д. т. н.;
Зубов Н. П., д. в. н., проф.;
Коротышко А. Н., к. т. н.;
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.

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

В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ СОВЕТЕ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

38-е ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ» 3

В ТЕХНИЧЕСКОМ КОМИТЕТЕ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ
«РАДИОНАВИГАЦИЯ» (ТК 363) 6

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

МОДУЛЯЦИЯ С НЕПРЕРЫВНОЙ ФАЗОЙ И ПАМЯТЬЮ КАК СРЕДСТВО
УЛУЧШЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИГНАЛОВ ГНСС 7
С. Б. Болонин, В. П. Ипатов, А. Б. Хачатурян, Б. В. Шебшаевич

РЕЖЕКЦИЯ ВНУТРИДИАПАЗОННЫХ ПОМЕХ
В МИКРОМИНИАТЮРНОЙ НАП СРНС 12
Д. В. Абросимов, М. А. Кизенко, А. И. Лосев,
А. В. Немов, Д. Ю. Тюфтяков, Б. Д. Федотов, Д. А. Шубин

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ
БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕТНО-МОДЕЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ,
СПУТНИКОВЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 18
Е. Г. Харин, А. Ф. Якушев, В. А. Копелович, И. А. Копылов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЩИХ И ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ДАЛЬНОСТЕЙ
МЕЖДУ ДВИЖУЩИМИСЯ С ПОСТОЯННЫМИ СКОРОСТЯМИ ОБЪЕКТОМ
И НАБЛЮДАТЕЛЕМ ПО ДАННЫМ ПЕЛЕНГОВАНИЯ В АКУСТИЧЕСКОМ,
ОПТИЧЕСКОМ ИЛИ РАДИОДИАПАЗОНАХ 28
Ю. П. Мельников, С. В. Попов

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 31

КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ
И ВЫСТАВКА НАВИТЕХ-2012 42

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОРУЖИЙ
И ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИМУЩЕСТВА «KADEX-2012» 43

XIX САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ 45

XXXIII ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ «АКАДЕМИЯ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ» 46

ИТОГИ II МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА «ЭРА-ГЛОНАСС» 47

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

ПОЛЕТ СКВОЗЬ ГОДЫ (К 75-ЛЕТИЮ ИСТОРИЧЕСКОГО ПЕРЕЛЕТА
В. П. ЧКАЛОВА, Г. Ф. БАЙДУКОВА И А. В. БЕЛЯКОВА
ЧЕРЕЗ СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС В США) 49
Г. Ф. Молоканов

НАШИ СОБОЛЕЗНОВАНИЯ

ПАМЯТИ ВИКТОРА МИХАЙЛОВИЧА ЛАВСКОГО 53

НОВЫЕ ПУБЛИКАЦИИ 54

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ 57

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

IN THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL

38th SESSION OF THE INTERSTATE COUNCIL OF THE CIS 3

IN THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE ON STANDARDISATION

SESSION OF THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE
ON STANDARDISATION 6

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

MEMORY CONTINUOUS-PHASE MODULATION AS A TOOL
OF ENHANCEMENT OF GNSS SIGNAL SPECTRAL EFFICIENCY 7
S. B. Boloshin, V. P. Ipatov, A. B. Khachaturian, B. V. Shebshaevich

FREQUENCY JAMMING EXCISION FOR GNSS
MICROMINIATURE USER EQUIPMENT 12
D. V. Abrosimov, M. A. Kizenko, A. I. Losev,
A. V. Nemov, D. Y. Tyufyakov, B. D. Fedotov, D. A. Shubin

DEVELOPMENT OF FLIGHT TEST TECHNOLOGIES
FOR AIRBORNE EQUIPMENT USING FLIGHT SIMULATION
COMPLEXES, SALETTITE AND INFORMATION TECHNOLOGIES 18
E. G. Kharin, A. F. Yakushev, V. A. Kopelovich, I. A. Kopylov

DETERMINATION OF CURRENT AND PREDICTED
DISTANCES BETWEEN AN OBJECT AND AN OBSERVER
BOTH MOVING AT A CONSTANT VELOCITY USING DIRECTION
FINDING DATA IN THE ACOUSTIC, OPTICAL OR RADIO DOMAINS 28
Yu. P. Melnikov, S. V. Popov

OPERATING INFORMATION 31

CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS

6th INTERNATIONAL SATELLITE NAVIGATION FORUM
AND EXHIBITION NAVITECH-EXPO 2012 42

INTERNATIONAL EXHIBITION OF WEAPONS SYSTEM
AND MILITARY EQUIPMENT «KADEX-2012» 43

19th SAINT-PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE
ON INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS 45

XXXIII GENERAL ASSEMBLY OF THE NAVIGATION
& MOTION CONTROL ACADEMY 46

INTERNATIONAL CONGRESS «ERA – GLONASS» 47

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

FLIGHT THROUGH YEARS 49
G. F. Molokanov

OBITUARY 53

NEW PUBLICATIONS 54

PLANS AND CALENDARS 57

38-е ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

38th SESSION OF THE INTERSTATE COUNCIL OF THE CIS

38-е заседание Межгосударственного совета «Радионавигация» прошло 25–26 апреля 2012 года в г. Астана, Республика Казахстан. В заседании Межгосударственного совета «Радионавигация» (далее – Совет) приняли участие полномочные представители и эксперты от Республики Беларусь, Республики Казахстан, Киргизской Республики, Республики Таджикистан, Российской Федерации и приглашенные лица.



Заседание Совета открыл заместитель председателя Национального космического агентства Республики Казахстан Молдабеков М. М. С приветствием к участникам заседания обратился председатель Межгосударственного совета «Радионавигация» Суворов А. Е. и президент АО НК «Казахстан Арыш Сапары» Мурзакулов Г. Т.

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

1. Об итогах работы Межгосударственного совета «Радионавигация» в 2011 году

(Суворов А. Е., Царев В. М.).

- 1.1. В соответствии с утвержденным планом мероприятий, проводимых Межгосударственным советом «Радионавигация» в 2011 году, были проведены 2 заседания Совета: 36-ое заседание 18–19 мая (г. Киев) и 37-ое заседание 27 октября (г. Москва).
- 1.2. 26 ноября 2011 года в г. Москва проведена научно-техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», посвященная 20-летию СНГ, в которой приняли участие 95 специалистов от 41 организации государств – участников СНГ: Азербайджанской Республики, Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации, Республики Таджикистан.

2. О ходе выполнения в 2011 году Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года

(Суворов А. Е., Молдабеков М. М., Царев В. М., Самуль Ю. В., Дюсенов С. Т., Ашууров А. Е., Шиловская В. Я.).

- 2.1. В 2011 году выполнялись шесть работ, предусмотренных Межгосударственной радионавигационной программой государств – участников СНГ на период до 2012 года (далее – Программа). Работы проводились в соответствии с утвержденными техническими заданиями.
- 2.2. Ход работ по программе контролировался национальными государственными заказчиками. В 2011 году были проведены два заседания: 16–17 февраля в г. Минск (Республика Беларусь) и 11–12 августа в г. Астана (Республика Казахстан). На заседаниях рассматривался ход работ и принимались необходимые решения.
- 2.3. В Республике Беларусь выполнение НИР «РНП-СНГ», ОКР «Информатизация-СНГ», «ИЦ-СНГ», «Облик-СНГ» осуществлялось в рамках подпрограммы «Создание системы единого навигационно-временного и телематического обеспечения потребителей Республики Беларусь» («Радионавигация») государственной научно-технической программы

«Радиосвязь и навигация» за счет средств республиканского бюджета и собственных средств ОАО «СКБ «Камертон». На выполнение работ в 2011 году было израсходовано 9, 556 млн рублей вместо предусмотренных Программой 64 млн рублей.

Вместе с тем в связи с недостаточным финансированием в 2011 году были приостановлены работы по второму этапу НИР «Сертификация – СНГ». Национальными государственными заказчиками утверждено дополнение к техническому заданию, которым срок завершения НИР перенесен на 2012 год. Перенесен также на 2012 год срок завершения ОКР «Облик – СНГ».



2.4. В Республике Казахстан выполнение НИР «Сертификация – СНГ», ОКР «ИЦ – СНГ», ОКР «Облик – СНГ» и НИР «Норматив – СНГ» осуществлялось в рамках проекта «Создание наземной инфраструктуры системы высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан».

Из-за отсутствия финансовых средств работы по ОКР «Информатизация – СНГ» не выполнялись. До настоящего времени вопрос финансирования этой ОКР не решен.

Всего в 2011 году были выполнены работы на сумму 54,3 млн рублей вместо предусмотренных Программой 64 млн рублей.

2.5. В Российской Федерации в 2011 году финансирование работ по Программе было обеспечено за счет государственного бюджета в полном объеме – 64 млн рублей.

2.6. Отметить, что в 2011 году завершена разработка проекта Радионавигационного плана государств – участников СНГ и в настоящее время заканчивается его согласование. Совету после завершения согласования проекта Радионавигационного плана представить его в Исполнительный комитет СНГ для рассмотрения и утверждения в установленном порядке.

2.7. Одобрить Отчет о ходе выполнения в 2010–2011 годах Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ

на период до 2012 года, подготовленный заказчиком – координатором Программы и согласованный с национальными государственными заказчиками Программы. Председателю Совета в установленном порядке представить указанный Отчет в Исполнительный комитет СНГ и правительствам государств-участников Программы.

3. О разработке Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2015 года

(Суворов А. Е., Царев В. М., Самуль Ю. В., Мурзакулов Г. Т.).

3.1. Отметить, что рабочей группой из представителей организаций государств – участников СНГ, утвержденной на 37-ом заседании Совета для разработки проекта новой Программы, подготовлены предложения по проекту Программы и проведено его рабочее согласование. Принять к сведению, что национальными государственными заказчиками предложен срок завершения Программы – 2015 год.

3.2. Одобрить проект Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2015 года, представленный рабочей

группой, и направить его правительствам государств-участников Программы для согласования.

4. О плане мероприятий Межгосударственного совета «Радионавигация» на 2012 год

(Лукьянюк Ю. В.).

Утвердить план мероприятий Совета на 2012 год (прилагается).

5. О представителе Украины в Межгосударственном совете «Радионавигация»

(Лукьянюк Ю. В.).

Обратиться к Правительству Украины с просьбой о назначении нового полномочного представителя от Украины в Межгосударственный совет «Радионавигация» в связи с изменением служебного положения Козелкова С. В.

6. О проведении в 2012 году научно – технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения»

(Царев В. М.).

Считать целесообразным проведение научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» в октябре 2012 года в г. Москва.

Рекомендовать членам Совета провести работу по привлечению заинтересованных предприятий и организаций своих государств к участию в работе указанной конференции.

7. О проведении очередного заседания Совета

(Суворов А. Е.).

Принять предложение российской стороны о проведении 39-го заседания Совета в октябре 2012 года в г. Москва.

В рамках заседания Межгосударственного совета «Радионавигация» 26.04.2012 года было проведено заседание научно – технического совета, на котором были заслушаны следующие доклады и сообщения представителей Республики Казахстан, Киргизской Республики и Российской Федерации:

1. Проблемные вопросы внедрения спутниковых технологий в социально-экономической сфере.

Докладчик: Куприянов А. О.

2. О разработках навигационной аппаратуры потребителей

Докладчик: Муравьев А. Б.

3. Метрологическое обеспечение координатно-временных систем

Докладчик: Добровольский В. И.

4. Локальная система дифференциальной коррекции на базе одночастотных навигационных модулей.

Докладчик: Ахмедов Д. Ш.

5. Проблемы развития точного земледелия в Республике Казахстан.

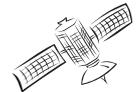
Докладчик: Алипбеки А. А.

6. О проекте «Создание наземной инфраструктуры системы высокоточной спутниковой навигации Республики Казахстан»

Докладчик: Ашуров А. Е.

Заслушав и обсудив доклады и выступления на НТС, МГС «Радионавигация»:

1. Отмечает важность и актуальность рассмотренных вопросов для совершенствования радионавигационного обеспечения государств СНГ.
2. Отмечает необходимость дальнейшего рассмотрения вопросов состояния радионавигационного обеспечения в государствах СНГ и путей его развития и совершенствования.
3. Просит ОАО «НТЦ «Интернавигация» рассмотреть вопрос о публикации докладов и сообщений на сайте ОАО «НТЦ «Интернавигация» и на страницах журнала «Новости навигации».
4. Результаты работы НТС учесть при подготовке в 2012 году научно – технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения».



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

SESSION OF THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE ON STANDARDISATION

16 апреля 2012 года в помещении ОАО «НТЦ «Интернавигация» по адресу Б. Трехсвятительский пер., дом 2, Москва, состоялось заседание Технического комитета по стандартизации «Радионавигация» (ТК 363).

По пунктам обсуждения вопросов повестки дня были приняты следующие решения:

По пункту 2

Заслушав выступление ответственного секретаря Баздова А. К. о состоянии разработки национальных стандартов по ПРНС 2012 г.:

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

По пункту 3

Заслушав информацию ответственного секретаря ПК 2 Нерябова Ю. И. «О направлениях работ по совершенствованию нормативной – технической базы в рамках ФЦП «По поддержанию, развитию и использованию системы ГЛОНАСС на период 2012–2020 годы»:

- учесть информацию при формировании Программ разработки национальных стандартов до 2020 года;
- обратиться в Роскосмос за разъяснением порядка совершенствования нормативной-технической базы в рамках ФЦП «По поддержанию, развитию и использованию системы ГЛОНАСС на период 2012-2020 годы» для гражданских потребителей.

По пункту 4

Заслушав сообщение ответственного секретаря ТК 363:

- одобрить тексты окончательных редакций проектов национальных стандартов и представить в Росстандарт для утверждения следующие стандарты:

1.11.363-1.001.12 Глобальная навигационная спутниковая система. Требования на оборудование GRAS, GBAS- дополнение к федеральным авиационным правилам.

1.11.363-1.003.12 Глобальные навигационные спутниковые системы. Морские дифференциальные подсистемы. Контрольно-корректирующая станция. Общие требования, методы испытаний и требуемые результаты испытаний

1.11.363-1.004.12 Глобальные навигационные спутниковые системы. Морские дифференциальные

подсистемы. Система дистанционного контроля и управления. Общие требования, методы испытаний и требуемые результаты испытаний.

1.11.363-1.009.11 Глобальные навигационные спутниковые системы. Форматы передачи корректирующей информации с использованием интернета.

По пункту 5

Заслушав информацию председателей и секретарей подкомитетов:

- отметить важность и актуальность проводимых работ.

По пункту 6

Заслушав сообщение ответственного секретаря ТК 363:

- продолжить работу по разработке проектов Положения ТК363 и Бизнес-плана ТК363. Представить в Росстандарт проект Положения ТК363 для утверждения. Рассмотреть проект Бизнес-плана ТК363 на очередном заседании ТК

По пункту 7

Заслушав ответственного секретаря Баздова А. К. о корректировке Приказа Росстандарт:

- принять к сведению информацию о изменении Приказа по ТК363.

По пункту 8

Заслушав выступление ответственного секретаря ПК 8:

- внести в область работ ТК работы по нормативному обеспечению высокоточного земледелия.

По пункту 9

Заслушав выступления Бунина Г. П. «О разработке нормативно-технической базы с учетом внесенных изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании»:

- учесть информацию при разработке нормативной – технической базы по тематике комитета «Радионавигация».

По пункту 10

Поручить секретариату ТК разместить на сайте ОАО «НТЦ «Интернавигация» проект Решения заседания.

Организовать проведение очередного заседания ТК 363 в феврале 2013 г. с предполагаемой повесткой, затрагивающей рассмотрение и утверждение плана работ ТК на 2013 г.



УДК 621.391.26

МОДУЛЯЦИЯ С НЕПРЕРЫВНОЙ ФАЗОЙ И ПАМЯТЬЮ КАК СРЕДСТВО УЛУЧШЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИГНАЛОВ ГНСС

С. Б. Болошин, В. П. Ипатов, А. Б. Хачатурян, Б. В. Шебшаевич¹

Показано, что сигнал с непрерывной фазовой модуляцией с памятью можно представить аддитивной декомпозицией в квадратурные потоки бинарно манипулированных перекрывающихся чипов. На этой основе определены спектральные характеристики сигнала названного типа и продемонстрировано его преимущество в компактности спектра в сравнении с сигналом классической минимальной ЧМ.

Ключевые слова: ГНСС, дальномерный, код, компактность, минимальная, модуляция, МЧМ, сигнал, спектр, фаза, частотная.

MEMORY CONTINUOUS-PHASE MODULATION AS A TOOL OF ENHANCEMENT OF GNSS SIGNAL SPECTRAL EFFICIENCY

S. B. Boloshin, V. P. Ipatov, A. B. Khachaturian, B. V. Shebshaevich

It is shown that a memory CPM signal can be additively decomposed into quadrature streams of binary-keyed overlapped chips. On this basis spectral parameters of the said signal are found and its advantage over the classic MSK in spectral efficiency is demonstrated

1. Введение

На данном этапе как действующие, так и проектируемые глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) (исключая IRNS, в которой один из сигналов излучается в S-диапазоне) занимают различные участки спектра диапазона L. Вместе с тем понятно, что неограниченное наращивание числа систем, работающих на одних и тех же частотах, рано или поздно приведет к межсистемным коллизиям. Кроме того, не менее острой является проблема совместимости ГНСС со сторонними системами, в частности, средствами радиоастрономических наблюдений (1610–1613,8 МГц), воздушными радионавигационными службами (1164–1215 МГц) и др. В этом свете объясним нарастающий интерес к «уводу» следующих поколений радиоинтерфейсов ГНСС в новые частотные диапазоны, свидетельством чего являются, например, публикации [1–5].

Регламентом ИТУ линиям космос–Земля систем спутниковой навигации помимо частот диапазона L выделены с определенными оговорками относительно узкие участки спектра в диапазонах S (2483,5–2500 МГц), C (5010–5030 МГц) и Ku (14,3–14,4 МГц). Очевидно, что наиболее эффективно использовать названный частотный ресурс позволили бы спектрально-компактные сигналы, основанные на форматах модуляции с непрерывной фазой (МНФ). Простейшим примером модуляции такого вида служит классическая минимальная частотная модуляция (МЧМ).

Физическая природа высокой спектральной эффективности МЧМ сигнала кроется в отсутствии у его комплексной огибающей мгновенных перепадов, благодаря чему убывание спектра мощности с частотой происходит в темпе $1/f^4$ (40 дБ на декаду) против $1/f^2$ (20 дБ на декаду) у сигнала традиционной ФМ. Однако производная комплексной огибающей при МЧМ, т. е. мгновенная частота сигнала, меняется скачкообразно, что указывает на резерв дальнейшего выигрыша в компактности спектра, заключающийся в применении модуляции, обеспечивающей непрерывность не только фазы, но и ее производных. Пока попытки движения в этом направлении реальных выгод – в части подавления излучения в непосредственной окрестности занимаемого диапазона – не принесли. Дело в том, что для всех проверенных вариантов модуляции такого рода увеличение темпа спада «дальних» боковых лепестков спектра имеет место в обмен на расширение основного и рост уровня первых боковых лепестков. В итоге, несмотря на повышенную скорость спада спектра в дальней зоне, реальная занимаемая полоса W_{99} для таких видов МНФ (определяемая в соответствии с п. 1.153 Регламента ИТУ [6], как частотный интервал, содержащий 99% полной мощности сигнала) может оказаться даже шире, чем для МЧМ. Так, если для последней $W_{99} \approx 2,4/\Delta$, то для форматов модуляции из [7, 8] соответственно $W_{99} \approx 4,4/\Delta$, и $W_{99} \approx 2,8/\Delta$, где Δ – длительность чипа дальномерного кода.

1. С. Б. Болошин, В. П. Ипатов, А. Б. Хачатурян, Б. В. Шебшаевич – сотрудники ОАО «Российский институт радионавигации и времени»

В работе обсуждаются возможности повышения компактности спектра сигнала за счет применения МНФ с памятью, в рамках которой направление и скорость приращения фазы зависят не только от текущего манипулирующего символа, но и от предшествующих. В зарубежной литературе [9,10] способы модуляции подобного типа именуется форматами с частичным откликом (*partial response*), в отличие от форматов с полным откликом (*full response*), к которым, в частности, относится МЧМ.

2. Аддитивное разложение сигнала МНФ с памятью

В простейшем варианте МНФ с памятью фазовая траектория определяется наряду с текущим лишь одним предшествующим модуляционным символом. Ограничиваясь далее рассмотрением именно такого формата, положим индекс модуляции, т.е. полный набег фазы в числе периодов несущей, связанный с одним информационным символом, равным 1/2. Сказанное означает, что если бы присутствовал только один информационный символ, то по истечении двух длительностей символа фаза несущей изменилась бы на ±π/2. Анализ спектральной эффективности такого сигнала не составлял бы труда, если бы – подобно сигналу МЧМ [11] – он допускал бы представление в виде суммы квадратурных потоков с бинарной ФМ. В «чистом» виде подобная возможность отсутствует [12], однако, дополнив декомпозицию в бинарные потоки амплитудным ограничением, можно получить аддитивное разложение сигнала МНФ с памятью, заметно упрощающее расчет спектральных и корреляционных характеристик.

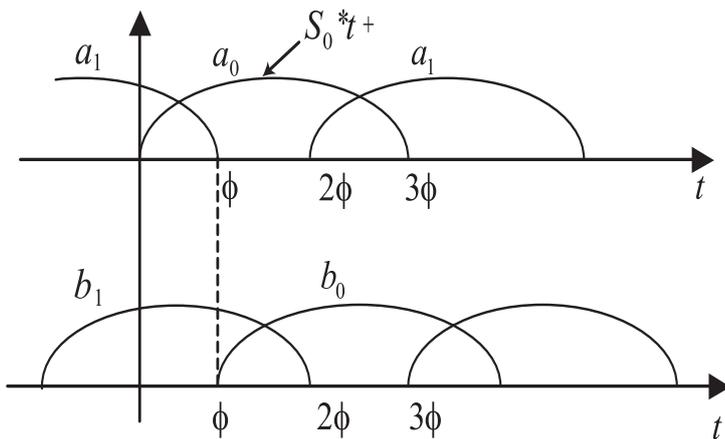


Рис. 1. К формированию сигнала МНФ

Будем отталкиваться от того, что традиционная структура сигнала ГНСС содержит два дальномерных кода (открытого и санкционированного доступа), представляющих собой бинарные последовательности, манипулирующие квадратурные компоненты несущей. Рассмотрим два потока посылок (чипов) длительности Δ=3δ, повторяющихся с периодом 2δ, причем второй из них запаздывает на δ относительно первого (см. рис. 1). Так как период повторения чипов

меньше их длительности, предыдущий чип перекрывается с последующим на отрезке длины δ. Пусть бинарные последовательности {a_i} и {b_i}, где a_i, b_i = ±1, i=...,-1, 0, 1, ..., манипулируют первым и вторым потоками соответственно, первый из которых передается на компоненте несущей I, а второй – на компоненте Q. В итоге получится сигнал с комплексной огибающей

$$\dot{S}_1(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i s_0(t - 2i\delta) + j \sum_{i=-\infty}^{\infty} b_i s_0(t - 2i\delta - \delta), \tag{1}$$

где S₀(t) задает форму чипа. Ограничимся классом неотрицательных симметричных чипов, обращающихся в нуль на краях отрезка [0, Δ]:

$$s_0(t) = s_0(3\delta - t), \quad 0 \leq t \leq 3\delta, \\ s_0(t) = 0, \quad t \notin (0, 3\delta). \tag{2}$$

Сигнал (1), естественно, имеет непрерывную фазу, но в отличие от желаемого модулирован по амплитуде. Для ее устранения подвергнем (1) ограничению модуля комплексной огибающей с сохранением мгновенной фазы:

$$\dot{S}(t) = \frac{\dot{S}_1(t)}{|\dot{S}_1(t)|} = \exp[j \arg \dot{S}_1(t)] = \exp \left\{ j \arg \left[\sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i s_0(t - 2i\delta) + j \sum_{i=-\infty}^{\infty} b_i s_0(t - 2i\delta - \delta) \right] \right\}. \tag{3}$$

Нелинейность операции нормировки в (3) ведет к образованию комбинационных составляющих в виде произведения кодовых последовательностей, отнимающих на себя часть полной мощности сигнала и создающих дополнительные помехи. Их наличие, помимо того, искажает спектр мощности сигнала по сравнению со спектром ФМ составляющих. Для оценки влияния этих эффектов необходимо вычислить корреляцию результирующего сигнала (3) с каждой из присутствующих в нем дальномерных последовательностей. Это можно сделать, используя общий подход к анализу комбинационных составляющих при нелинейном объединении фазоманипулированных последовательностей, предложенный в [13]. Смысл его состоит в следующем. В любой фиксированный момент времени t сигнал (3) является функцией трех двоичных переменных. В самом деле, как видно из рис. 1, на отрезке [0, δ] S(t) зависит от a₋₁, b₋₁, a₀, на [δ, 2δ] – от a₀, b₋₁, b₀ и т.д. Три двоичные переменные a, b, c = ±1, вместе с константой 1 и произведениями ab, ac, bc, abc образуют базис из восьми функций Уолша, разложение по которому сигнала (3) имеет вид

$$\dot{S}(t) = \sum_{m,n,p=0,1} \rho_{mnp}(t) a^m b^n c^p, \tag{4}$$

где $\rho_{mnp}(t)$ – коэффициент разложения или корреляция $S(t)$ с базисной функцией $a^m b^n c^p$, определяемая с учетом соотношений $|S(t)|=1$ и $|a^m b^n c^p|=1$ равенством

$$\rho_{mnp}(t) = \sum_{a,b,c=\pm 1} \dot{S}(t) a^m b^n c^p. \quad (5)$$

Напомним, что в роли a, b, c в (4) (5) выступает тройка символов, от которой в текущий момент t зависит $S(t)$. Из (4) можно видеть, что сигнал (3), как и линейная суперпозиция (1) содержит компоненты, зависящие от каждой из переменных a, b , по отдельности, но плюс к тому комбинационные продукты в виде произведений не более трех двоичных переменных. Вычислим веса (5) всех составляющих (4). Траектуя бинарные последовательности как случайные эргодические, можно подойти к расчету корреляции между сигналом (3) и каждой из манипулирующих последовательностей как к нахождению корреляционного момента случайных величин. Обратимся вновь к рис. 1 и заметим, что на интервале $[0, \delta]$ $S(t)$ зависит от символов a_0, a_{-1} и b_{-1} . Для фиксированного момента $t \in [0, \delta]$ коэффициент корреляции случайных величин a_0 и $S(t)$:

$$\rho_a(t) = \overline{a_0 \dot{S}(t)} = \overline{a_0 \exp\{j \arg[a_{-1}s_0(t+2\delta) + a_0s_0(t) + jb_{-1}s_0(t+\delta)]\}}, \quad (6)$$

где учтено равенство единице средних квадратов указанных величин, а горизонтальная черта сверху указывает на статистическое усреднение по всем входящим в правую часть (6) случайным переменным. Для упрощения расчета можно воспользоваться тем, что для двоичной переменной x и произвольной случайной величины y $x \exp[j \arg(x+y)] = \exp[j \arg(1+xy)]$. Полагая переменные a_0, a_{-1} и b_{-1} независимыми и принимающими значения ± 1 равновероятно, получим

$$\rho_a(t) = \frac{s_0(t) + s_0(t+\delta)}{A(t)} + \frac{s_0(t) - s_0(t+\delta)}{B(t)}, \quad (7)$$

где

$$A(t) = 2\sqrt{[s_0(t) + s_0(t+\delta)]^2 + s_0^2(t+\delta)},$$

$$B(t) = 2\sqrt{[s_0(t) - s_0(t+\delta)]^2 + s_0^2(t+\delta)}.$$

Проделав то же самое для интервалов $[\delta, 2\delta]$ и $[2\delta, 3\delta]$, придем к результату

$$\rho(t) = \begin{cases} \frac{s_0(\varepsilon) + s_0(\varepsilon + 2\delta)}{A(\varepsilon)} + \frac{s_0(\varepsilon) - s_0(\varepsilon + 2\delta)}{B(\varepsilon)}, & t = \varepsilon, \\ s_0(\varepsilon + \delta) \left[\frac{1}{A(\varepsilon)} + \frac{1}{B(\varepsilon)} \right], & t = \delta + \varepsilon, \\ \frac{s_0(\varepsilon) + s_0(\varepsilon + 2\delta)}{A(\varepsilon)} - \frac{s_0(\varepsilon) - s_0(\varepsilon + 2\delta)}{B(\varepsilon)}, & t = 2\delta + \varepsilon. \end{cases} \quad (8)$$

Понятно, что вне отрезка $[0, 3\delta]$ корреляция (6) обратится в нуль: $\rho(t)=0, t \notin [0, 3\delta]$. Если перейти к отрезку $[2i\delta, 2i\delta+3\delta], i=\dots, -1, 0, 1$, заменив соответственно a_0 на a_i , для корреляции $S(t)$ с символом a_i получится тот же результат (8) с подстановкой $t/t - 2i\delta$ вместо t :

$$\overline{a_i \dot{S}(t)} = \rho(t - 2i\delta), \quad i = \dots, -1, 0, 1, \dots \quad (9)$$

Для нахождения корреляции $\rho_b(t)$ сигнала $S(t)$ с символом b_0 достаточно сдвинуть начало отсчета на рис. 1 вправо на δ , после чего вычисление $\rho_b(t) = \overline{b_0 \dot{S}(t)}$ приведет к тому же итогу (8) с поправкой на множитель j . Тем самым, $\rho_b(t) = j\rho(t - i\delta)$. Распространяя вновь этот результат на отрезок $[(2i+1)\delta, (2i+1)\delta + 3\delta], i=\dots, -1, 0, 1$, для корреляции между b_i и $S(t)$ получим

$$\overline{b_i \dot{S}(t)} = j\rho(t - 2i\delta - \delta). \quad (10)$$

Для оценки веса комбинационных продуктов нужно найти корреляцию $S(t)$ с произведениями элементов последовательностей $\{a_i\}$ и $\{b_i\}$, от которых на данном временном отрезке зависит комплексная огибающая (3). Вернемся к интервалу $[0, \delta]$ и заметим, что корреляция $S(t)$ с любым попарным произведением символов a_{-1}, a_0, b_{-1} равна нулю. К примеру, для корреляции сигнала (3) с произведением a_{-1}, a_0 имеем

$$\overline{a_{-1}a_0 \dot{S}(t)} = \overline{a_{-1}a_0 \exp\{j \arg[a_{-1}s_0(t+2\delta) + a_0s_0(t) + jb_{-1}s_0(t+\delta)]\}} = \overline{b_{-1}} \cdot \exp\{j \arg[us_0(t+2\delta) + vs_0(t) + juvs_0(t+\delta)]\} = 0,$$

где $u=a_0b_{-1}, v=a_{-1}b_{-1}=\pm 1$, а также учтена независимость всех двоичных переменных. Остается вычислить корреляцию $S(t)$ с произведением a_{-1}, a_0, b_{-1}

$$\overline{a_{-1}a_0b_{-1} \dot{S}(t)} = \overline{a_{-1}a_0b_{-1} \exp\{j \arg[a_{-1}s_0(t+2\delta) + a_0s_0(t) + jb_{-1}s_0(t+\delta)]\}} = \exp\{j \arg[us_0(t+2\delta) + vs_0(t) + juvs_0(t+\delta)]\}.$$

Повторяя выкладки, однотипные с предыдущими, придем к равенству

$$\overline{a_{-1}a_0b_{-1} \dot{S}(t)} = jr(t), \quad (11)$$

где

$$r(t) = s_0(t+\delta) \left[\frac{1}{A(t)} - \frac{1}{B(t)} \right], \quad t \in [0, \delta],$$

а $A(t)$ и $B(t)$ определены (7). Доопределяя $r(t)$ нулем вне отрезка $[0, \delta]$ и вернувшись к рис. 1, нетрудно заключить, что на всех отрезках $[2i\delta, 2i\delta+\delta], i=\dots, -1, 0, 1, \dots$, корреляция (3) с комбинационным продуктом окажется равной $jr(t - 2i\delta)$, тогда как для отрезков $[(2i+1)\delta, (2i+1)\delta + \delta], i=\dots, -1, 0, 1, \dots$, ее значением будет $r(t - 2i\delta - \delta)$.

Объединив последние результаты с (9) и (10), придем к явной форме разложения (4)

$$\begin{aligned} \dot{S}(t) = & \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i \rho(t - 2i\delta) + j \sum_{i=-\infty}^{\infty} b_i \rho(t - 2i\delta - \delta) + \\ & + j \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_{i-1} a_i b_{i-1} r(t - 2i\delta) + \\ & + \sum_{i=-\infty}^{\infty} a_i b_{i-1} b_i r(t - 2i\delta - \delta). \end{aligned} \quad (12)$$

Для того, чтобы убедиться в правильности проведенных вычислений, полезно проверить выполнение условия полноты. Взяв, к примеру, отрезок $[0, \delta]$, видим, что ненулевые коэффициенты разложения (12) на нем равны $\rho(t), \rho(t+2\delta), j\rho(t+\delta)$ и $jr(t)$. Полнота базиса Уолша требует выполнения равенства $\rho^2(t) + \rho^2(t+\delta) + \rho^2(t+2\delta) + r^2(t) = 1$.

Легко видеть, что подстановка (8), (11) в левую часть этого соотношения обращает его в тождество.

Сравнение (12) с (1) показывает, что амплитудная нормировка линейной суперпозиции перекрывающихся чипов приводит, во-первых, к трансформации исходных чипов $S_0(t)$ в новые $\rho(t)$, а во вторых к появлению дополнительных компонент, являющихся суперпозициями чипов вида $r(t)$, манипулированных комбинационными бинарными последовательностями.

3. Спектральные характеристики сигнала МНФ с памятью

В предположении случайности дальномерных кодов $\{a_i\}, \{b_i\}$ слагаемые всех сумм (12) некоррелированы, так что спектр мощности $\tilde{G}(f)$ сигнала (3) можно найти как удвоенную сумму спектров мощности $\tilde{G}_\rho(f)$ и $\tilde{G}_r(f)$ чипов $\rho(t)$ и $r(t)$:

$$\tilde{G}(f) = 2[\tilde{G}_\rho(f) + \tilde{G}_r(f)]. \quad (13)$$

Проиллюстрируем приведенные результаты примером, обобщающим МЧМ на случай памяти $L=2$. Пусть чип в (1) ... (3) имеет форму полуволны синуса, т.е. задается равенством

$$s_0(t) = \begin{cases} \sin \frac{\pi t}{3\delta}, & t \in [0, 3\delta], \\ 0, & t \notin [0, 3\delta]. \end{cases} \quad (14)$$

Присвоим для краткости сигналу рассматриваемого типа аббревиатуру МЧМП (МЧМ с памятью). Обращение к (8), (7) и (11) позволяет прийти к равенствам

$$\rho(t) = \begin{cases} \frac{1}{2\sqrt{2}} \left[1 - \frac{\sqrt{6} \cos\left(\frac{\pi t}{3\delta} + \frac{\pi}{3}\right)}{\sqrt{2 + \cos\left(\frac{2\pi t}{3\delta} + \frac{2\pi}{3}\right)}} \right], & 0 \leq t \leq \delta, \\ \frac{1}{2\sqrt{2}} \left[1 + \frac{\sqrt{2} \sin \frac{\pi t}{3\delta}}{\sqrt{2 + \cos \frac{2\pi t}{3\delta}}} \right], & \delta \leq t \leq 2\delta, \\ \frac{1}{2\sqrt{2}} \left[1 + \frac{\sqrt{6} \cos\left(\frac{\pi t}{3\delta} - \frac{\pi}{3}\right)}{\sqrt{2 + \cos\left(\frac{2\pi t}{3\delta} - \frac{2\pi}{3}\right)}} \right], & 2\delta \leq t \leq 3\delta, \\ 0, & t \notin [0, 3\delta] \end{cases} \quad (15)$$

и

$$r(t) = \begin{cases} \frac{1}{2\sqrt{2}} \left[1 - \frac{\sqrt{2} \sin\left(\frac{\pi t}{3\delta} + \frac{\pi}{3}\right)}{\sqrt{2 + \cos\left(\frac{2\pi t}{3\delta} + \frac{2\pi}{3}\right)}} \right], & 0 \leq t \leq \delta, \\ 0, & t \notin [0, \delta]. \end{cases} \quad (16)$$

Формы исходного чипа (14) и чипов, входящих в разложение (12), приведены на рис. 2, из которого можно, в частности, видеть, что комбинационные компоненты (12) значительно слабее полезных. Действительно, из (15) и (16) легко получить для пиковых значений полезного (ρ_{max}) и комбинационного (r_{max}) чипов:

$$\rho_{max} = \frac{2 + \sqrt{2}}{4} \approx 0,854,$$

$$r_{max} = \frac{2 - \sqrt{2}}{4} \approx 0,146,$$

и, значит, любая из полезных компонент (12) превышает комбинационную более чем на 15 дБ.

Спектральная плотность мощности в дБ (normalized power spectrum, dB) МЧМП сигнала (memory MSK) с синусоидальным чипом как функция нормализованной частоты показана на рис. 3 в сопоставлении со спектром стандартной МЧМ (conventional MSK), чип которой укорочен в полтора раза с тем, чтобы удержать одинаковыми реальными периоды дальномерных сигналов обоих типов.

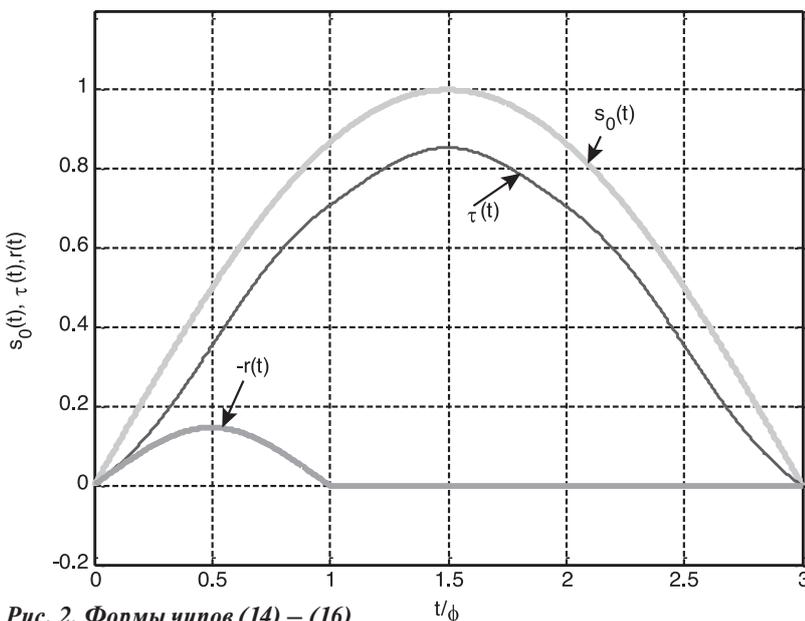


Рис. 2. Формы чипов (14) – (16)

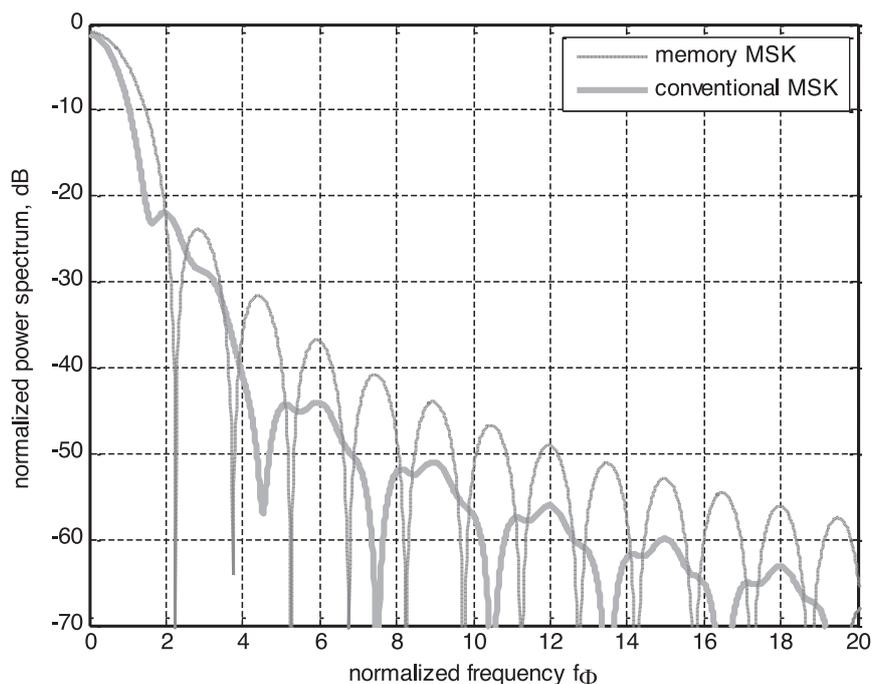


Рис. 3. Спектры сигналов МЧМП и МЧМ

Как видно, на частотах, отстоящих от несущей на $4/\Delta$ и более, выбросы спектра МЧМП по крайней мере на 8 дБ ниже, чем МЧМ. При этом полоса, содержащая 99% мощности, составляет $W_{99} = 1,8/\Delta$, что на 25% меньше, чем при МЧМ. Это означает, что расширение спектра из-за амплитудного ограничения незначительно в сравнении с сужением за счет растяжения чипа. Как следствие, предлагаемый вариант модуляции может служить действенным инструментом повышения компактности спектра при неизменной длине и реальном периоде дальномерного кода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Avila-Rodriguez J.-A. and Wallner S., Won J.-H., Eissfeller B., Shmitz-Peiffer A., Floch J.-J., Colzy E. and Gerner J.-L. Study on a Galileo Signal and Service Plan for C-band //Proc. of GNSS 2008, Toulouse, France, April 22–25, 2008.
2. Shmitz-Peiffer A. and Fernández A., Eissfeller B., Lankl B., Colzy E., Floch J.-J., Won J.-H., Avila-Rodriguez J.-A., Stopfkuchen F., Anghileri M., Balbach O., Jorgensen R., Wallner S. and Shüler T. Architecture for a Future C-band/L-band GNSS Mission. Part 2: Signal Considerations and Related User Terminal Aspects //Inside GNSS, v.4, No4, July/August 2009, pp. 52–63.
3. Mateu I., Paonti M., Issler I.-L. et al. A Search for Spectrum: GNSS Signal in S-Band. Part 1. Inside GNSS, September 2010, pp. 65–71.
4. Mateu I., Paonti M., Issler I.-L. et al. A Search for Spectrum: GNSS Signal in S-Band. Part 2. Inside GNSS, October 2010, pp. 46–53.
5. Majithiya M., Khatri K., Hota J. Indian Regional Navigation Satellite System. Correction Parameters for Timing Group Delays. Inside GNSS, January/February 2011, pp. 40–46.
6. Регламент радиосвязи ИТУ, 2008.
7. Amoroso F. Pulse and spectrum manipulation in the minimum (frequency) shift keying (MSK) format. IEEE Trans. Commun., V. COM-24, No.3, March, 1976, pp.381–384.

4. Выводы

Резюмируя итоги проведенного анализа, еще раз подчеркнем, что применение МНФ с памятью позволяет заметно повысить компактность спектра сигнала ГНСС по сравнению с классической МЧМ при фиксации реального периода и длины дальномерного кода. Можно также отметить, что аддитивное разложение (12) по существу предлагает альтернативный рецепт формирования МНФ сигнала (3) в виде суммы бинарно-манипулированных квадратурных потоков перекрывающихся чипов, дополненной компенсирующими комбинационными слагаемыми, выравнивающими результирующую амплитуду.

Авторы считают, что при выборе закона модуляции сигнала ГНСС компактность спектра

не должна достигаться в обмен на существенное снижение точности и надежности навигационных фиксаций. В то же время такие вопросы, как влияние сглаживания закона модуляции на характеристики слежения за задержкой и фазой, адаптация алгоритмов дискриминирования к новой форме чипов, поиск компромисса между показателями спектральной эффективности и точности измерений нуждаются в отдельной детализации. Соответствующие исследования уже ведутся и их результаты предполагается отразить в предстоящих публикациях.

8. Ponsoy J. E. B. Impact of direct spread spectrum signals from the Global Satellite Navigation System GLONASS on radio astronomy: problem and proposed solution. Spread Spectrum Techniques and Applications, 1994. IEEE ISSSTA'94, IEEE Third International Symposium, 4–6 Jul. 1994, V.2, pp.386–390.
9. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ.— М.: Радио и связь, 2000.
10. Perrins E. and Rice M. PAM representation of ternary CPM. IEEE Trans. Commun., V.56, No12, Dec., 2008, pp.2020–2040.
11. Ипатов В. П., Корниевский В. И., Шутов В. К. Эквивалентность задач синтеза двоичных шумоподобных сигналов с фазовой и минимальной частотной манипуляцией. Радиотехника и электроника. Т. 34, № 7 1989, с. 1402–1406.
12. Ипатов В. П., Платонов В. Д. Условия сводимости частотной манипуляции к эквивалентной фазовой. Радиотехника и электроника. Т. 38, № 7 1993, с. 1316–1318.
13. Базаров И. Ю., Ипатов В. П., Самойлов И. М. Анализ интерференционных эффектов при нелинейной обработке суперпозиции шумоподобных сигналов. Радиотехника и электроника, т.42, № 5, 1997, с.612–616.



УДК 621.391.26

РЕЖЕКЦИЯ ВНУТРИДИАПАЗОННЫХ ПОМЕХ В МИКРОМИНИАТЮРНОЙ НАП СРНС

*Д. В. Абросимов, М. А. Кизенко, А. И. Лосев, А. В. Немов, Д. Ю. Тюфтяков,
Б. Д. Федотов, Д. А. Шубин¹*

Описана аппаратная реализация метода подавления внутрдиапазонных узкополосных помех. Метод основан на экстракции помеховых составляющих спектра принимаемых спутниковой НАП колебаний в процедуре банка фильтров. Тщательная оптимизация операций, несмотря на высокую вычислительную сложность, дала возможность реализовать устройство в виде СБИС подавителя помех. Для формирования порога режекции помех использована процедура быстрой сортировки в темпе наполнения «окна» преобразования Фурье, что обеспечивает уменьшение мощности более чем на 55 дБ не только гармонических, но также модулированных и шумоподобных узкополосных помех. Сравнены в различных ситуациях результаты работы программной модели и СБИС.

Ключевые слова: *аппаратура, навигационная, НАП, помехи, потребителей, радионавигационная, режекция, спутниковая, система, СБИС, СРНС.*

FREQUENCY JAMMING EXCISION FOR GNSS MICROMINIATURE USER EQUIPMENT

*D. V. Abrosimov, M. A. Kizenko, A. I. Losev, A. V. Nemov, D. Y. Tyufyakov, B. D. Fedotov,
D. A. Shubin*

Hardware implementation of narrowband interferences suppressor is described. Suppression unit is realized as a giant-scale integration circuit. It is based on the time-frequency interference suppression method by using the Fast Fourier Transform with the non-parametric rejection threshold. The device operates at a rate of filling of the Fourier Transform «window». Results of a computer model of the suppressor in various interferences are represented compared to the suppression unit testing data

В случае использования стандартной слабонаправленной антенны навигационной аппаратуры потребителей (НАП) спутниковых радионавигационных систем (СРНС) с коэффициентом направленного действия 2 энергетический потенциал сигналов ГЛОНАСС или GPS после накопления для штатного функционирования аппаратуры должен быть не менее 28...30 дБГц. При этом запас по отношению помеха/сигнал, при котором точность работы закрытого канала НАП сохраняется в допустимых пределах, в лучших образцах серийной аппаратуры составляет не более 40 дБ.

Низкая помехоустойчивость ГЛОНАСС, как в недалеком прошлом GPS (сейчас американскими и английскими фирмами выпущено большое число комплектов помехозащищенной НАП GPS), изменила ранние решения относительно роли СРНС в национальных системах радионавигации, и в данный момент существенно сдерживает развитие транспортного, административного и военного приложений ГЛОНАСС [1].

Чтобы обеспечить работоспособность НАП при мощности помех в точке приема от минус 80

до минус 70 дБВт (соответствующее отношение помеха/сигнал 80...90 дБ) необходимо повысить помехоустойчивость закрытых каналов НАП в целом на 40...50 дБ. Для гражданской НАП ответственных потребителей требования во всяком случае не ниже.

Комплексирование с бортовой инерциальной навигационной системой (ИНС) на уровне первичной обработки улучшает помехоустойчивость практически не более 10...12 дБ. НАП существенно усложняется и удорожается из-за необходимости высокоскоростного обмена данными между конструктивно разнородными системами. Поскольку ИНС имеются не у всех потребителей, необходимо включать миниатюрные ИНС в состав НАП, что еще более удорожает аппаратуру.

Одним из удачных выходов из ситуации является применение фильтров помех. Достаточно, чтобы дополнительное средство фильтрации мощных помех обеспечивало коэффициент подавления мощности помех не менее 50 дБ.

В данной статье описываются операции автономного подавителя узкополосных помех (УПП) для его

¹ Все авторы – сотрудники ОАО «РИРВ», Санкт-Петербург, office@rirt.ru

микроминиатюрного исполнения в НАП ГЛОНАСС или GPS. Учитывается воздействие узкополосных помех, расположенных внутри диапазона частот принимаемых сигналов СРНС.

В УПП использован метод подавления узкополосных помех при оперировании в частотной области, основанный на банке фильтров с применением быстрого преобразования Фурье (БПФ) на 1024 частотных канала и медианном формировании порога обнаружения помех. Метод подробно изложен в [2] и, в отличие от традиционных адаптивных синхронных фильтров, может быть успешно применен не только для режекции гармонических помех, но и амплитудно-модулированных (АМ), частотно-модулированных (ЧМ), импульсных и широкополосных помех с ограниченным спектром, для которых синхронные фильтры не эффективны. В УПП заложена функция частотного эквалайзера для выравнивания амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик приемных каналов НАП между собой с целью повышения эффективности пространственной обработки сигналов, если такая предусмотрена.

Необходимость ресурсоемкой цифровой обработки сигналов с полосой до 20 МГц в темпе частоты дискретизации F_d не менее 80 МГц делает энергетически невыгодным использование микросхем цифровых сигнальных процессоров, в том числе оптимизированных под выполнение операций БПФ в целых числах. Поэтому УПП реализуется на кристалле специализированной сверхбольшой интегральной схемы (СБИС), выполняющей арифметические и логические операции БПФ и сортировки с использованием поточных схем, которые обеспечивают отличную вычислительную эффективность. Соответственно высока скорость работы алгоритма в реальном времени. Время подавления в установленном режиме занимает всего 10479 тактов F_d . При таком подходе к реализации УПП минимизируются также затраты разработчика НАП на программирование устройства.

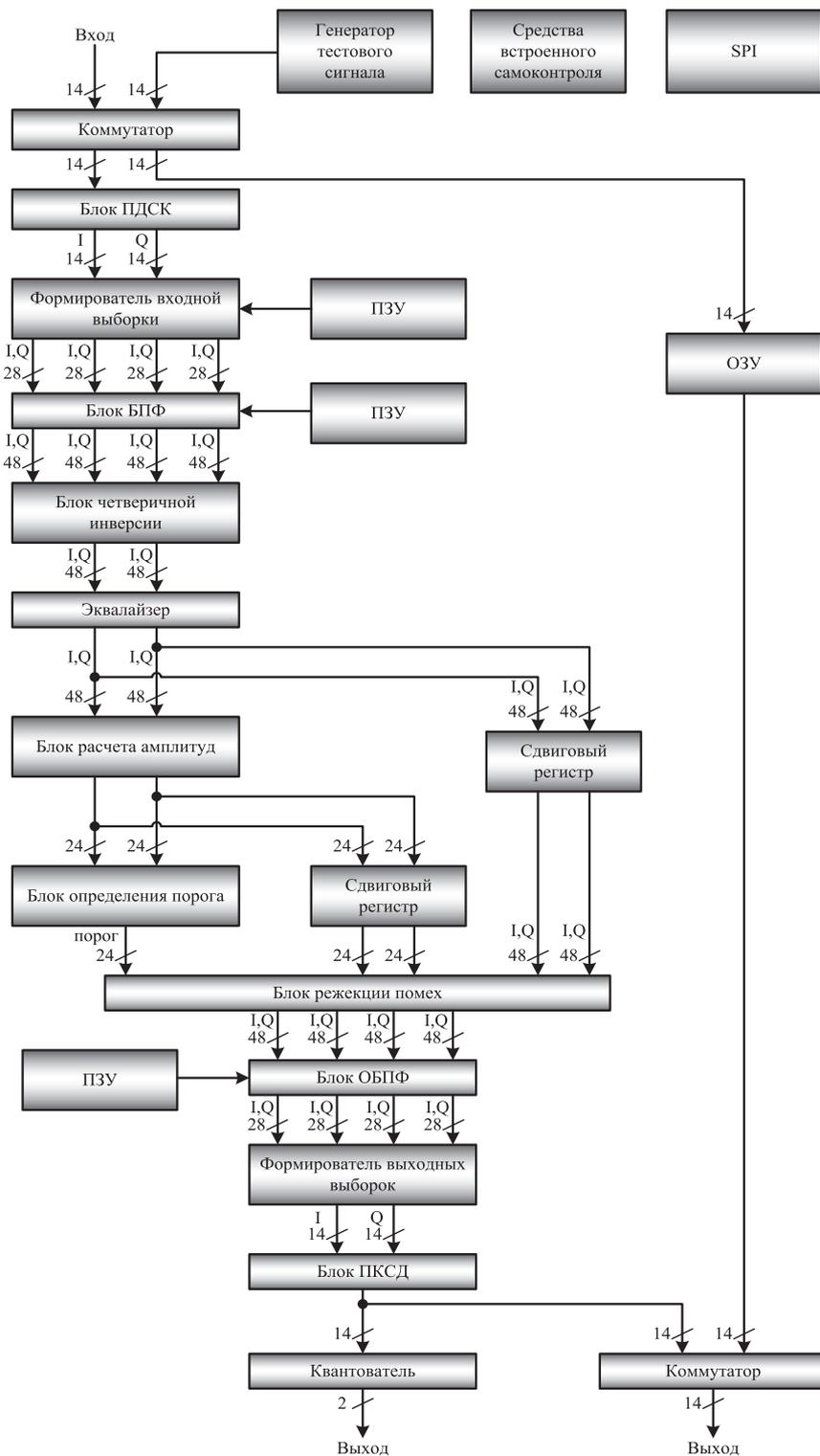


Рис. 1. Структурная схема УПП

Структурная схема одноканального УПП изображена на рис. 1.

Устройство работает на F_d до 100 МГц. АЦП (на схеме не изображен) преобразует аналоговую смесь сигнал+помеха+шум (далее для краткости С+П+Ш) с произвольной центральной промежуточной частотой в цифровой сигнал. Выбранный 14-разрядный АЦП обеспечивает динамический диапазон режетируемой помехи до 55 дБ относительно собственного

шума приемника (отношение П/Ш = 55 дБ). При этом целочисленное СКО шума равно трем и собственный шум квантуется двумя-тремя разрядами.

В схеме (рис. 1) предусмотрен управляемый режим прямого прохождения сигнала на выход, минуя все этапы работы УПП. В этом случае сигнал задерживается на время подавления в блоке ОЗУ. Средства встроенного самоконтроля осуществляют проверку работоспособности схемы при ее включении. Интерфейс SPI организует прием данных (коэффициенты эквалайзера и ФНЧ, код частоты гетеродина), а также управление режимами работы устройства извне.

В блоке ПДСК (преобразователь действительного сигнала в комплексный) осуществляется гетеродинирование спектра сигнала на видеочастоту с децимацией на четыре, т. е. с понижением F_d до $F_d/4$. Частота гетеродина задается с помощью цифрового синтезатора частот, входящего в блок ПДСК и не указанного на рис. 1. После переноса на видеочастоту сигнал фильтруется в ФНЧ 74-го порядка и децимируется на четыре. Для устранения зеркального спектра мощной помехи коэффициент подавления ФНЧ в полосе заграждения выбран равным минус 60 дБ.

Формирователь входной выборки формирует четыре параллельных потока по 256 отсчетов через каждые 512 тактов, реализуя перекрытие 50%. Перекрытие позволяет избежать разрывов в полезном сигнале для сохранения его структуры. Здесь также осуществляется умножение каждой выборки с перекрытием на оконную функцию Блэкмана-Харриса, которая дает наилучшие результаты по формированию компактных спектров гармонических составляющих с минимальным уровнем боковых лепестков.

Четыре массива по 256 отсчетов поступают на вход поточной схемы БПФ по основанию четыре, состоящей из пяти каскадов, в каждом из которых одна «бабочка» (ядро БПФ) последовательно обрабатывает поступающие отсчеты. Схема БПФ работает с тактовой частотой $F_d/4$. Во избежание переполнений и округлений на каждом каскаде БПФ разрядность повышается на два. В результате сигнал на выходе БПФ 24-разрядный. БПФ по основанию четыре является более экономным с точки зрения аппаратных затрат по сравнению с БПФ по основанию два при условии отсутствия простоя в работе схемы. Простое не возникает при использовании двухканальной структуры УПП. Поскольку выборки по 256 отсчетов поступают на вход блока БПФ с паузами в 256 тактов, то мультиплексирование данных со второго канала УПП (при его добавлении) позволяет осуществить полную загрузку схемы БПФ и добиться преимуществ от использования алгоритма по основанию четыре.

Необходимость в многоканальной структуре возникает при использовании УПП в комплексе с пространственным подавителем широкополосных помех. В этой ситуации в каждый приемный канал антенной решетки устанавливается УПП, выполняющий режекцию узкополосных помех и эквалайзинг спектров

канальных сигналов для улучшения эффективности пространственного алгоритма.

В ходе выполнения БПФ происходит «перепутывание» выходных отсчетов. Для восстановления прямого порядка следования спектральных отсчетов предназначен блок четверичной инверсии. Аппаратно данный блок реализуется на двух регистрах, каждый из которых вмещает выборку из 1024 отсчетов. Связи между ячейками регистров запрограммированы в соответствии с операцией четверичной инверсии. Прямой порядок следования отсчетов необходим на входе блока ОБПФ.

Анализатор спектра включает в себя: блок расчета амплитуд, блок определения порога, блок режекции помех, а также линии задержек в виде регистров. В блоке расчета амплитуд вычисляется амплитудный спектр выборки. По причине аппаратной сложности извлечения квадратного корня для вычисления амплитуды используется аппроксимация Робертсона:

$$A(k) = \begin{cases} 2|I(k)| + |Q(k)|, & I(k) > Q(k) \\ 2|Q(k)| + |I(k)|, & Q(k) \geq I(k) \end{cases}$$

где $A(k)$ – амплитуда, а $I(k)$ и $Q(k)$ – соответственно вещественная и мнимая часть спектральной составляющей.

Вычисленные амплитуды поступают в сдвиговый регистр, длина которого соответствует количеству тактов, необходимых для расчета порога. Спектральные отсчеты после эквалайзера задерживаются в регистре для синхронного поступления в блок режекции вместе со значением порога и амплитудным спектром.

В блоке определения порога для совокупности 1024 амплитуд текущего массива вычисляется порог режекции. Для каждого массива порог определяется независимо.

Выбор порога обусловлен несколькими аспектами. Во-первых, наличие узкополосной помехи в достаточно широком динамическом диапазоне П/Ш не должно влиять на значение порога. Во-вторых, для минимизации режекции собственных шумов порог должен превышать их максимальное значение. В-третьих, широкополосная помеха не должна вырезаться в случае использования пространственно-временных методов подавления наряду с режекцией помех в частотной области. Указанным ограничениям удовлетворяет порог в виде умноженной на некоторый коэффициент медианы распределения амплитуд [2]. Однако аппаратная реализация узла для построения гистограммы распределения при жестком временном ограничении требует большой площади кристалла, поэтому используется альтернативный метод непараметрического расчета медианы как среднего значения ранжированного ряда.

При расчете медианного значения следует учитывать жесткое ограничение по времени. Данному требованию удовлетворяет используемый в УПП метод ранжирования с помощью четырехкаскадной цепи быстрой сортировки. Первые 1000 амплитуд текущего массива делятся на 200 подмассивов по пять отсчетов.

Каждый из этих подмассивов сортируется в порядке возрастания, а средний элемент ряда (медиана) поступает в следующий каскад. Во втором каскаде производится аналогичная сортировка 200 медиан с выхода первого каскада. Использование трех каскадов со схемами сортировки на пять отсчетов позволяет получить восемь медиан, которые сортируются в четвертом каскаде схемой на восемь отсчетов. Для определенности четвертый элемент ряда на выходе четвертого каскада выбирается в качестве медианы ранжированного ряда. После умножения данной медианы на постоянный коэффициент, формируется порог. Использование 1000 отсчетов амплитудного спектра выборки вместо 1024 (24 отсчета отбрасываются) не сказывается критически на значении порога при любой помеховой ситуации.

В блоке режекции сравниваются значения амплитуд каждой из спектральных составляющих со значением порога.

Работа блока режекции и процедура формирования порога для цензурирования пораженных помехой частотных бинов требуют иллюстрации.

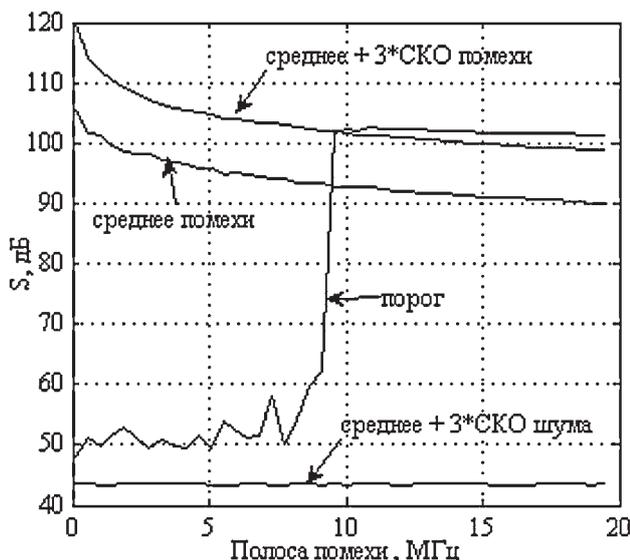


Рис. 2. Уровни порога при П/Ш = 55 дБ

На рис. 2 и рис. 3 изображены графики зависимостей уровней S (дБ) порога, амплитудных спектров собственного шума приемника и шумоподобной помехи от полосы помехи при П/Ш = 55 дБ и П/Ш = 5 дБ соответственно. Уровни максимумов шума и помехи в первом приближении могут быть найдены как среднее значение выборки плюс 3 СКО выборки. Данные максимальные уровни изображены на графиках. Ось ординат нормирована относительно машинной единицы.

Из рис. 2 видно, что при П/Ш = 55 дБ и полосе помехи до 9 МГц значения амплитуд помехи существенно превосходят порог. Изменение мощности узкополосной помехи практически не оказывает влияния на значение порога. Например, при снижении П/Ш на 50 дБ (рис. 3) уровень порога упал всего на 3,5 дБ, оставаясь при этом выше максимального уровня собственного шума на 2,5 дБ.

Для полного прохождения через УПП шумоподобной помехи, спектр которой сгруппирован, ее минимальная полоса должна быть не менее 9,17 МГц. В этом случае помеха полностью поражает спектр системного сигнала, ее режекция в УПП бесперспективна. Однако, поскольку смесь помехи с сигналом пропускается на выход без искажения, помеха может быть подавлена методами, основанными на принципах пространственной обработки.

В результате умножения на оконную функцию спектр одной гармонической помехи сгруппирован в пределах восьми частотных бинов, поэтому 34 гармонических помехи займут полосу 5,84 МГц.

Таким образом, при полосах помех от 5 до 10 МГц, в схеме формирования порога наблюдается область гистерезиса, причем для смещения в ее левую крайнюю часть необходимы специальным образом подобранные помехи с распределенным спектром.

Положением зоны гистерезиса можно управлять, выбирая в качестве медианы различные элементы ряда на выходе последнего каскада схемы быстрой сортировки.

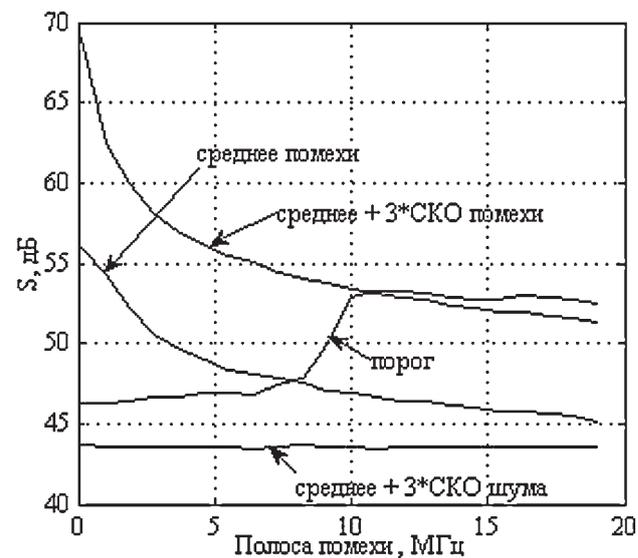


Рис. 3. Уровни порога при П/Ш = 5 дБ

Из рис. 3 видно, что при П/Ш = 5 дБ большая часть мощности помехи с полосой до 3 МГц, сосредоточена выше порога, т. е. динамический диапазон П/Ш, при котором обеспечивается эффективное подавление помехи, составляет от 5 дБ до величины, обеспечиваемой линейностью приемника.

На схеме рис. 1 за анализатором спектра следует блок обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ). Блок ОБПФ полностью идентичен блоку БПФ, за исключением разрядностей, которые на каждом этапе ОБПФ неизменны и равны 24 битам. Поворачивающие множители для ОБПФ должны быть комплексно сопряженными относительно аналогичных множителей для БПФ. Однако, производя комплексное сопряжение на входе и выходе блока ОБПФ, можно использовать одни и те же поворачивающие множители в обоих блоках, что позволяет использовать для них общее ПЗУ.

Формирователь выходной выборки состоит из блока четверичной инверсии, аналогичного тому, который использовался после БПФ, а также блока суммирования ветвей с перекрытием, где соседние выборки сдвигаются на 512 тактов, в результате чего суммируемые отсчеты соответствуют одному моменту времени. Далее отсчеты с частотой $F_d/4$ поступают на преобразователь комплексного сигнала в действительный (ПКСД).

В ПКСД производится интерполяция на четыре в двух ФНЧ 74-го порядка после предварительного дополнения сигнала нулями, а также гетеродинирование с видеочастоты обратно на несущую частоту входного сигнала. После суммирования квадратурных ветвей полученный 14-разрядный вещественный сигнал поступает в выходной 14-разрядный порт, а также на квантователь, работающий в режимах трехуровневого или четырехуровневого квантования. Квантованный сигнал поступает в выходной двухразрядный порт, подключаемый далее к коррелятору приемника СРНС.

Структура и разрядности составных частей УПП обеспечивают пренебрежимо низкий уровень шумов квантования на выходе. В результате, в обстановке отсутствия помех УПП восстанавливает сигнално-шумовую смесь практически без ухудшения отношения С/Ш.

На рис. 4–9 приведены результаты работы УПП при трех типах помех различной мощности:

- гармонические помехи в количестве от одной до девяти (в пределах центрального лепестка спектра

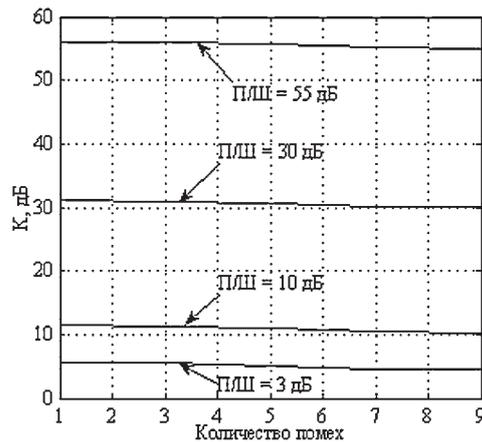


Рис. 4. Глубина подавления смеси С+П+Ш в случае воздействия гармонических помех

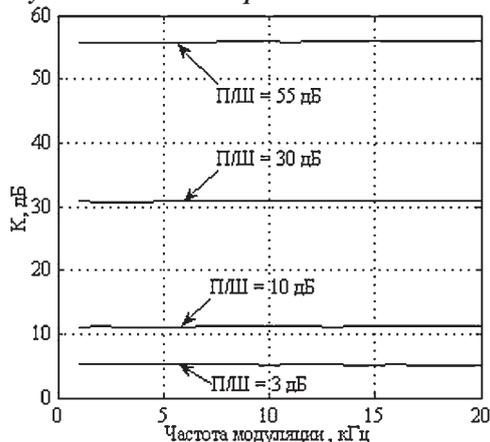


Рис. 6. Глубина подавления смеси С+П+Ш в случае воздействия шумоподобной помехи

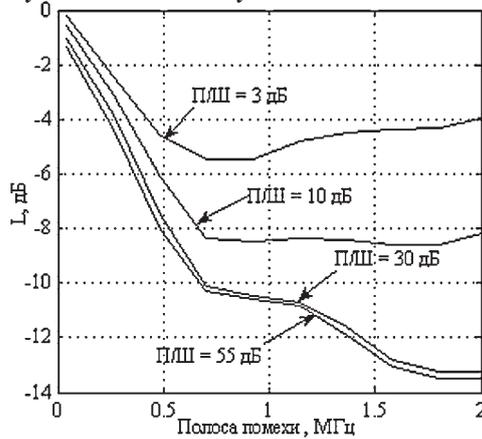


Рис. 8. Глубина подавления смеси С+П+Ш в случае воздействия ЧМ помехи

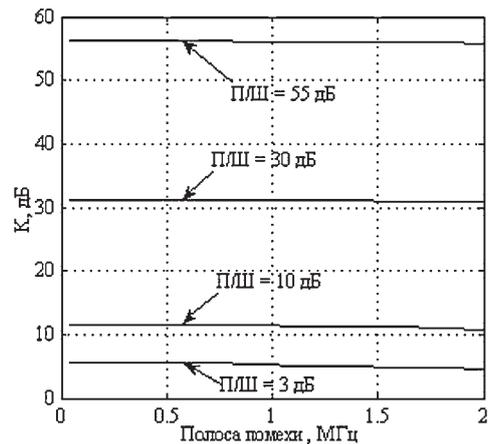


Рис. 5. Ухудшение С/Ш при подавлении гармонических помех

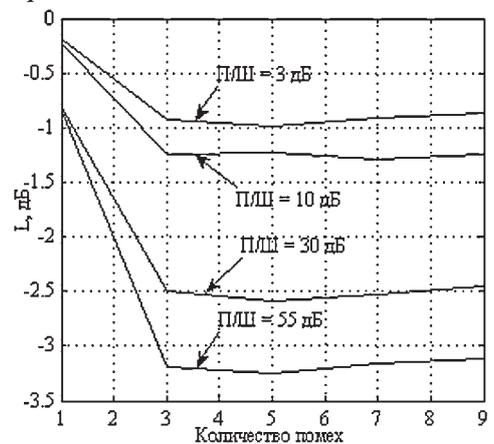


Рис. 7. Ухудшение С/Ш при подавлении шумоподобной помехи

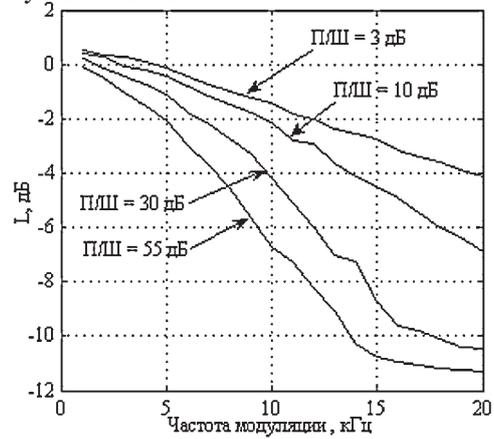


Рис. 9. Ухудшение С/Ш при подавлении ЧМ помехи

- сигнала равномерно располагались не более трех гармоник, остальные были добавлены на центры боковых лепестков);
 - шумоподобная помеха с полосой от 44 кГц до 2 МГц;
 - ЧМ помеха с девиацией частоты 500 кГц и частотой модуляции $F_{\text{мод}}$ от 1 до 20 кГц, т.е. с индексом частотной модуляции много больше единицы и полосой спектра помехи около 1 МГц.
- Несущие частоты второго и третьего типа помех равны несущей сигнала ГЛОНАСС, поскольку спектр преднамеренных помех в основном сосредоточен

в области центрального лепестка спектра сигнала. Ограничения на вырезаемую полосу центрального лепестка достаточно жесткие, однако допустимо вырезать спектр помех на боковых лепестках так, чтобы общая полоса вырезания всех спектральных компонентов не превысила 40% спектральной полосы сигнала ГНСС. Рис. 2 и рис. 3 иллюстрируют возможность устранения подобных помех.

Для каждого типа помехи приведены коэффициенты подавления K (дБ) смеси $C+P+Ш$ с поправкой на коэффициент передачи (рис. 4, рис. 6 и рис. 8), а также отношения L (дБ) выходного $C/(P+Ш)$ ко входному $C/Ш$ (рис. 5, рис. 7 и рис. 9), т.е. потери в отношении $C/Ш$ после режекции.

Глубина подавления K смеси ($C+P+Ш$) при шумоподобной, ЧМ помехе и малом количестве гармонических помех (рис. 6 и рис. 8 и рис. 4 соответственно) превосходит входное $P/Ш$ в среднем на 1 дБ за счет режектируемого в полосах помех собственного шума приемника, что подтверждает практически полное подавление данных помех в УПП. При увеличении количества гармонических помех наблюдается небольшой спад величины K (не более чем на 1 дБ). Таким образом, глубина подавления практически не зависит от полосы, частоты модуляции или расположения узкополосных помех в полосе обработки.

Наиболее значимым критерием качества работы УПП является выходное отношение $C/(P+Ш)$. Величина $C/(P+Ш)$, нормированная к $C/Ш$, характеризует потери в $C/Ш$ и зависит от типов и параметров помех. Если считать допустимыми потери в $C/Ш$ на 6 дБ, то эффективность работы УПП сохраняется при количестве гармонических помех до девяти и более при условии, что в районе центрального лепестка спектра сигнала их не более трех (см. рис. 5), а также при полосе шумоподобной помехи не более 0,35 МГц в случае максимальных $P/Ш$ и не более 0,6 МГц при малых $P/Ш$ (см. рис. 7).

При снижении $P/Ш$ наблюдается приближение наименее мощных составляющих спектра помехи к уровню шума, а также уменьшение вклада побочных составляющих спектра помехи в сам шум, что приводит к снижению значения порога и уменьшению режектируемой полосы, которая располагается в районе центрального лепестка сигнала. Таким образом, пропускаются маломощные составляющие помехи и мощные составляющие сигнала. В результате подобной

диспропорции выходное отношение $C/(P+Ш)$ растет и потери в отношении $C/Ш$ снижаются.

В случае ЧМ помехи с индексом частотной модуляции, намного большим единицы, и спектром, полностью перекрывающим главный лепесток сигнала СТ ГЛОНАСС, УПП эффективен вплоть до частот модуляции 9 кГц при максимальных отношениях $P/Ш$ и до 20 кГц при малых $P/Ш$ (см рис. 9). Дробление входного сигнала на выборки по 1024 отсчетов и индивидуальный расчет порога для каждой из них позволяет распределять спектр помехи между выборками и тем самым эффективно удалять «медленную» ЧМ помеху с минимальным ущербом для выходного отношения $C/(P+Ш)$. В данной ситуации для каждой выборки спектр модулированной помехи не успевает сформироваться, и помеха воспринимается как гармоническое колебание. Аналогичным образом полоса импульсной помехи обнуляется только в моменты активного импульса и работоспособность УПП зависит от скважности импульсов.

Выводы:

- Гармонические, шумоподобные, ЧМ помехи с малым индексом частотной модуляции, а также любые другие узкополосные помехи подавляются в УПП более, чем на 55 дБ с незначительным ухудшением отношения $C/Ш$ (деградация $C/Ш$ не более 3...6 дБ в зависимости от протяженности спектра помехи), оправдывая использование данного устройства в составе помехозащищенной НАП СРНС.
- Расчеты показывают, что для реализации описанных технических решений в виде СБИС при использовании 90 нм технологии необходима площадь кристалла около 12 мм² из расчета потребности в 4 мкм² на один элемент NAND2 (И-НЕ с двумя входами). Таким образом, требуется около 2·10⁶ вентиляей. Поэтому УПП можно реализовать также и на ПЛИС соответствующей емкости, однако при существенно большем энергопотреблении. С учетом цепей на периферийную функциональную диагностику минимальная площадь кристалла СБИС возрастет на 10...15%. Потребление СБИС по электропитанию будет не более 1,3 Вт.
- Предварительные испытания СБИС УПП подтвердили данные имитационного моделирования.
- Изложенные принципы могут быть обобщены для применения в любых радиотехнических системах, принимающих полезные сигналы «под шумами».

ЛИТЕРАТУРА

1. Царев В. М., Лукьянюк Ю. В., Соловьев Ю. А., Фешин Г. А. Радионавигационный план Российской Федерации и проблемы развития радионавигационного обеспечения. //Новости навигации, 2009. № 1. С.5–10.
2. Иванов А. М., Немов А. В. Подавление внутрдиапазонных узкополосных помех в GPS/ГЛОНАСС. //Известия вузов России. Радиоэлектроника, 2008, вып. 2. С. 55–65.



УДК 625.7.018.7.05:629.783

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕТНО- МОДЕЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ, СПУТНИКОВЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Е. Г. Харин, А. Ф. Якушев, В. А. Копелович, И. А. Копылов¹

В статье рассматриваются вопросы развития технологий летных испытаний бортового оборудования летательных аппаратов с применением летно-моделирующих комплексов, спутниковых и информационных технологий.

Ключевые слова: аппарат, информационные, испытания, летательный, летные, ЛИИ, спутниковые, технологии.

DEVELOPMENT OF FLIGHT TEST TECHNOLOGIES FOR AIRBORNE EQUIPMENT USING FLIGHT SIMULATION COMPLEXES, SATELLITE AND INFORMATION TECHNOLOGIES

E. G. Kharin, A. F. Yakushev, V. A. Kopelovich, I. A. Kopylov

The paper describes the development of flight test technologies for aircraft on-board equipment using flight simulation systems, satellite and information technologies

Введение

Летно-исследовательский институт (ЛИИ) им. М. М. Громова на всех этапах создания и развития летательных аппаратов и пилотажно-навигационного оборудования (ПНО) выполнял различные функции. Структура и функции подразделений Института, занимающихся исследованиями и испытаниями ПНО, непрерывно совершенствовались.

С 1941 г. до начала 50-х годов Институт занимался испытаниями отдельных приборов, в том числе навигационных и индикационных устройств и систем автоматического управления. С 1955 г. в Филиале ЛИИ началась интенсивная работа по разработке, проектированию, летным исследованиям и испытаниям систем и комплексов ПНО, систем отображения информации и кабины летательных аппаратов (ЛА), созданных отечественными ОКБ.

С 1983 г. ЛИИ — головное предприятие по методическому обеспечению и проведению исследований, испытаний и сертификации пилотажно-навигационных систем и интегрированных комплексов оборудования летательных аппаратов гражданской, государственной и экспериментальной авиации, исследований и разработки информационно-вычислительных систем, по снижению посадочных метеоминимумов тяжелых и маневренных самолетов.

В статье представлены результаты исследований, разработки и развития технологий летных испытаний бортового оборудования летательных аппаратов с применением спутниковых навигационных систем (СНС) ГЛОНАСС и GPS на базе информационных и компьютерных технологий и комплекса бортовых траекторных измерений (КБТИ).

КБТИ [1] является многофункциональным устройством, предназначенным для обеспечения летных испытаний в части анализа и оценки характеристик ЛА и систем бортового оборудования (БО), прежде всего ПНО. Комплекс позволяет производить экспресс-анализ и управление летным экспериментом в темпе полета.

Разработанные средства и программно-математическое обеспечение осуществляют оперативную полетную обработку полученных с помощью КБТИ материалов летных испытаний. Комплекс бортовых траекторных измерений прошел Государственные испытания, получено «Свидетельство об утверждении типа средств измерений военного назначения» [2].

Многолетний опыт применения новых технологий при сертификации самолетов Ил-96Т, Ил-76МФ, Ту-214, Ан-70, Ан-140, RRJ и др. показал их высокую эффективность — сокращение сроков и стоимости

¹ Е. Г. Харин — доктор технич. наук, профессор, начальник отделения, В. А. Копелович — начальник лаборатории, И. А. Копылов — доктор технич. наук, вед. науч. сотр., А. Ф. Якушев — все сотрудники ЛИИ им. М. М. Громова

летных испытаний, повышение информативности и качества оценивания.

1. Краткий обзор работ ЛИИ в области создания и испытаний ПНО

Отметим наиболее важные работы, выполненные ЛИИ по указанной тематике:

1959–1970 годы – создана первая отечественная система «Полет» – ПНК для магистральных пассажирских самолетов и самолетов ВТА – «Полет-1» (Ил-62, Ан-22) и для маневренных самолетов – «Полет-1И» (МиГ-25, Су-24, МиГ-27). ЛИИ внес вклад в разработку идеологии и принципов построения, летные исследования и испытания системы «Полет» на летающих лабораториях и опытных самолетах.

1970–1980 годы – созданы унифицированные базовые комплексы – БНК-1П, БПК-1П (внедрены на самолет Як-42), БНК-2П, БПК-2П (внедрены на самолет Ил-86). Для их создания при головной роли ЛИИ выполнен ряд научно-исследовательских работ, сформированы идеология, облик и структура пилотажно-навигационного оборудования, проведена унификация систем ПНО, проведены летные исследования и испытания.

1980–1990 годы – испытаны и введены в строй самолеты Ан-124, Ту-160, ВКС «Буря», Су-27, МиГ-29. Работы ЛИИ: разработана технология и методология летных испытаний, методы и средства обеспечения испытаний, которые были применены при испытаниях ПНК этих самолетов и обеспечили успешную сдачу их Заказчику.

Отработана автоматическая посадка ВКС на летающих лабораториях Ту-154, МиГ-25, Су-24, на самолете – аналоге БТС-002 с высоты 4000 м. до пробег по полосе. Летающая лаборатория Ту-154 и БТС-002, ВКС «Буря» (при возвращении из космоса) садилась в автоматическом режиме.

Впервые в стране выполнена в 1988 г. автоматическая посадка летающей лаборатории Су-27У2 по сигналам посадочного радиолокационного комплекса на аэродроме ЛИИ с выравниванием в точке касания ВПП («по-сухопутному») и без выравнивания («по-корабельному»). Проведен уникальный эксперимент в г. Саки по управлению предпосадочным маневрированием и посадкой группы из 3-х самолетов: МиГ-29–2 самолета и Ан-24 (имитатора Як-44), осуществляющих заход на посадку с заданным темпом.

1990–2000 годы – испытаны и сертифицированы самолеты Ил-96–300, Ту-204, Су-27К. Сертификационные испытания обеспечивались ЛИИ за счет разработанных в 80-е годы технологии и методологии летных испытаний, методов и средств обеспечения испытаний, которые были применены при испытаниях ПНК этих самолетов и обеспечили успешную сдачу их Заказчику. За последние 5 лет – с 1995 по 2000 гг. выполнен большой объем работ по отработке и внедрению спутниковых технологий в комплексы

пилотажно-навигационного оборудования и в практику летных испытаний ЛА и ПНО:

- созданы новые методы и средства обеспечения летных испытаний с использованием спутниковых, компьютерных и информационных технологий;
- на основе этих методов и средств были созданы новые технологии летных испытаний ЛА и их оборудования, позволившие в 2...3 раза сократить сроки и стоимость испытаний (рис. 1);
- проведены государственные и квалификационные испытания ряда систем навигационной аппаратуры потребителей спутниковых навигационных систем (НАП СНС), инерциальных систем, сертификационные испытания ПНО и ЛА.

2000–2011 годы

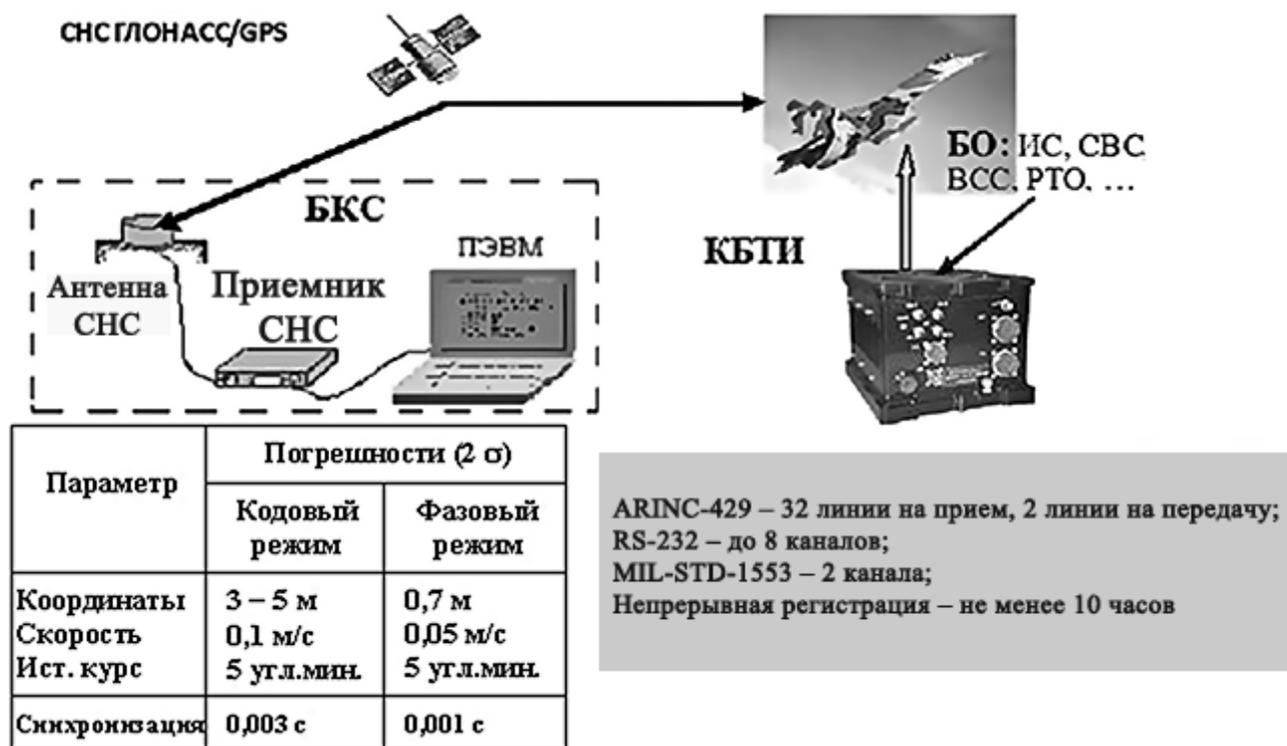
В рамках создания научно-технического задела выполнен цикл работ:

- модернизирована уникальная экспериментальная база: комплекс средств и систем ЛИИ и зона испытательных полетов аэроузла Раменское для исследований, испытаний и сертификации ЛА и их оборудования, а также элементов системы СНН/ОВД²;
- созданы: летно-моделирующий комплекс ЛМК-30; локальная вычислительная сеть в составе 10-и АРМов обработки и анализа; программно-математическое обеспечение обработки и анализа материалов летных испытаний свыше – 50 программных комплексов.
- проведен цикл работ по КБТИ: повышена точность траекторных измерений КБТИ за счет отработки фазового дифференциального режима работы СНС; создана мобильная базовая контрольная станция МБКС; создан КБТИ-ИМА для обеспечения испытаний авионики, построенной на основе ИМА-технологий;
- модернизированы: пункт исследования системы СНН/ОВД; пункт управления летным экспериментом – ПУЛЭ; программно-технический комплекс ТЕМП ЛВС;
- разработаны и внедрены в практику летных испытаний уникальные технологии летных исследований и испытаний: ПНО и БО ЛА МО и ГА с применением КБТИ; систем, комплексов, режимов системы СНН/ОВД; ЛА и двигателей с применением ПУЛЭ; по оценке вибраций ЛА и двигателей с применением ТЕМП ЛВС.

С применением результатов НТЗ проведен ряд важнейших работ в интересах создания опытной авиационной техники:

- экспериментальные исследования в интересах создания перспективной системы связи, навигации, наблюдения и организации воздушного движения (СНН/ОВД);
- летно-конструкторские и квалификационные летные испытания систем пилотажно-навигационного

² Список кратких сокращений и обозначений приведен в конце статьи



ИИС-КТ – информационно-измерительная система компьютерно-ориентированного типа,
 ИВУС-ПНО – информационно-вычислительная управляющая система ПНО,
 СМК – стендово-моделирующий комплекс,
 ЛВС – локальная вычислительная сеть,
 ЭС – экспертная система,
 ЛС – летный состав,
 РП – руководитель полета.

Рис. 1. Современные технологии испытаний бортового оборудования ЛА

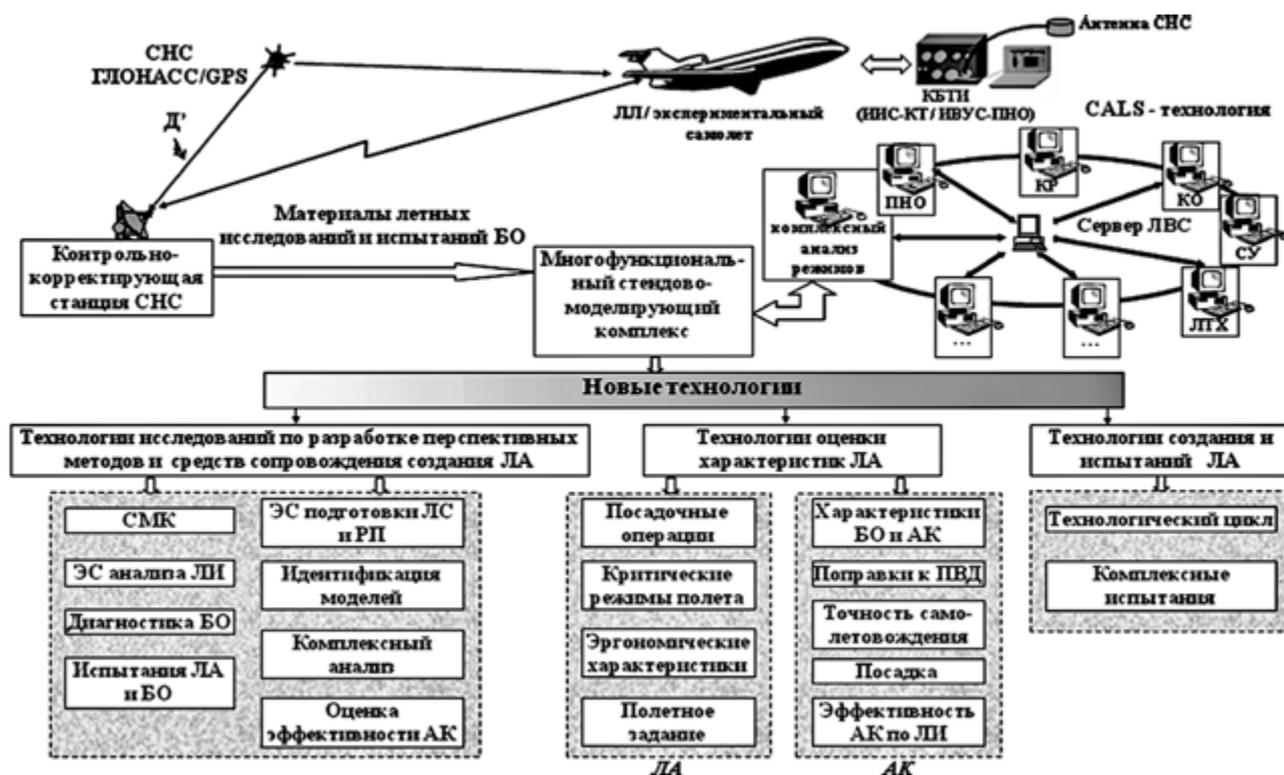
оборудования летательных аппаратов (ИНС, ИСНС, СНС и др.), в том числе построенных на основе ИМА-технологий;

- летные исследования инерциально-спутниковых систем ПНО перспективных и модернизируемых самолетов существующего парка на всех этапах полета с учетом их многофункциональности и маневренности.

За 2000–2011 годы выполнены работы:

1. Обеспечена:
 - подготовка и проведение испытаний опытных ЛА МО-Су-27СМ, Су-30МКИ, Су-32МФ, Су-30КУБ, Су-30МКК, Су-25М, МиГ-29СМТ, МиГ-29М, Як-130, Л-39УШ, Ил-76МФ, летные испытания объектов ВП-021, «70», «45-03», Т-50;
 - испытания и сертификация гражданских самолетов и вертолетов – Ту-214, Ту-204-300, Ту-334, Ил-96-300, Бе-200, Бе-200ЧС, Ан-140, Ан-74ТК-300, Су-80, М101 «Гжель», Ка-226, «Ансат», самолетов RRJ. В результате работ получены сертификаты на самолеты Ил-96-300, Бе-200, Ту-214, Ан-140, Ан-74ТК-300, М101 «Гжель», Ка-226; завершены совместные испытания Су-30МКИ, Су-32МФ, Су-27СМ, Су-25М. Отработаны режимы посадки по категории III ИКАО самолетов Ил-96-300 и Ан-148.

2. Проведен цикл исследований по созданию и совершенствованию методов статистической обработки измерений вибрационных нагрузок на бортовом оборудовании самолетов. Создан банк данных вибронгрузок на самолетах Су-30МКИ, Су-30МИ, Т-10В-2, Т-10В-4, Т-10В-7 с изделием «Платан», Су-30МКИ, С-37, Т-10М-10, С-80ГП, М101 «Гжель», Су-26М-02 с двигателем М9Ф, М-55, Су-38Л, Су-31М, Су-29, Ил-103, МиГ-29, Ил-96М, Су-27ИБ, С-37 «Беркут» и др. с целью формирования технических требований к бортовому оборудованию в нормативных документах ОТТ.
3. Выполнены летные испытания на летающих лабораториях института: квалификационные испытания на ЛЛ Ил-76МД отечественной аппаратуры спутниковых навигационных систем СНС-2, СНС-3, «Интер-А», «Лидер», СН-3301М, А-737, А-744, G-Star, БИНС-85; сертификационные испытания на ЛЛ Як-18Т ЛККС-2000-А разработки «НППФ Спектр» и аппаратуры АЗН-В VDL-4 разработки ЗАО «Фирма НИТА».
4. В обеспечение безопасности работы международных авиационно-космических салонов с применением ПУЛЭ выполнен контроль регламента более 1000 тренировочных, демонстрационных и показательных полетов.
5. Разработаны нормативные документы:



БКС – базовая контрольная станция,
 ИС – инерциальная система,
 СВС – система воздушных сигналов,
 ВСС – вычислительная система самолетовождения,
 РТО – радиотехническое оборудование.

Рис. 2. Схема применения аппаратуры КБТИ в летных испытаниях

- 28 РИАТов совместно с в/ч 15650;
- руководства и МОС по сертификационным испытаниям посадки по категориям I, II, III, принципы построения ПМО в соответствии с требованиями КТ-178А, ДО-178В;
- руководство по оценке соответствия самолетов транспортной категории требованиям п. 25.1523 правил АП-25;
- проекты руководств по оценке минимального состава экипажа самолета транспортной категории, по анализу обеспечения условий безопасности высокоинтегрированными системами бортового оборудования самолетов ГА, по сертификационным испытаниям систем самолетовождения;
- типовая методика испытаний НАП систем ГЛОНАСС/GPS.

2. Современные технологии летных испытаний летательных аппаратов и их бортового оборудования

На основе созданных в ЛИИ имени М. М. Громова новых методов и средств разработаны технологии доводочных, летно-конструкторских, Государственных и сертификационных летных испытаний и оценки характеристик летательных аппаратов МО и ГА и их бортового оборудования [6, 7] (рис. 1). Схема применения аппаратуры КБТИ в летных испытаниях представлена на рис. 2.

В практику летных испытаний внедрены следующие технологии оценивания современного БО:

- средств и задач самолетовождения самолета;
- точностных характеристик навигационных систем;
- радиотехнического оборудования навигации, посадки и УВД с функциями систем АРК, VOR, DME, ILS, Маркер, СО, МНРЛС, РВ, РСБН (навигация), РСБН (посадка), ДИСС, MLS, ПРЛК;
- инерциальных навигационных систем;
- систем автоматического управления полетом и тягой; бортового оборудования систем спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS;
- аэродинамических погрешностей систем высотно-скоростных параметров, погрешностей приемников воздушных давлений самолета;
- относительных измерений при полете двух самолетов и при работе с наземными объектами;
- опытного самолета, оборудованного системой T²CAS с функцией раннего предупреждения о земли (TAWS);
- средств электронной индикации из состава комплекса ПНО самолета;
- отказобезопасности самолета с комплексом авионики.
- Траекторные измерения КБТИ используются при определении:
- взлетно-посадочных характеристик ЛА;
- летно-технических характеристик на больших углах атаки;
- оценки шума на местности.

Мобильная базовая контрольная станция МБКС [4, 13], являющаяся составной частью аппаратуры КБТИ,

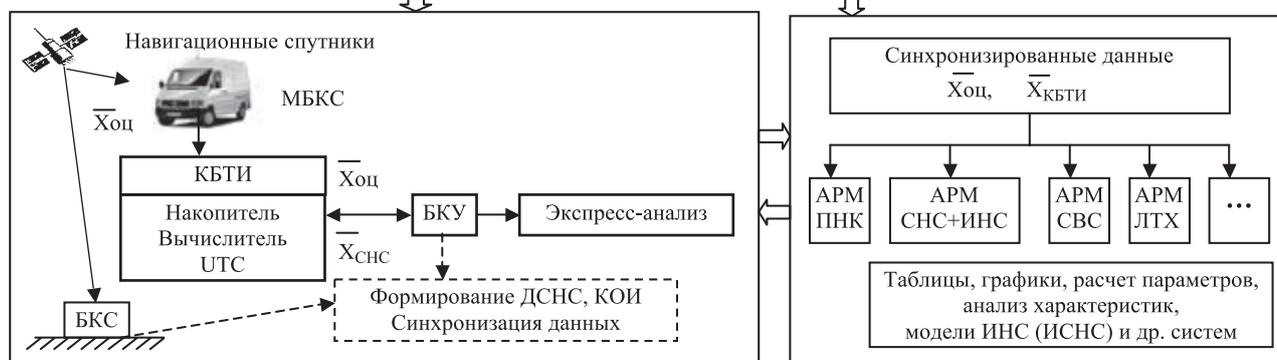


а) внешний вид МБКС; б) размещение испытываемого бортового оборудования в операторском отсеке МБКС; в) погрешности координат испытываемой ИСНС в динамическом режиме.

Рис. 3. Использование МБКС для отработки бортового оборудования

Предварительный этап

- Составление методик для летных испытаний
- Установка аппаратуры КБТИ на борту ЛА
- Адаптация ПМО КБТИ к решению конкретных задач
- Подготовка ПМО анализа материалов летных испытаний



Этап летных испытаний ЛА и БО

Этап обработки и анализа материалов ЛИ

БКУ – блок контроля и управления,

ЛТХ – летно-технические характеристики.

Рис. 4. Технологический цикл испытаний и отработки ЛА и БО с применением КБТИ

может быть использована для отработки бортового оборудования ЛА рис. 3. МБКС используется как мобильный стенд для отладки бортового оборудования перед проведением летных испытаний. Информация испытываемой системы регистрируется в КБТИ. Действительные значения навигационных параметров формируются на основании данных дифференциального режима СНС.

Технологический цикл испытаний и отработки ЛА и БО с применением КБТИ представлен на рис. 4.

3. Примеры современных технологий

В качестве примеров современных технологий испытаний приведены: технология оценки аэродинамических погрешностей приемников воздушных давлений; технология оценки системы автоматического управления, технология определения и оценки точностных характеристик радиолокатора, технология определения эталонной траектории полета при оценке шума на местности при сертификационных испытаниях самолетов, технология летных испытаний ПНО неманевренных (тяжелых) самолетов.

3.1. Оценка аэродинамических погрешностей приемников воздушных давлений

Методика оценки аэродинамических погрешностей приемников воздушных давлений и точностных характеристик высотно-скоростных параметров (ВСП) ЛА [9, 12], включая остаточные погрешности ВСП (рис. 5), позволяет исключить самолет – эталон, сократить сроки и стоимость испытаний, повысить качество оценивания.

Использование бортовых измерений в КБТИ позволяет исключить влияние метеоусловий на измерение кинематических параметров, имеющее место в случае использования наземных оптических средств внешне – траекторных измерений, упростить задачу синхронизации информационных потоков.

Комплексная обработка экспериментальных данных предполагает оценку погрешности восприятия давлений с использованием скоростного, барометрического методов и «метода приращений». В процессе обработки данных решается задача оценки погрешности измерения температуры воздуха бортовыми приемниками температуры торможения.

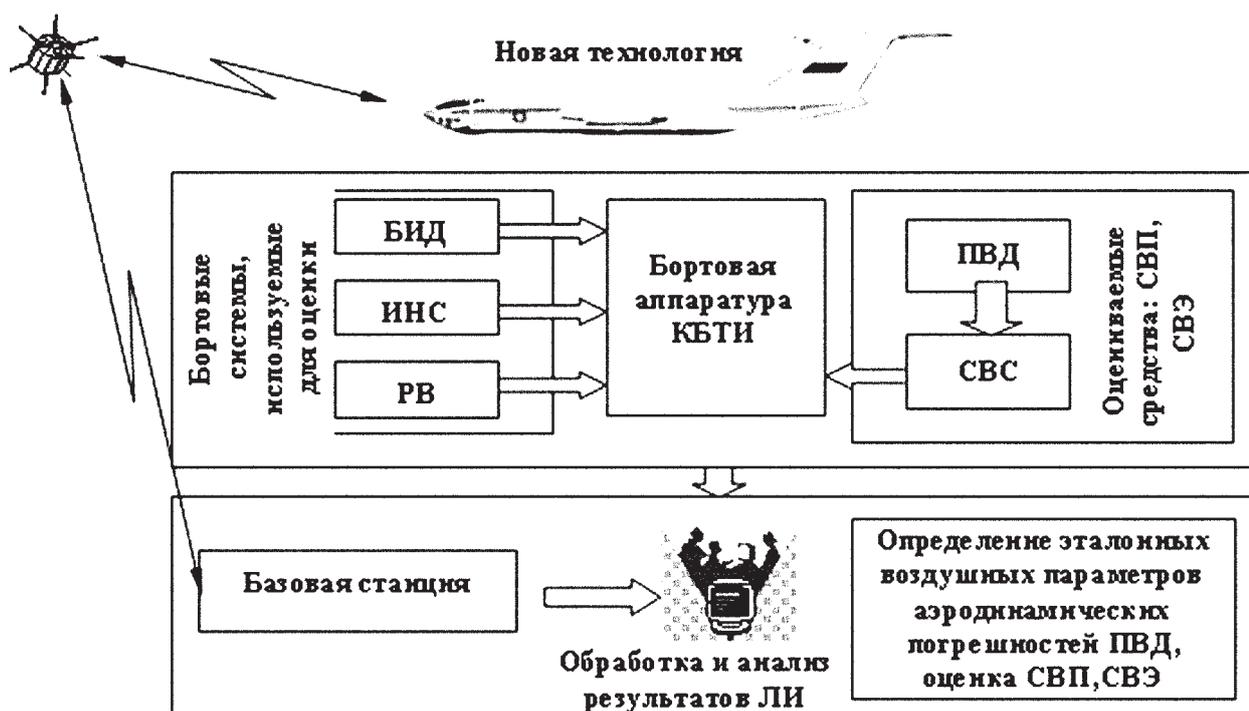


Рис. 5. Комплекс средств, используемых в технологии оценки аэродинамических погрешностей приемников воздушных давлений

На основании полученных функциональных зависимостей производится оценка потерь полного давления, делаются оценки погрешностей вычисления барометрической высоты, приборной скорости, числа М.

Оценивание аэродинамических погрешностей ПВД и средств измерения высотно-скоростных параметров проводилось на самолетах Ил-96Т, Ту-214, Ил-76МФ, Ан-70, Ан-140 и др. Выполненная оценка этих параметров на самолете Ту-214 на больших углах атаки также подтвердила высокую эффективность новой методики.

3.2. Оценка системы автоматического управления с использованием стендово-моделирующего комплекса

Основная трудоемкость процедур обработки материалов летных испытаний системы автоматического управления связана с многообразием различных режимов работы САУ, необходимостью вычисления многих статистических характеристик. Отработка САУ требует проверки функционирования во всем диапазоне высот и скоростей полета, при всех полетных конфигурациях. Эту проверку необходимо выполнять в каждом заданном режиме работы САУ:

- управление и стабилизация углового положения летательного аппарата;
- стабилизация высотно-скоростных параметров;
- стабилизация заданной линии пути по командам пилотажно-навигационного комплекса;
- управление ЛА по сигналам заданных углов крена и тангажа (или нормальной перегрузки) при выполнении захода на посадку в требуемых условиях посадочного метеоминимума.

Корректировка какого-либо звена САУ на отдельном режиме требует перепроверки в остальных режимах работы. Поэтому, важное место в испытаниях занимает сопровождающее моделирование на специализированных стендах.

Для анализа характеристик САУ разработана технология [20], объединяющая результаты обработки и математическое моделирование на специализированном стенде с использованием зарегистрированной в полете информации, схема которого показана на рис. 6.

Основные моменты технологии анализа характеристик САУ следующие:

1. Информация систем ПНО, взаимодействующих в процессе полета с САУ, а также параметры, формируемые вычислителями контуров автоматического управления, регистрируется комплексом бортовых траекторных измерений.
2. Зарегистрированная информация, совместно с траекторными параметрами ЛА, используется для анализа работы САУ в условиях реального полета. Анализ проводится как на основе сравнения параметров, формируемых САУ, с траекторными параметрами (например, отклонения от глissады при выполнении автоматического захода на посадку), так и самостоятельного оценивания отдельных параметров (стабилизация высоты или углового положения). При этом строятся все необходимые графики, проводятся аналитические преобразования, связанные с пересчетом координат, определением дополнительных параметров (неизмеренные в полете параметры, но необходимые для выполнения анализа), вычисляются статистические оценки.

3. По реальной информации, зарегистрированной в полете, осуществляется воспроизведение полета в виртуальной визуальной среде, которая реализована в имитаторе кабины испытываемого ЛА. На данном этапе совместно с летным составом оценивается качество и полнота индикации на многофункциональных пилотажно-навигационных индикаторах. Выполняется разбор выполненного полета и подготавливается полетное задание следующего летного эксперимента.

4. На основе записей параметров в реальном полете выполняется математическое моделирование различных режимов работы САУ.

5. С помощью сравнения сигналов управления, зарегистрированных в полете и полученных с помощью моделей вычислителей цифровых контуров САУ проверяется программное обеспечение цифровых вычислителей. При этом на вход моделей вычислителей подаются необходимые реальные параметры систем ПНО.

3.3. Оценка радиолокатора с применением метода относительных измерений

Технология оценки с применением метода относительных измерений использовалась для оценки бортового радиолокатора маневренного самолета [3] при работе по воздушным и наземным объектам (рис. 7).

На оба самолета устанавливались комплекты КБТИ. Оценивались погрешности бортового радиолокатора в измерениях дальности, азимута, угла места и относительной скорости. Эта технология позволила установить реальную точность радиолокатора.

3.4. Определение эталонной траектории полета при оценке шума на местности при сертификационных испытаниях самолетов

В процессе экспериментов выбиралась эталонная траектория полета, минимизирующая шум в защищаемой зоне в районе аэродрома,

и осуществлялось управление относительно нее по информации СТИ-ДСНС.

Результаты летных испытаний по оценке шума на местности при сертификации самолета Ил-96Т признаны Авиарегистром МАК и FAA США. Применение дифференциального режима для определения эталонной траектории полета самолета при сертификации его по шуму на местности потребовало оценки наличия многолучевости в сигналах, принимаемых базовой станцией от спутников (прием отраженных от различных предметов сигналов, суммирующихся с сигналом спутника, принимаемым по прямой). Эти работы выполнены также для самолетов Ту-214, Ан-140, Ан-74–300 и др.



РУД – ручка управления двигателями,
 РУС – ручка управления самолетом.

Рис. 6. Технология испытаний и оценки системы автоматического управления

3.5. Летные испытания ПНО неманевренных (транспортных) самолетов

Рассмотрим применение разработанной технологии к наземным и летным испытаниям самолета Ил-76ТД-90ВД [6, 11, 19].

На самолет был установлен комплекс КБТИ, на который регистрировались параметры систем: УВС, НСИ-2000МТ, СД-75М, VIM-95, ВБЭ-СВС-А-ЦМ, T2CAS (TAWS). Действительные значения параметров траекторного движения обеспечивались КБТИ при работе СНС как в стандартном, так и в дифференциальном режимах.

Комплекс КБТИ и программный комплекс «Анализ» в соответствии с технологической линией обработки материалов летных испытаний обеспечили оценку характеристик ПНК и систем. Получение окончательных характеристик испытываемого оборудования с расчетом статистических характеристик и построением соответствующих графиков осуществлялось через 2–3 дня (в зависимости от объема летного материала).

Применяемая технология позволила существенно сократить сроки проведения летных испытаний самолета Ил-76ТД-90В.

Оценка радиотехнического оборудования навигации и посадки

При оценивании радиотехнического оборудования навигации и посадки используются действительные значения координат самолета, получаемые с помощью аппаратуры КБТИ, и координаты наземных радиотехнических станций. Параметры положения самолета относительно наземного радиомаяка пересчитываются в параметры, аналогичные выдаваемым радиотехническим оборудованием. Вычисляемые погрешности параметров радиотехнических систем обрабатываются статистическими методами.

В качестве примера на рис. 8 представлены результаты оценивания сигналов радиотехнического оборудования VIM-95 при заходе на посадку. Приведены графики сигналов отклонений от линии глиссады, эталонные данные, погрешности сигналов отклонений от линии глиссады. На рис. 8 изображены также допуски на погрешности сигналов и боковое отклонение от вертикальной плоскости посадки.

Погрешности выдерживания глиссады не превышают заданных на систему величин; качество сигналов курса и глиссады такое, что обеспечивается приемлемое качество пилотирования во всех режимах захода на посадку — позиционном, директорном и автоматическом.

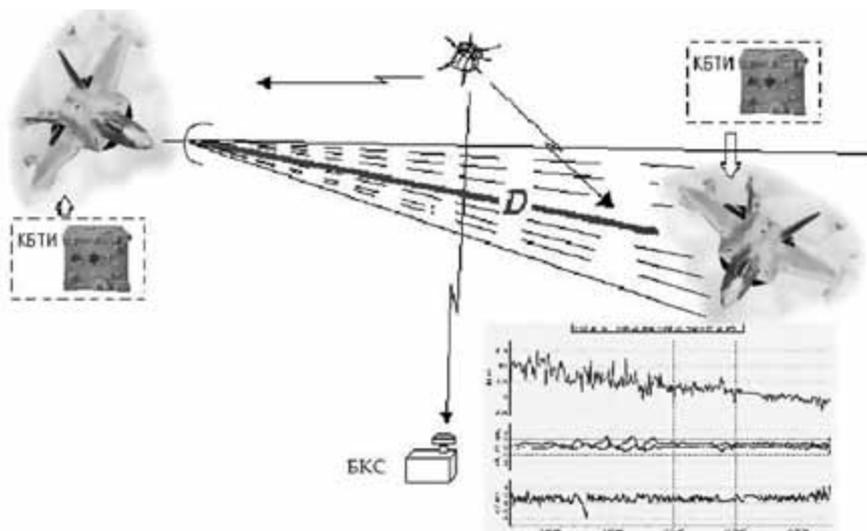


Рис. 7. Определение точностных характеристик локатора

Оценка системы T²CAS с функцией TAWS

По результатам проведенных испытаний функций предупреждения близости земли отмечено следующее: на самолете выдается достаточная информация, позволяющая определить потенциальную опасность столкновения с землей и предпринять эффективные действия для предотвращения столкновения в условиях сближения с землей.

В качестве примера на рис. 9 представлены результаты проверки работоспособности функций TAWS в режимах раннего предупреждения близости земли.

Система T2CAS (TCAS и TAWS) производства американской фирмы ACSS испытания выдержала и может быть рекомендована в качестве штатной для оборудования самолетов Ил-76ТД-90ВД.

Выводы

1. Непрерывно совершенствуемые в ЛИИ методология и технология отработки и летных испытаний позволили на высоком уровне проводить работы в области исследований, испытаний, сертификации и участия в проектировании систем и комплексов пилотажно-навигационного оборудования летательных аппаратов, интегрированных комплексов бортового оборудования, определения метеоминимумов взлета и посадки и эргономического оценивания систем «экипаж — ЛА — среда». ЛИИ принимал участие в отработке ПНО практически всех ЛА, созданных отечественными ОКБ.
2. В настоящее время ЛИИ проводит работы в области исследований, испытаний и сертификации систем и комплексов пилотажно-навигационного оборудования летательных аппаратов гражданской, государственной и экспериментальной авиации. Разработаны технологии доводочных, летно-конструкторских, государственных и сертификационных летных испытаний и оценки характеристик летательных аппаратов МО и ГА и их бортового оборудования на основе КБТИ и других разработанных методов и средств.

3. Разработанные технологии обеспечили проведение сертификационных испытаний ПНО ряда опытных ЛА (свыше 10000 полетов):

- маневренных опытных самолетов: Су-30МКИ, Су-30ММК, Су-27ИБ, Су-27СМ, Су-25СМ, Су-33, С-37, МиГ-29СМТ и др.;
- тяжелых опытных самолетов: Ан-70, Ан-140, Ан-225; Ил-96Т, Ил-76МД, Ил-76МФ, Ил-76ТД-90ВД; Ту-204, Ту-214, Ту-334; Бе-200; «Гжель», RRJ и др.;
- на вертолете «Ансат» обеспечено 12 полетов.

В результате работ получены сертификаты на самолеты Ил-96-300, Бе-200, Ту-214, Ан-140, Ан-74ТК-300, М101 «Гжель», Ка-226; завершены совместные испытания Су-30МКИ, Су-32МФ, Су-27СМ, Су-25М. Отработаны режимы посадки по категории III ИКАО самолетов Ил-96–300 и Ан-148.

Краткие сокращения и обозначения

- VOR, DME, РСБН, ILS, MLS – радиотехнические системы ближней навигации и посадки,
- АРК – автоматический радиокompас,
- АРМ – автоматизированное рабочее место,
- БО – бортовое оборудование,
- ВКС – воздушно-космический самолет.
- ГА – гражданская авиация,
- ДИСС – доплеровский измеритель скорости и угла сноса,
- ИКБО – интегрированный комплекс бортового оборудования,
- ИМА – интегрированная модульная авионика,
- ИНС, БИНС, ИСНС – платформенная и бесплатформенная инерциальные и инерциально-спутниковая навигационные системы,
- КБТИ – комплекс бортовых траекторных измерений,
- КОИ – комплексная обработка информации,
- ЛА – летательный аппарат,
- ЛИ – летные испытания,
- МАК – Межгосударственный авиационный комитет,
- МБКС – мобильная базовая корректирующая станция,
- МНРЛС – метеонавигационная радиолокационная станция,
- МО – министерство обороны,
- МОС – методы определения соответствия,
- НАП – навигационная аппаратура потребителей,

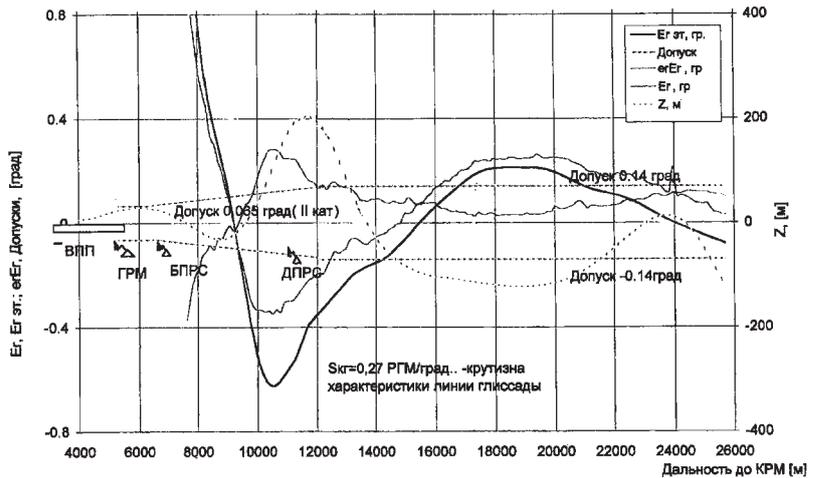


Рис. 8. Погрешность линии глissады ILS VIM-95 с ГРМ СП-90. Раменское. Ил-76ТД

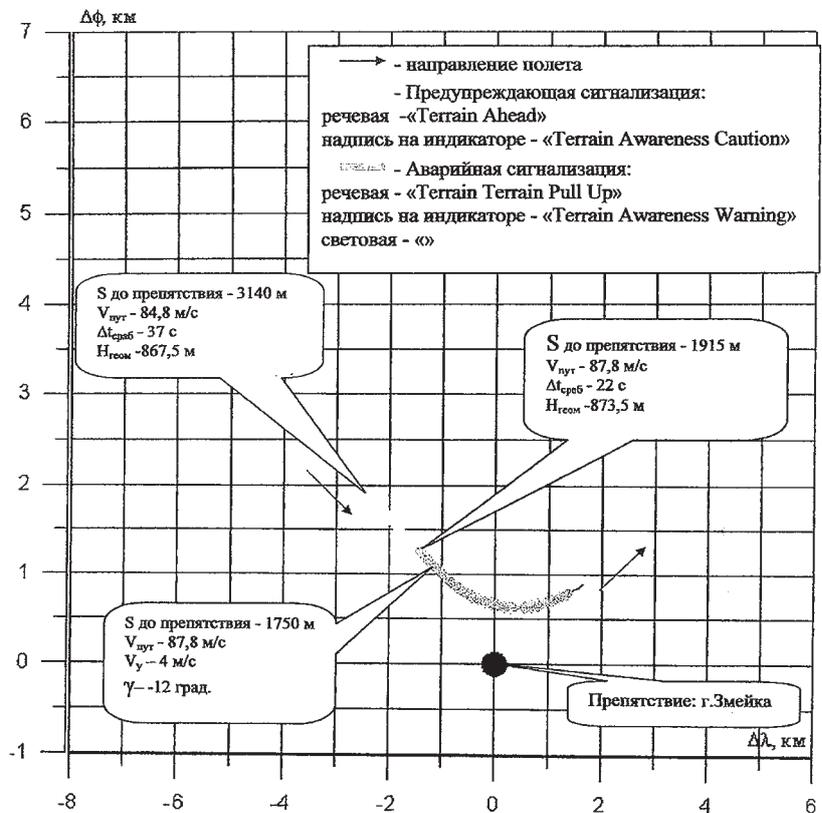


Рис. 9. Проверка работоспособности функций ТАWS в режимах раннего предупреждения близости земли

- НТЗ – научно-технический задел,
- ОКБ – опытно-конструкторское бюро,
- ОТТ – общие технические требования,
- ПВД – приемник воздушного давления,
- ПМО – программно – математическое обеспечение,
- ПНК – пилотажно-навигационный комплекс,
- ПНО – пилотажно-навигационное оборудование,
- ПРЛК – посадочный радиолокатор,
- ПУЛЭ – пункт управления летным экспериментом,
- РВ – радиовысотомер,
- РИАТ – руководство по испытаниям авиационной техники,

САУ – система автоматического управления,
 СНН/ОВД (CNS/ATM) РФ – перспективная система
 связи, навигации, наблюдения/организации воз-
 душного движения,
 СНС – спутниковая навигационная система,
 СО – самолетный ответчик,

СТИ-ДСНС – система траекторных измерений на базе
 СНС в дифференциальном режиме работы,
 УВД – управление воздушным движением,
 ФАА США – Федеральная авиационная админист-
 рация США.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климов В.Т., Харин Е.Г. и др. Комплекс бортовых траекторных измерений. Патент РФ № 2116666, 18.10.1995г., заявка № 95117763 от 18.10.1995, патентообладатель - ЛИИ им. М.М. Громова.
2. «Свидетельство об утверждении типа средств измерений военного назначения. RU.E.33.018.B № 39885». Комплекс бортовых траекторных измерений. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Москва, 2010.
3. Ясенюк А.В., Поликарпов В.Г., Харин Е.Г., Якушев А.Ф. и др. Система оценки точностных характеристик бортовой радиолокационной станции. Патент РФ положительное решение по заявке 2006.125.558/09 от 18.06.2006. Патентообладатель - ФГУП «ЛИИ им. М.М. Громова».
4. Харин Е.Г., Поликарпов В.Г., Копылов И.А. и др. Мобильная базовая контрольная станция для получения параметров траекторного движения ЛА и оценки работоспособности систем ПНО. Патент РФ на изобретение 2007.102.243/28 от 23.01.2007г. Патентообладатель - ФГУП «ЛИИ им. М.М. Громова».
5. Якушев А.Ф., Харин Е.Г., Минеев М.И. и др. Исследование методов и средств летных испытаний базовых комплексов бортового оборудования пятого поколения. «Авиакосмическая техника и технология», РАКА, Российская инженерная академия, секция «Авиакосмическая», Москва, 2004, № 1.
6. Харин Е.Г., Якушев А.Ф., Копелович В.А., Царев В.М. Методы и средства летных испытаний летательных аппаратов и их оборудования. «Новости навигации», НТЦ «Интернавигация», Москва, 2005, № 1.
7. Харин Е.Г., Якушев А.Ф., Копелович В.А., Кожурин В.Р. Технологии летных испытаний летательных аппаратов и их оборудования. «Авиакосмическая техника и технология». Федеральное космическое агентство, Российская инженерная академия, Москва, 2005, № 2.
8. Харин Е.Г., Поликарпов В.Г., Копылов И.А. (ЛИИ им. М.М. Громова), Делендик С.А., Черемисин А.И. (в/ч 21239), Беляев М.Ю., Перешенков К.Д. (в/ч 52530). Использование комплекса бортовых траекторных измерений для обеспечения летных испытаний тяжелых и легких летательных аппаратов. Материалы юбилейной конференции «85 лет в/ч 15650», Ахтубинск, 2005.
9. Пушков С.Г., Харин Е.Г., Кожурин В.Р., Захаров В.Г. Технология определения аэродинамических погрешностей ПВД и воздушных параметров в летных испытаниях ЛА с использованием спутниковых средств измерений. Информационный сборник «Проблемы безопасности полетов» ВИНТИ, вып.7, 2006.
10. Харин Е.Г., Копылов И.А., Поликарпов В.Г., Копелович В.А. Использование аппаратуры СНС для обеспечения летных испытаний летательных аппаратов. «Новости навигации», НТЦ «Интернавигация», Москва, 2006, № 3.
11. Харин Е.Г., Копелович В.А., Клабуков Е.В., Кириченко О.И., Якушев В.А. Летные исследования и испытания спутниковых и инерциально-спутниковых навигационных систем. Труды IX Международного научно-технического симпозиума «Новые рубежи авиационной науки» ASTEC'07 Москва, 2007.
12. Пушков С.Г., Харин Е.Г., Кожурин В.Р., Захаров В.Г., Ловицкий Л.Л. Технология определения аэродинамических погрешностей ПВД и воздушных параметров в летных испытаниях ЛА с использованием спутниковых средств траекторных измерений. Труды IX Международного научно-технического симпозиума «Новые рубежи авиационной науки», ASTEC'07 Москва, 2007.
13. Александров К.В., Копылов И.А., Якушев В.А. Использование мобильной базовой контрольной станции для оценивания бортовых навигационных систем ЛА. Труды IX конференции молодых ученых «Навигация и управление движением». ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, 2007.
14. Харин Е.Г., Копелович В.А., Копылов И.А., Поликарпов В.Г. Комплекс бортовых траекторных измерений – средство получения навигационных параметров подвижного объекта» Труды VI Российской научно-технической конференции «Современное состояние и проблемы навигации и океанографии». С.-Петербург, 2007.
15. E.G. Kharin, V.G. Polikarpov, I.A. Kopylov, V.A. Kopylovich, V.R. Kozhurin. Onboard Trajectory Equipment Measurements - Systems Magazine. IEEE on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 22, №3, 2007г.
16. Александров К.В., Копылов И.А. Оценивание режимов СМВ и СМП при летных испытаниях». Навигация и управление движением. Материалы VIII конференции молодых ученых. - С.-Пб.: ГИЦ РФ «Электроприбор», 2007.
17. Харин Е.Г., Копылов И.А., Поликарпов В.Г., Копелович В.А. Методы и средства оценивания пилотажно-навигационного оборудования самолетов в летных испытаниях». Труды XV Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным системам. ГИЦ РФ «Электроприбор», С.-Петербург, 2008.
18. Харин Е.Г., Клабуков Е.В., Копелович В.А. Копылов И.А., Якушев А.Ф. Результаты летных испытаний и сертификации инерциальных и инерциально-спутниковых систем. «Новости навигации», НТЦ «Интернавигация», Москва, 2009, № 2.
19. Харин Е.Г., Копылов И.А., Копелович В.А., Клабуков Е.В. Летные исследования алгоритмов комплексной обработки информации инерциальных и радионавигационных систем. «Новости навигации», НТЦ «Интернавигация». Москва, 2010, № 1.
20. Харин Е.Г., Копелович В.А., Поликарпов В.Г., Копылов И.А., Ясенюк А.В. Летные испытания авионики перспективных летательных аппаратов на основе спутниковых технологий». Труды Международного научно-технического симпозиума «Авиационные технологии XXI века». ЦАГИ. Россия, Жуковский, 2011.



УДК 621.391

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕКУЩИХ И ПРОГНОЗИРУЕМЫХ ДАЛЬНОСТЕЙ МЕЖДУ ДВИЖУЩИМИСЯ С ПОСТОЯННЫМИ СКОРОСТЯМИ ОБЪЕКТОМ И НАБЛЮДАТЕЛЕМ ПО ДАННЫМ ПЕЛЕНГОВАНИЯ В АКУСТИЧЕСКОМ, ОПТИЧЕСКОМ ИЛИ РАДИОДИАПАЗОНАХ

Ю. П. Мельников, С. В. Попов¹

Приведены расчетные соотношения для вычисления текущей и прогнозируемой дальности между движущимися с постоянными скоростями наблюдателем и объектом по данным одновременного пеленгования объекта в акустическом, оптическом или радиодиапазонах с использованием явления относительного запаздывания приема акустического излучения.

Ключевые слова: акустический, дальность, определение, оптический, пеленгование, радиодиапазон

DETERMINATION OF CURRENT AND PREDICTED DISTANCES BETWEEN AN OBJECT AND AN OBSERVER BOTH MOVING AT A CONSTANT VELOCITY USING DIRECTION FINDING DATA IN THE ACOUSTIC, OPTICAL OR RADIO DOMAINS

Yu. P. Melnikov, S. V. Popov

Calculated correlations are given to compute current and predicted distances between an observer and an object both moving at a constant velocity using the data of simultaneous direction finding of the object in the acoustic, optical or radio domains based on the phenomenon of relative delay of the acoustic response.

Для определения дальности до движущегося объекта по данным измерений его угловых координат необходимо использование каких-либо данных об объекте, имеющих линейную размерность, известных априорно или получаемых в процессе наблюдения. Такими данными могут быть величина скорости объекта, координаты какой-либо точки его траектории, доплеровское смещение несущей частоты (длины волны) или частоты модуляции принимаемого регулярного радиосигнала при известной скорости его распространения (например, [1–3]). При акустическом пеленговании объекта в качестве априорно известного параметра при вычислении дальности может быть использована также известная скорость распространения акустического сигнала в среде. В частности, при пеленговании движущегося объекта одновременно в акустическом и оптическом или радиодиапазонах можно использовать явление запаздывания приема акустического сигнала относительно оптического, приводящее к смещению наблюдаемого акустического пеленга объекта относительно его оптического (или радио-) пеленга, измеряемого в этот момент. Совместная обработка данных измерения величины этого углового смещения и данных пеленгования объекта принципиально

позволяет на базе приведенных в [3] соотношений определить параметры движения (курс и скорость) объекта и расстояние до него. Этот объект может быть носителем источника помех радионавигационным системам (РНС), определение места которого представляется актуальным при обеспечении помехоустойчивости РНС.

Рассмотрим подобную принятой в [3] ситуацию, когда задачу можно считать решаемой на плоскости (расстояние между объектом и наблюдателем значительно больше высоты полета объекта), скорость объекта $V_{об}$ больше скорости наблюдателя² v_n , траектории их пересекаются под углом φ и в процессе пеленгования объекта в последовательные моменты времени t_i наблюдателем производится одновременное измерение оптического (α_i) и акустического ($\alpha_i + \delta_i$) пеленгов объекта (рис. 1). Как видно из схемы движения и последовательного пеленгования в системе «объект-наблюдатель», изображенной на рис. 1, объект проходит отрезок траектории между точками пересечения ее линиями акустического и оптического пеленгов, измеренных наблюдателем из одной точки, за тот же интервал времени (τ_i), за который звук проходит расстояние от объекта до наблюдателя R_{iAK} ($R_{iAK} = U_{AK} \cdot \tau_i$,

¹ Ю.П. Мельников, С.В. Попов - НИЦ АТ и В 4 ЦНИИ МО РФ.

² Обобщение случая, рассмотренного в [5], где скорость наблюдателя $v_n=0$.

где U_{AK} – скорость распространения акустического излучения в среде). С учетом этого из треугольников схемы рис. 1 следует соотношение

$$V_{OB} = U_{AK} \cdot \frac{\sin \delta_i}{\sin(\alpha_i + \varphi)}, \quad (1)$$

на основании которого с использованием приведенного в [3] под номером (16) уравнения

$$\cos \varphi + Q \sin \varphi = \frac{v_H}{V_{OB}} \quad (2)$$

можно найти угол пересечения траекторий φ и, далее, величину скорости объекта V_{OB} и расстояние до него R . Коэффициент Q вычисляется согласно [3] по трем последовательным пеленгам (истинным, т. е. оптическим) по формуле:

$$Q = \frac{\tau_{23} \text{ctg} \alpha_3 (\text{ctg} \alpha_2 - \text{ctg} \alpha_1) - \tau_{12} \text{ctg} \alpha_1 (\text{ctg} \alpha_3 - \text{ctg} \alpha_2)}{\tau_{23} (\text{ctg} \alpha_2 - \text{ctg} \alpha_1) - \tau_{12} (\text{ctg} \alpha_3 - \text{ctg} \alpha_2)}, \quad (3)$$

где $\tau_{ij} = t_j - t_i$ – интервал времени между i -м и j -м моментами измерений.

Значение угла φ определяется по приведенной ниже формуле (4), полученной на основании преобразования уравнения (2) с учетом соотношения (1):

$$\varphi = \arctg \frac{v_H \cdot \sin \alpha_i - U_{AK} \cdot \sin \delta_i}{U_{AK} \cdot Q \cdot \sin \delta_i - v_H \cdot \cos \alpha_i} \quad (4)$$

Текущая дальность до объекта в момент третьего измерения пеленгов (R_3) вычисляется с использованием определенных из соотношений (1) и (4) значений скорости объекта V_{OB} и угла пересечения траекторий φ по приведенной в [3] формуле и обозначенной номером (15):

$$R_3 = \frac{\tau_{13} \cdot [V_{OB} \cdot (\cos \varphi + \sin \varphi \cdot \text{ctg} \alpha_1) - v_H]}{\cos \alpha_3 - \sin \alpha_3 \cdot \text{ctg} \alpha_1}, \quad (5)$$

где $\tau_{13} = t_3 - t_1$ – интервал времени наблюдения.

По величине R_3 из тригонометрических соотношений на рис. 1 могут быть определены значения дальностей до объекта в предшествующие моменты (R_1 и R_2) для использования их при вычислении прогнозируемого расстояния до объекта через задаваемый интервал времени по методике [4]:

$$R_4 = \sqrt{\frac{\tau_{24} \cdot \tau_{34} \cdot R_1^2 - \tau_{14} \cdot \tau_{34} \cdot R_2^2 + \tau_{14} \cdot \tau_{24} \cdot R_3^2}{\tau_{12} \cdot \tau_{13} - \tau_{12} \cdot \tau_{23} + \tau_{13} \cdot \tau_{23}}}, \quad (6)$$

где $\tau_{14} = t_4 - t_1$, $\tau_{34} = t_4 - t_3$ – интервалы времени между моментом (t_4), для которого делается прогноз расстояния (R_4), и соответствующими моментами измерений (t_1 и t_3).

Прогнозируемый на определенный момент времени пеленг объекта α_{4np} находится по трем пеленгам ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$) в соответствии с [1]:

$$\alpha_{4np} = \arcsctg \frac{\tau_{23} \cdot \tau_{14} \cdot \cos \alpha_3 \cdot \sin \varepsilon_{12} - \tau_{12} \cdot \tau_{34} \cdot \cos \alpha_1 \cdot \sin \varepsilon_{23}}{\tau_{23} \cdot \tau_{14} \cdot \sin \alpha_3 \cdot \sin \varepsilon_{12} - \tau_{12} \cdot \tau_{34} \cdot \sin \alpha_1 \cdot \sin \varepsilon_{23}}, \quad (7)$$

где $\varepsilon_{ij} = \alpha_j - \alpha_i$.

Интервал времени между моментом начала наблюдений t_1 и моментом максимального сближения объекта с наблюдателем t_{4min} при выполнении измерений через одинаковые интервалы времени τ определяется по формуле

$$\tau_{14min} = \tau \frac{4R_2^2 - R_1^2 - 3R_3^2}{2(R_1^2 - R_2^2 + R_3^2)}. \quad (8)$$

Величина минимального расстояния «объект-наблюдатель» R_{4min} находится по формуле (6) подстановкой в него значений интервалов времени τ_{14} и τ_{34} , определяемых на основании (8).

Пример: $\alpha_1 = 86,185924^\circ$, $\alpha_2 = 79,508523^\circ$, $\alpha_3 = 71,565051^\circ$, $\delta_1 = 8,029903^\circ$, $\delta_2 = 8,587127^\circ$, $\delta_3 = 9,0974376^\circ$, $v_H = 10$ м/с, $\tau_{12} = \tau_{23} = 20$ с**.

* Вычисления в примере производятся с точностью до 8 знака для проверки справедливости выведенных соотношений, учет погрешностей измерений приводится ниже.

** В примере для простоты вычислений рассмотрен случай $\tau_{12} = \tau_{23}$

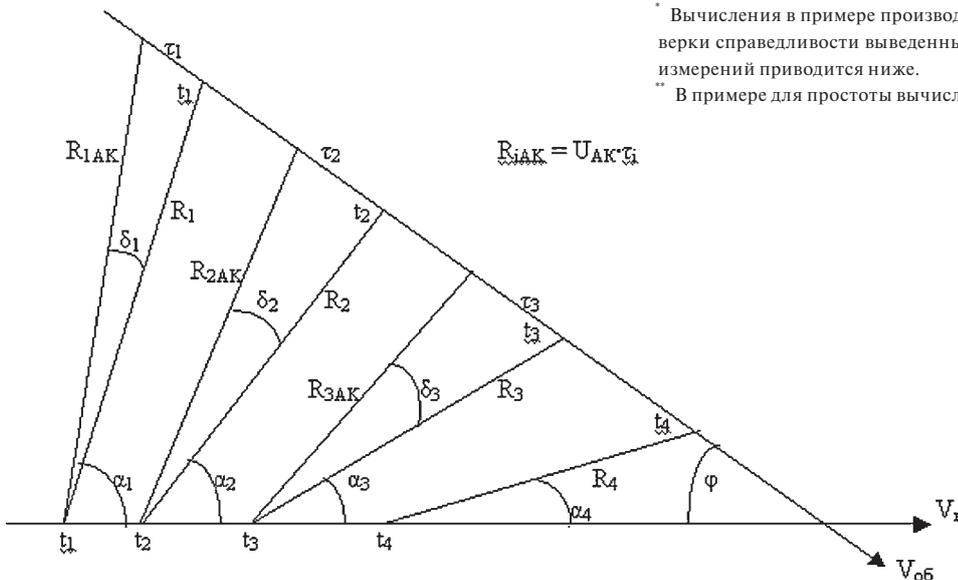


Рис. 1. Схема определения дальности по данным пеленгования в акустическом и оптическом или радиодиапазонах

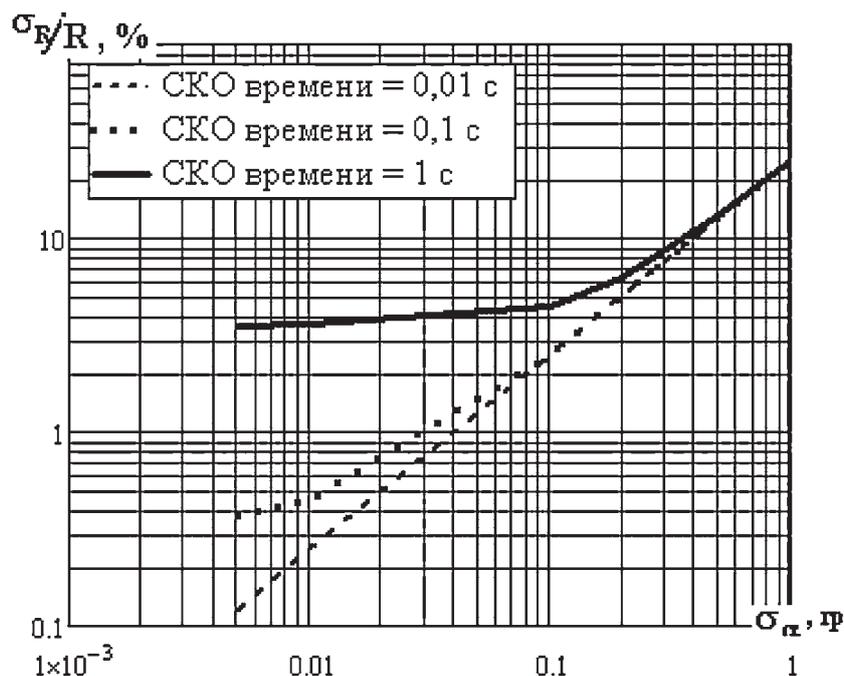


Рис. 2. Зависимость относительной погрешности измерения текущей дальности до объекта от ошибки пеленгации в оптическом (или радио) диапазоне

Задано $U_{AK}=300$ м/с.

Вычисляется: $R_1=6013,318$ м, $R_2=5491,812$ м,

$R_3=5059,644$ м, $R_{4min}=4534,3235$ м,

$V_{OB}=50$ м/с, $\tau_{14min}=101,565$ с.

Применительно к рассмотренному численному примеру на рис. 2 приведены зависимости относительной погрешности определения текущей дальности до объекта по соотношению (5), где все входящие в него величины определены по соотношениям (1) – (4) с учетом того, что погрешности пеленгации и интервалов времени распределены по нормальным законам, имеющим среднеквадратические отклонения, соответственно равные σ_α и σ_τ .

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Ю. П., Попов С. В. Определение и прогнозирование координат равномерно движущегося в пространстве объекта по данным единичных локационных измерений. «Радиотехника», 2002, № 3.
2. Мельников Ю. П., Попов С. В. Определение и прогнозирование расстояния между движущимися с постоянной скоростью излучателем и наблюдателем по доплеровской модуляции периода принимаемого сигнала. «Проблемы транспорта», вып. 9, «Международная академия транспорта», Санкт-Петербург, 2003.
3. Мельников Ю. П., Попов С. В. Определение дальности при пеленговании объекта с частично известными параметрами движения. «Радиотехника», 2003, № 4.
4. Мельников Ю. П., Попов С. В. К местоопределению летательного аппарата относительно объектов, оснащенных ответчиками, по единичным измерениям дальности. «Новости навигации», НТЦ «Интернавигация», 2002, № 1.
5. Мельников Ю. П., Попов С. В. Определение и прогнозирование текущих координат объекта, движущегося с постоянной скоростью, по данным одновременного пеленгования его акустического и электромагнитного излучения неподвижным наблюдателем. «Новости навигации», НТЦ «Интернавигация», 2011, № 4.
6. Перунов Ю. М., Мацукевич В. В., Васильев А. А. Зарубежные радиоэлектронные средства /Под ред. Ю. М. Перунова. В 4-х томах. Кн.2: Системы радиоэлектронной борьбы.— М.: Изд-во «Радиотехника», 2010.

Из графиков, в частности, следует, что относительные погрешности измерения дальности менее 1% для рассматриваемой «геометрии» могут быть достигнуты при точностях оптической пеленгации порядка единиц угловых минут и погрешностях измерения времени порядка десятых долей секунды.

Объектами, излучающими одновременно в акустическом или оптическом (радио) диапазоне, могут быть, например, летательные аппараты (самолеты, вертолеты) и надводные корабли, являющиеся в то же время носителями источников помех РНС [6].

Кроме того, зачастую общим является также и источник модуляции излучений в разных диапазонах, что позволяет осуществлять их временную идентификацию, особенно при постоянном отслеживании. Отметим, что если в зоне обнаружения наблюдателя

имеется заведомо один объект с общим источником излучения в оптическом (радио) и акустическом диапазонах, то разность пеленгов δ_i может быть измерена без использования акустического пеленгатора – путем измерения разности двух оптических пеленгов на объект, полученных в два последовательных момента времени: в момент оптической (или радио) вспышки и в момент приема звука от этой вспышки, отличающихся на интервал τ_1 (рис. 1). Отмеченные обстоятельства, являющиеся достаточно важными для реализации описываемого способа определения дальности, в настоящей статье не рассматриваются.



СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КА ГЛОНАСС

НА 02.06.2012 г.

(по анализу альманаха от 16:00 02.06.12 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ)

№ точки	№ пл.	№ лит.	№КУ	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		29,6	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
2	1	-4	728	25.12.08	20.01.09		41,3	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
3	1	05	744	04.11.11	08.12.11		6,9	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
4	1	06	742	02.10.11	25.10.11		8,0	+	+ 15:1502.06.12	Используется по ЦН
5	1	01	734	14.12.09	10.01.10		29,6	+	+ 15:3002.06.12	Используется по ЦН
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10		29,6	+	+ 16:0002.06.12	Используется по ЦН
7	1	05	745	04.11.11	18.12.11		6,9	+	+ 16:0102.06.12	Используется по ЦН
8	1	06	729	25.12.08	12.02.09		41,3	+	+ 16:2502.06.12	Используется по ЦН
9	2	-2	736	02.09.10	04.10.10		21,0	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07		65,3	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
11	2	00	723	25.12.07	22.01.08		53,3	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
12	2	-1	737	02.09.10	12.10.10		21,0	+	+ 16:0002.06.12	Используется по ЦН
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08		53,3	+	+ 16:0002.06.12	Используется по ЦН
14	2	-7	715	25.12.06	03.04.07		65,3	+	+ 16:0002.06.12	Используется по ЦН
15	2	00	716	25.12.06	12.10.07		65,3	+	+ 16:0502.06.12	Используется по ЦН
16	2	-1	738	02.09.10	11.10.10		21,0	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
17	3	04	746	28.11.11	23.12.11		6,1	+	+ 16:1402.06.12	Используется по ЦН
18	3	-3	724	25.09.08	26.10.08		44,3	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
19	3	03	720	26.10.07	25.11.07		55,3	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		55,3	+	+ 14:5902.06.12	Используется по ЦН
21	3	04	725	25.09.08	05.11.08		44,3	+	+ 15:0002.06.12	Используется по ЦН
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10		27,1	+	+ 16:0002.06.12	Используется по ЦН
23	3	03	732	02.03.10	28.03.10		27,1	+	+ 16:0102.06.12	Используется по ЦН
24	3	02	735	02.03.10	28.03.10		27,1	+	+ 16:0102.06.12	Используется по ЦН
21	3	-5	701	26.02.11			15,2			На этапе ЛИ
2	1		743	04.11.11			6,9			Орбитальный резерв
14	2		722	25.12.07	25.01.08	12.10.11	53,3			Орбитальный резерв
7	1		712	26.12.04	07.10.05	14.12.11	89,3			Орбитальный резерв
17	3		714	25.12.05	31.08.06	19.12.11	77,3			Орбитальный резерв
3	1		727	25.12.08	17.01.09	08.09.10	41,3			КА на исслед. Гл. конструктора
22	3		726	25.09.08	13.11.08	31.08.09	44,3			КА на исслед. Гл. конструктора

Всего в составе орбитальной группировки (ОГ) ГЛОНАСС 31 КА. Используются по целевому назначению 24 КА. Временно выведены на техобслуживание 2 КА. Орбитальный резерв 4 КА. На этапе летных испытаний 1 КА.

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

СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ GPS НА 02.06.12 г.

по анализу альманаха, принятого в ИАЦ

№ пл.	№ точки	ПСП	Номер NORAD	Тип КА	Дата запуска	Дата ввода в систему	Дата вывода из системы	Акт. сущ. (мес)	Примечания
А	1	9	22700	II-A	26.06.93	20.07.93		225.2	
	2	31	29486	III-R-M	25.09.06	13.10.06		67.6	
	3	8	25030	II-A	06.11.97	18.12.97		172.6	

A	4	7	32711	II-R-M	15.03.08	24.03.08		50.3	
	6	27	22108	II-A	09.09.92	30.09.92		231.3	
B	1	16	27663	II-R	29.01.03	18.02.03		111.3	
	2	25	36585	II-F	28.05.10	27.08.10		21.2	
	3	28	26407	II-R	16.07.00	17.08.00		141.5	
	4	12	29601	II-R-M	17.11.06	13.12.06		65.5	
	5	30	22779	II-A	30.08.93	28.09.93		192.0	
C	1	29	32384	II-R-M	20.12.07	02.01.08		53.0	
	2	3	23833	II-A	28.03.96	09.04.96		192.4	
	3	19	28190	II-R	20.03.04	05.04.04		97.8	
	4	17	28874	II-R-M	26.09.05	13.11.05		77.4	
	6	6	23027	II-A	10.03.94	28.03.94		217.4	
D	1	2	28474	II-R	06.11.04	22.11.04		90.2	
	2	1	37753	II-F	16.07.11	14.10.11		7.6	
	3	21	27704	II-R	31.03.03	12.04.03		109.6	
	4	4	22877	II-A	26.10.93	22.11.93		222.3	
	5	11	25933	II-R	07.10.99	03.01.00		149.0	
E	1	20	26360	II-R	11.05.00	01.06.00		143.9	
	2	22	28129	II-R	21.12.03	12.01.04		100.7	
	3	5	35752	II-R-M	17.08.09	27.08.09		33.2	
	4	18	26690	II-R	30.01.01	15.02.01		135.5	
	5	32	20959	II-A	26.11.90	10.12.90		209.2	
	6	10	23953	II-A	16.07.96	15.08.96		188.6	
F	1	14	26605	II-R	10.11.00	10.12.00		137.7	
	2	15	32260	II-R-M	17.10.07	31.10.07		55.1	
	3	13	24876	II-R	23.07.97	31.01.98		171.9	
	4	23	28361	II-R	23.06.04	09.07.04		94.7	
	5	26	22014	II-A	07.07.92	23.07.92		237.7	

Всего в составе ОГ GPS 31 КА. Используются по целевому назначению 31 КА. * 10 КА Block-II-A, 12 КА Block-II-R, 7 КА Block-II-R-M, 2 КА Block-II-F.

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

Технология eLORAN для обеспечения точным временем

Базирующаяся в Вирджинии фирма UrsaNav Inc. в ходе работ по совместной НИОКР (CRADA) с Береговой охраной (БО) США начала работы по излучению низкочастотных тестовых сигналов, включая усовершенствованный сигнал Лоран (eLORAN).

В программе испытаний предусмотрен исчерпывающий набор сигналов, которые оцениваются по их способности обеспечивать беспроводными средствами альтернативное устойчивое широкозонное точное время. Предполагается их использование вместе с техникой глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) или автономно при недоступности ГНСС.

Работы начались в конце февраля в бывшем Подразделении обеспечения Лоран (LSU) в Вайлдвуде, штат Нью-Джерси. На 26 марта компания сузила пределы синхронизации излучений к UTC в пределах 10 наносекунд без использования каких-либо поправок на распространение или дифференциального мониторинга.

По заявлению UrsaNav, система продемонстрировала отслеживание UTC в пределах ± 30 наносекунд на дальности 160 миль от передатчика и в пределах ± 70 наносекунд на 500 миль. Несколько тестов показали, что приемники компании могут быстро обнаруживать сигналы и отслеживать в пределах 50 наносекунд от UTC, как сообщают UrsaNav.

Испытания заключаются не просто в передаче сигналов eLoran, а и в оценке некоторых усовершенствований улучшенной технологии, которые не меняют структуры основного сигнала. Компания также тестирует различные низкочастотные решения, к которым относятся формы сигналов и методы модуляции. UrsaNav заявляет, что основной целью тестирования излучения сигналов является демонстрация широкозонной передачи точного времени наземными средствами.

Созданы предварительные пункты мониторинга в пяти точках: Бостон, Массачусетс; Чемберсберг, Пенсильвания, Лисбург, Вирджиния; Чезапик, Вирджиния; и Чарлстон, Южная Каролина.

НИОКР CRADA позволяет UrsaNav продолжить испытания перспективной низкочастотной техники,

использовать средства Правительства США и выделенные частоты для демонстрации зоны действия и точностей, с которыми можно использовать низкочастотные сигналы для получения точного времени.

Хотя eLogan временно была принята в качестве резерва GPS для мультимодального транспорта, ее статус стал менее прочным после решения президента Обамы закрыть устаревшую Лоран в 2010 г. UrsaNav подчеркивает, что БО США в настоящее время не имеет планов создавать систему eLogan, а также приобретать, эксплуатировать или обеспечивать беспроводную службу или технику передачи времени.

Министерство внутренней безопасности (DHS) исследует также передачу точного времени с помощью оптоволоконных сетей и предложило БО США изучить технологии беспроводной передачи времени в качестве возможного варианта создания национальной широкозонной службы времени.

По заявлению UrsaNav запланированы дополнительные испытания по использованию излучаемых сигналов в различных районах территории США. Поставщик технологических решений в области передачи времени фирма Symmetricom и фирма Nautek, поставщик мощных ВЧ передатчиков, являются партнерами UrsaNav в этих испытаниях. При этом используются аппаратура времени и частоты фирмы Symmetricom (TFE), которая может автоматически запускать передатчик eLORAN, и приемники времени UrsaNav UN-150 eLoran. UrsaNav также планирует испытать передатчики производства NL Series и аппаратуру времени и частоты новой конструкции компании с временным названием «TFE2».

Компания приглашает исследователей и организации, заинтересованные принять участие в испытаниях или провести собственные измерения, для чего необходимо связаться с UrsaNav по поводу программы испытаний CRADA.

<http://www.insidegnss.com> 01.04.2012

Loctronix продемонстрировала свою технологию позиционирования и навигации внутри помещений

Как сообщает Loctronix Corporation, разработчик унифицированных решений для позиционирования мобильных устройств, продемонстрировала Mobile Explorer Platform (MEP), которая способна предоставить метровую точность определения местоположения и навигации внутри помещений.

Продукт впервые был показан общественности в ходе конференции Mobile World Congress, прошедшей в Барселоне (Испания). Целью компании из Вудинвилла (Вашингтон, США) является предоставить интегрируемое решение для поставщиков LBS, производителей устройств и микросхем, которым необходимо поддерживать растущее количество сервисов и приложений, связанных с позиционированием внутри помещений. Одним из таких сервисов может

быть доска объявлений, показывающая локальную рекламу. MEP представляет собой процессор, обрабатывающий информацию от множества датчиков. Сочетание технологий Doppler Aided Inertial Navigation и Spectral Compression Positioning обеспечивает полностью автономное позиционирование и навигацию как внутри, так и вне помещений.

Согласно информации компании, MEP не требует никакой внешней серверной поддержки, включая все, что необходимо. Для позиционирования потребуется соответственно оснащенное мобильное оборудование. MEP имеет следующие возможности:

- программная платформа, не требующая подключения к серверу, предоставляющая данные о положении, скорости, направлении движения в реальном времени;
- опциональная интеграция сигналов GPS/ГНСС с использованием гибридной технологии Loctronix SCP;
- полностью интегрированная функциональность поиска по карте с поддержкой сторонних карт;
- опциональное позиционирование по сигналам Wi-Fi; поддержка сторонних API для LBS;
- возможность поддержки существующих смартфонов и будущих поколений беспроводных устройств.

Видео демонстрация технологии доступна на сайте компании: — www.loctronix.com/en/products_mep_demo_mwc.html

<http://www.gisa.ru/84756.html>

В Японии впервые обнаружили ледники

Японские ученые обнаружили движение трех обособленных масс льда в горах Хида префектуры Тояма и решили, что их следует признать ледниками. Это первые ледники, обнаруженные на территории Японии. О находке сообщает The Japan Times. Статья гляциологов принята к публикации и должна быть опубликована в журнале Serrouou (Снег и Лед).

Чтобы обнаружить движение, что позволило бы классифицировать массы как ледник, исследователи использовали систему электронных маячков. Положение каждого из них определяли с помощью GPS. На протяжении трех лет с 2009 года они фиксировали перемещение замерзшей воды. Кроме того, исследователи периодически измеряли толщину льда в разных точках с помощью радара.

Ученым удалось обнаружить в горах Хида три массы льда, которые движутся со скоростью от 10 до 30 сантиметров в месяц. Толщина ледяного покрова составляет от 27 до 30 метров, при этом в длину ледяные массы достигают от 400 до 1200 метров.

Ледниками считаются большие массы льда, накопление которых превышает таяние и сублимацию, и которые двигаются под действием своего веса. На данный момент не существует международной организации, занимающейся классификацией и признанием

ледников. Японские гляциологи считают, их работа позволяет считать изученные массы ледниками.

Ледники в последнее время привлекают внимание все более широкого круга ученых в связи с их чувствительностью к изменениям климата. Таяние горных ледников может привести к дефициту пресной воды в некоторых районах. Недавно появилась работа, в которой ученые смоделировали процессы образования Гренландского ледника и сделали вывод о том, что его таяние неизбежно при повышении глобальной температуры всего на 2 градуса.

<http://www.lenta.ru/news/2012/04/06/glacier/>

Китай запустит в 2012 году пять спутников системы Compass/BeiDou

Китай запустит в 2012 году пять спутников системы Compass/BeiDou, которые присоединятся к уже имеющимся на орбитах 11 космическим аппаратам системы. Об этом сообщил на прошедшем в марте Мюнхенском саммите по спутниковой навигации представитель Китайского спутникового навигационного офиса Li Xing. Это согласуется с первоначальными намерениями достичь первоначальной оперативной способности (initial operational capability, ИОС) системы для региона, простирающегося от 84° до 160° восточной долготы и от 55° южной широты до 55° северной широты.

Профессор Zhao Qile из Исследовательского центра в области GNSS Уханьского университета заявил, что точность определения места на уровне 10...20 м, доступная уже при нынешнем созвездии спутников, может быть улучшена до 5...10 м для созвездия, состоящего из 5 геостационарных, 5 геосинхронных и 4 спутников на средневисоких орбитах, к концу 2012 года.

<http://www.insidegnss.com/node/30139.04.2012>

NASA показало прототип новых атомных часов



В рамках проекта The Deep Space Atomic Clock NASA опубликовало первое фото прототипа бортовых высокоточных атомных часов для космических аппаратов. Фото и их описание доступны на сайте проекта.

В основе созданных учеными портативных атомных часов ионы ртути, помещенные в линейную ионную ловушку. Роль маятника в таких часах играет процесс перехода электрона между разными энергетическими уровнями в ионе под воздействием лазера. Пока в лабораторных условиях исследователям удалось достичь стабильности полученного устройства в одну наносекунду за 10 дней. Точность новых часов превышает существующие аналоги на порядок.

The Deep Space Atomic Clock разрабатывается в рамках программы Technology Demonstration Missions. Помимо часов в эту программу входят солнечный парус и система лазерной коммуникации с космическими аппаратами – скорость работы такой системы будет превосходить существующие (радио-) аналоги на два порядка. На разработку каждого проекта NASA выделяет 175 миллионов долларов.

Проект с часами планируется испытать в ближайшие три года. Технология оптической коммуникации потребует как минимум четыре года для практической реализации. Запуски проектов намечены на 2015 и 2016 годы.

<http://www.lenta.ru/news/2012/04/11/nasa/>

Изготовлено оборудование для пятого спутника системы «Галилео»

Британская компания Surrey Satellite Technology Ltd. завершила изготовление оборудования для пятого по счету европейского навигационного спутника «Галилео». Об этом сообщается на сайте компании. Оборудование отправлено в Бремен для окончательной сборки. Изготовленное оборудование содержит основные части спутника – атомные часы, генератор навигационного сигнала, усилители большой мощности и антенны. Немецкая компания OHB System AG должна будет завершить сборку спутника и подготовить его к запуску, который планируется совершить в 2014 году. Запуск будет осуществлен с помощью российской ракеты-носителя Союз с космодрома во Французской Гвиане.

На настоящий момент на орбите находятся два спутника «Галилео», запущенные 21 октября 2011 года, запуск еще двух запланирован на конец 2012 года. Экспериментальный спутник был запущен в 2008 году. Новый спутник является первым во второй партии. Планируется запустить 14 таких спутников и довести, таким образом, общее их число до 18, после чего система сможет начать работу в предварительном режиме. Всего, по расчетам европейских инженеров, число спутников должно составлять 30 штук.

Европейская навигационная система «Галилео» является совместным проектом Европейского Союза и Европейского космического агентства. По замыслу создателей, она должна стать альтернативой американской GPS и российской ГЛОНАСС. При выводе системы на полную мощность теоретический предел точности определения координат будет составлять

не более 30 сантиметров при одновременном приеме сигнала от восьмидесяти спутников.

<http://www.lenta.ru/news/2012/04/20/galileo/>

Россия разместит на территории Бразилии наземную станцию коррекции системы ГЛОНАСС

Россия разместит на территории Бразилии наземную станцию коррекции системы ГЛОНАСС, сообщил сегодня журналистам заместитель начальника центра «Российских космических систем» (РКС) Сергей Карутин. «С Бразилией уже подписано межведомственное соглашение, в настоящее время в решающей фазе – оформлении договорных документов на ввоз станции», – уточнил он.

Россия также планирует разместить наземную станцию дифференциальной коррекции и мониторинга /СДКМ/ системы ГЛОНАСС в Австралии. «С Австралией документ сейчас находится на согласовании в МИД», – сказал представитель РКС.

Еще предыдущей Федеральной целевой программой ГЛОНАСС до 2011 года было предусмотрено создание системы дифференциальной коррекции и мониторинга, включающей наземную инфраструктуру и космические каналы связи. «В настоящее время мы развернули уже три станции за рубежом и полностью развернули сеть СДКМ в России», – напомнил Сергей Карутин.

СДКМ представляют собой одно из дополнений системы ГЛОНАСС и помогают получать метровую точность. Такие станции на территории РФ обеспечивают точное позиционирование в Северном полушарии. Для повышения точности системы ГЛОНАСС в Южном полушарии необходимо строительство дополнительных станций. Очередным шагом в решении этой проблемы как раз и будет размещение станции в Бразилии.

«СДКМ позволяет проводить уточнение параметров за две минуты, таким образом мы имеем возможность достаточно часто уточнять частотно-временные параметры и передавать это потребителю», – сказал представитель РКС. Для доставки этой информации созданы наземные каналы связи и космические аппараты многофункциональной космической системы ретрансляции «Луч». Всего предполагается запустить три ретранслятора. Первый «Луч-5А» успешно выведен на околоземную орбиту и сейчас находится в фазе технологического перевода в точку штатного стояния. «Мы ожидаем, что летные испытания этого аппарата начнутся в июне этого года», – заявил Карутин.

<http://www.sdelaounas.ru/blogs/?id=94> http://www.glonass-ianc.rsa.ru/content/news/?ELEMENT_ID=252

Сверхточные часы синхронизировали на рекордном расстоянии

Физикам удалось синхронизировать сверхточные атомные часы на рекордном расстоянии, применив

для этого оптоволоконный канал. Разработанный метод ученые опубликовали в журнале Science, описание работы можно прочитать на сайте Института квантовой оптики общества Макса Планка.

Расстояние между двумя атомными часами, расположенными в Брауншвейге и Гархинге, составляло 920 километров. Для передачи сигнала использовался оптический канал, который обычно служит для телекоммуникации. При передаче света на такие расстояния затухание становится значительным, и сигнал приходится усиливать. Для этого ученым пришлось создать специальные усилители, которые можно использовать именно для синхронизации атомных часов. В результате исследователям удалось добиться того, что показания между часами, если выразить их в секундах, совпадали до восемнадцатого знака после запятой.

Работа классических атомных часов основана на колебании электронов в атоме между двумя энергетическими уровнями. Период между колебаниями устанавливает границу точности часов. Переходя из состояния с высокой энергией в состояние с низкой, атомы испускают кванты такой частоты, которая соответствует периоду колебаний. Чем больше частота колебаний, тем потенциально точнее могут быть часы. Большинство существующих атомных часов работают в микроволновом диапазоне и имеют точность до 15 знака после запятой. Авторы использовали современные оптические часы, испускающие кванты в инфракрасном диапазоне, точность которых была существенно выше.

Для синхронизации часов микроволнового диапазона на больших расстояниях обычно используются спутники. Однако максимальная точность синхронизации, достигаемая с помощью спутников, оказывается ниже точности самих часов, поэтому ученые решили использовать оптический канал. Этот способ, дающий в 1000 раз большую точность, уже использовался физиками для синхронизации часов, но в тех случаях речь шла о передаче сигнала на небольшие расстояния.

Точная синхронизация часов поможет ученым провести эксперименты, касающиеся теории относительности и проверить фундаментальные физические константы.

<http://www.lenta.ru/news/2012/04/27/atomsynch/>

Управление GPS назначает PRN-коды для российских спутников «Луч»

Как сообщил представитель Центра космических и ракетных систем, Управления глобальной системы позиционирования, Роскосмос получил псевдослучайные C/A коды (PRN) на частоте L1 для системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ), использующей для вещания геостационарные спутники «Луч».

СДКМ – это космическая вспомогательная подсистема, совместимая с американской Широкозонной вспомогательной подсистемой (WAAS), Европейской

геостационарной службой навигационного покрытия (EGNOS) и японской MSAS. Передатчики СДКМ будут располагаться на спутнике серии «Луч» Многофункциональной системы космической ретрансляции. В дополнение к семи передатчикам, работающих в диапазонах Ku и S, которые необходимы для связи и телеметрии между низкоорбитальными космическими аппаратами (такими как российский сегмент МКС) и российскими наземными пунктами, спутники будут включать передатчики поисковой системы КОСПАС-САРСАТ, а также передатчики СДКМ. Спутниковые снимки также позволяют рассмотреть земную поверхность в хорошем масштабе: видны даже железобетонные шпалы. СДКМ позволит увеличить точность ГЛОНАСС на территории России.

Первый аппарат серии «Луч», «Луч-5А», был запущен 11 декабря 2011 года. Спутник прошел начальные испытания на временной орбите с точкой стояния 58,5 градусов восточной долготы. Согласно опубликованным документам «Луч-5А» очевидно будет расположен в рабочей точке 16 градусов западной долготы. Будут запущены еще два спутника: «Луч-5Б» в конце августа 2012 года — на орбиту 95 градусов восточной долготы и «Луч-5В» в 2014 году — на орбиту 167 градусов восточной долготы. «Луч-5В» заменит прежде назначенный «Луч-4».

Передатчикам «Луч» СДКМ назначены следующие С/А-коды: «Луч-5А» — PRN 125, «Луч-5Б» — PRN 140 и «Луч-5В» — PRN 141. Сообщение о назначении было послано Роскосмосу в декабре 2011 года.

Станции мониторинга Международной службы ГНСС не зафиксировали еще ни одного сигнала от спутника «Луч-5А СДКМ».

http://position-news.ru/2012/04/gps_directorate_assigs_prn_codes_to_russian_luch_satellites
26.04.2012

Китай успешно запустил два спутника системы Compass

В понедельник 30 апреля в 4 часа 50 мин по пекинскому времени (20:50 UTC, 29 апреля) Китай успешно запустил два спутника системы Compass. Будучи обозначенными как М3 и М4, они являются соответственно 12-м и 13-м спутниками в системе второго поколения Beidou-2 и предназначены для второй и третьей средневысоких орбит. При этом Китай впервые после апреля 2007 года запустил два навигационных спутника одновременно. Согласно сообщению агентства Синьхуа (Xinhua), Китай запустит более трех спутников в этом году.

Текущие планы по развертыванию к 2020 году группировки Compass из 35 космических аппаратов (КА) предполагают иметь 4 геостационарных КА (ГКА), 27 КА на средневысоких орбитах (КАСО) и 3 КА на геосинхронных орбитах (ГСКА). Планируется, что региональный сервис для Китая и близлежащих районов будет доступен уже в этом году.

В настоящее время на орбитах находятся 3 КАСО, 4 ГКА и 5 ГСКА, хотя и не все они передают кондиционные сигналы. Так, один из ГКА, запущенный в 2009, не стабилизирован и «дрейфует» по орбите.

Запуск спутников был осуществлен из Космического центра (Xichang Satellite Launch Center) в китайской провинции Сычуань с помощью ракеты-носителя CZ-3В Chang Zheng-3В (Long March).

<http://www.insidegnss.com/node/304130.04.2012>

Ученые МАИ создали навигационную систему для слежения за сотрудниками на рабочем месте

Любители частых перекуров на работе! Ваше время прошло. «Спасибо» скажите разработчикам из Научно-исследовательского центра сверхширокополосных технологий Московского авиационного института, которые создали систему точного определения местоположения персонала в помещении. До какой же степени будет теперь ограничена свобода сотрудников предприятий, корреспондент «МК» выяснила в беседе с руководителем центра Игорем Иммореевым.

— Необходимость в определении и постоянном контроле местоположения персонала прежде всего возникает в организациях, расположенных на больших территориях, — поясняет Игорь Яковлевич. — Это в первую очередь крупные госпитали или больницы, супермаркеты, где руководителю порой нужно за минуты определить, где находится тот или иной сотрудник, оперативно перебросить его на другой фронт работ. Во-вторых, нашей разработкой очень заинтересовались на предприятиях с повышенной опасностью — это нефтяные терминалы, атомные электростанции и даже подводные лодки. Если бы на Саяно-Шушенской ГЭС была такая система, многих людей после аварии, возможно, удалось бы спасти.

Система, по словам разработчика, не отличается большой сложностью: человек приходит на работу, ему выдают личную электронную метку, которую он должен носить при себе до окончания рабочего дня. Каждая метка, или чип, — зовите как хотите — пронумерована. То есть для начальника вы теперь не просто Мария Ивановна или Петр Семенович — вы объекты под определенными номерами, которые перемещаются в виде точек по монитору его компьютера. Такого эффекта специалисты МАИ добились за счет особой радиолокационной системы: в каждом кабинете и коридорах предприятия устанавливаются приемные устройства, которые проводными или беспроводными линиями связаны с единым центром обработки информации, то есть с кабинетом шефа. Вот радиомаяки-метки и посылают этим устройствам сигналы о своем местонахождении.

— Точность определения координат объекта лежит в пределах от 0,5 метра до 5 см в зависимости от размеров и конфигурации помещения, — поясняет Иммореев. — Задержка в передвижениях точек на экране начальника — не более 5 секунд. Система

может выдать ему информацию в виде трасс, по которым перемещаются его сотрудники в разных уголках предприятия. В настоящее время система с четырьмя приемными устройствами может функционировать в помещениях площадью до 200–300 кв. м. При больших размерах мы просто можем ввести в систему дополнительные приемные устройства.

Конечно, кроме удобной перетасовки объектов (извините, сотрудников) новшество призвано удовлетворить чаяния начальства в улучшении трудовой дисциплины. Теперь от взора шефа не ускользнут ваши частые походы в курилку или праздное шатание по территории.

Интересно, что такими метками некоторые главврачи крупных лечебных центров уже начали оснащать даже медицинские приборы. «Иногда заташат сотрудники куда-нибудь дорогостоящее оборудование, а на место не вернут. Вот и ищи его по всему центру», — объясняют они необходимость в установке чипов.

А началось все, как ни странно, с недовольства руководства норвежского нефтяного терминала глобальной навигационной системой GPS: на улице она определяла местоположение сотрудников, а когда те заходили в большое помещение, сигнал, поступающий от их личных навигаторов, пропадал. Вот норвежцы и обратились к специалистам Центра сверхширокополосных технологий МАИ. Те предложили систему, которая переключалась в навигаторах нефтяников с глобальной на местную, автономную. А потом, когда они снова выходили на улицу, включалась GPS.

— Это еще что, благодаря разработанному нашими специалистами сверхчувствительному радару мы можем также на расстоянии определять даже эмоциональное состояние работников, — констатирует директор центра.

Оказывается, этот прибор ловит невидимые глазом колебания грудной клетки при дыхании и биении сердца, частоту моргания ресниц... В общем, весь спектр признаков человеческих чувств — от легкого волнения до сильного стресса. Но зачем это? — спросите вы. Неужто начальству все-таки не по барабану наше душевное состояние? Иногда да. В тех случаях, когда от вашего состояния зависит качество работы. К примеру, когда диспетчер работает у пульта атомной электростанции, его руководителю нелишне знать, насколько тот уравновешен при принятии тех или иных ответственных решений.

— Недавно тайцы заказали нам установку радара в отделении клиники для недоношенных младенцев, — говорит Иммореев. — У таких детей есть риск остановки дыхания, а значит, они нуждаются в постоянном контроле. Вот наш радар, «следающий» за их состоянием, и осуществляет функцию медсестры-сиделки. В случае остановки дыхания он запускает сигнал тревоги. Дистанционный контроль пульса и дыхания также уже используется в некоторых ожоговых центрах при выживании пациентов, к которым из-за серьезных повреждений тканей лучше лишний раз не прикасаться.

Наталья Веденева

<http://www.mk.ru/science/article/2012/05/14/703291-ofisnyim-homyachkam-razdadut-mayachki.html>

Более 3-х спутников BeiDou-2/Compass должно быть еще запущено в этом году

Китай должен запустить еще более трех спутников системы BeiDou-2/Compass в этом году. Два спутника предполагается запустить в июне, а другие — в октябре. По заявлению директора Китайского спутникового навигационного бюро (China Satellite Navigation Office) Ран Ченджи (Ran Chengqi) на 3-й Китайской конференции по спутниковой навигации (г. Гуанчжоу), ожидается, что система будет адаптирована для использования в соседних странах, таких как Монголия и Пакистан, через год — два.

<http://www.gpsworld.com/gnss-system/compass/news/three-more-beidou-2compass-satellites-be-launched-year-1299517.05.2012>

Малая авиация России переходит под контроль ГЛОНАСС

На данный момент навигационно-связным оборудованием оснащено 30 самолетов марки АН-2, Бекас и Ш-1А «Шмель». Суда малой авиации компаний «Агролет» и «РегионАвиа» осуществляют авиационно-химические работы по подготовке сельхозугодий к посеву, десикации, а также в целях уничтожения вредителей и сорняков. Самолетами вносятся сухие минеральные удобрения, гербициды и пестициды на сельскохозяйственные территории России и Казахстана.

«Технологии ГЛОНАСС помогают нам повысить эффективность планирования и управления авиационным парком, оптимизировать логистические процессы внутри компании. В любой момент времени со своего рабочего места я могу проследить, где находится конкретное воздушное судно и, в случае необходимости, дать оперативные указания. Полностью налажен контроль над работой экипажа», — отметил летный директор компании «РегионАвиа» Олег Соловьев. — Мы работаем с сельхозтоваропроизводителями нашего и соседних регионов. Полей в Волгоградской области много, и часто граница между ними проходит по грунтовым дорогам шириной не более метра. В результате довольно трудно понять, на какой именно территории в конкретный промежуток времени осуществляются работы. Благодаря навигационным решениям мы располагаем полноценной доказательной базой. Нашу работу можно оценить на основании предоставленных заказчиком треков передвижения воздушных судов».

Немаловажное значение имеет и безопасность полетов. Помимо навигационно-связного оборудования кабины пилотов оборудованы тревожной кнопкой. В случае возникновения нештатной ситуации диспетчер получает точные координаты судна и может максимально оперативно вызвать службы экстренного реагирования к месту происшествия. Двусторонняя связь пилота с диспетчерской службой осуществляется через выделенный канал радиосвязи.

«На малых высотах, в некоторых районах бывает пропадание УКВ связи, и если судно не выходит на связь, я могу отследить его местоположение с помощью системы ГЛОНАСС и убедиться, что все работает в штатной режиме», — добавил Олег Соловьев.

ДЛЯ СПРАВКИ:

Стоит отметить, что, согласно приказу Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 13 февраля 2012 г. N 35 «Об оснащении воздушных судов гражданской авиации аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS», в целях повышения уровня безопасности воздушных перевозок и эффективности управления воздушным движением воздушные суда авиации общего назначения, в том числе самолеты с максимальным взлетным весом 5700 килограммов и более, а также вертолеты с максимальным взлетным весом 3100 килограммов и более, должны быть оборудованы системой ГЛОНАСС до 1 января 2016 года.

www.m2m-t.ru 18.05.2012

ВВС США испытали новые бомбы на бомбардировщиках B-1B

ВВС США впервые испытали бомбы с лазерным наведением GBU-54/B LJDAM (Laser Joint Direct Attack Munition) на дальних бомбардировщиках B-1B Lancer. Как сообщает Jane's, испытания успешно прошли на полигоне в штате Юта в период с 14 по 16 мая.

По данным издания, в испытаниях приняли участие несколько самолетов из 37-й и 34-й эскадрилий бомбардировщиков, дислоцированных на авиабазе Элсуорт (Ellsworth) в Южной Дакоте. В общей сложности в рамках программы испытаний Combat Hammer WSEP (Weapon System Evaluation Program) на полигон было сброшено шесть бомб GBU-54/B. В рамках Combat Hammer специалисты ВВС США отработали сразу несколько сценариев развития боевых действий — в частности, при глушении противником сигналов GPS, а также изменении скорости движения целей.

Авиабомбы GBU-54/B с лазерным наведением разработаны на базе бомб GBU-38 JDAM. Такую же систему лазерного наведения США используют на бомбах Mk 82 JDAM калибра 500 фунтов. GBU-54/B предназначена для прицельного поражения как движущихся, так и стационарных наземных объектов.

<http://www.lenta.ru/news/2012/05/18/ljdam/>

МТС запустила в продажу второй смартфон с ГЛОНАСС

Оператор МТС начал продажи брендированного смартфона МТС 962 с поддержкой систем спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS, говорится в поступившем в редакцию «Ленты.ру» пресс-релизе. Аппарат работает под управлением Android 2.3.7. Он оснащен 3,2-дюймовым экраном с разрешением 320

на 480 пикселей, имеет 3-мегапиксельную камеру, может подключаться к сетям Wi-Fi и располагает слотом для карт microSD. Емкость аккумулятора составляет 1150 миллиампер-часов.

Устройство можно купить на сайте МТС, в салонах оператора и в магазинах его партнеров. МТС 962 стоит 5290 рублей и доступен в корпусах белого и серого цветов. Смартфон продается «незалоченным» — в него можно вставить SIM-карту любого оператора.

Аппарат для МТС выпускает компания Alcatel, уточняет Snews. В МТС 962 используется чип BCM21552 производства Broadcom. Частота процессора составляет 800 мегагерц.

МТС 962 придет на смену аппарату МТС 945, который оператор направил в магазины в апреле 2011 года. МТС 945 известен как первый в мире смартфон с поддержкой ГЛОНАСС. Его, в отличие от нового аппарата, выпускала компания ZTE. На момент начала продаж МТС 945 стоил 10990 рублей.

<http://www.lenta.ru/news/2012/05/22/mts/>

Российские зенитчики получают ракеты-мишени со спутниковой навигацией

Российские расчеты противовоздушной обороны получают для тренировок новые ракеты-мишени, оборудованные системой спутниковой навигации, сообщает «Интерфакс» со ссылкой на источник в оборонно-промышленном комплексе. Заказ на поставку ракет получило научно-производственное объединение «Молния». Речь идет о поставке нескольких десятков ракет-мишеней.

Новая аппаратура позволяет отслеживать траекторию полета ракеты-мишени, «используя опорную информацию со спутника». «Получаемую траекторию можно совместить с радиолинией вместо применяемых сейчас устаревших средств», — отметил источник агентства, добавив, что спутниковое оборудование может быть использовано и для ликвидации ракеты-мишени.

Считается, что применение новой спутниковой аппаратуры позволит значительно сократить эксплуатационные расходы, поскольку для контроля ракеты-мишени необходима только спутниковая система и ноутбук вместо «весьма громоздких» штатных средств управления.

В настоящее время российские зенитчики используют для тренировок несколько типов мишеней. Как правило, для испытания перспективных зенитных ракетных комплексов и подготовки расчетов ПВО используются переоборудованные из зенитных управляемых ракет ракеты-мишени.

<http://www.lenta.ru/news/2012/05/22/satellite/>

Корабль Dragon прошел испытания на орбите

Плановые испытания частного космического корабля Dragon на орбите прошли успешно. Прямую трансляцию всего процесса вело Американское

космическое агентство. В рамках испытания корабль сблизился со станцией на расстояние примерно 2,4 километра. При этом экипаж Международной космической станции сумел передать на корабль сигнал, который включил огни на аппарате.

Также прошла проверку система RGPS (Relative GPS), предназначенная для определения положения корабля относительно МКС. Следующий сеанс сближения намечен на 25 мая 2012 года – в этот день капсула должна пристыковаться к станции. Сначала она подлетит достаточно близко к станции, а потом ее подтянет манипулятор Canadarm2.

Частный космический корабль Dragon, разработанный и созданный компанией SpaceX, отправился в космос 22 мая 2012 года на борту ракеты-носителя Falcon 9. Он должен доставить на орбиту запас еды, некоторые приборы, а также научные проекты школьников и студентов, отобранные в ходе специального конкурса. На землю капсула вернет с орбиты 660 килограммов груза со станции.

Существует несколько модификаций корабля, включая пилотируемую (до 7 человек) – в будущем, после того как Dragon зарекомендует себя в качестве грузовика, его планируется использовать для доставки в космос астронавтов. Грузовая версия способна доставлять на орбиту до 6 тонн груза и возвращать до 3 тонн.

Старт корабля неоднократно переносился. Последний раз причиной того, что на последней секунде обратного отсчета старт был остановлен (это было 19 мая), стал неисправный клапан. Первый испытательный полет в космос Dragon состоялся 8 декабря 2010 года. Тогда аппарат свозил в космос головку сыра.

<http://www.lenta.ru/news/2012/05/24/dragon/>

Глонассовцы объединились в союз

Сегодня в России создано некоммерческое партнерство «Содействие развитию и использованию навигационных технологий». Его учредителями стали национальный оператор навигационных услуг ОАО «Навигационно-информационные системы» (НИС), сотовый оператор «МегаФон», интернет-портал «Яндекс», а также компании «РТКомм.РУ», «Сумма Телеком» и Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС – Форум».

Президентом партнерства стал генеральный директор НИС Александр Гурко. Он рассказал «Известиям», что задача новорожденной организации – развитие конкурентного рынка услуг ГЛОНАСС/GPS. И не только в России, но и на других целевых рынках – это Украина, Белоруссия, Казахстан, Турция, государства Ближнего и Среднего Востока, Латинской Америки, Юго-Восточной Азии, Африки. Самый приоритетный зарубежный рынок для глонассовцев сегодня – Индия.

В 2012 году НИС заключил договор с турецкой компанией Тройка на тестовую эксплуатацию системы мониторинга и управления транспортных средств на основе ГЛОНАСС. С Белоруссией, Казахстаном

и Украиной россияне сотрудничают по системе экстренного реагирования «ЭРА-ГЛОНАСС» и проектам взимания платы с большегрузного транспорта.

В партнерстве не состоят ведущие производители смартфонов, навигаторов и другой потребительской электроники. По словам Гурко, пока что в его организацию вошла только одна такая компания – разработчик навигаторов и программного обеспечения для них «Контент мастер». Но глава партнерства рассчитывает, что к нему присоединятся и другие участники этого рынка. Ведь одна из задач союза – выработать предложения по таможенной политике при импорте устройств с функциями ГЛОНАСС/GPS.

Напомним, что еще в 2010 году Сергей Иванов (тогда вице-премьер РФ) выступал с предложением ввести 25% пошлину на импорт навигационных устройств, которые не поддерживают российский ГЛОНАСС.

<http://www.izvestia.ru/news/525440#ixzz1voMwi3GO>

Первый частный космический грузовик пристыковался к МКС

Частный космический корабль Dragon («Дракон») компании SpaceX впервые пристыковался к Международной космической станции. Прямую трансляцию этого процесса вело Американское космическое агентство.

Аппарат был захвачен манипулятором Canadarm2 в 17:56 по московскому времени и пристыковался в 20:02. Изначально стыковка должна была завершиться примерно на 2 часа раньше, однако процесс неоднократно приостанавливали. Остановки делались «на всякий случай из соображений безопасности».

24 мая 2012 года прошли плановые испытания корабля. Он приблизился к станции на расстояние 2,4 километра. С борта МКС на грузовик были переданы сигналы, которые тот успешно принял. В частности, экипажу станции удалось включить на «Драконе» огни. Также проверку прошла система RGPS (Relative GPS), предназначенная для определения местоположения космического корабля относительно МКС.

Частный космический корабль Dragon разработан и создан компанией SpaceX, принадлежащей Элону Маску. Грузовик отправился в космос на борту ракеты-носителя Falcon – 922 мая 2012 года. Он привез на орбиту запас еды, некоторые приборы, а также научные проекты школьников и студентов, отобранные в ходе специального конкурса. На землю корабль вернет с орбиты 660 килограммов груза со станции.

Существует несколько модификаций корабля, включая пилотируемую (до 7 человек) – в будущем, после того как Dragon зарекомендует себя в качестве грузовика, его планируется использовать для доставки в космос астронавтов. Грузовая версия способна доставлять на орбиту до шести тонн груза и возвращать до трех тонн.

Старт корабля неоднократно переносился. Последний раз причиной того, что на последней секунде обратного отсчета старт был остановлен (это было 19 мая), стал неисправный клапан. Первый испытательный полет в космос Dragon состоялся 8 декабря 2010 года.

<http://www.lenta.ru/news/2012/05/25/dragon1/>

Компания «М2М телематика» анонсирует выход оборудования ГЛОНАСС с расширенным функционалом

Компания «М2М телематика» анонсирует выход оборудования ГЛОНАСС с расширенным функционалом. Терминал M2M—Cyber GLX v.2SWFB, совмещающий технологии ГЛОНАСС и Wi-Fi, будет впервые продемонстрирован в рамках XIII Международной специализированной выставки «Строительная Техника и Технологии 2012» (СТТ).

Новое бортовое оборудование M2M—Cyber GLX v.2SWFB позволяет передавать телематическую информацию как при работе в зонах действия сетей GSM, так и за их пределами. В устройстве две SIM-карты. Если автомобиль, оснащенный терминалом, выходит из зоны покрытия одного сотового оператора, данные автоматически передаются по каналам второго сотового оператора. Такая альтернатива обеспечивает передачу данных в он-лайн режиме с большей вероятностью и исключает оплату роуминга. Встроенный Wi-Fi-модем позволяет передавать данные по резервному беспроводному каналу, если на конкретной территории не действует ни один сотовый оператор. В результате заказчик достигает существенной экономии на эксплуатационных издержках, включая сотовую связь (от 30 до 100%).

«Ранее, при отсутствии сетей GSM, приходилось использовать спутниковую связь, которая была на порядок дороже и не позволяла передавать весь объем телематических данных,— отметила директор по маркетингу группы компаний «М2М телематика» Светлана Хаданова,— Предлагаемое навигационное оборудование позволит нашим клиентам не только работать в любой точке мира, вне зависимости от наличия GSM-сетей, но и свести затраты на сотовую связь к абсолютному нулю (в зависимости от конфигурации решения экономия на GSM-связи составляет от 30 до 100%), при сохранении высокой оперативности доставки данных».

«Мы неоднократно отмечали, что рост требований наших заказчиков к навигационным решениям зачастую опережает технические возможности, которые нам на сегодняшний момент предоставляют операторы сотовой связи. Все большее количество внедрений, особенно в геологоразведке, нефтегазовой, горнодобывающей отрасли, лесном и сельском хозяйстве подтолкнули нас к необходимости создания оборудования, которое поддерживает несколько

каналов передачи данных, в том числе GSM и Wi-Fi. Такое оборудование мы создали, испытали и ввели в массовое производство»,— прокомментировал исполнительный директор Группы компаний «М2М телематика» Алексей Смятских.

По оценкам «М2М телематики», ближайшие 2—3 года доля терминалов с Wi-Fi достигнет 20% в общем объеме продаж навигационно-связного оборудования группы компаний. К концу 2012 «М2М телематика» планирует реализовать более 80 тыс. единиц бортового оборудования ГЛОНАСС.

Благодаря инновационным разработкам компания «М2М телематика» на протяжении 10 лет работы является технологическим лидером (41% рынка в сегменте оснащений оборудованием на основе ГЛОНАСС/GPS). Сформировав российский рынок транспортной телематики и спутниковой навигации, «М2М телематика» продолжает оказывать существенное влияние на его дальнейшее развитие. В 2007 году компания первой выпустила на рынок коммерческих заказчиков оборудование ГЛОНАСС, запустив его в массовое производство.

«М2М телематика» представляет единственный в России холдинг с полным производственным циклом: от разработки совмещенных ГЛОНАСС/GPS-чипсетов, бортового навигационно-связного оборудования и автомобильных навигаторов до внедрения элементов интеллектуальных транспортных систем (ИТС) по всей территории России.

Так, в 2011 году КБ «ГеоСтар навигация» (входит в ГК «М2М телематика») произвела и реализовала 150 тысяч совмещенных ГЛОНАСС/GPS навигационных приемников, что составляет 70% данного рынка на территории РФ. В 2012 году КБ «ГеоСтар навигация» планирует увеличить число продаж до 500 тысяч штук совмещенных ГЛОНАСС/GPS приемников в России и за рубежом.

Группой компаний «М2М телематика» разработано более 20 отраслевых программных продуктов. Навигационно-связным оборудованием оснащено более 120 тыс. транспортных средств. В целом холдингом «М2М телематика» реализовано более 500 тыс. навигационных устройств (бортовое оборудование, ГЛОНАСС/GPS-модули, навигаторы).

www.m2m-t.ru 25.05.2012

«Росатом» уточнит время на Земле

«Росатом» приступает к созданию самых точных в мире ядерных часов, сообщили «Известиям» в корпорации. Работать они будут на радиоактивной тории-229. Вести разработку станут, скорее всего, специалисты подведомственного госкорпорации Института промышленности ядерных технологий Национального исследовательского ядерного университета (Московский инженерно-физический институт, МИФИ), у которого есть необходимое оборудование и специалисты. Впрочем, точно это станет известно только после

подведения итогов конкурса, который «Росатом» объявил на этой неделе. Пока он касается только проведения первоначальных научно-исследовательских работ, которые подготовят научный и экспериментальный фундамент для будущих основных работ и позволят сформулировать конкретное техническое задание. «Росатом» готов до конца года выделить на эти цели 5 млн. рублей.

Проект разработки ядерных часов уже поддержан Всероссийским научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений, который выступает Главным метрологическим центром Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли.

По оценкам представителей МИФИ, на проведение необходимых экспериментов может потребоваться не менее четырех лет. При этом расходы, связанные с покупкой комплекса специальных приборов, могут составить около 80 млн. рублей. К созданию новых сверхточных часов помимо МИФИ могут быть привлечены ученые из Всероссийского НИИ физико-технических и радиотехнических измерений, Российского федерального ядерного центра и ВНИИ экспериментальной физики, добавляют в «Росатоме».

Принцип действия ядерных часов основан на отсчете периодов времени с помощью регулярно происходящих изменений с ионами ядра радиоактивного изотопа торий-229. В распространенных сейчас атомных часах фиксируется переход электронов, вращающихся вокруг атома, с одного энергетического уровня на другой, то есть частота изменения их орбиты. Точность отсчитываемого с их помощью времени измеряется 14 знаками после запятой. Но ион гораздо меньше по размеру и, соответственно, менее подвержен влиянию внешних факторов, поэтому часы на его основе будут намного точнее — до 20 знаков после запятой.

Главная проблема создания нового устройства состоит в том, что ученые пока не могут определять тот момент, в который ион переходит с одного энергетического уровня на другой. Есть только косвенные свидетельства того, что это происходит. Как только физики-ядерщики получат экспериментальное подтверждение

перехода, задачу по созданию новых часов можно будет считать решенной.

По оценке профессора МИФИ Виктора Трояна, точность ядерных часов будет такая, что потребуется 14 млрд. лет для того, чтобы они отстали или ушли вперед на одну секунду (относительная нестабильность $\approx 10^{-18}$ — прим. редакции).

Аналогичные попытки создать подобные часы предпринимают сейчас также ученые из нескольких национальных лабораторий США (в Лос-Аламосе, Ливерморе и NASA), а также в Германии и Финляндии, рассказали «Известиям» в «Росатоме».

— Кто именно ближе к успеху, сложно сказать. Мы все примерно на равных позициях. Если бы мы безнадежно отстали, то не стали бы заниматься этой задачей, — говорит директор Института промышленных ядерных технологий МИФИ Эдуард Глаговский. — Уверен, что в чем-то мы уже продвинулись вперед. Мы привлекаем к работе коллег из других институтов и университетов, то есть создаем целый творческий коллектив. Уже разработаны проекты календарного плана и технического задания.

Ученые подчеркивают, что изменение эталона окажет влияние на многие области знаний. Так, точные замеры времени нужны для спутниковой навигации — чем точнее получится измерить время, за которое радиоволна со спутника достигает объекта, тем точнее будут определены его координаты. То есть точность отечественной навигационной системы ГЛОНАСС возрастет на несколько порядков (это преувеличение! — прим. редакции). Такой же эффект прогнозируется и для отрасли связи — терабайты информации будут идти с такой же скоростью, как сейчас гигабайты. Кроме того, новые часы помогут в разведке полезных ископаемых.

В фундаментальной науке создание более точных часов позволит измерить такие константы, как гравитационная постоянная и постоянная тонкой структуры. Это позволит поставить точку в сомнениях по поводу основ теории относительности Эйнштейна.

<http://www.izvestia.ru/news/526255#ixzz1weUb9ViX>
02.06.2012



VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ И ВЫСТАВКА НАВИТЕХ-2012

6th INTERNATIONAL SATELLITE NAVIGATION FORUM AND EXHIBITION NAVITECH-EXPO 2012

17–19 апреля 2012 года в Москве в ЦВК «Экспоцентр» прошел VI Международный Форум по спутниковой навигации совместно с выставкой «Навитех-2012»

В Форуме приняли участие члены Правительства Российской Федерации, представители 450 производителей навигационного оборудования, главы крупных международных компаний из 16 стран мира, среди которых США, Индия, Китай, страны СНГ и др. Общее количество участников достигло 1300 человек.

С приветственным словом выступили Председатель Совета Директоров ОАО «НИС» Примаков Евгений Максимович, Руководитель Федерального космического агентства Поповкин Владимир Александрович, глава Постоянного представительства Европейского космического агентства в Российской Федерации Рене Пишель.

Мероприятие приветствовал заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Владислав Юрьевич Сурков. В своем выступлении он отметил, что Правительство РФ заинтересовано в развитии сферы навигационно-информационных систем и готово обеспечивать его коммерциализацию. «В прошлом году в проекты на основе спутниковых технологий было инвестировано 117 млрд рублей. К 2020 году эта цифра вырастет до 300 млрд», — уточнил Владислав Сурков.

В рамках пленарного заседания «Государственная политика в области использования навигационных технологий» прозвучали доклады российских и зарубежных экспертов:

— Ступак Г. Г. (Заместитель генерального директора — Генерального конструктора ОАО «Российские



космические системы») «Состояние и перспективы развития системы ГЛОНАСС».

- Гурко А. О. (Генеральный директор ОАО «НИС») «Навигационный рынок: от государственных систем к услугам массового рынка».
- Касьянов А. И. (Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере транспорта) «Использование

навигационно-информационных технологий при осуществлении контрольно-надзорных функций на транспорте».

- Шмелев Е. Н. (Вице-президент по техническому развитию ОАО «АВТОВАЗ») «Спутниковая навигация и автомобили LADA: новые возможности для потребителя».
- Раймонд Клор (Старший советник по вопросам ГНСС, Государственный департамент США) «Государственная политика США в области GPS, текущее состояние группировки».
- Чен Хиангдонг (Главный инженер Китайской национальной администрации по ГНСС и приложениям) «Состояние и перспективы развития китайской навигационной системы Compass/BeiDou».
- Сатоши Фудживара (Главный координатор Центрального учреждения по космической политике, канцелярия Кабинета министров, Правительство Японии) «Перспективы развития Квази-Зенитной спутниковой системы».
- Палакэл Ранджан Сазиш (Директор Atic Data Systems, Private Limited, Индия) «Государство и телематика в индийском субконтиненте».
- Френк Паули (Вице президент Глобального Продуктового менеджмента NOKIA) «Свежий контент – сила «Мирового требования»».
- Куприянов А. О. (Исполнительный директор Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум») «Формирование российского рынка навигационных услуг и оборудования».

За 2 дня работы Форума было проведено пленарное заседание, 5 круглых столов и 7 секций для профессионалов, прошли выступления участников инновационного центра Сколково, состоялась церемония вручения ежегодной премии Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» в области навигации: «За вклад в создание и развитие системы ГЛОНАСС».

Круглые столы были посвящены темам: «Картографическое обеспечение навигационно-информационных систем», «Навигационно-информационные системы на транспорте: глобальный примитив или сложные технологические системы?», «Навигационно-информационные услуги в автомобиле: определяя будущее», «Государственное регулирование в навигационной сфере: за или против?», «Страховая телематика. Перспективы развития на российском рынке».

Международный форум предоставил возможность компаниям-производителям телематического оборудования показать свои продукты и защитить проекты новых сервисов и услуг. Участники и гости отметили, что нынешний Форум прошел в новом формате. Из Форума, ориентированного на профессионалов, он превратился в мероприятие, направленное на массового потребителя. Акцент был сделан на возможности практического применения решений на основе спутниковой навигации. На стендах участники представили последние высокотехнологичные разработки на основе технологий ГЛОНАСС/GPS.



МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ВООРУЖЕНИЙ И ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИМУЩЕСТВА «KADEX-2012»

INTERNATIONAL EXHIBITION OF WEAPONS SYSTEM AND MILITARY EQUIPMENT «KADEX-2012»

С 3 по 6 мая 2012 года в г. Астана, Республика Казахстан, на авиационной базе Военно-воздушных сил Республики Казахстан состоялась Вторая международная выставка вооружения и военно-технического имущества «KADEX-2012».

В торжественной церемонии открытия принял участие Верховный Главнокомандующий Вооруженными силами страны – Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев.

Мероприятие началось с демонстрации военной техники, находящейся на вооружении Казахстанской армии. Перед зрителями прошли танки Т-72 и Т-72Б, боевые машины пехоты БМП-2, боевые колесные машины «Кобра», «Тигр», «Хаммер», автомобили различной модификации «КамАЗ».

Посетителей выставки ожидала показательная программа, в ходе которой состоялась демонстрация

возможностей современной военной техники, поставленной на вооружение Республики Казахстан. Преодолевая препятствия на специально оборудованном полигоне, машины проехали по своему маршруту на большой скорости, а боевые экипажи на ходу вели огонь холостыми боеприпасами по условному противнику.

Демонстрация сухопутной техники сменилась авиационной шоу-программой, в ходе которой летчики Военно-воздушных сил Республики Казахстан выполнили в небе над выставкой фигуры высшего пилотажа на различных типах самолетов.

Во время работы выставки состоялись заседания Делового совета при Межгосударственной комиссии по военно-экономическому сотрудничеству ОДКБ и Координационного совета государств-членов ОДКБ по вопросам рекламно-выставочной деятельности. В



Казахстан Инжиниринг», электронно-оптического оборудования, в частности, авионики, изготовленной ТОО «Казахстан ASELSAN Инжиниринг».

Был также подписан Меморандум о взаимопонимании между АО «НК «Казахстан Инжиниринг» и американской компанией «Cessna Aircraft Company», согласно которому предполагается создание в Республике Казахстан сервисного технологического центра по обслуживанию и ремонту самолетов Cessna Grand Caravan 208B, а также возможности организации в перспективе сборочного производства этих самолетов с дальнейшим трансфертом технологий.

На выставке были представлены материалы по техническим средствам навига-

заседании Делового совета принял участие и выступил с докладом заместитель генерального секретаря ОДКБ Валерий Семериков.

За время проведения выставки ее посетили первые лица Республики Казахстан, а также главы военных ведомств других стран. Министр обороны Республики Казахстан Адильбек Джаксыбеков провел встречи с представителями Министерств обороны Кыргызстана, Турции, Китая. Он обсудил с ними вопросы военно-технического сотрудничества и перспективы по реализации дальнейших совместных планов.

Ряд деловых встреч и переговоров с представителями военных ведомств и компаний зарубежных стран, таких как Россия, Украина, Израиль, Италия, Беларусь, Франция, США, Великобритания, Испания и других провели заместители Министра обороны Республики Казахстан. Насыщенным был график деловых встреч и у руководителей Республиканского государственного предприятия «Казспецэкспорт» и АО «Национальная компания «Казахстан Инжиниринг», которые выступили соорганизаторами выставки.

По итогам выставки был подписан ряд документов, определяющих перспективу военно-технического сотрудничества Вооруженных Сил Казахстана и оборонно-промышленного комплекса республики с различными ведомствами и предприятиями-производителями продукции военного назначения разных стран мира.

Так, состоялось подписание Меморандума о взаимопонимании между ТОО «Еврокоптер Казахстан инжиниринг» и ТОО «Казахстан ASELSAN Инжиниринг». В соответствии с документом стороны намерены изучить возможность установки на вертолеты ЕС-145, произведенные ТОО «Еврокоптер



ции, местоопределения и времени. В частности, ОАО «Российский институт радионавигации и времени» показал экспозицию профессионального геодезического спутникового оборудования и др.

Открытое акционерное общество «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация» на выставке было представлено тематической экспозицией, которая также вызвала большой интерес у посетителей выставки. В составе экспозиции были представлены информационные материалы: активная магнитная антенна, мачта сборно-разборной конструкции, научно-технический журнал «Новости навигации». Стенд посетили специалисты, а также представители силовых структур и ведомств, иностранные делегации, преподаватели и учащиеся высших учебных заведений, а также представители аккредитованных СМИ.

По результатам работы выставки ОАО «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация» было награждено медалью и дипломом за участие в выставке «KADEX-2012».



ХІХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

19th SAINT-PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS

С 28 по 30 мая 2012 г. в г. Санкт-Петербурге, в Государственном научном центре Российской Федерации ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» состоялась XIX Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.

Конференция проведена при поддержке:

- Научного совета Российской академии наук по проблемам управления движением и навигации;
- Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ);
- Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением» (АНУД);
- Американского института аэронавтики и астронавтики (AIAA);
- Института инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), США;
- Ассоциации аэронавтики и астронавтики Франции (AAAF);
- Французского института навигации (IFN);
- Немецкого института навигации (DGON).

В работе конференции приняли участие 343 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, проф. Х. Зорга, Германия, д. т. н. Ю. А. Литмановича, Россия, и д-ра Дж. Марка, США.

«**Интегрированные системы**» под руководством к. т. н. Б. С. Ривкина, Россия, г-на Л. Камберлена, Франция, к. т. н. А. В. Соколова, Россия, д. т. н., проф. И. М. Окона, Россия, США, проф. Г. Троммера, Германия.

«**Спутниковые системы**» под руководством д. т. н. О. А. Степанова, Россия, к. т. н. Б. В. Шебшаевича, Россия.

Было заслушано 73 доклада представителей 21 страны (в том числе 3 приглашенных доклада, 20 пленарных и 50 стендовых). По инерциальным системам и датчикам было представлено 30 докладов, по интегрированным системам — 30 и по спутниковым системам — 13.

Среди представленных докладов было много значимых, наибольший интерес участников вызвали следующие доклады:

С. Г. Ревников (ФГУП ЦНИИ машиностроения, г. Королев, Московская обл., **Россия**) Тенденции развития глобальной спутниковой навигации.

Р. Ферман, Т. Крюгер, К.-С. Вилькенс, К. Кашвих, Ф. Шнеттер (Институт воздушно-космических систем, Технический университет Брауншвейга, Брауншвейг, **Германия**) Интегрированные навигационные системы на основе МЭМС для адаптивного управления полетом беспилотных летательных аппаратов — современное состояние и перспективные разработки.

Д. Мейер, Д. Розелле (Отдел навигационных систем компании «Нортрон Грумман», г. Вудленд Хилс, **США**) Инерциальная навигационная система на основе миниатюрного твердотельного волнового гироскопа.

Я. И. Биндер, А. С. Лысенко, Т. В. Падерина, В. Г. Розенцвейн (ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Санкт-Петербург, **Россия**) Автокомпенсация дрейфов ДУС непрерывного гироскопа с использованием дискретных модуляционных разворотов.

Э. Лефевр (IXBLUE, Марли-ле-Руа, **Франция**) Волоконно-оптический гироскоп: достижения и перспективы.

Й. Рот, Т. Шайх, Г. Ф. Троммер (Институт оптимизации систем (ITE), Технологический институт Карлсруэ, Карлсруэ, **Германия**) Совместный метод определения местоположения транспортного средства при помощи спутников.

А. Коэн («Сажем Дефанс Секюрите», Париж, **Франция**), **А. Требухов** (Инерциальные технологии технокомплекса, г. Раменское, Московская обл., **Россия**)

ЛИНС-100РС — интегрированная система ИНС/GPS/ГЛОНАСС нового поколения для авиационных применений.

А. Г. Кузнецов, В. И. Галкин, А. В. Молчанов, Б. И. Портнов, А. М. Якубович (Московский институт электромеханики и автоматики, **Россия**) Результаты разработки и летных испытаний микромеханического блока.

А. Е. Федоров, В. В. Пчелин, Д. А. Рекунов (ОАО «Раменский приборостроительный завод», Москва, **Россия**) Инерциальный измерительный блок ИБЛ-2 на базе трехкомпонентного лазерного гироскопа.

Ю. М. Златкин, А. Н. Калногуз, В. Г. Воронченко (НПП «Хартрон Аркос», г. Харьков, **Украина**),

Н. И. Лихолит, А. Ю. Вахлаков, А. М. Сладкий (Казенное предприятие специального приборостроения «Арсенал», Киев, Украина), **В. М. Слюсарь** (Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина) Лазерная БИНС для ракеты-носителя «Циклон-4».

Павел Давидсон, Ярмо Такала (Технический университет, г. Тампере, Финляндия) Разработка алгоритмов для инерциальной навигационной системы с учетом особенностей походки человека.

Б. В. Шебшаевич, А. Е. Тюляков, В. Е. Дружин, А. Д. Стяжкин, А. И. Хандожко, А. А. Скобелин, М. Н. Уткин (ОАО «Российский институт радионавигации и времени», С.-Петербург, Россия), **В. Е. Косенко, В. А. Корнаузов, Ю. С. Поляков** (ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М. Ф. Решетнева, Москва, Россия) Некоторые результаты испытаний и перспективы развития угломерного радиоканала ГНСС «ГЛОНАСС-К».

Е. А. Микрин, М. В. Михайлов, С. Н. Рожков, А. С. Семенов, И. А. Краснопольский (ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия», г. Королев, Московская обл., Россия) Метод повышения точности и «времени жизни» эфемерид ГЛОНАСС и GPS.

Н. В. Михайлов, С. С. Поспелов, Д. Е. Юдакин, П. В. Глушков (Представительство коммерческой компании «Уайт Дварф Лимитед», Британские Виргинские острова) Предвычисление

модулирующей последовательности навигационного сообщения СРНС и метод сверхдлинных когерентных накоплений.

Л. Н. Бельский, Л. В. Водичева, Е. Л. Алиевская, Ю. В. Парышева (ФГУП «Научно-производственное объединение автоматики им. академика Н. А. Семихатова», Екатеринбург, Россия) Повышение точности гирокомпасирования бесплатформенной инерциальной навигационной системы при предстартовом подъеме летательного аппарата.

Г. А. Аванесов, Р. В. Бессонов, А. Н. Куркина, Е. А. Мыслик, А. С. Лискив (Институт космических исследований РАН, Москва, Россия), **М. Б. Людомирский, И. С. Каютин, Н. Е. Ямщиков** (ЗАО «НПК «Электрооптика», Москва, Россия) Разработка автономной бесплатформенной астроинерциальной навигационной системы.

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.

Проведение очередной XX Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам намечено на 27–29 мая 2013 г.



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

XXXIII GENERAL ASSEMBLY OF THE NAVIGATION & MOTION CONTROL ACADEMY

30 мая 2012 г. состоялось XXXIII общее собрание Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением».

Открыл общее собрание президент Академии, академик РАН **В. Г. Пешехонов**.

Научная сессия собрания включала следующие доклады:

В. П. Легостаев (ОАО РКК «Энергия» им. С. П. Королева)

Б. Е. Черток. 80 лет в строю.

А. Л. Фрадков (Институт проблем машиноведения РАН)

Сетевое управление: от игр роботов до синхронизации энергосистем.

М. В. Сотникова (Санкт-Петербургский государственный университет)

Управление морскими подвижными объектами с применением прогнозирующих моделей.

Отчет Президиума о работе Академии за период с 20.10.11 по 30.05.12 сделал Главный ученый секретарь Академии профессор **А. В. Небылов**. Рассмотрены также организационные вопросы. Закрыл общее собрание **В. Г. Пешехонов**.



ИТОГИ II МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА «ЭРА-ГЛОНАСС»

INTERNATIONAL CONGRESS «ERA – GLONASS»

5 июня в Москве состоялся II Международный конгресс «ЭРА-ГЛОНАСС». В мероприятии приняли участие члены Правительства РФ, представители министерства транспорта и МЧС России, члены Евразийской экономической комиссии, главы мировых автопроизводителей, Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум». Участники обсудили состояние и перспективы реализации проекта «ЭРА-ГЛОНАСС», вопросы совместимости российской системы и европейской eCall и опыт внедрения «ЭРА-ГЛОНАСС» в субъектах РФ.

На Конгрессе были подведены основные итоги развития государственного проекта «ЭРА-ГЛОНАСС». Генеральный директор ОАО «НИС» Александр Гурко отметил, что в трех пилотных зонах (Московской, Ленинградской областях и в Курске) уже прошли успешные испытания образцов автомобильных терминалов «ЭРА-ГЛОНАСС», а также корректности совместной работы инфраструктуры системы «ЭРА-ГЛОНАСС» с Системой-112. На основании карты проекта, утвержденной Комиссией при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию, система «ЭРА-ГЛОНАСС» будет запущена в промышленную эксплуатацию к 2014 году и охватит все субъекты Российской Федерации. В своем завершенном варианте инфраструктура «ЭРА-ГЛОНАСС» будет состоять из 8 навигационных центров и 72 коммутационных узлов в регионах страны.

Глава ОАО «НИС ГЛОНАСС» подчеркнул, что поставщики автомобильных компонентов и автомобильной электроники технологически готовы к массовому производству систем, начиная со следующего года: «Проект «ЭРА-ГЛОНАСС», начатый в 2009 году, развивается согласно намеченному плану. С октября 2014 года начнется оснащение терминалами «ЭРА-ГЛОНАСС» автомобилей массой более 2,5 тонн (получающих новое одобрение типа - новые модели автомобилей), используемых для коммерческой перевозки пассажиров и опасных грузов. В 2015 году планируется внедрить терминалы «ЭРА-ГЛОНАСС» на все новые модели автомобилей (допустимой массой не более 2,5 тонн), производимые и ввозимые на территорию РФ, и транспортные средства государств Таможенного союза (Белоруссии и Казахстана). На 2016 год запланировано оснащение всех новых транспортных средств (массой более 2,5 тонн), используемых для коммерческой перевозки пассажиров. В 2017 году терминалами «ЭРА-ГЛОНАСС» будут оборудованы все новые транспортные средства».

Генеральный директор – генеральный конструктор ОАО «Российские космические системы» Юрий

Урличич рассказал участникам конгресса о состоянии и перспективах развития системы ГЛОНАСС.

Российская навигационная спутниковая система ГЛОНАСС будет комплексно развиваться как в части космической группировки, так и в части наземной составляющей. «В результате выполнения ФЦП ГЛОНАСС на 2012-2020 годы будут развиваться все сегменты системы. Раньше система представляла собой только космический сегмент, но на сегодня это и средства фундаментального обеспечения, и комплекс функциональных дополнений системы ГЛОНАСС, и система высокоточного определения эфемерид, и комплекс навигационной аппаратуры потребителей. Все это позволяет говорить о том, что система развивается как единое целое, и это, безусловно, дает тем, кто использует систему, уверенность в ее будущем», - сообщил генеральный конструктор системы ГЛОНАСС Юрий Урличич на II-м Международном конгрессе «ЭРА-ГЛОНАСС».

Основной задачей Федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012 - 2020 годы» является дальнейшее улучшение характеристик отечественной спутниковой системы навигации и увеличение ее функциональных возможностей. «Это то, что в первую очередь необходимо потребителям, и на что направлены наши усилия», - заявил глава ОАО «Российские космические системы».

Орбитальная группировка будет наращиваться не только за счет спутников на средней орбите, но и за счет увеличения числа низко- и высокоорбитальных спутников, а также за счет развертывания ретрансляционной сети из спутников «Луч». Первый «Луч» запущен в прошлом году, а следующий запустят до конца 2012 года.

Повысить точностные характеристики системы ГЛОНАСС позволит развертывание станций дифференциальной коррекции на территории всего Земного шара. «Мы раньше строили станции только на территории России, на сегодня уже три станции стоят в Антарктиде, мы в дальнейшем планируем создать еще ряд станций как в Антарктиде, так и по всему миру, что достаточно повысит качество сигнала системы ГЛОНАСС», - сказал генеральный конструктор ГЛОНАСС.

Одной из ведущих тем Конгресса была гармонизация европейской системы eCall с российской «ЭРА-ГЛОНАСС». Проект eCall эффективно разрабатывается и внедряется в Европе (начало эксплуатации намечено на 2015 год). ОАО «НИС ГЛОНАСС» проводит регулярные встречи с комитетом eCall. На

нынешнем Конгрессе состоялось заседание рабочей группы «eCall/ЭРА-ГЛОНАСС», созданной ОАО «НИС», ERTICO и «ИТС-Россия» для обеспечения гармонизации двух этих систем.

Представитель Генеральной дирекции европейской комиссии Эмилио Давила Гонзалес отметил, что «если автомобиль едет из России в Европу, возникает проблема перехода на европейскую систему экстренного реагирования. Для этого мы уже унифицировали требования к европейской и российской системам. В случае ДТП человеку будет оказана помощь независимо от территории его местонахождения».

Большинство стран – членов Евросоюза уже подписали меморандум о взаимопонимании по проекту eCall. Среди них Швейцария, Исландия, Турция и многие другие. Кроме того, в рамках развития eCall создан консорциум из 40 стран, которому оказывает поддержку и государственный, и частный сектор.

Участники Конгресса отметили, что инфраструктура системы «ЭРА-ГЛОНАСС» может стать основой для создания систем различного назначения. Директор службы разработки абонентского оборудования ОАО «НИС» Ярослав Домарацкий: «Мы разрабатываем планы не только по ликвидации последствий аварий, но и по использованию терминала для предотвращения ДТП. Приведу в пример функцию Car to car: при движении один автомобиль может сообщать другим о том, что с ним происходит, и предупреждать об опасностях на дорогах. Пока подобные функции не являются обязательным требованием к терминалу, но они очень перспективны».

Президент компании ООО «АВТОКОННЕКС» (Cobra) Дмитрий Черников так оценил результаты этого мероприятия: «Конгресс показал, что за предыдущий год российские компании сделали большой шаг в области развития проекта «ЭРА-ГЛОНАСС». Участники рынка продемонстрировали свою готовность осуществить его реализацию на базе собственных российских разработок, оборудования и технологической базы. При внедрении ГЛОНАСС важно обеспечить высокий уровень безопасности и надежности работы системы, наличие дополнительных сервисов, для того чтобы российские пользователи смогли оценить все преимущества и возможности, которые предоставляет проект «ЭРА-ГЛОНАСС».

На заседании рабочей группы «eCall/ЭРА-ГЛОНАСС», которая прошла в рамках Конгресса «ЭРА-ГЛОНАСС», было отмечено, что требования к автомобильным терминалам «ЭРА-ГЛОНАСС»,

разработанные ОАО «НИС», принимаются европейскими автопроизводителями. Также была подтверждена необходимость проведения работ по унификации автомобильных систем вызова экстренных оперативных служб, мониторинга транспортных средств, сбора платы за использование дорог и систем учета режимов труда и отдыха водителей, построенных на основе использования навигационных технологий.

ОАО «НИС ГЛОНАСС» ведет переговоры о сотрудничестве по программам экстренного реагирования при авариях в странах СНГ – Белоруссии, Казахстане.

В течение 2012 года ожидается внесение изменений в Технический регламент Таможенного союза России, Белоруссии и Казахстана «О безопасности колесных транспортных средств». Планируется, что все автомобили, производимые или поставляемые в Российскую Федерацию и впервые получающие одобрение типа транспортного средства, должны быть оснащены автомобильной системой вызова экстренных оперативных служб (терминал «ЭРА-ГЛОНАСС»). Данное требование вступит в силу не ранее 2014-2015 года.

В конгрессе приняли участие более 650 делегатов из 16 стран мира. В их числе руководители российских и зарубежных автоконцернов, таких как Audi, BMW, Mercedes Benz, Volvo, АВТОВАЗ, КАМАЗ и УАЗ, главы операторов мобильной связи («МТС», «Билайн», «МегаФон»), производители компонентной базы и автомобильной электроники (Peiker acoustic, Continental, Qualcomm), специалисты по стандартизации.

Международный конгресс «ЭРА ГЛОНАСС. Навигационно-информационные технологии для повышения безопасности и комфорта на дорогах» состоялся благодаря спонсорской, информационной и экспертной поддержке наших партнеров:

- Стратегический партнер: «АВТОКОННЕКС» (Cobra)
- Генеральный партнер: ОАО «Российские космические системы»
- Экспертные партнеры: GPS Клуб, ГИС-Ассоциация, Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС - Форум»
- Официальный медиа-партнер: газета «Транспорт России»
- Генеральный информационный партнер: журнал «Дорожная Держава»

*Пресс - служба компании
«Профессиональные конференции»
тел./факс: +7 (495) 66 324 66
e-mail: posokhova@proconf.ru*

УДК 629.7.05

ПОЛЕТ СКВОЗЬ ГОДЫ

(К 75-ЛЕТИЮ ИСТОРИЧЕСКОГО ПЕРЕЛЕТА ЧКАЛОВА В.П., БАЙДУКОВА Г.Ф. И БЕЛЯКОВА А.В. ЧЕРЕЗ СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС В США)

Г.Ф. Молоканов¹

Статья посвящена историческому перелету В.П. Чкалова, Г.Ф. Байдукова и А.В. Белякова через Северный полюс в США, которому в этом году исполняется 75 лет.

Ключевые слова: Америка, АНТ-25, Байдуков Г.Ф., Беляков А.В., полет, полюс, северный.

FLIGHT THROUGH YEARS

The 75th Anniversary of the Trans-Polar Flight of Chkalov, Baidukov and Beliakov to America

G.F. Molokanov

The paper describes the historical flight of V. Chkalov, G. Baidukov and A. Beliakov through the Pole to the United States of America 75 years ago

Зарождение идеи перелета. В годы, предшествующие историческому перелету, уровень развития в стране авиационной техники, навигационной науки и практики, подготовки авиаторов к полетам по маршрутам большой протяженности давал все основания надеяться на успешное выполнение дальних перелетов как над необъятными просторами нашей Родины (включая Арктику), так и за ее пределами.

Об этом свидетельствует полет, выполненный 10–12 сентября 1934 г. М. М. Громыным, А. И. Филиным и штурманом И. Т. Спириным на самолете РД (АНТ-25), на котором они установили мировой рекорд беспосадочного полета по замкнутому маршруту Москва – Тула – Рязань – Москва, пролетев 12411 км за 75 часов 2 минуты. Успехи выполнения подобных полетов породили самые дерзновенные идеи.

Во время учебы в Академии известный полярный летчик Герой Советского Союза Леваневский С. А. интересовался вопросом, как действовать экипажу, если магнитный компас в Арктике не работает, и первым высказал мысль о возможности перелета на самолете АНТ-25 через Северный полюс в Америку.

Вспоминая те годы, Беляков А. В., будучи начальником кафедры аэронавигации, пишет: «Большую роль в деле подготовки к выполнению дальних перелетов сыграла Краснознаменная Военно-Воздушная Академия. Сама идея применения самолета АНТ-25 для перелета в Америку через Северный полюс

зародилась в стенах Академии. Впервые перед штурманской кафедрой и передо мной, как преподавателем аэронавигации, зимой 1934–1935 учебного года встал вопрос: может ли штурманская наука обеспечить перелет по маршруту от Москвы по меридиану до Северного полюса и далее по меридиану до Сан-Франциско.

Подробно разобрав теорию вопроса, мы пришли к выводу о полной возможности самолетовождения по предложенному маршруту при условии оборудования АНТ-25 солнечным компасом, широкого применения радионавигации и соответствующего обучения экипажа. Задача подготовить экипаж в штурманском отношении была возложена на Академию» [1].

Напомним однако, что в тот период кафедра аэронавигации входила в состав Военно-воздушной академии им. проф. Н. Е. Жуковского, а названная им Академия была создана в 1940 г.

На кафедре возрос интерес, и обсуждались особенности аэронавигации в этом безориентирном районе.

Белякову А. В. пришлось и со слушателями проводить занятия по выполнению в Арктике маршрутных полетов. На них особое внимание уделялось применению радио-

маяков, наземных радиопеленгаторов и методов астрономической навигации.

Первая попытка перелета С. А. Леваневского через Северный полюс в Америку, предпринятая в августе 1935 года, оказалась неудачной. Из-за ошибочной оценки течи масла экипаж, долетев до Кольского полуострова, вернулся обратно. С. А. Леваневский отверг



¹ Молоканов Георгий Федосеевич - Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор, доктор технических наук, генерал-майор авиации

возможность выполнения намеченного полета на одномоторном самолете, тогда как Байдуков Г. Ф., летевший вместе с Леваневским С. А., был убежден в пригодности АНТ-25 для выполнения этого перелета. С ним впоследствии согласился и Чкалов В. П., экипаж которого в июле 1936 года успешно совершил перелет на Дальний Восток, за который он, Байдуков Г. Ф. и Беляков А. В. были удостоены звания Героев Советского Союза. Зимой того же года Чкалов В. П. предложил готовиться к перелету в Америку, взяв на себя хлопоты по подготовке самолета и получению разрешения на перелет [2].

Бортовое и наземное навигационное оборудование. На борту самолета АНТ-25 имелись магнитный и гиромангнитный компасы, солнечный указатель курса (СУК), оптический визир для промеров угла сноса и путевой скорости, хронометр, астрономический секстант, указатель воздушной скорости, барометрический высотомер и другое штатное оборудование. Из радиотехнических средств были радиополукомпас и связная радиостанция. В состав наземного оборудования входили: радиомаяк на мысе Желания и радиопеленгаторы на острове Рудольфа и в Мурманске. На территории Америки полет обеспечивался зональными радиомаяками, связными и ширококвещательными радиостанциями.

Навигационная подготовка к полету. Первый участок маршрута до Кольского полуострова, как и при перелете 1936 года на Дальний Восток, был выбран по меридиану Москвы с долготой 38°. Далее путь пролегал через Северный полюс по меридиану 58° восточной долготы, переходящему за полюсом в меридиан 122° западной долготы. При скорости полета 180 км/час это позволяло засветло выйти в Арктику, пересекая которую экипаж до 30 часов мог лететь в условиях полярного дня.

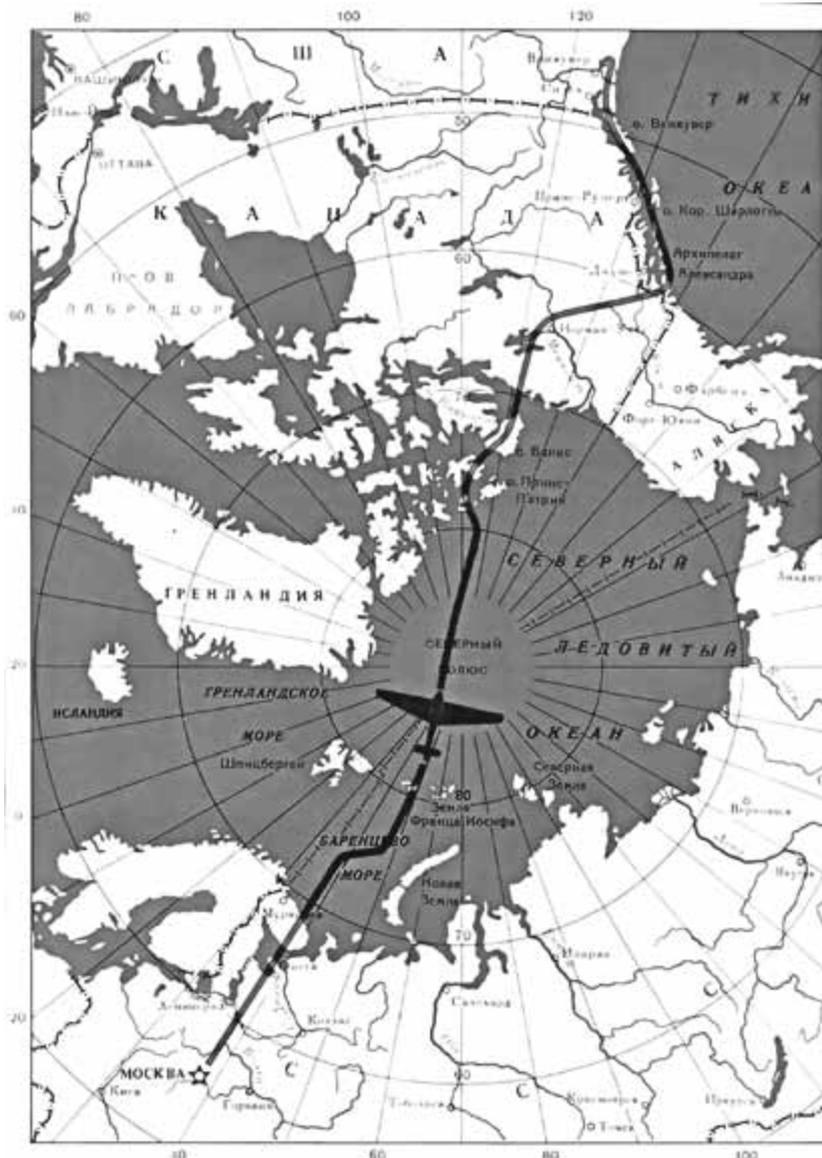
При штиле продолжительность полета по маршруту длиной 9766 км составляла 55 часов с посадкой в Сан-Франциско ночью. Для встречного ветра 20 км/час продолжительность увеличивалась до 63 часов и после 6 часов ночного полета его последние 3–4 часа приходились на светлое время. При таком же попутном ветре время полета сокращалось до 49 часов, и экипаж в конечный пункт мог прибыть до наступления темноты.

Подобранный комплект полетных карт включал десятиверстку от Москвы до Новой Земли, далее

до Северной Америки была карта масштаба 50 км в сантиметре, а для полета над США имелась крупномасштабная географическая карта. По этим картам экипаж и изучал маршрут предстоящего перелета.

Намеченный профиль полета ограничивался максимальной высотой 4000 м (в горном районе), на которой предполагалось находиться не более 11 часов при 9-ти часовом запасе имеющегося на борту кислорода.

Для метеообеспечения перелета 21 мая 1937 г. на Северном полюсе была высажена воздушная экспедиция, флаг-штурманом которой был Спириин И. Т. В радиограмме, он сообщал Белякову А. В. о неустойчивой ра-



боте магнитных компасов, посоветовав основным видом ориентировки считать астрономию [3].

Сотрудниками астрономического института им. Штернберга для 31 точки маршрута были выполнены предвычисления высот и азимутов небесных светил. Это позволяло по измеренной секстантом высоте светила в расчетный момент времени без дополнительных вычислений проложить на карте линию положения самолета.

Для определения в Арктике направления полета был сконструирован солнечный указатель курса (СУК).

Дублером штурмана Беякова А. В. был подготовлен Байдуков Г. Ф.

25 мая 1937 года Чкалова В. П. заслушали в правительстве, которое дало разрешение на перелет. Началась интенсивная непосредственная подготовка к нему. Различные специалисты, от инженеров до медиков, проверяли готовность самолета и экипажа, и 17 июня было получено разрешение на взлет [2].

Выполнение перелета. Чкалов В. П. с подмосковного аэродрома, ныне носящего его имя, произвел взлет засветло в 4 утра по московскому времени. Экипаж пошел строго на Север. Полет до Кольского полуострова в течение 7 часов проходил на высоте 1000...1500 м, и Беякову А. В. удалось поспать, передав вахту Байдукову Г. Ф. Из-за встречного ветра (30 км/час) экипаж на час отставал от графика полета. В 9.36 при полете в облаках началось обледенение самолета, а затем погода улучшилась, но в 11.00 Баренцево море вновь закрыло облачностью. В районе предвычисленной точки № 1 измеренная секстантом высота Солнца и проложенная на карте линия положения показала отклонение самолета вправо до меридиана $41^{\circ}20'$ восточной долготы. Для обхода облачности на высоте полета 3500...4000 м отвернули от маршрута вправо. В 16.22 Беяков А. В. записал в бортовом журнале «Идем выше, черт его знает, какого слоя облачности». В 17.00 «Идем между двумя слоями, верхние слои не просвечивают, СУК не работает. В 17.15 начался слепой полет Г. Ф. Байдукова» [4]. Из-за сильного обледенения (лед 1,5 см) отказал радиополукомпас, но в 17.37 вышли за облака, и заработал СУК. Штурман, обеспокоенный определением курса самолета, записал в бортовом журнале: «Фактически идем 315° , по СУК 335° , если долгота = 3 ч. 30 мин = 52° , по ГМК 345° , МК 340° » [4]. Из-за угрозы обледенения порой приходилось менять курс. В «19.00 сделали круг для набора высоты». Прослушав радиомаяк на острове Рудольфа и пеленг Мурманска, в 20.20 в разрывах облаков увидели Землю Франца-Иосифа. На вторые сутки полета в 1.10 определили координаты: широта $86^{\circ}10'$, долгота 58° . «Погода отличная. Внизу облака».

В 4.15 прошли Северный полюс, до которого вместе 21 летели 27 часов. За полюсом СУК переставили на западную долготу и местное время, вернувшись в дату 18 июня западного полушария. Близость полюса дает о себе знать: «компас штурмана ходит почти кругом. Идем по СУК. Трудно. Поправляю вправо-влево. Летчик держит курс по ГМК». Беяков А. В. часто прибегает к астрономии, производя измерение секстантом высоты Солнца вблизи предвычисленных точек №№ 10, 11, 13 и 17.

В 9.40 начали набирать высоту, чтобы перевалить облачность, но и на высоте 5600 м до 12.20 полет часто проходит вслепую. В 11.45 в бортовом журнале записано: «Идем обратно. Более 5600 м самолет высоту не набирает. В 12.00 снова на курс». Позднее Беяков А. В. так пояснил этот маневр с разворотом на 180° : «После

того, как в Баренцевом море при температуре минус 24° самолет обледенел, у Байдукова и Чкалова нет никакого желания еще раз забираться внутрь облаков. В 11 часов 45 минут облака поднимаются выше нашего потолка. Самолет разворачивается и некоторое время идет обратно к полюсу» [2].

Сказанное свидетельствует, с какими трудностями экипаж в магнитных джунглях Арктики преодолевал сложные метеоусловия, пробиваясь сквозь облачные хребты, грозящие опасным обледенением.

Возникшие неполадки с водяным охлаждением двигателя вынудили экипаж для выхода из района гористой местности отвернуть вправо. По измеренной в 13.42 вблизи точки № 18 высоте Солнца определили, что находятся над Землей Бенкса, южную оконечность которой прошли в 15.40. Далее, набирая высоту до 6000 м при видимости земли, прошли Пирст-Пойнт, реки Андерсон и Макензи.

Недостаток кислорода сказывается все сильнее «В 0 часов 40 минут у меня и у Валерия кислород иссяк» [4].

Для обхода мощной кучево-дождевой облачности, простирающейся до высоты 7000 м, вновь отвернули вправо и в 0.48 по расчету времени вышли на побережье Тихого океана, начав пробивать облачность. Через 12 минут самолет вынырнул из облаков на высоте 4000 м. Наблюдаются в просветы «угрюмые, скалистые острова».

В 4.42 с помощью астрономии близ точки № 25 установили, что находятся близ островов Королевы Шарлотты, опознав визуально остров Грахам. Летя вдоль побережья, в 6.30 встретили ночь. «Байдуков ведет по верхушкам облаков, иногда в них залезая, болтает, выше облаков светит Луна тускло, иногда в просветы видны звезды. Рассвет ожидается около 12.00 по Гринвичу» [4].

На последней части маршрута экипаж ночью мог использовать радионавигацию. С 7.10 начал прослушиваться радиомаяк Сан-Франциско, по которому Байдуков Г. Ф. начал вести самолет, а Беяков А. В. и Чкалов В. П. легли спать.

«Последнюю тысячу километров мы пролетели в исключительно тяжелой обстановке: в облаках, при интенсивном обледенении, плохой видимости и встречных ветрах. Посадку — и ту произвели в дожде» [5].

В 12.00 в просветы облаков стали видны бухта и горы Сиэтла, от которого пошли на маяк Портленда, хотя уточнить свое местонахождение не удалось. Об этом в бортовом журнале записано «Из-за ориентировки много споров». В 14.33 с 2800 м начали медленное снижение под облака, которые распространялись почти до самой земли. Пришлось вновь набирать высоту 2500 м, развернувшись на Портленд, и в 16.20 произвели посадку в Ванкувере. Последняя строка в бортовом журнале: «Всего были в воздухе 63 часа 16 минут» [4].

Изложенное свидетельствует, что перелет происходил в чрезвычайно сложных метеорологических и навигационных условиях. Продолжительное время полет выполнялся в облаках в условиях обледенения, над обширными безориентирными просторами Арктики со сменой для обхода облаков трудно определяемых

курсов. К сказанному следует добавить крайне ограниченные возможности радионавигации на большей части маршрута и низкую точность астрономии. Преодолеть эти и многие другие трудности экипаж смог благодаря исключительному мужеству и мастерству самолетовождения и пилотирования, умению использовать весь комплекс навигационных средств, обладавших в те годы весьма ограниченными возможностями.

Значение перелета. В полученной экипажем в день посадки поздравительной телеграмме из Кремля было написано: «Горячо поздравляем вас с блестящей победой. Успешное завершение геройского беспосадочного перелета Москва – Северный полюс – Соединенные Штаты Америки вызывает любовь и восхищение трудящихся всего Советского Союза. Гордимся отважными и мужественными советскими летчиками, не знающими преград в деле достижения поставленной цели. Обнимаем вас и жмем ваши руки» [2].

В Америке экипаж был принят Президентом США Рузвельтом, который сказал: – Я рад приветствовать советских летчиков. Блестящий перелет свидетельствует о высокой технической культуре Советского Союза. Благодаря вашему перелету, границы Советской страны стали нам неожиданно близки. Перелет будет записан в историю. Я не сомневаюсь, что в недалеком будущем мы установим воздушное сообщение между СССР и Америкой через Арктику» [2].

Известный канадский летчик Кенион так оценил перелет: «Совершив ряд полетов в арктических и антарктических областях, я могу себе представить, какое искусство и выносливость потребовались от трех советских летчиков, чтобы совершить этот перелет – один из величайших в мировой истории» [5].

Крупный американский исследователь стратосферы Стивенс свое мнение о перелете выразил словами: «Полет через Северный полюс опять обратил внимание всего мира на мощь Советского Союза, на храбрость и искусство советских летчиков и на превосходное оборудование их самолетов. Их перелет, который совершался в очень неблагоприятных атмосферных условиях, был бы самым трудным подвигом даже в условиях прекрасной погоды» [5].

Не прошло и месяца, как по тому же маршруту пролетел экипаж Громова М. М. (12–14 июля 1937 г.) со вторым летчиком Юмашевым А. Б и штурманом Данилиным С. А., которым, если не проще, то увереннее было лететь по маршруту, проложенному первопроходцами, тем более что «погода, в общем, благоприятствовала» их перелету [5]. Они установили мировой рекорд дальности полета по прямой, пролетев расстояние 10148 км, за что первыми из авиаторов СССР были награждены Международной авиационной федерацией медалями Де Лаво [6].

Присутствовавший на приеме Рузвельтом второго экипажа государственный секретарь Хэлл сказал: «Дипломаты за много лет работы не смогли бы сделать то, что сделали вы для сближения двух наций.

– Во имя этой цели мы готовы повторить полет, – ответил М. М. Громов» [6].

Высоко оценила перелеты как отечественная, так и зарубежная пресса.

А вот как оценил сам Беляков А. В. значение своих перелетов: «Опыт полетов на большое расстояние, на большой высоте и на большой (по тому времени) скорости помог нам правильно организовать боевую подготовку личного состава авиационных частей и соединений с тем, чтобы встретить вероломно напавшего врага во всеоружии... По-новому и более серьезно была решена задача подготовки штурманских кадров» [1].

Не зря о важности опыта своих перелетов для подготовки кадров говорил Александр Васильевич, так как после них он исполнял должности флаг-штурмана авиации особого назначения, главного штурмана ВВС во время войны с Финляндией. В годы Великой Отечественной войны он был начальником Рязанской высшей авиационной школы штурманов и участвовал в Берлинской операции. А после ее окончания в течение 15 лет руководил штурманским факультетом Военной академии командного и штурманского состава ВВС Красной армии. На всех этих постах он с успехом решал задачу повышения уровня летной подготовки офицерских кадров ВВС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков А. В. Доклад на юбилейном заседании Совета академии, посвященном 70-летию со дня рождения Сталина, рукопись, декабрь 1949 г.
2. Беляков А. В. В полет сквозь годы. – М.: Воениздат, 1981. – 350 с.
3. Спирин И. Т. В голубом небе. – М.: Изд. Советская Россия, 1960. – 204 с.
4. Беляков А. В. Штурманский бортовой журнал самолета NO-25. – М.-Л., 1939. – 50 с.
5. Беляков А. В. Валерий Чкалов. – М.: Издательство ДОСААФ, 1974. – 206 с.
6. Данилин А. С. Через Северный полюс – с мировым рекордом. – М.: Издательство ДОСААФ, 1981. – 112 с.

В КАЧЕСТВЕ ПОСЛЕСЛОВИЯ:

Редакции представилась возможность показать статью внучке А. В. Белякова – А. С. Беляковой. Ниже приводим ее отзыв о статье.

«Да, спасибо огромное. Статья, как всегда интересная, научная, в ней столько подробностей и интересных фактов. Это взгляд на историю из сегодняшнего

дня. Спасибо большое за Вашу память и внимание от всей нашей семьи».

А. С. Белякова – внучка А. В. Белякова

27.02.2012 г.



ПАМЯТИ ВИКТОРА МИХАЙЛОВИЧА ЛАВСКОГО

IN MEMORIAM OF VICTOR LAVSKY

19 июня 2012 года на 98-м году жизни скончался генерал-лейтенант авиации в отставке Лавский Виктор Михайлович – выдающийся деятель штурманской службы нашей страны. Он прошел четыре войны: в Испании (1936–1939 гг.), с Финляндией (1939–1940 гг.), Великую Отечественную войну (1941–1945 гг.) и с Японией (1945 г.). В Испании на самолете СБ он совершил 36 успешных боевых вылетов на разведку и 60 – с нанесением бомбовых ударов по различным объектам, за что был награжден двумя орденами Боевого Красного Знамени.

Во время войны с Финляндией Лавский В. М., будучи слушателем 2-го курса штурманского факультета Военно-воздушной академии и имея богатый боевой опыт, был назначен заместителем главного штурмана авиагруппы и штурманом авиаэскадрильи самолетов СБ. Авиагруппа, составленная из преподавателей и слушателей Академии, должна была получить боевой опыт, а преподаватели – в боевых условиях доказать, способны ли они сами делать то, чему учат слушателей. Командовал авиагруппой начальник штурманского факультета Герой Советского Союза комбриг Спирин И. Т.

В годы Великой Отечественной войны Лавский В. М. был заместителем главного штурмана 8-й воздушной армии.

В мае 1950 г., окончив Академию Генерального штаба, он был назначен главным штурманом особой группы военной авиации, работавшей в Арктике. За успешное выполнение правительственного задания, разработку методики выбора, подготовки и выполнения полетов с ледовых аэродромов был награжден орденом Красного Знамени.

В 1952 г. Виктор Михайлович работал главным штурманом войск противовоздушной обороны приграничной линии страны, в которых была сосредоточена вся истребительная авиация, базирующаяся вдоль



границ Советского Союза. Он проделал большую работу по внедрению в истребительную авиацию радионавигационной и радиолокационной техники. После расформирования войск противовоздушной обороны в 1953 г. Лавский В. М. пополнил свой богатый опыт боевой и руководящей штурманской работы, будучи главным штурманом 10-й воздушной армии, авиасоединения и части которой базировались на Дальнем Востоке.

С 1957 по 1971 г. Виктор Михайлович был главным штурманом Военно-воздушных сил. В период его работы происходило освоение ракетных систем и новых типов реактивных самолетов, возникало много новых и сложных проблем, в ходе решения которых главному штурману ВВС не раз приходилось брать на себя ответственность и смело выступать против мнения высокого начальства. Именно в такой непростой обстановке по настоящему утверждается авторитет и штурманской службы, и ее руководителя. Ему после преодоления противодействия ответственных работников ЦК КПСС удалось добиться ежечасной передачи по радио сигналов точного времени, которая вошла в жизнь всей страны.

В 1971 г. Виктор Михайлович был назначен на должность начальника штурманского факультета Военно-воздушной академии

им. Ю. А. Гагарина, много сделал для внедрения в учебный процесс своего богатого боевого опыта и опыта руководящей штурманской работы. На любом посту его отличала исключительная деловитость, оригинальность принимаемых решений и непереносимое стремление добиться их исполнения. В. М. Лавский написал ряд руководящих документов, пособий, наставлений и справочников по штурманскому делу, успешно защитил кандидатскую диссертацию и был удостоен звания почетного профессора. После увольнения из армии по выслуге лет, он несколько лет работал в Аэрофлоте. Многие годы Виктор Михайлович возглавлял испанскую секцию, работая в комитете ветеранов Вооруженных сил, проявляя заботу о инвалидах, активно участвует в военно-патриотическом воспитании воинов и учащихся, поддерживает связь с товарищами по оружию, дружеские контакты с ветеранами-антифашистами Испании, США, Англии и многих других стран.

За большие заслуги в годы войны и в послевоенное время он награжден шестью орденами боевого Красного Знамени, тремя орденами Отечественной войны, четырьмя орденами Красной Звезды, орденом Почета, орденом Богдана Хмельницкого, многими отечественными и иностранными медалями. Ему присвоено звание Заслуженного военного штурмана СССР. В 2004 году в связи с 90-летием Патриарх Всея Руси наградил его орденом Преподобного Святого Князя Московского Даниила.

Боевые друзья и сослуживцы, руководство и сотрудники ОАО «НТЦ «Интернавигация», Исполнительный комитет Российского общественного института навигации, редколлегия журнала «Новости навигации» скорбят по поводу кончины Виктора Михайловича Лавского и приносят свои самые искренние соболезнования его родным и близким.



ОТЧЕТ «МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОССИЙСКОГО РЫНКА СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ АППАРАТУРЫ ГЛОБАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Контактный тел. (495) 626-25-01.

Генеральный директор – Виктор Михайлович Царев

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 I. Введение в теорию оценивания. – СПб.: ГНЦ РФ ЦНИИ «Электроприбор», 2009. – 496 с.

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

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

Книга подготовлена с учетом многолетнего опыта, накопленного автором при проектировании алгоритмов обработки для навигационных систем различного типа, а также опыта преподавания и чтения лекций для аудитории с разным уровнем подготовки. Материал четко структурирован, что существенно облегчает его изучение и возможность использования для формирования курсов лекций по отдельным разделам для слушателей с различным уровнем подготовки.

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 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.elektroprigor.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.— 360с. 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.

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«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.

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 1–3 2012

COMGeo 2012

The International Conference on Computing for Geospatial Research and Application

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

<http://www.gpsworld.com>

JULY 14–22 2012

COSPAR 2012: Committee on Space Research Scientific Assembly

Mysore, India.

<http://www.gpsworld.com>

JULY 16–17 2012

National Geodetic Survey Real-Time GNSS Network Symposium

Memphis, Tennessee, USA.

<http://www.insidegnss.com>

JULY 23–27 2012

2012 Esri International User Conference

San Diego, California, United States (USA).

<http://www.insidegnss.com>

ИЮЛЬ 2012

17-я Международная конференция «Системный анализ, управление и навигация»

Евпатория, Украина. Конференция проводится при поддержке Федерального космического агентства РФ, Национального космического агентства Украины, международной академии астронавтики и крупнейших аэрокосмических предприятий.

Основной целью конференции является обсуждение состояния, развития и возможностей использования современных аэрокосмических технологий в различных областях науки и техники. Особое внимание уделяется вопросам использования результатов аэрокосмической деятельности в различных отраслях народного хозяйства. Это внедрение глобальной спутниковой системы ГЛОНАСС, использование спутниковых информационных технологий в интересах транспорта, геологии, строительства, зондирования Земли. Обсуждаются экономические аспекты

аэрокосмической отрасли, а также вопросы образования и подготовки кадров.

<http://scienceconf.ru/>

AUGUST 1–3 2012

ICCE 2012

Special Session: Satellite Navigation Technologies
Hue, Vietnam.

<http://www.insidegnss.com>

AUGUST 6–9 2012

AUVSI 2012

Unmanned Systems North America

Las Vegas, Nevada USA.

<http://www.insidegnss.com>

AUGUST 18–21 2012

SGES-2012

International Symposium on Space Geodesy and Earth System

Shanghai, China.

www.shao.ac.cn/meetings

SEPTEMBER 12–14 2012

VTS Symposium

Istanbul, Turkey.

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

СЕНТЯБРЬ 16–23 2012

II Международная школа по спутниковой навигации

Рязань, Россия. Организатор – Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум».

www.school.oninnovations.ru

СЕНТЯБРЬ 17–19 2012

6-й Международный симпозиум «Метрология времени и пространства»

Симпозиум проводит ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» («ВНИИФТРИ») при технической и организационной поддержке ЗАО «ИТ «Тест-Прибор». Симпозиум состоится в России, в красивейшем месте Подмоскovie – в пансионате «Морозовка», расположенном в поселке Менделеево Солнечногорского района Московской области.

www.aggf.ru

SEPTEMBER 17–21 2012

ION GNSS 2012

(Tutorials: September 20–21)

Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee, USA.

www.ion.org

СЕНТЯБРЬ 20–21 2012

Всероссийская научно-техническая конференция «Навигация, наведение и управление летательными

аппаратами», посвященная 65-летию ОАО «Раменское приборостроительное конструкторское бюро». ГНЦ РФ ФГУП «ГосНИИАС», Москва, ул. Викторенко, 7.

Контактные телефоны (факсы)

*Оргкомитета: ГНЦ РФ ФГУП «ГосНИИАС»
8-499-157-75-22. ОАО РПКБ 8-496-463-47-52.*

OCTOBER 1–3 2012

14th IAIN World Congress

International Association of Institutes of Navigation
Cairo, Egypt.

www.iaincongress2012.org

OCTOBER 1–3 2012

ESTEL Conference 2012:

Europe Space and Satellite Telecommunications
Rome, Italy.

<http://www.insidegnss.com>

OCTOBER 3–4 2012

UPINBLS 2012

2012 Ubiquitous Positioning Indoor Navigation and Location Based Service

The second International Conference and Exhibition on Ubiquitous Positioning, Indoor Navigation, and Location Based Service, UPINLBS 2012, will be held October 3–4 at the Hilton Hotel Strand in Helsinki, Finland.

<http://www.insidegnss.com>

ОКТАБРЬ 9–11 2012

XXVIII конференция памяти выдающегося конструктора гироскопических приборов Н. Н. Острякова.

Конференция посвящается Б. Е. Чертоку – одному из легендарной плеяды создателей отечественной ракетно-космической техники, академику РАН.

Санкт-Петербург, ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор». 197046, С-Петербург, Россия, ул. Малая Посадская, 30, ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». Тел.: (812) 499-82-10, (812) 499-81-57; факс: (812) 232-33-76; e-mail: ICINS@eprib.ru.

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

OCTOBER 9–11 2012

Intergeo 2012

Hannover, Germany. Intergeo is a conference and trade fair for geodesy, geoinformation, and land management. Held in a different location in Germany each year, INTERGEO stimulates and guides dialogue within the industry. Regional and global sales markets intermesh and promote ongoing communication with all the relevant target groups.

<http://www.gpsworld.com>

OCTOBER 22–26 2012

19th ITS World Congress

The 19th World Congress on Intelligent Transport Systems will be held in Vienna, Austria.

<http://www.gpsworld.com>

NOVEMBER 4–7 2012

ICG-7

Seventh Meeting of the International Committee on GNSS
Beijing, China.

<http://www.insidegnss.com>

NOVEMBER 8–9 2012

Korea GNSS Conference

Phoenix Island, Jeju, Korea. The 2012 Korea GNSS Society (KGS) Conference, previously known as the GNSS Workshop, will be held at Phoenix Island resort on Jeju, Korea. The event is hosted by the Korea GNSS Society.

<http://www.insidegnss.com>

NOVEMBER 13–15 2012

IPIN 2012

2012 Indoor Positioning and Indoor Navigation

Sydney, Australia.

<http://www.insidegnss.com>

NOVEMBER 26–29 2012

NAV12

Nottingham, UK. The theme of NAV12, this year's Royal Institute of Navigation conference, is «GNSS and Beyond». It will take place at the East Midlands Conference Center in University Park, Nottingham.

<http://www.insidegnss.com>

JANUARY 28–30 2013

ION International Technical Meeting

The ION International Technical Meeting will be held January 28–30, 2013, at the Catamaran Resort Hotel in San Diego, California, USA.

www.ion.org

ВЕЧНА 2013

ГЛОНАСС/ГНСС – ФОРУМ

VII Международный форум по спутниковой навигации

Москва, Россия, «Экспоцентр».

www.glonass-forum.ru

APRIL 11–13 2013

BioNav

The application of animal navigation techniques in autonomous vehicles

The First International Conference on Bionav, hosted by the Animal Navigation Special Interest Group of the Royal Institute of Navigation. London, UK

www.rin.org.uk

МАЙ 27–29 2013

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>

SEPTEMBER 17–20 2013

ION GNSS 2013

Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee, USA.

www.ion.org

JANUARY 27–29 2014

ION International Technical Meeting

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California, USA.

www.ion.org



УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Продолжается подписка на журнал «Новости навигации».

Подписка оформляется через редакцию журнала. Юридические и физические лица могут приобрести издаваемый журнал, оформив подписку либо заказ на конкретный номер журнала, а также за наличный расчет. Время оформления подписки не ограничено. В стоимость подписки входит оплата 4-х номеров журнала. С учетом почтовых расходов и НДС (10%) стоимость подписки на 2011 год – 2600 руб.

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

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

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

РАСЦЕНКИ НА ПУБЛИКАЦИЮ РЕКЛАМЫ (формат А4, А5):

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

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

БЛАНК-ЗАКАЗ

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

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

ИНН/КПП 7709877563/770901001 ОГРН 1117746369531 ОКАТО 45286555000

Реквизиты банка:

Межгосударственный банк г. Москва

БИК 044525362 к/счет 30101810800000000362 р/счет 40502810100000000008

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

(Следует приложить к заказу копию платежного поручения).

Заказ направить по адресу:

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

город, улица, дом _____

Кому _____

(полное название организации или ФИО заказчика)

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

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

Страницы рукописи не нумеруются. Отдельно представляются сведения об авторах: ФИО, год рождения, место работы, должность, ученые степени, звания, адрес работы и электронной почты, рабочие телефоны и факсы.

3. Объем текста теоретического характера, как правило, должен быть не более 1 усл. печ. листа, а практического – 2/3 усл. печ. листа.
4. Для выделения отдельных пунктов в тексте или графическом материале необходимо использовать только арабскую нумерацию.
5. Рукопись должна быть представлена в виде файла формата MS Word (*.doc) на магнитном или оптическом (CD) носителе и распечатки в двух экземплярах. После рецензирования, при наличии замечаний, рукопись с дискетой возвращается автору на доработку. В отдельных случаях возможен обмен отредактированными материалами по электронной почте.
6. При наборе текста необходимо использовать следующие шрифты: «Times New Roman» и «Symbol 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.