

**НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ
№ 2, 2011 г.**

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

Редакционная коллегия:

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

Члены редакционной коллегии:

Баринов С. П., к. т. н.;
Белгородский С. Л., д. т. н., проф.;
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.;
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»

36-е ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ» 3

МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ
КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА НОРВЕЖСКО-РОССИЙСКОЙ ЦЕПИ БЁ 6

В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

СОВМЕСТНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА
«ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»
И СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО
ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ 8

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

ЛЕТАЮЩИЕ ЛАБОРАТОРИИ ЛЕТНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ
И КОМПЛЕКСОВ ПИЛОТАЖНО – НАВИГАЦИОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ 9

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

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛУЧЕВОСТИ НА ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ
ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ ЗАПАЗДЫВАНИЯ ФМ И MSK СИГНАЛОВ 21

С. Б. Болонин, В. П. Ипатов, Б. В. Шебшаевич

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ НАВИГАЦИИ И НАВЕДЕНИЯ
РОБОТИЗИРОВАННЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ 29

Н. П. Зубов

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ВЛИЯНИЯ ФЛУКТУАЦИЙ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕТА
ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЛС БОКОВОГО ОБЗОРА 34

В. Л. Шатровский

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 41

КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ 48

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

НА ЗАРЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ НАВИГАЦИИ 53

Г. Ф. Молоканов

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

К 60-летию АЛЕКСАНДРА ЕВГЕНЬЕВИЧА СУВОРОВА 56

К 60-летию ЮРИЯ ПАВЛОВИЧА БАЛЫКО 57

К 80-летию ШТУРМАНСКОЙ СЛУЖБЫ КОМАНДОВАНИЯ
ВОЕННО-ТРАНСПОРТНОЙ АВИАЦИИ ВВС РОССИИ 58

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ 60

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ 64

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

36th SESSION OF THE INTERGOVERNMENTAL COUNCIL OF THE CIS..... 3

INTERNATIONAL ACTIVITIES

1st SESSION OF THE NORWEGIAN-RUSSIAN JOINT BOE
CHAIN COORDINATING COUNCIL TECHNICAL WORKING GROUP (TWG)..... 6

IN THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION

SESSIONS OF THE WORKSHOP «FLIGHT AIRCRAFT OPERATION»
AND RPIN AIR TRANSPORT SECTION..... 8

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

FLYING LABORATORY OF THE GROMOV RESEARCH INSTITUTE
IN THE TECHNOLOGICAL CYCLE OF THE DEVELOPMENT
OF AIRBORNE FLIGHT NAVIGATION EQUIPMENT 9
E. G. Kharin, A. F. Yakushev, V. A. Kopelovich

MULTIPATH EFFECTS ON THE POTENTIAL ACCURACY
OF MEASURING TIME OF ARRIVAL FOR PSK AND MSK SIGNALS21
S. B. Boloshin, V. P. Ipatov, B. V. Shebshaevich

PROBLEMS OF NAVIGATION AND GUIDANCE
OF ROBOTIC FLYING VEHICLES29
N. P. Zubov

ANALYTICAL DEPENDENCES FOR ESTIMATION OF INFLUENCE
OF FLUCTUATIONS OF PARAMETERS OF FLIGHT
OF AIRCRAFT ON EFFICIENCY PJC SIDEVIEW34
V. L. Shatrovsky

OPERATING INFORMATION41

CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS48

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

AT THE DAWN OF PRECISE NAVIGATION53
G. F. Molokanov

OUR CONGRATULATIONS56

NEW BOOKS AND MAGAZINES60

PLANS AND CALENDARS64

36-е ЗАСЕДАНИЕ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОГО СОВЕТА «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

36th SESSION OF THE INTERGOVERNMENTAL COUNCIL OF THE CIS

18–19 мая 2011 года в г. Киев, Украина, состоялось 36-е заседание Межгосударственного совета «Радионавигация». В заседании Совета приняли участие полномочные представители от Республики Беларусь, Республики Казахстан, Киргизской Республики, Российской Федерации, Республики Таджикистан, Украины, а также Азербайджанской Республики (в статусе наблюдателя), Исполнительного комитета СНГ.

В первый день по традиции состоялось заседание научно-технического совета (НТС) Межгосударственного совета «Радионавигация».

В заседании научно-технического совета приняли участие полномочные представители от Республики Беларусь, Республики Казахстан, Российской Федерации.

1. Научно – технический совет Межгосударственного совета «Радионавигация», заслушав доклады представителей Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации о ходе выполнения в 2010 году Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2012 года (далее – Программа), решил:
 - 1.1. Отметить, что в 2010 году организациями Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации выполнялись шесть работ:
 - ОКР «Облик – СНГ» и НИР «Сертификация – СНГ – **ответственный НП РУП «СКБ «Камертон» (Республика Беларусь).**
 - ОКР «Испытательный центр – СНГ» и НИР «Норматив – СНГ» – **ответственный АО «НК «Казахстан Гарыш Сапары» (Республика Казахстан).**
 - ОКР «Информатизация – СНГ и НИР «Радионавигационный план СНГ» – **ответственный ФГУП «НТЦ «Интернавигация» (Российская Федерация).**

Работы финансировались из госбюджета Российской Федерации, республиканского бюджета Республики Казахстан и за счет внебюджетных средств Республики Беларусь.

Однако из-за недостаточного финансирования работы, проводимые предприятиями Республики Беларусь и Республики Казахстан выполнены не полностью.

- 1.2. Принять к сведению сообщение представителей Республики Беларусь и Республики Казахстан о том, что выполнение ОКР «Облик – СНГ», ОКР «Испытательный центр – СНГ» и НИР «Норматив – СНГ» может быть завершено только в 2012 году.
- 1.3. С учетом состоявшегося обсуждения, считать необходимым, разработать дополнения к техническим заданиям на указанные работы и провести

в июне 2011 года рабочую встречу специалистов НП РУП «СКБ «Камертон», АО «НК «Казахстан Гарыш Сапары» и ФГУП «НТЦ «Интернавигация» для обсуждения и принятия необходимых решений по данному вопросу.

- 1.4. Принять предложения Царева В. М. (ФГУП «НТЦ «Интернавигация») о проведении в рамках выполнения ОКР «Информатизация – СНГ» обучения специалистов НП РУП «СКБ «Камертон» и АО «НК «Казахстан Гарыш Сапары» для эксплуатации указанной системы. Считать целесообразным поручить указанным организациям принять совместное решение по данному вопросу.
 2. Обсудив представленный ФГУП «НТЦ «Интернавигация» проект первой редакции Радионавигационного плана СНГ, научно – технический совет решил:
 - 2.1. Проект первой редакции Радионавигационного плана СНГ принять за основу.
 - 2.2. Поручить ФГУП «НТЦ «Интернавигация» в 2-х месячный срок доработать проект первой редакции Радионавигационного плана СНГ с учетом полученных замечаний и предложений от государств – участников СНГ и представить его к рассмотрению на НТС 37 – го заседания Совета.
- Заседание Межгосударственного совета «Радионавигация» 19 мая открыл Председатель Межгосударственного совета «Радионавигация» Суворов А. Е., заместитель директора Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.
- С приветствием к участникам заседания обратились консультант департамента экономического сотрудничества Исполнительного комитета СНГ Верещако В. А. и член Совета от Украины, директор ЦНИИ навигации и управления Козелков С. В.



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

1. Об итогах работы Межгосударственного совета «Радионавигация» в 2010 году

(Суворов А. Е., Царев В. М.)

1.1. В соответствии с утвержденным планом мероприятий, проводимых Межгосударственным советом «Радионавигация», в 2010 году были проведены 2 заседания Совета: 34-ое заседание — 26 мая 2010 года (г. Москва) и 35-ое заседание — 11 ноября 2010 года (г. Москва).

На этих заседаниях были рассмотрены следующие вопросы

- об организации работ по реализации Межгосударственной радионавигационной программы государств — участников СНГ на период до 2012 года, утвержденной Решением Совета глав правительств СНГ от 21 мая 2010 года;
- о решении Совета глав государств СНГ от 09.10.09 «Об общем Положении об органах отраслевого сотрудничества СНГ» и о внесении изменений и дополнений в Положение о Совете; о 20-летию Содружества Независимых Государств;
- об утверждении состава научно-технического совета;
- разное.

1.2. 10 ноября 2010 года проведена научно — техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», в которой приняли участие 73 человека от 40 организаций государств — участников СНГ: Азербайджанской Республики, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Кыргызской Республики, Российской Федерации и Украины. Отметить, что на конференции были представлены доклады от организаций Российской Федерации, Республики Казахстан и Украины.

1.3. Отметить, что представители Совета участвовали 5 марта 2010 года в заседании Экономического совета СНГ, на котором рассматривался вопрос о проекте Межгосударственной радионавигационной программы государств — участников СНГ на период до 2012 года.

2. О ходе реализации в 2010 году Межгосударственной радионавигационной программы государств — участников Содружества Независимых Государств на период до 2012 года

(Суворов А. Е., Царев В. М., Верещако В. А., Дюсенов С. Т., Кобелев Г. П., Краевский Ю. Г.)

2.1. Отметить, что после утверждения 21 мая 2010 года Советом глав правительств СНГ Межгосударственной радионавигационной программы государств — участников Содружества Независимых Государств на период до 2012 года (далее — Программа), для организации работ по выполнению мероприятий Программы проведены три заседания национальных государственных заказчиков Программы: 21—22 июня 2010 года в г. Астане (Республика Казахстан), 3—4 августа 2010 года

в г. Минске (Республика Беларусь) и 13—14 октября 2010 года в г. Москве (Российская Федерация). На указанных заседаниях были определены:

- головные исполнители работ по Программе: научно-производственное РУП «СКБ «Камертон» (Республика Беларусь), АО «Национальная компания «Казахстан Гарыш Сапары» (Республика Казахстан) и ФГУП «НТЦ «Интернавигация» (Российская Федерация);
- порядок разработки и утверждения проектов технических заданий на работы, а также проектов частных технических заданий исполнителям работ. На заседаниях заслушивалась информация о ходе выполнения работ.

2.2. В связи с тем что Решение Совета глав правительств СНГ об утверждении Программы было подписано также Республикой Таджикистан и Украиной, Совет обратился в правительства указанных государств с просьбой определить их участие в реализации мероприятий Программы. Ответы на эти обращения не получены.

2.3. Принять к сведению информацию Совета о том, что в 2010 году были начаты работы по 6 мероприятиям Программы. Работы финансировались из государственного бюджета Российской Федерации, республиканского бюджета Республики Казахстан и за счет внебюджетных средств Республики Беларусь. Республика Казахстан из-за отсутствия финансирования (11 млн. рублей РФ) не участвовала в выполнении 2-х работ: НИР «Разработка радионавигационного плана государств — участников СНГ» и ОКР «Создание межгосударственной системы «Радионавигация» в составе межгосударственного и национальных информационных центров по радионавигации в государствах — участниках СНГ».

Затраты белорусской стороны за счет средств, привлеченных научно-производственным РУП «СКБ «Камертон», составили 6,095 млн. рублей РФ. (Программой предусмотрено — 33 млн. руб.)

2.4. Одобрить Отчет о ходе выполнения в 2010 году Программы, подготовленный заказчиком-координатором Программы и согласованный национальными государственными заказчиками Программы. Председателю Совета представить указанный Отчет в Исполнительный комитет СНГ для рассмотрения в установленном порядке и выступить на заседании Комиссии по экономическим вопросам при Экономическом совете СНГ 8 июня 2011 года с информацией по данному вопросу.

3. Рассмотрение и обсуждение первой редакции Радионавигационного плана государств — участников СНГ

(Редкозубов В. Н., Суворов А. Е., Шиловская В. Я., Кобелев Г. П., Верещако В. А., Дюсенов С. Т.)

3.1. Отметить, что разработана первая редакция Радионавигационного плана государств — участников СНГ. Учитывая, что в Радионавигационном плане государств — участников СНГ должны быть

отражены интересы всех государств – участников СНГ, первая редакция Плана в апреле 2011 года направлена на рассмотрение в правительства государств – участников СНГ.

- 3.2. Проект новой редакции Радионавигационного плана государств – участников СНГ одобрить и принять за основу.
 - 3.3. Поручить ФГУП «НТЦ «Интернавигация» с учетом полученных замечаний и предложений от государств – участников СНГ доработать в 2-х месячный срок проект Радионавигационного плана государств – участников СНГ и представить его для рассмотрения 37-м заседании Совета.
- 4. О разработке проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на 2014–2018 годы**

(Суворов А. Е., Верещако В. А., Царев В. М., Кобелев Г. П.)

- 4.1. Совет считает целесообразным начать подготовку к разработке проекта новой Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2020 года, для чего обратиться к правительствам государств – участников СНГ с просьбой сообщить о согласии участвовать в ее разработке и реализации, а также об определении организаций государств, которые будут участвовать в этой работе.
- 4.2. Межгосударственному совету «Радионавигация» рассмотреть полученные предложения и образовать рабочую группу из представителей организаций государств – участников СНГ, которые подтвердят участие в разработке проекта Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ на период до 2020 года.

Состав указанной группы и план ее работы утвердить на 37-м заседании Совета.

- 5. О выполнении плана мероприятий, проводимых Межгосударственным советом «Радионавигация» в 2011 году**

(Царев В. М.)

В соответствии с планом мероприятий за истекший период 2011 года осуществлялся контроль за ходом реализации Межгосударственной радионавигационной



программы государств – участников СНГ на период до 2012 года. Представители Совета постоянно взаимодействовали с национальными государственными заказчиками указанной Программы и принимали участие в их заседаниях.

- 6. О проведении работ, связанных с 20-летием Содружества Независимых Государств**

(Верещако В. А., Лукьянюк Ю. В., Царев В. М., Редкозуюев В. Н., Суворов А. Е.)

- 6.1. Принять к сведению информацию представителя Исполнительного комитета СНГ о Межгосударственной выставке, посвященной 20-летию Содружества Независимых Государств, намеченной на 28 июня – 3 июля 2011 года на территории Всероссийского выставочного центра (г. Москва).
 - 6.2. Принять к сведению информацию о том, что в соответствии с Планом мероприятий, посвященных 20-летию Содружества Независимых Государств, одобренным Решением Совета глав правительств СНГ от 21 мая 2010 года:
 - Совет примет участие в Межгосударственной выставке «СНГ – 20 лет»,
 - 20-летию СНГ будет посвящен ряд материалов научно – технического журнала по проблемам навигации «Новости навигации»;
 - проведение 37-го заседания Совета, а также научно-техническая конференция «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» будут посвящены 20-летию СНГ.
 - 6.3. Поручить головным исполнителям работ по Программе в 10-дневный срок представить в Совет план подготовки к указанной выставке с перечнем предполагаемых экспонатов и ответственных исполнителей.
- 7. О проведении в 2011 году научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения», посвященной 20-летию СНГ**

(Царев В. М., Козелков С. В., Суворов А. Е.)

Просить членов Совета активизировать работу по привлечению заинтересованных предприятий и организаций своих государств к участию в планируемой в октябре 2011 года очередной научно-технической конференции, посвященной 20-летию Содружества Независимых Государств.

- 8. О проведении очередного заседания Совета**

(Суворов А. Е.)

Принять предложение члена Совета от Республики Таджикистан Салоимова А. М. о включении в состав научно-технического совета Шобуталибова Давлатшо Шоброимхоновича, заместителя генерального директора по наземной службе ГУП «Международный аэропорт «Худжанд»

- 9. О проведении очередного заседания Совета**

(Суворов А. Е.)

Принять предложение российской стороны о проведении 37-го заседания Совета в октябре 2011 года в г. Москве.



ПЕРВОЕ ЗАСЕДАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА НОРВЕЖСКО-РОССИЙСКОЙ ЦЕПИ БЁ

1st SESSION OF THE NORWEGIAN-RUSSIAN JOINT BOE CHAIN COORDINATING COUNCIL TECHNICAL WORKING GROUP (TWG)

7–8 июня с. г. в г. Стокмаркнес на северо-западе Норвегии состоялось первое заседание технической рабочей группы (ТРГ), созданной при Координационном совете Норвежско-Российской цепи Бё радионавигационных систем «Лоран-С» и «Чайка». Делегацию от Российской Федерации возглавлял Виктор Царев, генеральный директор Научно-технического центра «Интернавигация», по назначению Министерства промышленности и торговли. Главой делегации Норвегии был полковник Каре Лоддинг, начальник отделения радионавигации службы коммуникационных и информационных систем Управления логистики Министерства обороны Норвегии. В составе Российской делегации: были Василий Редкозубов, заместитель генерального директора Научно-технического центра «Интернавигация», и Алексей Воробьев, сотрудник Консульства Российской Федерации района Киркенес Норвегии. Члены Норвежской делегации: сотрудники Управления логистики Министерства обороны Трон-Эрик Томтум, Одд Торе Якобсен, Кевин Остебемур, Магнар Госланд, Оле Петер Лангаард, Арент Викен и переводчик Стейн Ларсен.

В соответствии с повесткой совещания участники обсудили полномочия технической рабочей группы и пришли к единому мнению, что Рабочее соглашение, план работ и положение о ТРГ являются обязательными документами, устанавливающими обязательность регулярных совещаний ТРГ.

По вопросам технического развития от Норвегии начальник станции Бё, Одд Торе Якобсен, сделал короткое сообщение о действующей технической конфигурации «Лоран-С» и оборудовании норвежских станций. Он также предложил новый технический подход к управлению и синхронизации Норвежских станций «Лоран-С» и станции Туманный.

Это предложение по управлению и синхронизации основывается на реализации автономной синхронизации через использование UTC путем передачи спутникового времени и частоты в обоих направлениях (TWSTFT). Необходимо создание центра управления. Г-н Якобсен сообщил, что создаваемый центр должен располагаться на станции Бё, которая располагает необходимыми средствами для управления. Российская делегация поддержала это предложение. Участники вы-

работали рекомендовали Совету принять решение о создании центра управления на станции Бё.

От России заместитель директора НТЦ «Интернавигация» Василий Редкозубов проинформировал членов ТРГ о реализации Плана работ и о работах по модернизации станции Туманный для интегрирования в ОЦБ. Он также сообщил о разработке новой технологии контроля и управления станцией Туманный (оборудование для мониторинга радионавигационного поля, монитор для передающей станции и для передачи данных). Он также подчеркнул, что важно создать станцию управления на базе НТЦ «Интернавигация». Эта станция управления станет

работать совместно со станцией управления в Бё.

Российская сторона также сообщила о новых типах приемников («Интеграция -2»), магнитной антенне



Целью совещания являлось изучение технических вопросов интегрирования систем «Лоран-С» и «Чайка» и определения требований к функциям управления.

для приемника «Лоран-С»/«Чайка» и 100 м антенной мачте для станций «Чайка».

ТРГ выразила пожелание, чтобы управление и синхронизация станции Туманный осуществлялась со станции контроля Бё. Информация, принимаемая от центра управления в НТЦ «Интернавигация», может быть использована центром управления в Бё в качестве

дополнительной. В отношении создания линии связи между дежурным на станции ОЦБ для обмена оперативными данными, обозначенными в СОП, участники совещания подготовили рекомендацию Совету принять решение об использовании двух линий связи между дежурными. Одним из решений может быть Интернет с режимом VPN связь через спутники. До следующе-

го заседания ТРГ эти вопросы будут рассмотрены и после этого обсуждены на совещании. Дополнительно будут использоваться телефон, телефакс и электронная почта. Российские участники предложили изучить возможности метеорной связи и Еврофикс, а также спутниковой связи через навигационный канал «Чайки». Российские участники представляют информацию об этих предложенных решениях и технологиях. Между Сотрудничающими организациями по вопросам функционирования ОЦБ связь будет установлена между двумя сопредседателями, то есть между Василием Редкозубовым (НТЦ «Интернавигация») и Троном Эриком Томтумом (Коммуникационные и информационные системы Норвежского Управления логистики Министерства обороны) с использованием телефона, факсимильной связи и электронной почты, а также по скайпу.

Участники совещания обсудили вопрос разработки Стандартной оперативной процедуры (СОП). Решили пересмотреть действующие СОПы бывшей организации НЕЛС и ФЕРНС и дали задание двум сопредседателям ТРГ подготовить и согласовать проект структуры СОП для ОЦБ до 1 сентября 2011 г.

Для участников совещания было организовано посещение станции Бё для знакомства с оборудованием и специалистами станции. Начальник станции проинформировал о переоборудовании станции и возможной модернизации станции управления. Российские участники выразили благодарность Норвежской стороне за организацию посещения станции Бё.

ТРГ решила обратиться к Совету с просьбой включить сопредседателей ТРГ в состав Совета.

Участники совещания постановили провести следующее совещание ТРГ КС ОЦБ в Москве. Время совещания будет определено на следующем заседании Совета. По результатам совещания сторонами был подписан протокол.



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

SESSIONS OF THE WORKSHOP «FLIGHT AIRCRAFT OPERATION» AND RPIN AIR TRANSPORT SECTION

29 марта 2011 г. в помещении ГОСНИИ «Аэронавигация», г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, состоялось совместное заседание научно-практического семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» и Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации (РОИН) с повесткой дня:

Доклад Корчагина В. А., Иовенко Ю. А., Маркелова М. А. (ГосНИИ «Аэронавигация») «Об основных результатах совещаний рабочих групп экспертов NSP ИКАО в 2009–2010 гг.».

Сообщение Переляева С. Е. (МИЭА). «О работах Управления по исследованию перспективных оборонных проектов (DARPA) Министерства обороны США в области автономной навигации».

Сообщение Соловьева Ю. А. («Новости навигации»). «Презентация журнала «Новости навигации» № 1, 2011 г.».

31 мая 2011 г. в помещении ГОСНИИ «Аэронавигация», г. Москва, Волоколамское шоссе, 26,

состоялось совместное заседание научно-практического семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» и Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации (РОИН) с повесткой дня:

Доклад Ячменева Г. А. (МАК) «Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников Соглашения о гражданской авиации и использовании единого воздушного пространства в 2010 году».

Доклад Майорова А. В. (ГОСНИИ «Аэронавигация»). «Теория и опыт инженерного обеспечения двух прогрессивных форм эксплуатации гражданских воздушных судов, использующих главные перечни минимального состава оборудования (ГПМО) и Правила полетов на увеличенные дальности (ETOPS)».

Доклад Фалькова Э. Я. (ГОСНИИАС). «Проблемы организации полетов беспилотных авиационных систем в общем воздушном пространстве».



УДК 629.7.018.7.051

ЛЕТАЮЩИЕ ЛАБОРАТОРИИ ЛЕТНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ ПИЛОТАЖНО – НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Е. Г. Харин, А. Ф. Якушев, В. А. Копелович¹

Опережающая отработка комплексов пилотажно-навигационного оборудования (ПНО), принципов их построения и методов исследований с использованием летающих лабораторий стали неотъемлемой частью технологии создания ПНО. Применение летающих лабораторий позволяет сократить сроки создания оборудования, повысить эффективность и качество его оценки, отработать режимы, опасные для его отработки на опытных самолетах. В статье изложена ретроспектива использования летающих лабораторий (ЛЛ) в ЛИИ им. М. М. Громова. Описаны основные результаты исследований проведенных на них. Рассмотрены современные технологии летных испытаний (ЛИ) систем и комплексов ПНО летательных аппаратов (ЛА) с использованием ЛЛ.

Ключевые слова: лаборатория, летающая, ЛИИ, оборудование, пилотажно-навигационное, ПНО.

FLYING LABORATORY OF THE GROMOV RESEARCH INSTITUTE IN THE TECHNOLOGICAL CYCLE OF THE DEVELOPMENT OF AIRBORNE FLIGHT NAVIGATION EQUIPMENT

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

Advance engineering development of airborne flight navigation equipment, construction principles and test methods on board of a flying laboratory has become a basic principle of airborne equipment's design. Flying laboratories permit to reduce terms of development, to improve efficiency and evaluation quality, to test dangerous situations. The paper presents the history of using a flying laboratory at the Gromov Flight Research Institute. Basic results and modern flight test technologies are also presented.

Введение

С момента создания Летно-исследовательского института (ЛИИ) в 1941 г. большое внимание уделялось летным исследованиям и испытаниям как на опытных самолетах, так и на летающих лабораториях (ЛЛ).

Первые в истории ЛИИ опережающие исследования на летающих лабораториях проводились в 50-х годах. Были созданы 14 специализированных летающих лабораторий ЛИИ, из которых 11 были оснащены экспериментальными системами дистанционного управления и улучшения (или изменения) устойчивости и управляемости и 3 – экспериментальными гидравлическими системами². Целевые эксперименты позволили:

- прогнозировать и оценивать на основе моделирования в полете на ЛЛ динамические свойства и управляемость создаваемых опытными конструкторскими бюро (ОКБ) самолетов;
- отрабатывать законы функционирования системы дистанционного управления (СДУ), системы устойчивости и управляемости (СУУ) и элементы гидравлических систем управления для опытного самолета на этапе подготовки его к первому вылету и в ходе летно-конструкторских испытаний (при необходимости дальнейшего улучшения

характеристик самолета или повышения работоспособности этих систем);

- ознакомить летчика-испытателя с особенностями динамики и управляемости опытного самолета до выполнения на нем первого вылета.

Первая ЛЛ ЛИИ с СДУ-СУУ была введена в строй в 1956 г. Летные исследования на сверхзвуковых ЛЛ ЛИИ с СДУ-СУУ были начаты в 1968 г. В настоящее время моделирование в полете на специализированных ЛЛ стало ординарным явлением.

Проведенные ЛИИ в 1956–1960 гг. исследования на ЛЛ Як-25 с СДУ и элементами СУУ впервые в отечественной практике продемонстрировали большие возможности таких систем в обеспечении требуемой устойчивости и управляемости скоростного самолета. Они позволили рассеять предубеждение авиационных специалистов против подобных систем и сформулировать принцип их построения. Первым научным руководителем этих исследований был В. Н. Матвеев. Основными исполнителями являлись В. С. Луняков, В. А. Проворов, В. В. Соловьев, Ю. Г. Шаповал и летчик-испытатель А. А. Щербаков. Ознакомительные полеты на ЛЛ Як-25 выполняли Ю. А. Гарнаев, В. М. Волков, М. П. Киржаев, В. Г. Мухин, Г. А. Седов.

¹ Е. Г. Харин – д.т.н., профессор, начальник отделения, В. А. Копелович – начальник лаборатории, А. Ф. Якушев – все сотрудники ЛИИ им. М. М. Громова.

² Данные С. Ю. Бориса и А. Г. Тер-Симоняна

Создание ЛЛ с электродистанционными системами управления позволяло исследовать новые типы таких систем и оценивать их эффективность при решении на самолете целевых задач, а также одновременно проводить моделирование в полете динамических характеристик опытных самолетов на основе разработанных критериев подобия. Летные исследования на сверхзвуковых ЛЛ ЛИИ с СДУ-СУУ проводились под научным руководством А. Д. Миронова и Л. М. Берестова. скоростному самолету

На всех этапах создания и развития летательных аппаратов и пилотажно-навигационного оборудования (ПНО) Институт 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 (под руководством С. И. Турецкого и Н. Т. Коробана) и систем автоматического управления (под руководством В. Н. Матвеева – с 50-х годов). С 1955 г. в Филиале ЛИИ началась интенсивная работа по разработке, проектированию, летным исследованиям и испытаниям систем и комплексов ПНО, систем отображения информации и кабин летательных аппаратов (ЛА), созданных отечественными ОКБ.

В 1965 г. в Филиале ЛИИ создано объединенное Отделение 9 (1955 г. – Лаборатория 46 в Комплексе 4ЛИИ, 1959 г. – Комплекс 9, руководитель Е. П. Новодворский) разработки, проектирования, летных исследований и испытаний систем и комплексов ПНО.

В 1983 г. была проведена реорганизация Филиала ЛИИ, и был создан Институт авиационного оборудования (НИИАО), в котором сосредоточились работы по участию в проектировании ПНО, выполняемые ранее в ЛИИ, определению перспектив и идеологии развития всех систем, датчиков, устройств, формирующих комплексы и ПНО в целом. ЛИИ остался головным предприятием по методическому обеспечению и проведению летных испытаний и исследований ПНО, по снижению посадочных метеоминимумов тяжелых и маневренных самолетов.

В том же 1983 г. было создано Отделение 9 (руководитель Е. Г. Харин) летных исследований, испытаний и сертификации пилотажно-навигационных систем и интегрированных комплексов оборудования. В 1997 г. в структуре научно-исследовательского центра ЛИИ путем объединения Отделений 9 и 11 было создано комплексное научно-исследовательское Отделение 9 – КНИО-9 (руководитель – Е. Г. Харин) исследований, испытаний и сертификации пилотажно-навигационных систем и интегрированных комплексов оборудования, исследований и разработки информационно-вычислительных систем.

Непрерывно совершенствуемые в ЛИИ с применением летающих лабораторий 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.

В настоящее время Отделение 9 проводит работы в области исследований, испытаний и сертификации систем и комплексов пилотажно-навигационного оборудования летательных аппаратов гражданской, государственной и экспериментальной авиации. Работы проводятся как на ЛЛ, так и на опытных ЛА.

1. Роль летающих лабораторий в технологическом цикле создания систем и комплексов ПНО ЛА

Структуру, логическую организацию, методы и средства летных исследований и испытаний определяет методология летных испытаний (ЛИ). Технология летных испытаний разрабатывается на основе созданной методологии и включает в себя:

- разработку методов и средств обеспечения летных исследований и испытаний (стенды, летающие лаборатории, средства регистрации и обработки, средства внешне траекторных измерений, программно-математическое обеспечение и т. д.);
- определение видов и объемов работы по всем этапам отработки оборудования;
- подготовку к летным испытаниям;
- проведение испытательных полетов;
- отработку оборудования с применением различных технологических процессов (технологий) и др.

В начале 70-х годов был внедрен единый технологический научно-производственный цикл создания пилотажно-навигационных комплексов и систем, включающий в себя ряд этапов от прогноза путей развития до летных исследований и испытаний опытных образцов, внедрения оборудования и изучения опыта эксплуатации.

Летные исследования и испытания на различных этапах единого технологического цикла являлись как частью отдельных этапов, так и самостоятельными этапами. Летно-конструкторские, сертификационные и эксплуатационные летные испытания в ожидаемых условиях эксплуатации являются завершающими этапами единого технологического цикла создания пилотажно-навигационных комплексов (ПНК).

Внедрение такой идеологии в единый технологический цикл разработки бортового оборудования обеспечило опережающее создание базовых навигационных (БНК) и пилотажных комплексов (БПК) БНК-1П (2П) и БПК-1П (2П) для самолетов Ан-72, Як-42, Ил-86.

Неотъемлемой частью технологического цикла создания ПНК являлись работы по созданию методологии летных исследований и испытаний систем

и комплексов ПНК и опережающая отработка ПНК с использованием летающих лабораторий.

Нарушение такой технологии неизбежно приводит к тому, что окончательная оценка комплекса и систем производилась на опытных ЛА, что значительно увеличивало сроки и стоимость отработки.

В качестве подтверждения этого факта могут служить примеры эффективности использования летающих лабораторий:

- отработка ПНК «Полет-1» на ЛЛ Ил-18 и Ан-12 (350 полетов) сократила сроки и объем отработки на опытных самолетах Ил-62 и Ан-22;
- комплексные исследования и отработка системы управления СУ-35 ВКС «Буран» на летающих лабораториях МиГ-25, Ту-154, большая транспортная система (БТС) – аналог ВКС «Буран» – обеспечили успешную посадку ВКС «Буран»;
- исследования и отработка корреляционно-экстремальных навигационных систем на ЛЛ Ан-30 (свыше 350 полетов) обеспечили короткую и успешную отработку на самолете за 10 полетов.

В большинстве случаев ЛЛ создаются на базе серийных ЛА, находящихся в эксплуатации, по типу близких к опытным ЛА, для которых предназначается ПНО с хорошо известными летными и эксплуатационными данными.

По своему назначению ЛЛ делятся на два типа:

- специализированные ЛЛ – для исследований и испытаний отдельных систем ПНО и специальных задач;
- комплексные ЛЛ – для отработки и испытаний ПНО в целом [4].

Научное руководство и организацию работ на ЛЛ и опытных самолетах по летным исследованиям и испытаниям ПНО до 1983 г. осуществляли Е. П. Новодворский, Г. И. Поярков, П. В. Койфман, Г. П. Голяс, а с 1983 г. – Е. Г. Харин, Г. М. Лапшин, В. К. Волков, А. Ф. Якушев, Г. П. Голяс, В. А. Копелович.

Используя разработанные методологию и технологию, Институт обеспечил летно-конструкторские

и государственные испытания ПНО таких летательных аппаратов, как Су-27, Су-27К, МиГ-31, Ту-160, Ан-124, Ил-96–300, Ту-204, вертолета Ми-28 и др.

Современные методология и технология летных исследований и испытаний систем и комплексов ПНО как раздел общей методологии летных исследований и испытаний сложилась в результате работы на протяжении последних десятилетий коллективов ЛИИ им. М. М. Громова, 929 ГЛИЦ им. В. П. Чкалова, ГосНИИ ГА, НЭЦ АУВД (ГосНИИ «Аэронавигация») и других организаций.

2. Исследования и испытания систем и комплексов ПНО на летающих лабораториях в период 1960–1980 гг.

2.1. ЛЛ в цикле отработки ПНК «Полет»

В 1961 г. для ускорения внедрения отечественного пилотажно-навигационного комплекса «Полет-1» были созданы первые комплексные ЛЛ в ЛИИ совместно с ОКБ им. С. В. Ильюшина и ОКБ им. О. К. Антонова на базе самолетов Ил-18 и Ан-12. Компоновка кабин ЛЛ была максимально приближена к компоновке кабин опытных самолетов Ил-62 и Ан-22, что позволило экипажу наряду с определением точностных характеристик дать эргономическую оценку.

На этих ЛЛ проводилась опережающая отработка аппаратуры, входящей в систему «Полет-1», отработка задач автоматизации процесса самолетовождения на основных этапах полета от набора высоты до захода на посадку (до $H=40...60$ м). Были отработаны алгоритмы решения задач автоматического управления самолетом в горизонтальной и вертикальной плоскостях, автоматического захода на посадку, задач десантирования для самолета Ан-22. Проведение испытаний на двух ЛЛ – Ил-18 и Ан-12 – позволило сократить сроки внедрения системы «Полет-1» на самолеты Ил-62 и Ан-22. Всего на этих двух ЛЛ было выполнено 350 испытательных полетов с налетом 1220 ч.

После проведения испытаний на летающих лабораториях комплекс «Полет-1» и его модификация для решения задач десантирования (система «Купол») успешно прошли летные испытания на опытных самолетах Ан-22 и Ил-76.

Основными исполнителями этих работ были П. И. Власов, А. А. Зубкова, Н. В. Сидоров, В. И. Селезнев, Я. С. Качеровский, Л. М. Бардина, В. Г. Поликарпов, Е. А. Иванов, В. К. Волков и др.

2.2. ЛЛ в цикле отработки НК-144 самолета Ту-144

При подготовке к испытаниям самолета Ту-144 (рис. 1) в середине 60-х годов в ОКБ им. А. Н. Туполева на базе самолета Ту-104 была создана летающая лаборатория для отработки



Рис. 1. Самолет Ту-144 с навигационным комплексом НК-144

навигационного комплекса НК-144 и его систем. Впервые на этой ЛЛ отработывался один из сложнейших режимов НК-144 – комплексная обработка информации (КОИ). Основной вклад в отработку внесли Е. Г. Харин, О. В. Виноградов, М. П. Кузина.

В 1972 г ЛЛ передана из ОКБ им. А. Н. Туполева в ЛИИ. Отличительной чертой этой ЛЛ было размещение в салоне приборной доски самолета Ту-144 с пилотажно-навигационными приборами и пультами НК-144, что позволило провести обучение летчиков и штурманов ЛИИ и ГосНИИ ГА (всего 18 человек) работе с НК-144 и подготовить их к испытаниям на самолете Ту-144.

Организация работ на Ту-104 и доведение НК-144 до состояния определения основных точностных характеристик позволили провести на ней этап государственных испытаний комплекса на дозвуковых скоростях, что благоприятным образом сказалось на объеме испытаний опытного образца самолета Ту-144. В проведении работ по отработке ПНО самолета Ту-144 внесли большой вклад Е. Г. Харин, В. Г. Поликарпов, В. Р. Кожурин, Л. М. Бардина, В. К. Волков, С. А. Братчиков и др.

2.3. ЛЛ в цикле отработки базовых навигационных комплексов



Рис. 2. Летаящая лаборатория Ил-62 № 86515

Новое поколение ПНО – базовые навигационные комплексы БНК-1П и БНК-2П – были отработаны на ЛЛ Ан-26 и Ил-62 (рис. 2) ОКБ им. О. К. Антонова и ОКБ им. С. В. Ильюшина с участием специалистов ЛИИ.

Необходимо отметить, что комплекс БНК-2П прошел заводские и Государственные летные испытания на ЛЛ Ил-62, на ней же проводились сертификационные испытания систем БНК-2П. Было выполнено 120 полетов с налетом 600 ч. Работы, проведенные на этой ЛЛ, позволили отработать методику выполнения полетов сокращенным экипажем по трассам гражданской авиации (ГА). Опережающая отработка БНК-1П и БНК-2П на летающих лабораториях (исполнители

С. Ю. Гарнаев, В. Ф. Головнев и др.) позволила сократить объемы работ на опытных самолетах.

2.4. ЛЛ в цикле исследований и испытаний систем ПНО

На ЛЛ Ил-62 № 86674 (№ 304) и Ил-62М № 86515 (№ 575) выполнялись:

- летные исследования и испытания дальномерных и дифференциальных режимов работы в радиотехнических системах дальней навигации (РСДН);
- летные исследования и испытания астроинерциальных и инерциальных навигационных систем (ИНС). Летно-конструкторские и государственные летные испытания инерциальных систем И-11, И-11-1, И-21;
- летно-конструкторские и государственные испытания изделия А-723 («Квиток-2С») – бортового самолетного приемоиндикатора отечественных и зарубежных радиотехнических систем дальней навигации. Изделие работало по сигналам фазовых радионавигационных систем (РНС) РСДН-20 и «Омега», импульсно-фазовых РНС РСДН-3/10, РСДН-4, РСДН-10, «Лоран-С», многочастотных РНС «Марс-75», «Лена»;
- летно-конструкторские и государственные испытания бортовой самолетной аппаратуры спутниковых навигационных систем А-724 и А-735.

- летная оценка точностных характеристик и рабочих зон отечественных систем дальней и сверхдальней радионавигации.
- Исполнителями этих работ были В. А. Копелович, М. И. Тихомирова, О. И. Кириченко, И. И. Легат и др.

Сертификация ПНО большим коллективом специалистов ЛИИ проводилась на опытных и серийных самолетах Як-42 и Ил-86. Основное участие в работе принимали В. В. Андрианов, Ю. И. Омельченко, Л. М. Бардина, В. Р. Кожурин, Е. В. Ионов и др.

2.5. ЛЛ в цикле исследований и испытаний систем ПНО ВКС «Буран»

Отработана автоматическая посадка воздушно-космического самолета (ВКС) на летающих лабораториях Ту-154, МиГ-25, Су-24, на самолете-аналоге БТС-002 с высоты 4000 м до пробег по полосе. Летаящая лаборатория Ту-154 и БТС-002, ВКС «Буран» (при возвращении из космоса) садились в автоматическом режиме (рис. 3). Для подтверждения вероятности успешной посадки ($P=0,9999$) был выполнен большой объем работ: математическое моделирование – 7000 реализаций, на стенде ПРСО – 200 реализаций, на ЛЛ Ту-154–60 зачетных посадок, на аналоге ВКС «Буран» – 24 посадки. Основное участие в работе принимали

Е. Г. Харин, В. К. Волков, О. И. Соколов, А. С. Жуков, П. И. Власов, А. П. Калугин, В. Ф. Гуров, Н. И. Фролова, Г. Д. Зализняк и др.



Рис. 3. Посадка ВКС «Буран» в автоматическом режиме

2.6. ЛЛ в цикле отработки посадки летательного аппарата корабельного базирования (ЛАК)

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, Ан-24 (имитатора Як-44), осуществлявших заход на посадку с заданным темпом. Основное участие в работе принимали Г. М. Лапшин, В. В. Кабачинский, А. Ф. Якушев, В. Ф. Гуров, Н. А. Кузьмина и др.



Рис. 4. Летающая лаборатория Ан-26

2.7. Парк ЛЛ НИО-9 на начало 1991 г.

Самолетный парк отделения в 1991 г. составлял двенадцать самолетов: Ил-62М, Ан-26, Ан-30—2 шт. (рис. 4), Ту-134, Ту-154, Ил-18, Як-38, МиГ-25, Су-27, МиГ-29, Ил-76. Ведущими инженерами по летным испытаниям на этих самолетах в разные годы были такие специалисты отделения, как В. А. Копелович, В. А. Захаров, Л. М. Бардина, В. Ф. Головнев, В. Г. Захаров, Е. Г. Захаров, Г. А. Яциненко, С. А. Братчиков, С. В. Сергеева. Проводились работы и на других летающих

лабораториях Института. Выполнено большое количество полетов, например, в 1987 г. — 590 полетов, в 1989 г. — 750 полетов.

На летающих лабораториях проведены:

- опережающие исследования по новым направлениям;
- исследование новых физических принципов для навигации (физические поля Земли, лазерные измерители);
- новые методы летных испытаний — применение спутниковых навигационных систем на трассах, обучение экипажей при посадке в сложных метеорологических условиях;
- исследования макетных образцов радиотехнических систем дальней навигации; спутниковых навигационных систем (СНС); астроинерциальных систем; корреляционно-экстремальных систем и др.
- исследования режимов захода на посадку по информации СНС GPS;
- летные испытания опытных систем и комплексов:
- инерциальные системы; радиотехнические системы дальней навигации; спутниковые навигационные системы; системы безопасности, посадки; комплексы — НК-144, БНК-1П, БНК-2П, «Купол», ПНПК-124 (рис. 5), ПНПК-24, ПНПК-29, ПНПК-27, ПНПК-27К.



Рис. 5. Самолет Ан-124 с ПНПК-124

В 1993—1995 гг. по различным причинам, каждая из которых была вызвана экономическими проблемами в стране и Институте, парк летающих лабораторий Отделения 9 был практически ликвидирован. К 2000 г. в Отделении используются только две летающие лаборатории:

Ил-76МД — универсальная летающая лаборатория для исследований и испытаний систем и комплексов дальней навигации, инерциальных, спутниковых и других навигационных систем, электромагнитной совместимости оборудования;

Ан-72 — универсальная летающая лаборатория для исследований и испытаний систем и комплексов обеспечения захода на посадку и посадки в сложных метеорологических условиях, на малооборудованные аэродромы с применением новых информационных систем, таких как спутниковые навигационные системы, светотехнические системы пассивного типа и другие.

3. Исследования и испытания систем и комплексов ПНО на летающих лабораториях в период 1990–2000 гг.

3.1. Исследования и испытания на ЛЛ Ил-76МД

На ЛЛ Ил-76МД № 76753 (№ 6206) (рис. 6.) в 1990–2000 гг. выполнялись летные исследования и испытания по следующим направлениям:

Создание и отработка новых технологий и методик летных испытаний:

- система траекторных измерений на основе дифференциального режима работы аппаратуры GPS в реальном времени и в процессе послеполетной обработки;
- комплекс бортовых траекторных измерений (не имеет аналогов);
- алгоритмы комплексной обработки информации инерциальных и спутниковых систем в реальном времени.
- Внедрение новых спутниковых технологий для самолетов гражданской авиации и Министерства обороны:
- система «Базис», являющаяся прототипом первой отечественной интегрированной навигационной системы на базе бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС) и аппаратуры СНС;
- спутниковая аппаратура TANS «Vector» для определения углового положения самолета в пространстве;
- сравнительная оценка зарубежной аппаратуры GPS и выдача рекомендаций по ее применению на самолетах гражданской авиации;
- летные исследования двухантенного варианта аппаратуры СНС в интересах применения на маневренных самолетах Министерства обороны (МО).
- Летные испытания опытных и серийных образцов навигационной аппаратуры:
- Государственные испытания аппаратуры СНС ГЛОНАСС изделия А-735;
- заводские и Государственные испытания аппаратуры СНС ГЛОНАСС/GPS (изделие А-737);
- летно-конструкторские испытания бесплатформенной инерциальной системы БИНС-85;
- квалификационные испытания аппаратуры ГЛОНАСС/GPS СНС-2;
- летные испытания по оценке влияния сигналов абонентских терминалов подвижной спутниковой системы связи «Иридиум» на работу аппаратуры потребителей СНС ГЛОНАСС;
- летные испытания по оценке влияния сигналов абонентских терминалов подвижной спутниковой системы связи «Globalstar» на работу аппаратуры потребителей СНС ГЛОНАСС;

- демонстрационные испытания экспериментальных образцов самолетного аварийного радиомаяка АРМ-СЭ (проект «Томак-Э») в режимах «Авария», «Катастрофа» и «Мониторинг» с передачей информации через спутники системы КОСПАС-САРСАТ и Метеостат;



Рис. 6. Универсальная летающая лаборатория Ил-76МД № 6206

- летно-конструкторские и сертификационные испытания отечественной гражданской аппаратуры СНС ГЛОНАСС/GPS Интер-А, Лидер, СНС-3, СН-3301, МРК-18А;
 - летные испытания и исследования отечественной и зарубежной аппаратуры СНС ГЛОНАСС/GPS в стандартном и дифференциальном режимах работы, отработка методов бортовых траекторных измерений в интересах авиации ГА и МО;
 - летная отработка первой отечественной дифференциальной подсистемы ГЛОНАСС/GPS на базе аппаратуры А-737;
 - летные испытания по оценке влияния преднамеренных помех на работу аппаратуры потребителей ГЛОНАСС/GPS.
- #### 3.2. Отработка и внедрение спутниковых технологий в практику летных испытаний ЛА и ПНО
- 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;
 - проведены Государственные и квалификационные испытания ряда систем навигационной

аппаратуры потребителей спутниковых навигационных систем, инерциальных систем, сертификационные испытания ПНО и ЛА.

В качестве примера приведем создание и внедрение комплекса бортовых траекторных измерений КБТИ-М, который был разработан в середине 90-х годов прошлого века ЛИИ им. М. М. Громова совместно с НПЦ «Вертикаль» [11, 14, 19]. Аппаратура малогабаритного комплекса обеспечивала регистрацию параметров бортовых систем на жестком магнитном диске, определение траекторных параметров на основе сигналов спутниковой навигационной системы, проведение экспресс-анализа в темпе полета и отображение всей текущей информации, синхронизацию информации бортовых систем между собой и с траекторными измерениями, оперативное извлечение зарегистрированной информации после окончания полета. Комплекс КБТИ-М прошел отработку на ЛЛ Ил-76МД.

В настоящее время КБТИ прошел Государственные летные и наземные испытания и широко применяется в летных испытаниях ЛА. Внедрены в практику технологические линии, по которым требуемая для анализа информация, накапливаемая комплексом в полете, вместе с траекторными параметрами в едином синхронизированном потоке поступает на рабочие места специалистов, оценивающих работу отдельных систем бортового оборудования, пилотажно-навигационного оборудования и характеристик летательного аппарата.

В разработке комплекса принимало участие большое количество специалистов ЛИИ им. М. М. Громова, АНТК им. А. Н. Туполева, НПЦ «Вертикаль».

Основные характеристики КБТИ-М

Назначение. КБТИ является многофункциональным устройством, предназначенным для обеспечения летных испытаний в части анализа и оценки характеристик ЛА и систем ПНО. Комплекс позволяет производить экспресс-анализ и управление летным экспериментом в темпе полета. Разработанные средства и программно-математическое обеспечение осуществляют оперативную послеполетную обработку полученных с помощью КБТИ материалов летных испытаний.

Комплекс бортовых траекторных измерений прошел Государственные испытания, получено «Свидетельство об утверждении типа средств измерений военного назначения» [19].

Решаемые задачи. В процессе летных испытаний комплекс обеспечивает решение следующих задач:

- сбор и регистрация параметров бортовых систем;
- обработка и анализ входной информации, вычисление расчетных параметров;
- отображение всех входных и расчетных параметров в табличном и графическом видах;
- определение в реальном масштабе времени и при послеполетной обработке эталонных параметров пространственного положения и перемещения ЛА на основе прямых измерений по данным

СНС или комплексной обработки данных СНС и ИНС;

- определение текущих значений Гринвичского времени;
- синхронизация параметров бортовых систем и траекторных параметров ЛА;
- экспресс-оценка работоспособности самолетного оборудования;
- подготовка тематических файлов для анализа и оценки точностных характеристик систем пилотажно-навигационного оборудования ПНО и бортового оборудования ЛА.

Условия функционирования. КБТИ выполняет свои функции при полете самолета в любых географических и метеорологических условиях, в том числе при полетах над безориентирной местностью и по трассам, необорудованным радиолокационными средствами.

КБТИ обеспечивает определение эталонных значений координат, высоты, трех составляющих путевой скорости и курса при следующих условиях полета:

- широта, долгота – без ограничений;
- высота – до 18000 м;
- дальность действия: – в стандартном режиме не ограничена; в дифференциальном режиме – 300 км от базовой корректирующей станции;
- путевая скорость до 500 м/с;
- число М 0,15...1,7;
- вертикальная скорость от –100 до 330 м/с;
- курсовой угол без ограничений;
- крен $\pm 90^\circ$;
- тангаж $\pm 30^\circ$;
- перегрузка 4 g.

КБТИ выполняет регистрацию параметров систем бортового оборудования от взлета до посадки при любых условиях полета.

КБТИ при взаимодействии с бортовой инерциальной навигационной системой обеспечивает в режиме послеполетной обработки формирование на каждый заданный момент времени действительных значений следующих траекторных параметров:

- геодезических координат местоположения (широты φ , долготы λ , высоты H) в любой заданной системе координат (WGS-84, СК-42, ПЗ-90);
- прямоугольных координат в топоцентрической системе координат (X, Y, Z);
- составляющих вектора скорости $V_N, V_E, V_H (V_x, V_y, V_z)$;
- истинного курса полета $\psi_{и}$;
- московского (Гринвичского) времени.

Определение действительных значений траекторных параметров производится на основе комплексной обработки информации от приемника СНС и ИНС. Возможно также определение этих параметров только по данным СНС (дифференциальный или стандартный режимы).

Регистрация информации. Комплекс обеспечивает регистрацию всей информации – как параметров выходных потоков систем, установленных на самолете, так и параметров, получаемых в результате обработки

информации, поступающей в КБТИ. Комплекс производит регистрацию информации, поступающей в форматах ГОСТ 18977–79 (ARINC-429, до 32-х каналов), ГОСТ 52070–2003 (MIL-STD 1553, до 2-х каналов), RS-232/422 (до 8 каналов). Частота регистрации каждого параметра определяется пользовательской программой в КБТИ и может изменяться оператором. Выдача информации из КБТИ осуществляется в форматах ГОСТ 18977–79 (до 2-х каналов), RS-232/422 (до 8 каналов).

Система единого времени. На базе приемника СНС и встроенного кварцевого генератора в КБТИ формируется Гринвичское время. Момент появления требуемого адреса в любом из входных потоков фиксируется в КБТИ в шкале Гринвичского времени. Благодаря программно-аппаратным решениям, реализованным в КБТИ, бортовой блок КБТИ может исполнять роль системы единого времени на борту ЛА.

Синхронизация информации. Сформированное Гринвичское время в блоке КБТИ используется и внутри блока. С его помощью решается важная задача синхронизации информации каждой из бортовых систем и траекторных измерений. При регистрации параметров какой-либо из систем бортового оборудования в базу данных заносится соответствующее блоку параметров Гринвичское время, сформированное в КБТИ.

Частота регистрации параметров каждой системы устанавливается в соответствии с требованиями методики, по которой производится оценивание данной системы. Если регистрация информации системы совпадает с частотой выдачи, то после каждого прихода определенного параметра данной системы определяется текущее значение T Гринвичского времени, и производится регистрация всех ее параметров вместе со временем T .

Технологии летных исследований и испытаний ПНО ЛА построены на основе применения комплекса бортовых траекторных измерений [11, 15], который обеспечивает траекторные измерения с использованием спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS: определение траекторных параметров движения ЛА (погрешности (2s) – координат 0,7 м, скорости 0,05 м/с, курса 5 угл. мин), синхронизацию эталонных и проверяемых параметров (погрешность 1 мс), регистрацию информации. Траекторные параметры формируются на основе комплексной обработки данных СНС и ИНС. Отработаны бортовые и наземные алгоритмы КОИ «Эталон», «Коинс».

В практику летных испытаний внедрены следующие технологии оценивания современного бортового оборудования (БО):

- средств и задач самолетовождения самолета;
- оценки точностных характеристик навигационных систем;
- радиотехнического оборудования навигации, посадки и управления воздушным движением (УВД) с функциями систем автоматического

- радиокомпаса (АРК), систем ближней навигации VOR, DME, посадки ILS, маркерного приемника (Маркер), самолетного ответчика (СО), метеонавигационной РЛС (МНРЛС), радиовысотомера (РВ), радиотехнической системы ближней навигации (РСБН), доплеровского измерителя скорости – сноса (ДИСС), микроволновой посадки MLS, посадочного радиолокационного комплекса (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 воздушного давления самолета;
 - относительных измерений при полете двух самолетов и при работе с наземными объектами;
 - опытного самолета, оборудованного системой TCAS с функцией раннего предупреждения близости земли (TAWS);
 - средств электронной индикации из состава комплекса ПНО самолета;
 - отказобезопасности самолета с комплексом БО.
- Траекторные измерения КБТИ используются при определении:
- взлетно-посадочных характеристик ЛА;
 - летно-технических характеристик на больших углах атаки;
 - оценки шума на местности.

3. Исследования и испытания систем и комплексов ПНО на летающих лабораториях в период 2000–2010 гг.

В 2000–2010 гг. давление причин, негативно влияющих на экономическое состояние Института, усилилось, поэтому летающие лаборатории Ил-76 и Ан-72 прекратили свое существование. Были созданы новые комплексные летающие лаборатории Су-30 № 102 (рис. 7), L-39 № 56, Як-18Т № 01001, на которых за несколько лет их существования проведены работы:

- на летающей лаборатории Су-30 опережающие исследования:
- алгоритмов и законов управления цифровых систем автоматического управления (САУ);
- алгоритмов комплексной обработки информации ИНС, приемника подвижной радиомаячной группы (ПРМГ), СНС, системы воздушных сигналов (СВС), РВ при заходе на посадку;
- алгоритмов обработки информации (СНС и ПРМГ) для обеспечения захода на посадку до высоты 60 м; видов и форматов отображения информации летчику на многофункциональном индикаторе;
- дифференциальных режимов работы отечественной и зарубежной аппаратуры (А-737, JGG-20, GG-12) по сигналам СНС ГЛОНАСС/GPS.
- на летающей лаборатории L-39 опережающие летные исследования:

- комплексирования сигналов инерциальной и спутниковой навигационных систем с использованием дифференциального режима в реальном времени для обеспечения решения задач посадки на необорудованные аэродромы;
 - формирования на МФИ информационного кадра, обеспечивающего решение задач посадки на необорудованные аэродромы при ручном пилотировании;
 - перспективных инерциальных, спутниковых и инерциально-спутниковых систем навигации, в том числе и в дифференциальном режиме работы.
 - на летающей лаборатории Як-18Т летные исследования:
 - перспективных комплексов и систем автоматизированного самолетовождения на основе СНС (дифференциальной СНС – ДСНС); элементов и режимов концепции CNS/ATM (перспективная система связи навигации, наблюдения/организации воздушного движения);
 - новых принципов отображения пилотажной информации летчику в кабине ЛА для различных этапов полета;
 - методов и средств обеспечения парного полета с использованием информации СНС (относительная навигация на уровне использования псевдодальностей);
 - задач УВД на базе автоматического зависимого вещательного наблюдения АЗН-В (VDL-4); рекомендаций по применению и внедрению спутниковых технологий на самолетах ГА и МО.
- К 2006 г. в Институте осталась единственная комплексная летающая лаборатория *Ту-154М № 85317* (рис. 8), которая исчерпала свой ресурс к 2010 г.

- На этой летающей лаборатории в 2006–2010 гг. были выполнены:
- Отработка и реализация автоматизированных систем обеспечения полетов в условиях зональной навигации RNP-RNAV, P-RNAV в рамках концепции CNS/ATM;
 - полеты в условиях 4D RNP-RNAV;

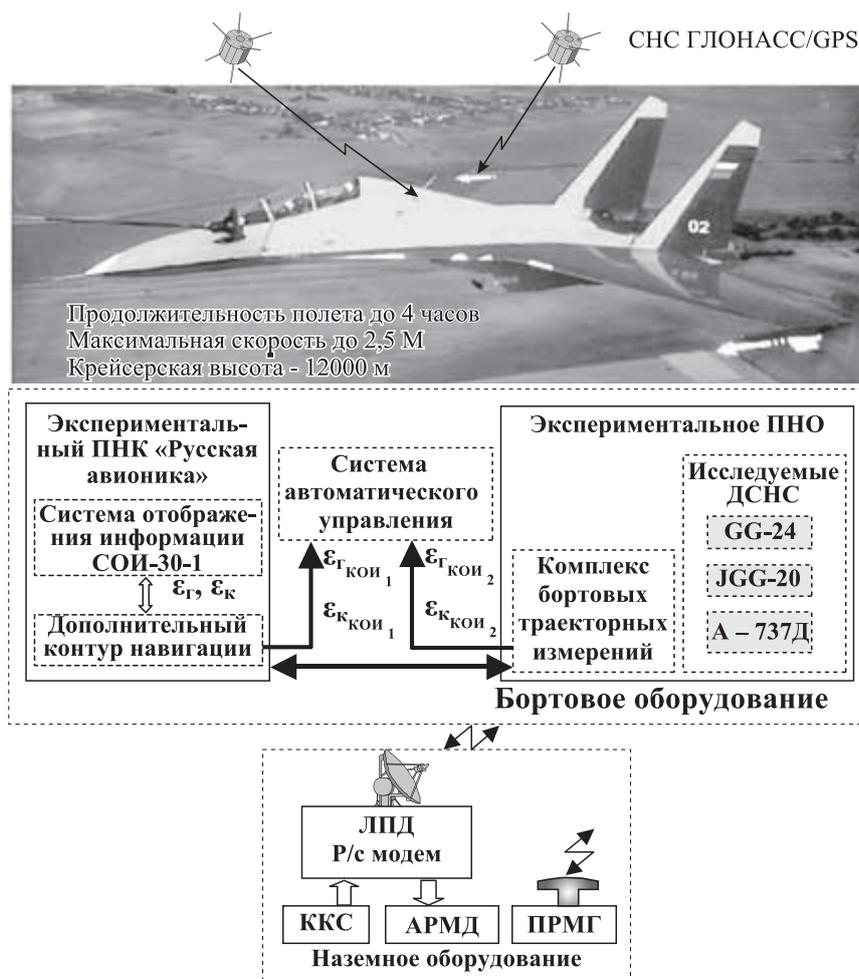


Рис. 7. Комплексная летающая лаборатория Су-30 № 102



Рис. 8. Комплексная летающая лаборатория Ту-154М № 85317

- реализация схем и процедур SID, STAR, APPROACH;
- автоматический заход на посадку по I/II категории по информации GBAS;

- контроль и управление движением самолетов и транспорта по аэродрому;
- отработка видов применения линий передачи данных (АЗН-В, ТИС-В, FIS-В, А-SMGCS и др.);
- автоматизация процесса УВД на базе объединенной информации РЛС и АЗН-В;
- отработка ACARS на базе VDL-4;
- Испытания нового бортового оборудования:
- испытания высокоточных инерциальных и инерциально-спутниковых систем навигации;
- отработка новых технологий и методик летных испытаний ЛА и их бортового оборудования;
- летные испытания и исследования навигационной аппаратуры потребителей (НАП) ГЛОНАСС/GPS отечественных и зарубежных разработчиков:
- А-737, А-738И, А-737Д, А-737ДП, А-737ПЛ, ППИ-2006, ППА-С/В, ППА-НП, ППА-Б, ПА-Д (ОАО «МКБ «Компас»);

- СН-3301, РНПИ (ЗАО «КБ «Навис»);
- Quattro-G3D, JGG-20 (фирма «Javad GNSS»).

Работы выполнялись под руководством Е. Г. Харина, В. А. Копеловича, А. Ф. Якушева. Основными исполнителями были М. И. Тихомирова, О. И. Кириченко, И. И. Легат, Е. В. Клабуков, В. Г. Поликарпов, М. И. Минеев, А. В. Ясенюк, И. А. Копылов, В. П. Болин, Л. А. Крючков, Е. В. Ионов, Е. В. Горский, К. В. Сапегин, В. Б. Ильин и др.

4. Итоги работ НИО-9 в области исследований и испытаний на ЛЛ

В табл. 1 представлены работы, выполненные в обеспечение создания пилотажно-навигационных комплексов самолетов гражданской и военно-транспортной авиации.

Таблица 1

Работы ЛИИ, выполненные в обеспечение создания ПНО

| Период исследований, гг. | Тип самолета | Образец устанавливаемого ПНК | Основные задачи летных испытаний и исследований |
|--------------------------|----------------------|--|--|
| 1961–1967 | Ил-18 | Опытный образец системы «Полет-1» в составе: МВ-ПБ, ТКС-11, САУ-1Т, СВС-ПН-15, ДИСС-3П, РСБНП, РПСИ-3В, АРК-11, ЦГВ-10П с БСГ-2Т1, Курс-МП-1 | Размещение оборудования и компоновка кабин, приближенных к компоновке кабин самолетов Ил-62, Ан-22 |
| 1963–1969 | Ан-12 | Опытный образец системы «Полет-1», сопряженный с РЛС «Инициатива-4» | Опережавшая летная отработка систем, входящих в комплекс «П-1», отработка задач автоматизации процесса самолетовождения в вертикальной и горизонтальной плоскостях, полуавтоматический и автоматический заход на посадку до I категории. Отработка задач десантирования с РЛС «И-4». |
| 1967–1969 | Ил-62 | Серийный образец системы «Полет-1» | Проведение заводских и государственных совместных испытаний (ГСИ) |
| 1969–1971 | Ан-22 (первая серия) | Серийный образец системы «П-1», сопряженный с РЛС «Инициатива-4» | Проведение заводских и государственных совместных испытаний системы «П-1» с «И-4» |
| 1972–1975 | Ан-22 (вторая серия) | Опытные системы БЦВМ «Гном». РЛС, БЦ-63, сопряженные с датчиками системы «П-1» – «Купол-22» | Отработка, доводка аппаратуры и комплекса «Купол-22» в целом |
| | Ил-76 | Опытный образец комплекса «Купол-76» | Проведение ГСИ |
| | Ту-154 | Экспериментальный образец вычислителя ВНК-154 | Отработка НК для экипажа, состоящего из трех человек. (Получил отрицательное заключение) |
| | Ту-104 | Опытный образец НК для самолета Ту-144 | Доведение комплекса до работоспособного состояния, определение точностных характеристик НК на дозвуковых скоростях. Обучение экипажей для самолета Ту-144. |
| 1968–1979 | Ту 144 | НК-144, АБСУ-144» | |
| 1975–1978 | ЛЛ Ил-62 | БНК-2П | Заводские и ГСИ. Сертификация отдельных систем. Отработка и оценка объема мероприятий для реализации их в БНК для выполнения полетов без штурмана. Отработка технологии полетов по трассам ГА с выдачей рекомендаций в МГА. |
| 1977–1979 | Ил-86 | БПК, САУ | Сертификация ПНО |
| 1977–1979 | Як-42 | РТО | |

| | | | |
|-----------|--|---|---|
| 1980–1987 | ЛЛ Ан-22 | Опытный образец комплекса А-820 | Доведение систем, входящих в комплекс А-820, отработка алгоритмов комплекса. |
| | Ан-124 | Серийный образец комплекса | Проведение этапов ЛКИ и ГИ. |
| 1988–1997 | Ил-62М, Ан-26, Ан-30, Ту-134, Ту-154, Ил-18, Як-38, Миг-25, Су-27, Миг-29, Ил-76 | ПНПК-124, ПНК-24, ПНК-29, ПНК-27, ПНК-27К | Доведение систем, входящих в комплексы (ИНС, СНС, РСДН, СВС, РСБН и др.), отработка алгоритмов. Проведение этапов ЛКИ, ГСИ и ГИ. |
| 1998–2002 | Ил-76МД, Ан-72 | «Базис», TANS «Vector», А-735, БИНС-85, СНС-2, ПССС «Иридиум», ПССС «Globalstar», АРМ-СЭ «Томак-Э»; СНС ГЛОНАСС/GPS Интер-А, Лидер, СНС-3, СН-3301, МРК-18А; СНС А-737, КБТИ, КОИ | Исследование систем, отработка алгоритмов. Проведение этапов ЛКИ, ГСИ и ГИ. |
| 2003–2006 | Су-30, L-39, Як-18Т | Комплексные системы автоматизированного самолетовождения на основе СНС (ДСНС); CNS/АТМ; алгоритмов и законов управления цифровых САУ; алгоритмы КОИ ИНС, ПРМГ, СНС, СВС, РВ при заходе на посадку | Перспективные исследования; отработка систем и режимов |
| 2006–2010 | Ту-154М | CNS/АТМ: 4D RNP-RNAV; SID, STAR, APPROACH; GBAS; АЗН-В, ТИС-В, FIS-В, А-SMGCS и др.; АСАС на базе VDL-4; А-737, А-738И, А-737Д, А-737ДП, А-737ПЛ, ППИ-2006, ППА-С/В, ППА-НП, ППА-Б, ПА-Д (ОАО «МКБ «Компас»); СН-3301, РНПИ (ЗАО «КБ «Навис»); Quattro-G3D, JGG-20 (фирма «Javad GNSS») | Отработка и реализация автоматизированных систем обеспечения полетов, испытания нового бортового оборудования, летные испытания и исследования НАП СНС ГЛОНАСС/GPS отечественных и зарубежных разработчиков |

ВЫВОДЫ.

1. Непрерывно совершенствуемые в ЛИИ с применением ЛЛ 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 им. М. М. Громова принимал участие в отработке ПНО практически всех ЛА, созданных отечественными ОКБ.
2. Налетающих лабораториях ЛИИ им. М. М. Громова проведен большой объем летных исследований с целью отработки ПНО опытных ЛА (см. таблица 1). Наиболее важные работы:
 - 1960–1980 гг. – внедрение отечественного пилотажно-навигационного комплекса «Полет-1»; отработка НК-144 самолета Ту-144; отработка базовых навигационных комплексов; цикл исследований и испытаний систем ПНО; цикл исследований и испытаний систем ПНО и отработка автоматической посадки ВКС «Буран»; цикл отработки посадки ЛАК;

- 1990–2000 гг. – исследования и испытания на ЛЛ Ил-76МД и др. по созданию и отработке новых технологий и методик летных испытаний, внедрению новых спутниковых технологий для самолетов ГА и МО, летным испытаниям опытных и серийных образцов навигационной аппаратуры; отработка и внедрение спутниковых технологий в практику летных испытаний ЛА и ПНО на основе КБТИ-М;
- 2000–2010 гг. – выполнены летные испытания на летающих лабораториях Института: квалификационные испытания на ЛЛ Ил-76МД отечественной аппаратуры ГЛОНАСС/GPS СНС-2, СНС-3, «Интер-А», «Лидер», СН-3301М, А-737, А-744, G-Star; БИНС-85; сертификационные испытания на ЛЛ Як-18Т ЛККС-А-2000 разработки ЗАО «НППФ Спектр» и аппаратуры АЗН-В VDL-4 разработки ЗАО «Фирма НИТА».
- 3. В настоящее время Отделение 9 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-М и других разработанных методов и средств.

4. Разработанные технологии обеспечили проведение сертификационных испытаний ПНО ряда опытных ЛА (свыше 10000 полетов):
 - маневренных опытных самолетов Су-30МКИ, Су-30МКК, 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, «Сухой» 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», вертолет 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеев В. Н., Луняков В. С., Квитко И. Н. Летные исследования по аэродинамике органов управления: Техн. отчеты ЛИИ, 1954, № 69.
2. Матвеев В. Н., Луняков В. С., Шаповал Ю. Г. Исследование автоматической системы управления рулем высоты: Научно-техн. бюллетень ЛИИ, 1958, № 6.
3. Матвеев В. Н., Людвиг В. А. Расчет продольного и бокового возмущенного движений самолета при полете в болтанку //Тр. ЛИИ. 1955, № 52.
4. Летающая лаборатория для исследования систем автоматического управления истребителем./В. В. Соловьев, В. С. Луняков, А. М. Еремин, Е. И. Конюхов //Научно-техн. бюллетень ЛИИ, 1960, № 15.
5. Летные испытания навигационной системы «Марш» на самолете Ту-104. Отчет № 62–272. П. И. Власов, А. А. Зубкова и др. ЛИИ, Жуковский Моск. обл., 1962.
6. Результаты совместных летных испытаний комплекса бортовой аппаратуры системы «Полет-1» для пассажирских и транспортных самолетов на ЛЛ Ил-18 № 4103. Акт № 65–125. П. И. Власов, В. Я. Молочаев и др. ЛИИ, Жуковский Моск. обл., 1965.
7. Методы автоматизированной первичной и вторичной обработки материалов летных испытаний навигационных комплексов. Отсчет № 72–800-IX. А. М. Каменский, Е. Г. Харин и др. ЛИИ, Жуковский Моск. обл., 1972.
8. Методология летных испытаний пилотажно-навигационного оборудования самолетов и вертолетов /Е. П. Новодворский, Г. И. Поярков, Е. Г. Харин и др.; под ред. Е. П. Новодворского и Е. Г. Харина. М.: Машиностроение, 1984.
9. Летные испытания систем пилотажно-навигационного оборудования /Е. Г. Харин, П. М. Цветков, В. К. Волков и др.; под ред. Е. Г. Харина. М.: Машиностроение, 1986.
10. Летные исследования и испытания. Фрагменты истории и современное состояние. Научно-технический сборник. – М.: Машиностроение, 1993.
11. Климов В. Т., Харин Е. Г., Саблев В. А., Поликарпов В. Г. и др. Патент № 2116666 на изобретение «Комплекс бортовых траекторных измерений». Патентообладатель ФГУП «ЛИИ им. М. М. Громова». Приоритет изобретения 18.10.1995 г. Регистрация в Госреестре изобретений 27.07.1998 г.
12. Харин Е. Г., Копелович В. А., Якушев А. Ф., Поликарпов В. Г., Кириченко О. И., Крючков Л. А., Фальков А. И., Тихомирова М. И., Копылов И. А., Масленников В. Г., Вавилова Н. Б. Исследования и испытания в области применения информацион-ных и спутниковых технологий в авиации. Летно-исследовательский институт им. М. М. Громова г. Жуковский, Россия. Журнал «Космонавтика и ракетостроение», № 20, г. Королев Моск. обл., 2000.
13. Летно-исследовательский институт имени М. М. Громова. События. Люди. – М.: Машиностроение /Машиностроение – Полет, 2001.
14. Харин Е. Г., Поликарпов В. Г., Бардина Л. М. Отчет № 202–06 – IX Комплекс бортовых траекторных измерений (КБТИ). Обобщающий отчет. 1992–2005 гг. Часть 3. Применение комплекса бортовых траекторных измерений в практике летных исследований и испытаний летательных аппаратов и их оборудования. Технологии доводочных и сертификационных летных испытаний и оценки характеристик летательных аппаратов и их бортового оборудования на основе КБТИ-М и других разработанных методов и средств.
15. Харин Е. Г., Якушев А. Ф., Копелович В. А., Кожурин В. Р. Технологии летных испытаний летательных аппаратов и их оборудования. Научно-технический журнал «Авиакосмическая техника и технология» № 2. Федеральное космическое агентство, Российская инженерная академия. Москва, 2005.
16. Harin E. G., Polikarpov V. G., Kopilov I. A., Kopelevich V. A., Kozhurin V. R. Onboard Trajectory Equipment Measurements – Systems Magazine. IEEE Aerospace and Electronic, Vol. 22, № 3, 2007.
17. Харин Е. Г., Якушев А. Ф., Зенин В. В. и др. Научно-технический отчет № 103–06 – IX «Исследования по применению новых технологий разработки и испытаний бортового радиоэлектронного оборудования АК военного назначения, в том числе для решения задач дальнего бортового наведения». ФГУП «ЛИИ им. М. М. Громова», 2006.
18. Харин Е. Г., Якушев А. Ф., Зенин В. В. и др. Научно-технический отчет № 104–06 – IX «Анализ существующих технологий летных испытаний пилотажно-навигационных комплексов АК военного назначения и существующих средств моделирования, в т. ч. летающих лабораторий, используемых для сопровождения летных испытаний». ФГУП «ЛИИ им. М. М. Громова», 2006.
19. «Свидетельство об утверждении типа средств измерений военного назначения RU.E.33.018. В № 39885» от 30.06.2010 г. Комплекс бортовых траекторных измерений. Федеральное Агентство по техническому регулированию и метрологии.



УДК 621.391.26

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛУЧЕВОСТИ НА ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ ЗАПАЗДЫВАНИЯ ФМ И MSK СИГНАЛОВ

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

Анализируется потенциальная точность измерения запаздывания ФМ и MSK сигналов ГНСС при наличии однократного отражения в сценариях различной априорной осведомленности о параметрах последнего. Показывается, что при учете реальной полосы приемного тракта компактность спектра, присущая MSK, не приводит к существенному снижению точности оценки запаздывания по сравнению с ФМ.

Ключевые слова: АКФ ГНСС, КА, многолучевость, сигнал, спектр, точность, ФМ, MSK, СРМ.

MULTIPATH EFFECTS ON THE POTENTIAL ACCURACY OF MEASURING TIME OF ARRIVAL FOR PSK AND MSK SIGNALS

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

The potential accuracy of estimating PSK and MSK signals time of arrival in the presence of a single multipath is analyzed for different scenarios of a priori information on the multipath parameters. It is shown that spectral compactness inherent to MSK does not remarkably reduce the time of arrival estimate accuracy versus PSK

1. Введение

В перечне направлений дальнейшего совершенствования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) одна из приоритетных позиций принадлежит модернизации радиоинтерфейса по линии расширения номенклатуры сигналов, передаваемых с борта космических аппаратов (КА). Актуальность мероприятий подобного рода среди прочего связана с расширением сферы приложений ГНСС, ростом числа последних, освоением спутниковой навигацией новых частотных диапазонов и необходимостью координации функционирования ГНСС с другими системами.

Примером ситуации, когда подобная координация обретает критическую важность, служит коллизия между сигналом диапазона L1 ГЛОНАСС и требованием ИТУ² удержания чрезвычайно низкого уровня просачивающегося потока мощности в радиоастрономическом окне (1610,6–1613,8 МГц).

Подобные вызовы имеют вероятность лишь возникнуть в будущем, особенно на фоне упомянутой планируемой экспансии ГНСС в новые участки спектра, в частности, в С-диапазон. Внимание к возможности такого развития событий было, к примеру, обращено в недавних публикациях [1–3]. В итоге такие показатели, как степень концентрации спектра, уровень внеполосных и побочных излучений и т. п., выдвигаются в число подлежащих первоочередному учету при выборе формата сигналов радиоинтерфейсов ГНСС следующего поколения.

Радикальный путь организации навигационного сигнала с минимальным уровнем внеполосного излучения состоит в применении модуляции с непрерывной фазой (СРМ – *continuous phase modulation*) типа минимальной частотной модуляции (MSK – *minimal shift keying*) или многочисленных продвинутых аналогов последней [3–5]. Непременным ограничением на сигнал КА является отсутствие амплитудной модуляции, резко снижающей полезную отдачу мощного каскада передатчика. Как и стандартная ФМ, СРМ отвечает этому требованию, однако значительно превосходит первую в компактности спектра, поскольку сигнал СРМ не имеет перепадов комплексной огибающей.

Теоретически выигрыш в спектральной эффективности СРМ достигается в обмен на снижение потенциальных характеристик измерения времени и разрешения сигнала с многолучевой помехой. Действительно, «изъятие» высокочастотных компонент спектра в принципе уменьшит среднеквадратическую ширину спектра сигнала, увеличив тем самым нижний порог достижимой шумовой погрешности оценки времени прихода сигнала. В той же мере можно ожидать и снижения иммунитета к многолучевым эффектам из-за, опять же, концентрации спектра в более узкой полосе.

Исследование, результаты которого излагаются ниже, показало, однако, что при учете конечности реальной полосы навигационного приемника переход от ФМ к СРМ сопровождается либо несущественными

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

² Международный союз электросвязи

потерями, либо даже выигрышем в названных показателях.

2. Граница Крамера-Рао и потенциальная точность измерения запаздывания сигнала, искаженного многолучевой помехой

Пусть в наблюдаемой на отрезке $[0, T]$ реализации $y(t)$ присутствует сигнал $s(t-\tau)$ с неизвестным временем прихода (запаздыванием) τ в смеси с аддитивным гауссовским шумом и собственной копией, масштабированной амплитудным множителем a и задержанной относительно оригинала на θ с. Тем самым многолучевая помеха моделируется как однократное отражение. Среди перечисленных параметров сигнала информационным является только запаздывание прямого сигнала τ . Остальные же – если они неизвестны – оказываются мешающими (паразитными), присутствие которых может повлиять на точность оценки τ лишь в сторону ухудшения.

В рамках традиционной стратегии максимального правдоподобия возможны два классических способа исключения мешающих параметров [6–7]. Первый предполагает усреднение по ним функции правдоподобия. Понятно, что воспользоваться им можно лишь при априорно известной статистике этих параметров. Второй способ состоит в измерении всех неизвестных параметров, в том числе мешающих, с последующим отбрасыванием оценок последних. В приложении к приему сигналов КА второй способ представляется более естественным из-за неопределенности статистик паразитных параметров. Тогда в пренебрежении константами, исчезающими при дифференцировании, логарифм функции правдоподобия $W[y(t)|\tau, \alpha, \theta]$ относительно параметров τ, a, θ имеет вид

$$\begin{aligned} \ln W[(y|t) | \tau, a, \theta] = & \\ = \frac{2}{N_0} \int_0^T (y|t) [(st-\tau) + a(st-\tau-\theta)] dt - & \\ - \frac{1}{N_0} \int_0^T [(st-\tau) + a(st-\tau-\theta)]^2 dt, & \end{aligned} \quad (1)$$

где N_0 – односторонняя спектральная плотность мощности белого гауссовского шума. Усреднение (1) по реализациям шума даст

$$\begin{aligned} \overline{\ln W[(y|t) | \tau, a, \theta]} = & q^2 [(\rho\tau - \tau_0) + \\ + a(\rho\tau - \tau_0 + \theta) + a_0(\rho\tau - \tau_0 - \theta_0) + & \\ + a_0 a (\rho\tau - \tau_0 + \theta - \theta_0) - a(\rho\theta)] - & \\ - \frac{(1 + a^2)q^2}{2}, & \end{aligned} \quad (2)$$

где верхняя горизонтальная черта отвечает оператору статистического среднего, τ_0, a_0, θ_0 – истинные значения параметров τ, a, θ , $q = \sqrt{2E/N_0}$ – отношение сигнал-шум, $(\rho\tau) = \frac{1}{E} \int_{-\infty}^{\infty} (st)(st-\tau) dt$ – нормированная

автокорреляционная функция (АКФ) сигнала, а $E = \int_{-\infty}^{\infty} s^2(t) dt$ – энергия последнего.

Исследуем три возможных сценария измерения запаздывания τ , отличающихся друг от друга полнотой априорных сведений о значениях параметров θ и a отражения.

Асимптотически (при $q \gg 1$) дисперсия максимальной правдоподобной оценки τ совпадает с первым диагональным элементом матрицы, обратной матрице Фишера [6–8]. Элементы же самой матрицы Фишера противоположны производным второго порядка величины (2) по всем параметрам, подлежащим измерению. Таким образом, в рассматриваемой задаче матрица Фишера имеет размер 1, 2 и 3 соответственно в случаях, когда параметры отражения известны априори, известна только амплитуда отражения a_0 , и не известны ни амплитуда a_0 , ни задержка θ_0 отражения.

В результате несложных выкладок для искомым дисперсий $\text{var}\{\hat{\tau}\}$ оценки τ получается:

$$\text{var}_1\{\hat{\tau}\} \approx - \frac{1}{q^2 \rho''(0) \left[1 + a_0^2 + 2a_0 \frac{\rho''(\theta_0)}{\rho''(0)} \right]}, \quad q \gg 1 \quad (3)$$

при априорно известных параметрах a_0, θ_0 ;

$$\text{var}_2\{\hat{\tau}\} \approx - \frac{1}{q^2 \rho''(0) \left\{ 1 - \left[\frac{\rho''(\theta_0)}{\rho''(0)} \right]^2 \right\}}, \quad q \gg 1, \quad (4)$$

если известна только амплитуда a_0 отражения [8];

$$\text{var}_3\{\hat{\tau}\} \approx - \frac{1}{q^2 \rho''(0) \left\{ 1 + \frac{[\rho'(\theta_0)]^2}{\rho''(0)} - \frac{[\rho''(\theta_0)]^2}{[\rho''(0)]^2} \right\}}, \quad q \gg 1, \quad (5)$$

если параметры отражения a_0, θ_0 неизвестны.

Адекватной мерой влияния отражения на потенциальную точность оценки запаздывания сигнала τ может служить отношение γ_i дисперсий $\hat{\tau}$ (3) – (5) к дисперсии $\text{var}_0\{\hat{\tau}\}$, соответствующей отсутствию отражения:

$$\gamma_i = \frac{\text{var}_i(\hat{\tau})}{\text{var}_0(\hat{\tau})}, \quad i = 1, 2, 3. \quad (6)$$

Дисперсия $\text{var}_0\{\hat{\tau}\}$ дается классической формулой Вудворда [6–7]

$$\text{var}_0\{\hat{\tau}\} \approx - \frac{1}{q^2 \rho''(0)}, \quad q \gg 1, \quad (7)$$

следующей, в частности из (3) при $a_0=0$.

3. Производные АКФ профильтрованных ФМ и MSK сигналов

Как следует из (3) – (5), потенциальная точность измерения запаздывания в присутствии отражения зависит от крутизны $\rho'(\theta_0)$ и кривизны $\rho''(\theta_0)$ АКФ сигнала при аргументе, равном задержке отражения. Для любых псевдослучайных дальномерных кодов основной лепесток АКФ дискретного сигнала по форме практически повторяет АКФ элемента сигнала, т. е. чипа. С учетом

конечной полосы приемного тракта, названный чип подвергается фильтрации, меняющей форму его АКФ относительно первоначальной. Далее будем оперировать с низкочастотными эквивалентами сигналов, считая чип видеоимпульсом длительности Δ , пропускаемым через фильтр нижних частот с полосой W .

В случае ФМ сигнала исходным служит прямоугольный чип амплитуды A , спектр которого на выходе фильтра

$$\tilde{s}(f) = \begin{cases} A\Delta \frac{\sin \pi f \Delta}{\pi f \Delta}, & |f| \leq W, \\ 0, & |f| > W, \end{cases}$$

чему соответствует нормированная АКФ

$$\rho(\tau) = \frac{(A\Delta)^2}{E_w} \int_{-W}^W \left(\frac{\sin \pi f \Delta}{\pi f \Delta} \right)^2 \cos(2\pi f \tau) df, \quad (8)$$

где

$$E_w = (A\Delta)^2 \int_{-W}^W \left(\frac{\sin \pi f \Delta}{\pi f \Delta} \right)^2 df - \text{энергия прямо-$$

угольного импульса в частотном окне $[-W, W]$.

Если рассматривать далее только ситуации, когда полоса фильтра охватывает целое число лепестков спектра прямоугольного импульса: $W=k/\Delta, k=1, 2, \dots$, вычисление производных АКФ (8) приведет к результатам

$$\rho'(\tau) = \frac{1}{\pi \gamma_w \Delta} \left\{ \text{Si} \left[2k\pi \left(1 + \frac{\tau}{\Delta} \right) \right] - \text{Si} \left[2k\pi \left(1 - \frac{\tau}{\Delta} \right) \right] - 2\text{Si} \left(2k\pi \frac{\tau}{\Delta} \right) \right\}, \quad (9)$$

где $\text{Si}(x) = \int_0^x \frac{\sin t}{t} dt$ – интегральный синус, и

$$\rho''(\tau) = -\frac{4W}{\gamma_w \Delta} \frac{\sin(2\pi W \tau)}{2\pi W \tau} \frac{1}{1 - \left(\frac{\tau}{\Delta} \right)^2}, \quad (10)$$

где $\gamma_w = E_w / E$ – энергетические потери из-за ограничения спектра, а $E = A^2 \Delta$ – энергия исходного (не ограниченного по полосе) видеоимпульса.

Как известно [9–10], переход от ФМ к MSK равносильно замене прямоугольного чипа косинусоидальным:

$$s(t) = \begin{cases} \sqrt{2} A \cos \frac{\pi t}{\Delta}, & |t| \leq \frac{\Delta}{2}, \\ 0, & |t| > \frac{\Delta}{2}, \end{cases}$$

где множитель $\sqrt{2}$ введен для уравнивания энергий косинусоидального и прямоугольного чипов.

Энергетический спектр подобного чипа

$$|\tilde{s}(f)|^2 = \frac{8E\Delta}{\pi^2} \frac{\cos^2(\pi f \Delta)}{[1 - 4(f\Delta)^2]^2},$$

где, по-прежнему, $E=A^2\Delta$. Из равенства, аналогичного (8), для АКФ профильтрованного косинусоидального чипа имеем:

$$\rho(\tau) = \frac{8\Delta}{\pi^2 \gamma_w} \int_{-W}^W \frac{\cos^2(\pi f \Delta)}{[1 - 4(f\Delta)^2]^2} \cos(2\pi f \tau) df,$$

где γ_w имеет прежний смысл. Отсюда

$$\begin{aligned} \rho'(\tau) &= -\frac{32E\Delta}{\pi E_w} \int_0^W \frac{f \cos^2(\pi f \Delta)}{[1 - 4(f\Delta)^2]^2} \sin(2\pi f \tau) df = \\ &= -\frac{1}{\gamma_w \Delta} I_1 \left(W\Delta, \frac{\tau}{\Delta} \right), \end{aligned} \quad (11)$$

где

$$I_1(x, y) = \frac{32}{\pi} \int_0^x \frac{u \cos^2(\pi u)}{(1 - 4u^2)^2} \sin(2\pi u y) du,$$

$$\text{и } \rho''(\tau) = -\frac{1}{\gamma_w \Delta^2} I_2 \left(W\Delta, \frac{\tau}{\Delta} \right) \quad (12)$$

с обозначением

$$I_2(x, y) = 64 \int_0^x \frac{u^2 \cos^2 \pi u}{[1 - 4u^2]^2} \cos(2\pi u y) du.$$

4. Потенциальная точность оценки запаздывания профильтрованного сигнала в отсутствие отражения

Используя (10) при $\tau=0$ в формуле Вудворда (7) с подстановкой вместо q $q_w = \sqrt{2E_w / N_0}$, для дисперсии оценки запаздывания профильтрованного ФМ сигнала получим

$$\text{var}_0 \{\hat{\tau}\} \approx \frac{\Delta}{4q^2 W}, \quad q \gg 1, \quad (13)$$

где $q=2E/N_0$ – отношение сигнал-шум после согласованной фильтрации исходного прямоугольного чипа, не ограниченного по полосе. Стоит заметить попутно, что при фиксации полосы W уменьшение длительности прямоугольного импульса Δ в n раз снизит среднеквадратическую ошибку оценки τ в \sqrt{n} раз, а не в n , как было бы в случае «гладкого» импульса без учета ограничения полосы.

Подобным же образом подстановка (12) в формулу Вудворда позволяет прийти к выражению для дисперсии оценки запаздывания MSK сигнала:

$$\text{var}_0 \{\hat{\tau}\} \approx \frac{\Delta^2}{q^2 I_2(W\Delta, 0)}, \quad q \gg 1 \quad (14)$$

с прежним смыслом параметра q .

Сопоставим ФМ и MSK сигналы, прошедшие один и тот же фильтр с полосой W , по дисперсии оценки запаздывания в отсутствие отражения. Присвоив индексы r и s дисперсиям, найденным из (13) и (14) соответственно, для их отношения γ_{rc} имеем

$$\gamma_{rc} = \frac{\text{var}_{0r}\{\hat{\tau}\}}{\text{var}_{0c}\{\hat{\tau}\}} \approx \frac{I_2(W\Delta, 0)}{4W\Delta}.$$

В таблицу 1 сведены значения γ_{rc} для нормированных к длительности чипа полос фильтра $W\Delta=1, \dots, 10$. Из таблицы видно, что при ограничении полосы фильтра пределом основного лепестка спектра прямоугольного чипа ($W=1/\Delta$) MSK сигнал заметно выигрывает у ФМ сигнала в потенциальной точности измерения запаздывания, что объясняется лучшей концентрацией и равномерностью спектра первого в пределах названной полосы. Выигрыш в пользу MSK (хотя и меньший) сохранится и при расширении полосы фильтра до значения $W=2/\Delta$. И только начиная с $W=3/\Delta$ проявляется больший вес высокочастотных компонент спектра ФМ, обеспечивающий преимущество ФМ в точности оценки запаздывания относительно MSK. При этом даже при полосе $W=10/\Delta$ упомянутое превосходство количественно не выходит за рамки двукратного снижения среднеквадратической ошибки измерения параметра τ .

Таблица 1

Соотношение дисперсий оценки τ для двух вариантов чипов

| | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $W\Delta$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| γ_{rc} | 1,81 | 1,10 | 0,77 | 0,59 | 0,47 | 0,40 | 0,34 | 0,30 | 0,27 | 0,24 |

5. Точность оценки запаздывания профильтрованного ФМ сигнала при наличии отражения

Считая исходный чип прямоугольным, начнем с первого из намеченных сценариев, т. е. случая полной априорной определенности отражения. Используя в (6) результат подстановки (10) и (13) в (3), получим для отношения дисперсий оценки τ при наличии и отсутствии отражения

$$\gamma_1 = \frac{\text{var}_1\{\hat{\tau}\}}{\text{var}_0\{\hat{\tau}\}} \approx \frac{1}{1 + \alpha_0^2 + 2\alpha_0 \frac{\sin 2\pi k \frac{\theta_0}{\Delta}}{2\pi k \frac{\theta_0}{\Delta}} \frac{1}{1 - \left(\frac{\theta_0}{\Delta}\right)^2}}, \quad (15)$$

где учтена подстановка $W=k/\Delta$, $k=1, 2, \dots$. Как видно, при $\alpha_0 > 0$ присутствие детерминированного отраженного сигнала лишь улучшит точность измерения запаздывания τ , что легко объяснимо увеличением энергии результирующего сигнала в сочетании с тем, что детерминированная многолучевая помеха содержит такую же информацию о τ , как и «прямой» сигнал. Поэтому, говоря о возможных потерях в точности из-за эффекта многолучевости, следует положить в (15) $\alpha_0 < 0$. На рисунке 1, а, б, в приведены зависимости параметра γ_1 от задержки многолучевой помехи θ_0 при трех значениях интенсивности помехи: $|\alpha_0| = -3, -6$ и -10 дБ для полос фильтра $W=1/\Delta$ (а), $W=2/\Delta$ (б) и $W=10/\Delta$ (в).

Физическая трактовка хода кривых труда не составляет. При задержке отражения, близкой к нулю, его вычитание из прямого сигнала уменьшает суммарную энергию полезного эффекта в соответствии с множителем $(1 - \alpha)^2$, увеличивая во столько же раз дисперсию оценки τ . С ростом θ_0 влияние отраженного сигнала на суммарную энергию снижается, и при некоторой задержке полностью перекрывается появлением новых перепадов в результирующем сигнале, что приводит к выигрышу в точности оценки τ по сравнению со случаем отсутствия отражения. При выходе отражения за пределы прямого сигнала запаздывание оценивается по паре неперекрывающихся сигналов, энергии которых соотносятся как $1: \alpha_0^2$, что равносильно изменениям по сигналу энергии, увеличенной в $1 + \alpha_0^2$ раз, т. е. такому же снижению дисперсии оценки τ .

Для сценария отражения известной интенсивности, но неизвестной задержки, подстановка (10) в (4), а затем в (6) даст

$$\gamma_2 \approx \left\{ 1 - \left[\frac{\sin 2\pi k \frac{\theta_0}{\Delta}}{2\pi k \frac{\theta_0}{\Delta}} \frac{1}{1 - \left(\frac{\theta_0}{\Delta}\right)^2} \right]^2 \right\}^{-1}.$$

При $\theta_0 > 0$ значение γ_2 неограниченно возрастает, что вполне понятно, так как при этом прямой и отраженный сигналы неразрешимы. В то же время, как показывает рис. 2, минимальное значение задержки отражения θ_{0min} , при котором проигрыш в потенциальной точности измерения τ в энергетическом пересчете падает ниже 3 дБ, быстро уменьшается по мере расширения полосы фильтра $W=k/\Delta$. Так, если при ограничении спектра сигнала первым боковым лепестком ($W=1/\Delta$) значение $\theta_{0min} \approx \Delta/4$, то с расширением W до $2/\Delta$ оно сокращается примерно до $\Delta/10$, а при $W=10/\Delta$ — до $\Delta/50$. Отметим, что значение γ_2 в точке $\theta_0 = \Delta$ составляет $4/3$ при любой полосе W .

Наконец, при полной априорной неопределенности параметров отражения соотношения (9), (10) и (5) дают

$$\gamma_3 \approx \left\{ 1 + \frac{[\rho'(\theta_0)]^2}{\rho''(0)} - \left[\frac{\sin 2\pi k \frac{\theta_0}{\Delta}}{2\pi k \frac{\theta_0}{\Delta}} \frac{1}{1 - \left(\frac{\theta_0}{\Delta}\right)^2} \right]^2 \right\}^{-1}, \quad (16)$$

где

$$\frac{[\rho'(\theta_0)]^2}{\rho''(0)} = -\frac{1}{4\pi^2 k \gamma_w} \left\{ \text{Si} \left[2k\pi \left(1 + \frac{\theta_0}{\Delta} \right) \right] - \text{Si} \left[2k\pi \left(1 - \frac{\theta_0}{\Delta} \right) \right] - 2 \text{Si} \left(2k\pi \frac{\theta_0}{\Delta} \right) \right\}^2, \quad (17)$$

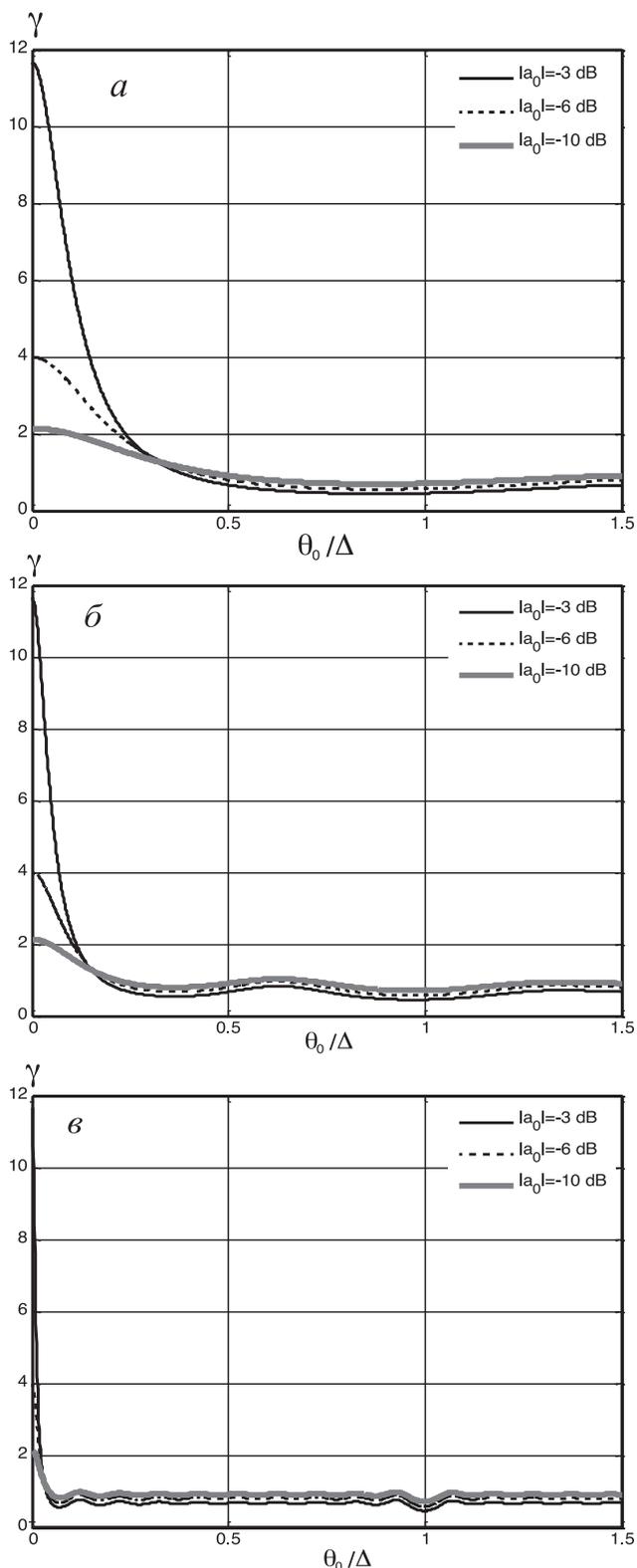


Рис. 1. Дисперсия оценки запаздывания в зависимости от задержки детерминированного отражения: $W=1/\Delta$ (а), $W=2/\Delta$ (б), $W=10/\Delta$ (в)

$$k=W\Delta, \text{ а } \gamma_w = \frac{E_w}{E} = \frac{2}{\pi} \text{Si}(2\pi W\Delta) = \frac{2}{\pi} \text{Si}(2k\pi) \quad (18)$$

— потери энергии из-за ограничения спектра полосой W .

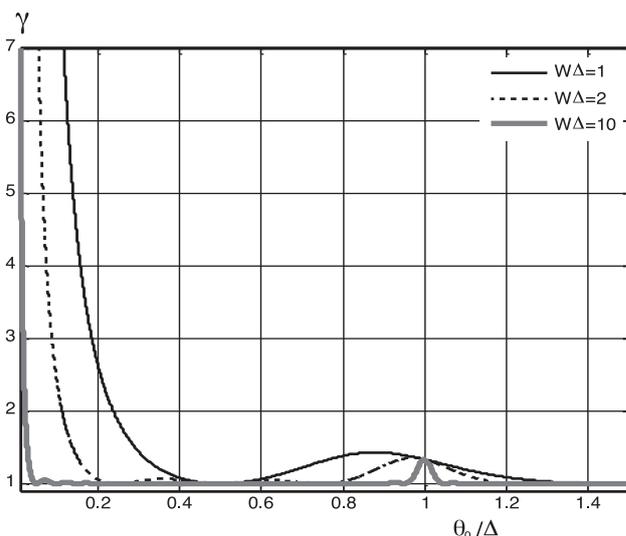


Рис. 2. Потери в точности оценки τ в зависимости от задержки отражения

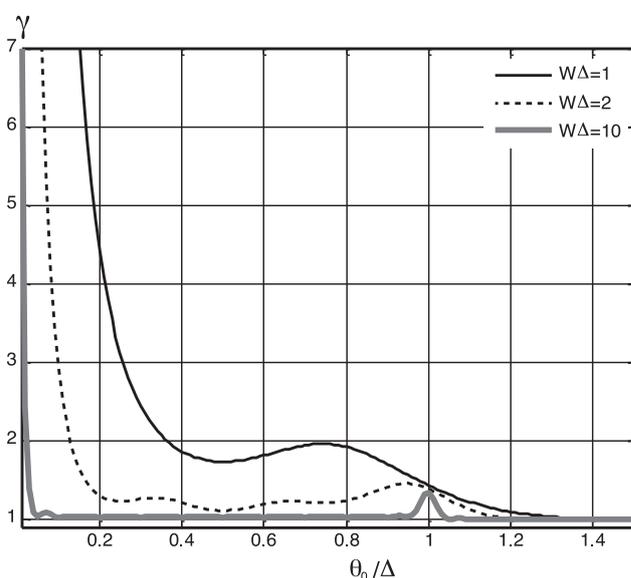


Рис. 3. Потери в точности оценки τ в зависимости от задержки отражения

Графики потерь в дисперсии оценки τ в зависимости от задержки отражения в условиях априорного незнания параметров последнего, рассчитанные согласно (16) – (18), приведены на рис. 3. Сравнение их с предыдущими указывает на относительно умеренное и быстро снижающееся с расширением полосы фильтра W влияние многолучевой помехи на точность оценки запаздывания τ .

6. Точность оценки запаздывания профильтрованного MSK сигнала при наличии отражения

Для случая MSK выкладки предыдущего пункта следует повторить с заменой в (3) – (5) АКФ профильтрованного прямоугольного чипа на АКФ профильтрованного косинусоидального. Для сценария детерминированного отражения из (3) и (12) получается:

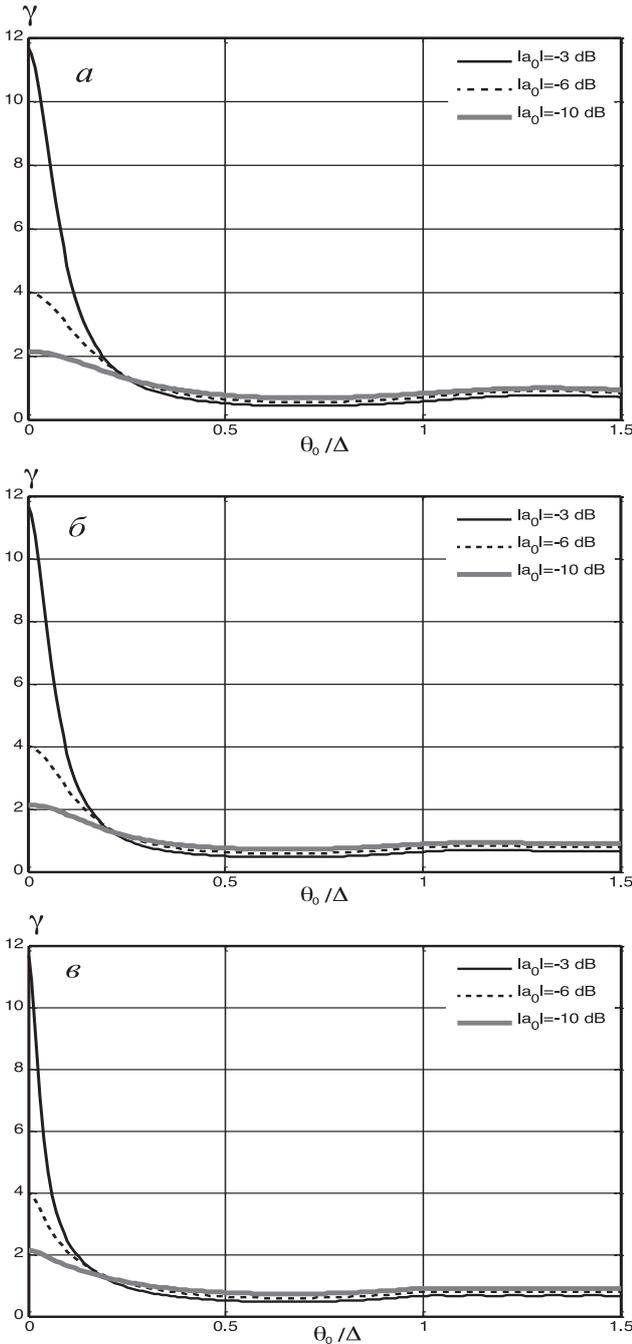


Рис. 4. Дисперсия оценки запаздывания в зависимости от задержки детерминированного отражения: $W=1/\Delta$ (а), $W=2/\Delta$ (б), $W=10/\Delta$ (в)

$$\gamma_1 = \frac{\text{var}_1 \{\hat{\tau}\}}{\text{var}_0 \{\hat{\tau}\}} \approx \frac{1}{1 + a_0^2 + 2a_0 \frac{I_2\left(W\Delta, \frac{\theta_0}{\Delta}\right)}{I_2(W\Delta, 0)}}$$

Как и в случае прямоугольного чипа, акцент следует сделать на отрицательных значениях a_0 . Соответствующие графики показаны на рис. 4. Главное их отличие от кривых рис. 1 в том, что расширение полосы фильтра слабо сказывается на влиянии

отражения на точность оценки τ . Объяснение этому кроется в исключительной компактности спектра MSK, из-за которой расширение полосы фильтра за предел $1,5/\Delta$ практически не влияет на форму выходного сигнала. При узкой же полосе фильтра $W=1/\Delta$ чувствительность потенциальной точности оценки τ к присутствию детерминированного отражения для MSK ниже, чем для ФМ, что можно видеть из сравнения рис. 1, а и 4, а: если для первой из них точность оценки τ перестает ухудшаться начиная с $\theta_0/\Delta \approx 0,25$, то для второй этот порог возрастает до $\theta_0/\Delta \approx 0,4$.

Перейдя к сценарию отражения с неизвестной задержкой, следует подставить (12) в (4), что позволяет с учетом (6), (7) получить

$$\gamma_2 = \frac{\text{var}_2 \{\hat{\tau}\}}{\text{var}_0 \{\hat{\tau}\}} \approx \frac{1}{I_2^2\left(W\Delta, \frac{\theta_0}{\Delta}\right) - \frac{I_2^2(W\Delta, 0)}{I_2^2(W\Delta, 0)}} \quad (19)$$

Рассчитанные согласно (19) кривые потерь в точности измерения запаздывания профильтрованного MSK сигнала, обусловленных наличием отражения с неизвестной задержкой, показаны на рис. 5. Вывод из их сопоставления с аналогичными для ФМ сигнала (рис. 2) почти дословно повторит сделанный выше применительно к сценарию детерминированного отражения. Именно, в узкополосном варианте ($W=1/\Delta$) MSK менее чем ФМ, уязвима по отношению к многолучевой помехе. В частности, задержка отражения, при которой ухудшение точности оценки τ в энергетическом эквиваленте составит 3 дБ для MSK сигнала меньше $\Delta/5$, тогда как для ФМ сигнала она равна примерно $\Delta/4$. При широкой же полосе фильтра $W=10/\Delta$ прямоугольный чип ФМ сигнала менее чувствителен к отражению, чем косинусоидальный, вследствие большей крутизны его фронта после фильтрации.

Для ситуации полной априорной неопределенности параметров отражения из соотношений (5), (11), (12) следует

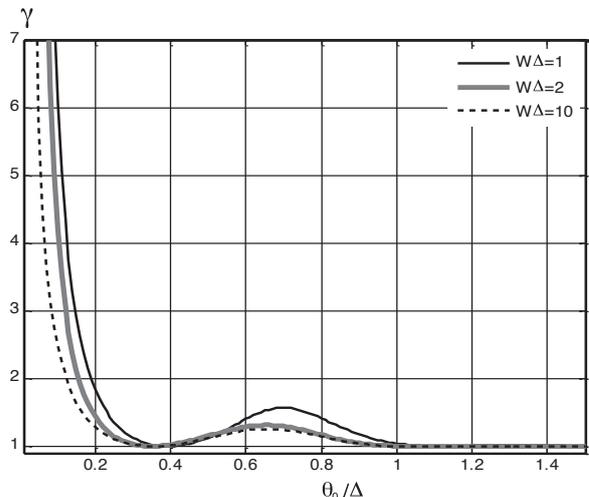


Рис. 5. Потери в точности оценки τ в зависимости от задержки отражения

$$\gamma_3 = \frac{\text{var}_3\{\hat{\tau}\}}{\text{var}_0\{\hat{\tau}\}} \approx \frac{1}{1 - \frac{1}{\gamma_w} \frac{I_1^2\left(W\Delta, \frac{\theta_0}{\Delta}\right)}{I_2(W\Delta, 0)} - \frac{I_2^2\left(W\Delta, \frac{\theta_0}{\Delta}\right)}{I_2^2(W\Delta, 0)}}, \quad (20)$$

где

$$\gamma_w = \frac{\int_0^w \frac{\cos^2(\pi f \Delta)}{[1 - 4(f\Delta)]^2} df}{\int_0^\infty \frac{\cos^2(\pi f \Delta)}{[1 - 4(f\Delta)]^2} df} = \frac{16}{\pi^2} \int_0^{w\Delta} \frac{\cos^2 \pi u}{(1 - 4u^2)^2} du.$$

Рассчитанные согласно (20) кривые потерь в точности оценки запаздывания τ профильтрованного MSK сигнала в функции от задержки отражения приведены на рис. 6. Как и в случае профильтрованного ФМ сигнала, приращение дисперсии $\hat{\tau}$ в случае, когда помимо неизвестной задержки отражения имеет и неизвестную амплитуду критическим не является.

Окончательно сопоставить показатели потенциальной точности измерения запаздывания профильтрованных ФМ и MSK сигналов в присутствии отражения можно с помощью кривых рис. 7 дисперсии $\hat{\tau}$, нормированной к квадратам длительности чипа Δ^2 и отношения сигнал-шум q_0^2 : $\text{var}\{\tau\} q_0^2 / \Delta^2$ в зависимости от задержки отражения. Как видно, при ограничении спектра сигнала областью основного лепестка (рис. 7, а) или основного и ближайшего бокового (рис. 7, б) MSK выигрывает у ФМ практически при любых

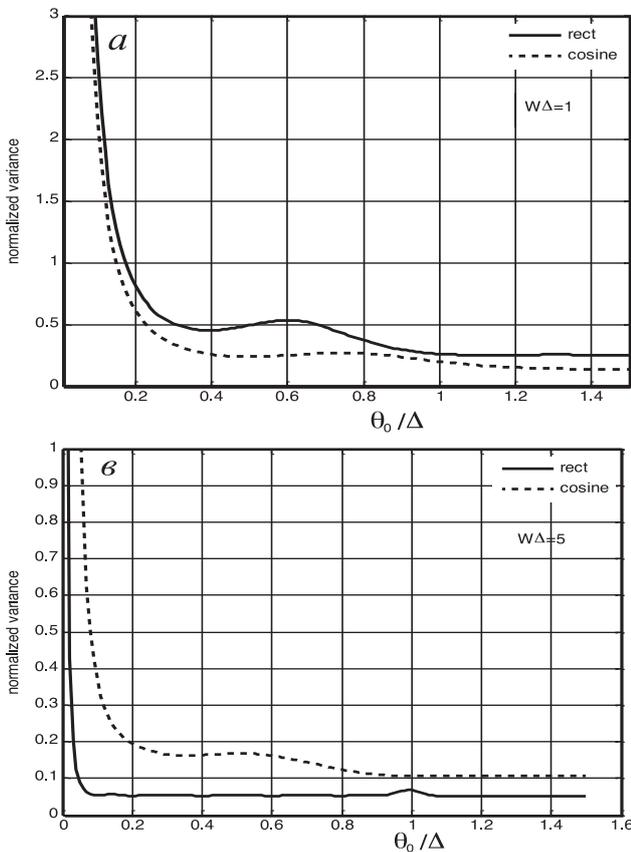


Рис. 7. Нормированные дисперсии оценки τ в зависимости от задержки отражения

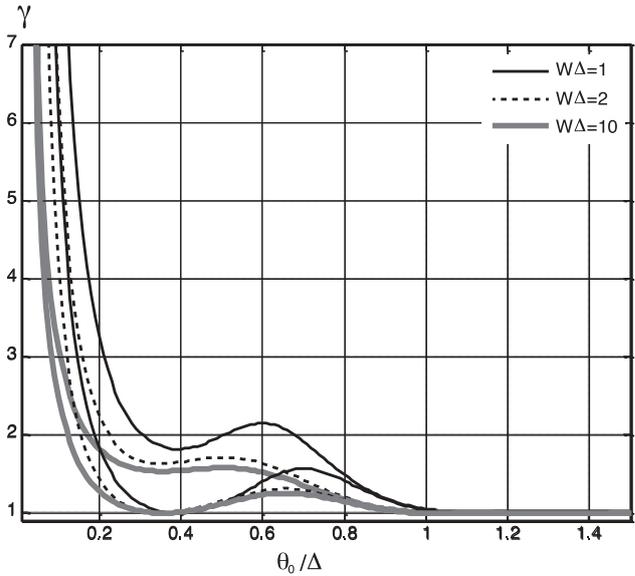
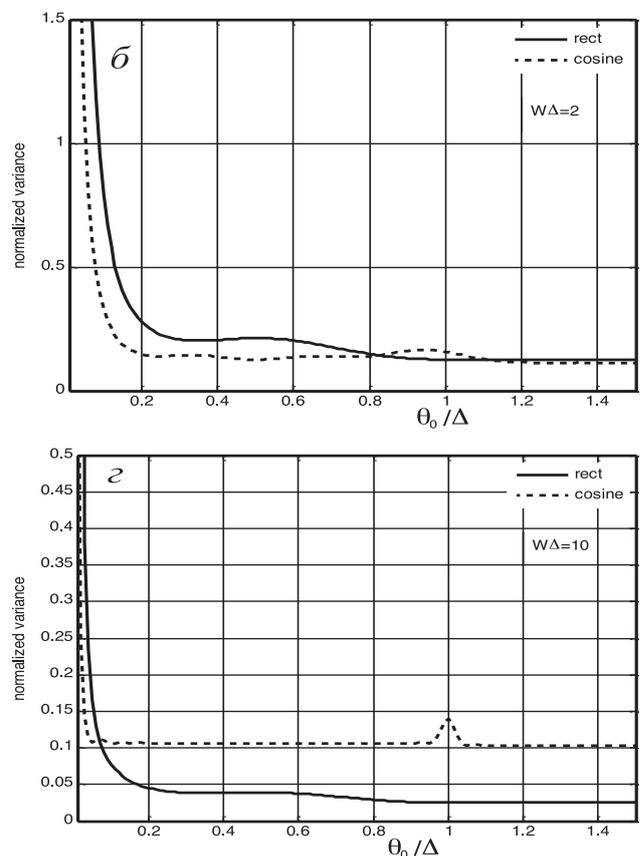


Рис. 6. Потери в точности оценки τ в зависимости от задержки отражения

задержках отражения. Напротив, как и ожидалось, при охвате полосой фильтра большого числа боковых лепестков спектра (рис. 7, в, з) ФМ обеспечивает более высокую точность измерений запаздывания.

Как общее резюме к проведенному анализу, подчеркнем, что при ограничении спектра сигнала областью вблизи главного лепестка модуляционный формат MSK по рассмотренным точностным показателям (потенциальная шумовая ошибка измерения в отсутствие и при наличии отражения) превосходит стандартную ФМ.



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., Anghilery 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, pp. 52–63, July/August 2009.
3. Ipatov V. P., Shebshaevich B. V. GLONASS CdMA. Some Proposals on Signal Formats for Future GNSS Air Interface. Inside GNSS, v. 5, No5, 2010, pp. 46–51.
4. Ipatov V. P., Shebshaevich B. V. Spectrum-Compact Signals. A Suitable Option for Future GNSS. Inside GNSS, v. 6, No1, 2011, pp. 47–53.
5. Болошин С. Б., Ипатов В. П., Шебшаевич Б. В. Сигналы ГНСС на основе спектрально-эффективной модуляции. Новости навигации, НТЦ «Интернавигация», 2011, № 1.
6. Ван Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции. Пер. с англ. – М.: Сов радио, 1972.
7. Радиотехнические системы. Учебник для вузов /Ю. П. Гришин, В. П. Ипатов, Ю. М. Казаринов, Ю. А. Коломенский, Ю. Д. Ульяницкий; под ред. Ю. М. Казаринова. – М.: Высшая школа, 1990.
8. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. Под ред. А. И. Перова и В. Н. Харисова. – М.: Радиотехника, 2010.
9. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 2000.
10. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2003



УДК 621.78:525.35

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ НАВИГАЦИИ И НАВЕДЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*Н. П. Zubov*¹

В статье рассматриваются проблемные вопросы навигации и наведения роботизированных летательных аппаратов (РЛА) и пути их решения. Основное внимание уделено определению задач, которые должны решаться в процессе управления полетом РЛА, а также способов и средств, обеспечивающих их решение.

Ключевые слова: *авиационный барражирующий боеприпас, АББ, беспилотный летательный аппарат, БЛА, роботизированный летательный аппарат, РЛА, задачи, наземный пункт дистанционного управления, НППДУ, бортовые экспертные системы, БЭС.*

PROBLEMS OF NAVIGATION AND GUIDANCE OF ROBOTIC FLYING VEHICLES

N. P. Zubov

The paper considers the problems of navigation and guidance of robotic flying vehicles and the ways to solve them. Attention is mainly paid to the definition of the tasks to be fulfilled in the guidance process and the methods and facilities used

Мировые тенденции развития высокоточного оружия свидетельствуют о том, что управляемые бомбы, снаряды, ракеты и дистанционно пилотируемые летательные аппараты индивидуального наведения становятся исключительно важными средствами вооруженной борьбы [1–3]. Среди них особое место занимает оружие, реализующее принцип «выстрелил – забыл» и способное поражать воздушные, наземные и морские цели во всех погодных условиях, в любое время суток и года, на различных типах земных покровов, в условиях огневого и радиоэлектронного противодействия противника, применения им различных средств маскировки и всех видов преднамеренных помех.

В настоящее время в США и в ряде ведущих западноевропейских стран особое внимание уделяется разработке роботизированных летательных аппаратов (РЛА), включая беспилотные летательные аппараты (БЛА) и авиационные барражирующие боеприпасы (АББ). Достоинствами АББ являются высокая степень реакции, малая заметность, постоянное их присутствие в зоне боевых действий, относительно низкая стоимость, что позволяет выделить их в новый тип высокоточного оружия.

Разработка и применение АББ обуславливаются рядом серьезных проблем технического и организационного характера. В их ряду особое место занимают надежность систем навигации и наведения, необходимость точного знания координат заданных целей, способность к перепланированию на борту полетного задания, обеспечение безопасности групповых действий

в ограниченном районе, в том числе совместно с пилотируемой авиацией. Наряду с этими проблемами одной из главных трудностей является обеспечение высокой эффективности их применения в условиях сильного огневого и радиоэлектронного противодействия противника.

Все это требует наличия на борту АББ не только надежных систем и средств разведывательно-информационного обеспечения, но и высокоэффективных бортовых экспертных систем различного назначения.

По современным взглядам РЛА должны быть способны решать ударные и разведывательные задачи, а также осуществлять постановку помех и ретранслировать сигналы и команды боевого управления. Поэтому они должны быть многофункциональными и многоцелевыми. Масштабное применение таких летательных аппаратов, способных выполнять разнообразные задачи, позволит оперативно формировать над территорией противника так называемый, информационно-активный купол для эффективного решения боевых и специальных задач в режиме реального времени.

К ударным и разведывательным роботизированным летательным аппаратам военного назначения предъявляются следующие основные требования:

- возможность круглосуточного и всепогодного применения на всю глубину района боевых действий;
- возможность применения как самостоятельно, так и совместно с пилотируемой авиацией и другими ударными средствами;

¹ Zubov N. P. – доктор военных наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации

- достаточная эффективность применения в условиях, когда применение пилотируемых авиационных комплексов невозможно или нецелесообразно из-за сильного противодействия средств противовоздушной обороны (ПВО), радиационного, химического или бактериологического заражения воздуха и местности в районах боевых действий;
- возможность интеграции в единую автоматизированную систему разведки и разведывательно-информационного обеспечения;
- возможность управления и приема информации от них при отсутствии прямой радиовидимости с наземного пункта дистанционного управления (НПДУ) с использованием ретрансляторов, космических аппаратов связи военного и двойного назначения, а также пилотируемой авиации, БЛА, аэростатов и др.;
- открытая архитектура, модульность (блочность) построения, в том числе применение унифицированных модулей полезной нагрузки, предусматривающих возможность их замены, ремонта и модернизации в ходе эксплуатации в войсковых условиях;
- высокая мобильность и надежная транспортабельность;
- наличие в авиационных формированиях РЛА программно-аппаратных средств, обеспечивающих тренажную подготовку боевых расчетов без реального использования летательных аппаратов.

Эффективность боевого применения РЛА во многом определяется степенью реализации при их разработке ряда принципиальных организационно-технических проблемных вопросов. К таким основным вопросам относятся:

- проблема автоматического и полуавтоматического выхода, обнаружения и распознавания наземных (морских) целей с помощью бортовых обзорно-прицельных систем;
- проблема эффективности их применения в условиях низкой разведанности системы ПВО противника;
- необходимость создания помехоустойчивых радиолиний передачи информации с борта РЛА и команд управления с НПДУ;
- уровень разработки бортовых систем обработки и «отбраковки» разведывательной информации в режиме реального времени;
- необходимость разработки бортового интеллекта для целераспределения и целеуказания оружию при групповом применении РЛА в заданном районе;
- проблема доставки в район боевых действий малоразмерных РЛА и организации совместных

с силами и средствами своей ПВО действий по подавлению системы ПВО противника.

Надежность выхода и наведения АББ на заданные наземные (морские) цели во многом определяется эффективной шириной полосы захвата (ЭШПЗ) их бортовых обзорно-прицельных систем, а также точностью знания (разведки) координат заданных для поражения объектов (целей). На надежность выхода на заданные цели оказывает влияние и собственно точность выдерживания (σ) АББ маршрута (траектории) полета на этапе наведения.

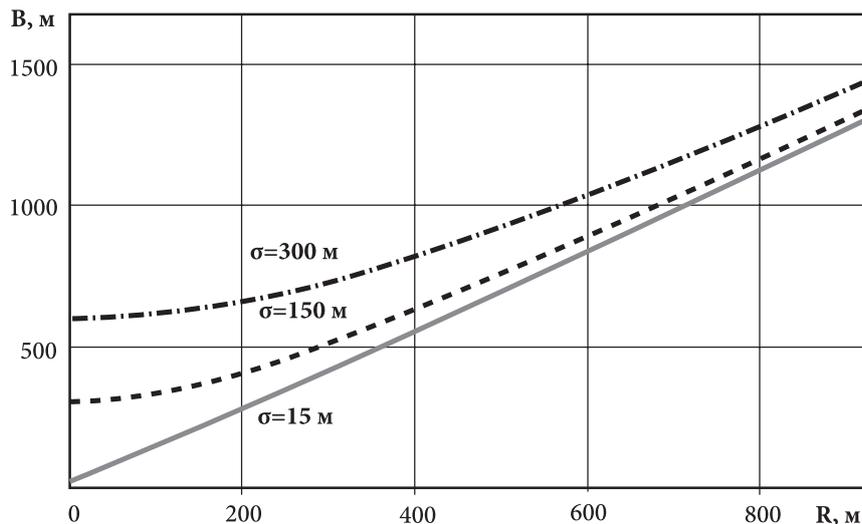


Рис. 1. График зависимости ЭШПЗ от точности определения координат целей

На рис. 1 показан характер зависимости половины ЭШПЗ (B) бортовых обзорно-прицельных систем АББ от средней квадратической радиальной ошибки (R) определения координат заданных целей для различных значений точности выдерживания маршрута (σ) АББ, при которых обеспечивается высокая надежность их наведения. Анализ этой зависимости свидетельствует о достаточно жестких требованиях к ЭШПЗ бортовых обзорно-прицельных систем АББ независимо от высоты полета.

Так при возможных точностных характеристиках систем навигации АББ, равных 15, 150 и 300 м, и ошибках внешних средств разведки целей, равных 200...600 м, бортовые обзорно-прицельные системы АББ должны иметь ЭШПЗ ($2B$), соответственно равные 500...1400, 800...1700 и 1300...2100 м на всех высотах полета. Очевидно, что при наведении АББ на заданные цели на малых и предельно малых высотах их бортовые обзорно-прицельные системы должны иметь захваты (полосы обнаружения и опознавания целей), во многом превышающие высоту полета.

Исследование этапов типовых боевых полетов ударных и разведывательных РЛА показывает, что их боевое применение требует надежного решения следующих приоритетных вопросов:

- оценки возможностей и обоснования способов боевого применения РЛА для мониторинга фоновых обстановки в районе боевых действий

и обеспечения разведывательно-ударных и разведывательно-информационных действий в режиме реального времени;

- обеспечения надежного и устойчивого управления РЛА в районе боевых действий;
- разработки рациональных способов целеуказания и перенацеливания;
- обоснования эффективных способов и приемов нанесения ударов;
- определения требований к своевременности, полноте и достоверности целеуказания;
- оценки возможностей НПДУ по получению и обработке фоновых обстановки и перепланированию полетных заданий для РЛА в воздухе.

Самостоятельной и важнейшей проблемой боевого применения РЛА является обоснование возможных способов обеспечения безопасности их групповых действий в ограниченном воздушном пространстве, в том числе и совместно с разнородными силами пилотируемой авиации.

Круглосуточность и всепогодность боевого применения АББ требует создания нового поколения систем навигации и наведения для большого круга различных типов роботизированных летательных аппаратов. Интегрированная система навигации и наведения РЛА должна обеспечивать автоматическое решение следующих навигационных задач:

- полет по запрограммированной на земле как прямолинейной, так и криволинейной траектории маршрутным способом, оперативное изменение маршрута и профиля полета по командам с НПДУ (перепланирование полетного задания в воздухе);
- выбор датчиков-корректоров и выполнение коррекции численных бесплатформенной инерциальной навигационной системой (БИНС) или другими автономными средствами координат места РЛА, а также коррекции их координат по данным радионавигационных систем (спутниковых, дальней и ближней навигации, совмещенных систем связи и навигации и др.), рельефометрических корреляционно-экстремальных навигационных систем [1,4,5];
- безопасность групповых действий РЛА в ограниченном воздушном пространстве на основе определения относительных (взаимных) координат в группе с использованием бортовой аппаратуры межсамолетной навигации [5,6];
- безопасность маловысотного полета на участках преодоления ПВО противника с использованием навигационной системы предупреждения столкновений с землей;
- полет по запрограммированной на земле траектории поиска наземных (морских) объектов и барражирования в заданном районе (на рубеже);
- вывод РЛА на заданные цели, выполнение заданных маневров их атаки с ходу и выбор рациональных схем повторных заходов с помощью радиотехнических (радиолокационных

и радиоперенгационных), оптико-электронных и тепловизионных датчиков (сенсоров);

- вывод РЛА на аэродром (площадку) посадки, выполнение предпосадочного маневра и заход на посадку. Надежное наведение РЛА на наземные (морские) объекты противника должно обеспечивать их точный вывод в тактически выгодное положение, обеспечивающее обнаружение заданных целей и выполнение их атаки с ходу. При этом интегрированная система навигации и наведения РЛА должна позволять решать следующие задачи наведения на наземные (морские) цели:
 - автоматическое обнаружение и распознавание наземных (морских) целей с использованием оптико-электронных, радиолокационных и тепловизионных обзорно-прицельных систем;
 - автоматическое наведение на обнаруженные заданные цели различными методами для их атаки с простых и сложных видов маневров;
 - автоматизированное наведение роботизированных летательных аппаратов на заданные цели оператором НПДУ;
 - определение рациональной траектории и параметров маневров при наведении на заданную цель выбранным способом в минимальное время;
 - формирование рационального плана ввода в бой группы АББ;
 - надежное наведение РЛА с обеспечением тактического взаимодействия между ними.

В повышении точности, надежности и безопасности воздушной навигации и наведения РЛА важное место занимает совершенствование их программного обеспечения, особенно в части счисления пути в БИНС и коррекции координат с учетом совершенных моделей полей тяготения и рельефа Земли. В составе систем навигации и наведения РЛА должны быть современные бортовые комплексы маловысотного полета и обороны, навигационные системы предупреждения столкновений с землей, а также системы управления групповыми действиями в ограниченном воздушном пространстве.

Эффективное поражение АББ объектов противника сейчас не может обеспечиваться без применения надежных бортовых экспертных систем (БЭС). Бортовая экспертная система АББ предназначена для решения в режиме реального времени различных ситуационных задач на наиболее ответственных этапах полета: при преодолении ПВО и выполнении маловысотного полета, выходе на цель и ее атаке, построении необходимых для групповых действий боевых порядков и в других случаях.

Для этого в БЭС необходимо иметь алгоритмы бортовой оптимизации траектории полета в зоне ПВО, расчета маневров выхода на цель с ходу и выполнения повторных заходов, построения боевых порядков, выбора типовых боевых маневров и др.

В таких БЭС программное обеспечение должно создаваться для относительно самостоятельных режимов работы. При поражении наземных (морских)

объектов и целей, ведении воздушной разведки и постановки помех в составе БЭС роботизированных летательных аппаратов целесообразно иметь режимы:

- построения и выдерживания боевых порядков (ПВ);
- маршрутного полета (МАРШРУТ);
- преодоления противовоздушной обороны противника (ПВО);
- выполнения маловысотного полета (МВП);
- атаки цели (АЦ);
- групповых действий (ГД);
- ведения воздушной разведки (ВР).

Специальное программное обеспечение БЭС в этих режимах должно позволять оптимизировать варианты пространственно-временных графиков полетов АББ (групп АББ).

В режиме ПВ должен осуществляться:

- расчет параметров маневрирования АББ для построения боевых порядков заданной в полетном задании группы;
- расчет параметров маневрирования АББ для построения боевых порядков в случае:
 - входа зону ПВО;
 - выхода и атаки заданных целей;
 - выполнения МВП;
 - замещения вышедших из заданного боевого порядка АББ.

В режиме МАРШРУТ должны осуществляться:

- оптимизация траектории полета для наведения на вновь назначенную цель;
- обеспечение безопасности столкновений АББ с земной (водной) поверхностью и между собой в воздухе.

В режиме ПВО должны осуществляться:

- распознавание и ранжировка опасных средств противовоздушной обороны противника, выявленных в полете;
- оптимизация траектории полета в зоне вновь выявленных средств ПВО противника;
- расчет рубежей и параметров противозенитного, противоракетного и противоистребительного маневрирования.

В режиме МВП должны осуществляться:

- оптимизация траекторий обхода опасных естественных и искусственных препятствий на оперативном участке МВП;
- обеспечение безопасности МВП в группе.

В режиме АЦ должны осуществляться:

- распознавание и ранжировка по степени важности обнаруженных объектов и целей;
- оптимизация маневров выхода и атаки наземных (морских) целей с ходу;
- расчет и оптимизация параметров повторных заходов на цель.

В режиме ГД должны осуществляться:

- расчет схем, обусловленных полетным заданием, маневров одиночных АББ и их групп при одновременной атаке заданных целей в ограниченном воздушном пространстве;

– обеспечение безопасности одновременных действий нескольких групп АББ в ограниченном воздушном пространстве.

В режиме ВР должны осуществляться:

- расчет рациональных схем маневров поиска в заданном районе (на рубеже);
- обнаружение и распознавание заданных объектов разведки;
- расчет зон радиовидимости НПДУ.

Для эффективного функционирования такой БЭС важную роль играет уровень внешней и внутренней ситуационной «осведомленности» системы. К внешней ситуационной осведомленности БЭС прежде всего относятся угрозы со стороны противника, приводящие к изменениям запланированного на земле полетного задания. К внутренней осведомленности относятся отказы систем и устройств АББ, что также может приводить к невыполнению полетного задания.

Основными угрозами со стороны противника при поражении наземных (морских) объектов и целей, ведении воздушной разведки и постановке помех могут быть:

- выявленные и особенно не обнаруженные в полете огневые позиции ЗРК и ЗСК противника, расположенные на опасных удалениях от маршрута полета АББ;
- истребители-перехватчики противника, действующие из зон дежурства в воздухе и/или из положения дежурства на аэродромах, рубежи перехвата которых пересекаются с маршрутом полета АББ;
- постановщики помех противника, особенно воздушного базирования, находящиеся в районе выполнения боевой задачи.

Кроме того, к внешним угрозам можно отнести:

- сложные метеорологические условия полета и опасные явления погоды, не позволяющие своевременно обнаруживать заданные визуально-видимые цели;
- возможность столкновения с земной (водной) поверхностью, между самими АББ в воздухе, особенно при полетах на малых и предельно малых высотах, ведении групповых действий и применении оружия малой дальности;
- возможность подрыва на своих средствах поражения;
- возможность невыполнения полетного задания из-за полной выработки топлива, а также по причине попадания в сложные условия полета, в которых АББ не способен выполнить боевое задание.

В повышении эффективности боевого применения РЛА особое место занимает радиотехническое обеспечение. Наличие надежного и высокоточного радиотехнического обеспечения позволит значительно упростить и ускорить их подготовку к полету, более эффективно решать задачи навигации и наведения, а также управления воздушным движением. В настоящее время и в ближайшей перспективе основой радиотехнического обеспечения РЛА будут оставаться радионавигационные системы, наземные

радиолокационные станции и самолеты радиолокационного дозора и наведения. Поэтому повышение помехоустойчивости соответствующих радиотехнических приемников РЛА приобретает особое значение.

Реализация в бортовых алгоритмах РЛА дифференциального и относительного режимов работы спутниковой навигационной системы [5,6] позволит существенно повысить эффективность их боевого применения. Применение относительного режима работы

спутниковой навигационной системы обеспечит надежный заход РЛА на посадку на необорудованные инструментальными средствами посадки аэродромы, особенно при жестком минимуме погоды. Учитывая возможность высокоточного определения высоты полета в этом режиме работы спутниковой навигационной системы, РЛА приобретают новое качество в части всепогодности боевых действий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий/ Под ред. М.Н. Красильщикова и Г.Г. Себрякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
- 2 Дремлюга Г.П., Ески С.А., Иванов Ю.Л., Лященко В.А. Беспилотные летательные аппараты. Состояние и тенденции развития/ Под общей редакцией д.т.н., проф. Иванова Ю.Л. – М.: ЛА «Варяг», 2004.
- 3 Современное вооружение в войне/ Под ред. В.В. Панова и С.М. Прядилова. – М.: Российская академия ракетных и артиллерийских наук; Российская инженерная академия, 1994.
- 4 Сетевые спутниковые радионавигационные системы/ Под ред. П.П. Дмитриева и В.С. Шебшаевича. – М.: Радио и связь, 1993.
- 5 Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: Эко-Трендз, 2003, стр. 57.
- 6 Спутниковый радионавигационный комплекс унифицированный СРНК-У, ГУП «Пилотажно-исследовательский центр» ЛИИ им. М.М. Громова, МАКС, 1999.



УДК 621.396.967

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ФЛУКТУАЦИЙ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕТА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЛС БОКОВОГО ОБЗОРА

В. Л. Шатровский¹

Предлагается ряд аналитических выражений для оценки влияния флуктуаций параметров полета летательного аппарата на качество радиолокационного изображения при ведении радиолокационного картографирования местности с использованием РЛС бокового обзора с синтезированной апертурой антенны. Эти выражения могут быть использованы для обоснования требований к соответствующим навигационным средствам.

Ключевые слова: Антенна, апертура, компенсация, синтезированная, РЛС бокового обзора, траекторные флуктуации.

ANALYTICAL DEPENDENCES FOR ESTIMATION OF INFLUENCE OF FLUCTUATIONS OF PARAMETERS OF FLIGHT OF AIRCRAFT ON EFFICIENCY RЛC SIDEVIEW

V. L. Shatrovsky

The row analytical expressions is offered for the calculation of estimation influence fluctuations parameters of aircraft flight on radio-location image quality, at the conduct of the radio-location locality mapping with the use RЛC sideview with the synthesized aerial aperture. This analytical expressions may be used for formulate demands to special navigation means

Радиолокационные станции бокового обзора, размещаемые на самолетах, позволяют получать детальное радиолокационное изображение местности с высоким разрешением. В настоящее время уровень развития технологий позволяет значительно повысить разрешение РЛС, однако дальнейшее улучшение качества изображения ограничивается из-за траекторных нестабильностей полета носителя РЛС, частично или полностью разрушающих когерентность принимаемого сигнала. Влияние параметров полета на качество радиолокационного изображения в обобщенном виде рассмотрено в ряде работ [1–3], однако это не позволяет выполнить расчеты для отдельных частных условий. В работе сделана попытка найти аналитические выражения, позволяющие получить количественную оценку в части влияния каждого параметра полета в отдельности. Эти выражения

могут быть использованы для обоснования требований к соответствующим навигационным средствам.

Будем рассматривать движение фазового центра антенны радиолокационной станции бокового обзора (РЛС БО) летательного аппарата (ЛА) в прямоугольной системе координат, связанной с земной поверхностью (рис. 1). Учитывая, что возмущения движения ЛА

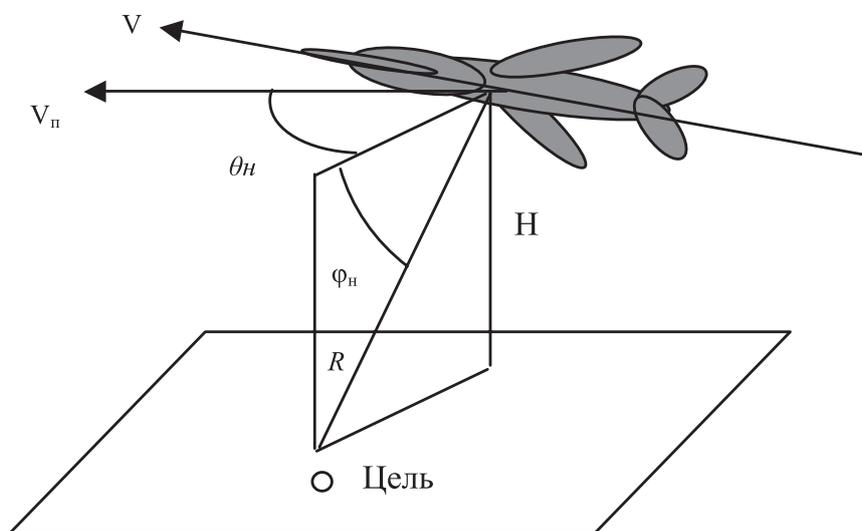


Рис. 1. Полет ЛА на высоте H с путевой скоростью V_n при наблюдении цели на наклонной дальности R

¹ Шатровский Владимир Львович – канд. технич. наук, ст. научн. сотр., РОИН

при полете в реальных условиях вызывают различные отклонения его от прямолинейной траектории, оценим возможные нарушения когерентности принимаемого сигнала. Для этого в качестве исходной позиции рассмотрим равномерное движение ЛА по прямолинейной траектории (рис. 2).

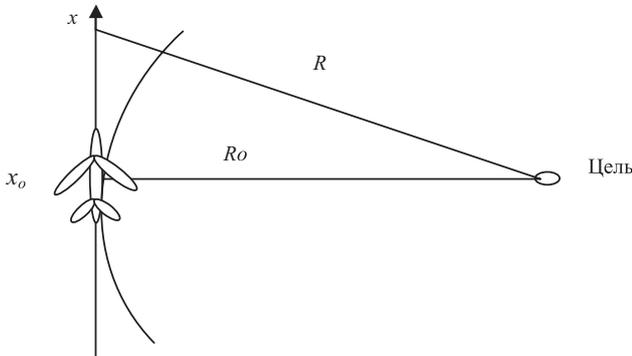


Рис. 2. Геометрия полета ЛА в плоскости, проходящей через линии наклонной дальности и центр цели

С учетом задержки на распространение радиоволн отраженный от цели сигнал имеет вид

$$S = s(t) \cos(\omega_0(t - \frac{2R}{c})), \quad (1)$$

где $s(t)$ – комплексная амплитуда отраженного сигнала;
 R – расстояние от фазового центра антенны РЛС до цели;

c – скорость распространения радиоволн.

Расстояние R от фазового центра антенны РЛС до цели будет изменяться по мере удаления ЛА от точки x_0 – точки траектории, ближайшей к цели (рис. 2). Записывая это изменение с использованием теоремы Пифагора и раскладывая полученное выражение в ряд Тейлора в окрестности точки x_0 , получим приближенное значение R :

$$R = [R_0^2 + (x - x_0)^2]^{1/2} \approx R_0 + \frac{(x - x_0)^2}{2R_0}, \quad (2)$$

Если полагать, что среда распространения не искажает структуру электромагнитного поля, то отраженный от точечной цели сигнал на входе антенны РЛС будет иметь амплитуду $A(t)$ и фазу $\varphi(t) = k2R$, определяемые расстоянием от цели до фазового центра антенны РЛС:

$$s(t) = A(t)e^{-jk2R}, \quad (3)$$

где $k = 2\pi/\lambda$ – волновое число, λ – длина волны когерентного излучения РЛС.

В этом случае для каждой текущей точки изображения X при формировании искусственного раскрытия антенны на участке $-a/2, a/2$ в окрестности точки x_0 выходной сигнал, определяющий яркость изображения, может быть представлен в виде [1]:

$$U_{вых}(X) = \int_{-a/2}^{a/2} A(t)e^{j(\phi_0 - k2R_0) + j[\mu x^2 - \frac{k}{R_0}(x - X^2)]} dx, \quad (4)$$

где $A(t)$ – амплитуда сигнала, отражаемого целью в направлении на РЛС; при относительно небольшом пути формирования синтезированной апертуры антенны ее можно считать величиной постоянной $A(t) = A$;

$k2R_0$ – фаза сигнала, определяемая минимальным расстоянием до цели на участке синтезирования апертуры;

ϕ_0 – начальная фаза опорного сигнала;

μ – параметр коррекции при когерентном накоплении принимаемых сигналов;

X – параметр перемещения по изображению от точки x_0 в направлении движения РЛС в масштабе местности.

При оптимальной обработке сигнала в отсутствие нестабильностей соблюдаются равенства

$$f_0 = k2R_0 = const \text{ и } m = k/R_0. \quad (5)$$

В этом случае выражение (4) упрощается и принимает вид:

$$U_{вых}(X) = A e^{\frac{-jk(X)^2}{R_0}} \int_{-a/2}^{a/2} B e^{\frac{j2kXx}{R_0}} dx, \quad (6)$$

где B – постоянный фазовый множитель:

$$B = e^{j(\phi_0 - k2R_0) + j[\mu x^2 - \frac{k}{R_0}x^2]} \quad (7)$$

При этом огибающая неискаженного выходного сигнала имеет вид:

$$U_{вых}(X) = A \int_{-a/2}^{a/2} e^{\frac{j2kXx}{R_0}} dx = Aa \frac{\sin \frac{2\pi aX}{\lambda R_0}}{\frac{2\pi aX}{\lambda R_0}}. \quad (8)$$

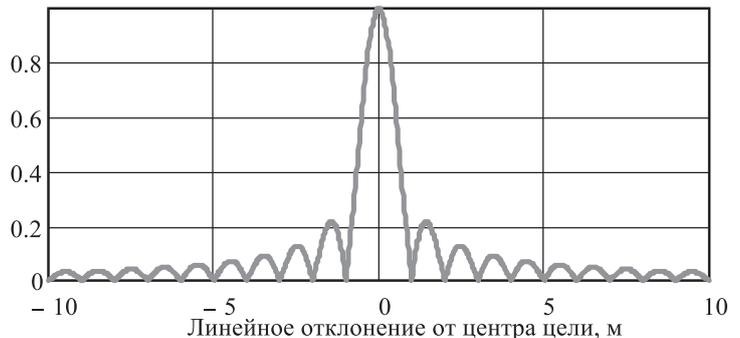


Рис. 3. Модуль сигнала в отсутствие искажений

На рис. 3 представлен модуль выходного сигнала, рассчитанный по данным (8). Как видно, неискаженный выходной сигнал представляет собой симметричную относительно $X=0$ функцию, повторяющую основную и боковые лепестки диаграммы направленности идеально правильной антенной решеткой, размеры которой соответствуют размерам участка траектории синтезирования апертуры антенны. Поскольку в данном случае нас интересуют только фазовые искажения, абсолютное значение амплитуды не является принципиальным и условно принято равным единице. В приведенном примере скорость полета ЛА принята равной 600 км/ч, высота полета 10 км, длина волны

0,034 м. РЛС формирует изображение с разрешением 1 м на удалении цели 100 км. При этом длина пути синтезирования апертуры – 1700 м на интервале 10,2 секунды. Линейная разрешающая способность по азимутальной координате соответствует ширине выходного сигнала на уровне – 4 дБ относительно максимально значения и равна ΔX [1]

$$\Delta X = \lambda R_0 / 2a. \quad (9)$$

Положение максимума выходного сигнала соответствует перпендикуляру к траектории движения, проходящему через точку расположения цели.

В условиях нестабильного полета возникает паразитный фазовый набег $\varphi_n(x)$, и выражение для выходного сигнала принимает форму

$$U_{\text{вых}}(X) = A \int_{-a/2}^{a/2} e^{j\varphi_n(x)} e^{j2kx/R_0} dx, \quad (10)$$

определяющую различные искажения изображения. В частности, снижается детальность изображения цели, которая является следствием расширения главного лепестка диаграммы направленности антенны. Возможны и другие искажения, степень которых зависит от величины и характера паразитного набег фазы на интервале синтезирования апертуры антенны. Учитывая, что искажения носят случайный характер, будем полагать, что каждая реализация траекторных флуктуаций может быть приближенно представлена в виде степенного ряда, при этом каждая составляющая ряда может вносить свои искажения выходного сигнала:

$$\varphi_n(x) = C_1 X + C_2 X^2 + C_3 X^3 \dots \quad (11)$$

Рассмотрим влияние некоторых видов искажения фазы. Пусть фаза меняется по линейному закону $\varphi_n(x) = C_1 x$. В данном случае величина C_1 представляет собой величину неконтролируемой боковой скорости в плоскости вектора наклонной дальности. Тогда, подставляя эту зависимость в выражение для выходного сигнала, получим

$$U_{\text{вых}}(X) = A \int_{-a/2}^{a/2} e^{j2kx/R_0 + jC_1 x} dx = Aa \frac{\sin \frac{2\pi a}{\lambda} (\frac{X}{R_0} + \frac{C_1}{W})}{\frac{2\pi a}{\lambda} (\frac{X}{R_0} + \frac{C_1}{W})}. \quad (12)$$

Сравнивая полученное выражение с видом неискаженного сигнала (8), полученным при оптимальной обработке в отсутствии нестабильностей, заметим, что отличие составляет слагаемое, которое вызывает смещение максимума сигнала на величину

$$\Delta X = C_1 R_0 / W \quad (13)$$

При этом максимум модуля выходного сигнала сдвигается относительно оси симметрии, но сам

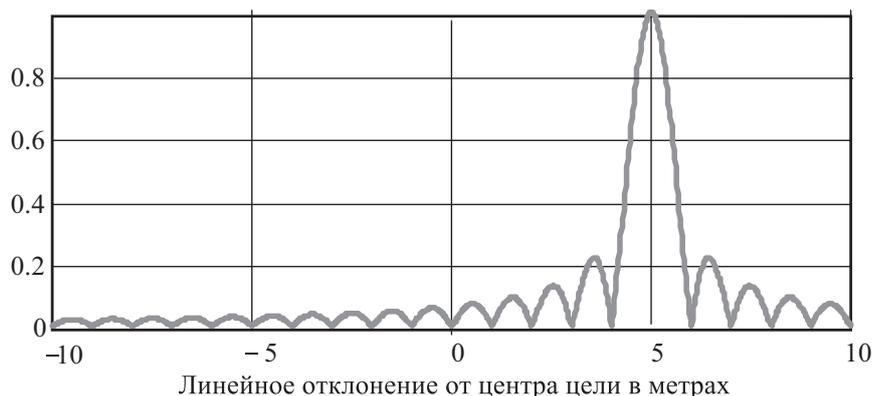


Рис. 4. Модуль сигнала точечной цели при линейных искажениях фазы

сигнал совпадает по форме с неискаженным выходным сигналом. На рис. 4 показан модуль сигнала по данным (12) в условиях ошибки измерения скорости бокового уклонения.

Как видно, смещение пропорционально величине отношения поперечной (боковой) и путевой скоростей и приводит к смещению цели на изображении, которое возрастает с увеличением дальности до цели. Так, в частности, ошибка измерения скорости бокового уклонения самолета в плоскости, проходящей через РЛС и содержащей цель, на величину порядка $C_1 = 0,01$ м/с при указанных выше условиях ($W = 600$ км/ч, $R_0 = 100$ км) вызывает смещение отметки цели относительно истинного ее положения на величину, равную 5 м. Пользуясь выражением (12), можем оценить вклад отдельных составляющих. На рис. 5а и 5б показано влияние ошибки измерения поперечной и вертикальной скоростей самолета $C_1 = 0,01$ м/с на смещение отметки цели (м) в зависимости от удаления до нее.

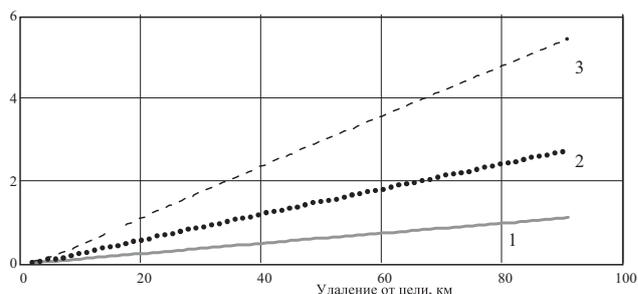


Рис. 5а. Смещение отметки цели (м) при горизонтальных уклонениях

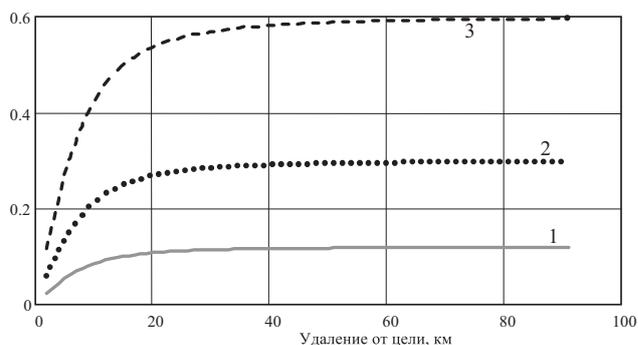


Рис. 5б. Смещение отметки цели (м) при вертикальных уклонениях

При этом цифрами 1, 2, 3 обозначены варианты, соответствующие ошибкам измерения скорости поперечного и вертикального уклонов 0,002; 0,005 и 0,01 м/с.

Рассмотрим воздействие других навигационных ошибок на качество радиолокационного изображения. Исключая линейную составляющую искажения фазы, можно получить влияние иных составляющих (квадратичной, кубической и пр.). Оценка влияния этих искажений выполнена в ряде работ [1, 2] путем математического моделирования. В них показано, что такие фазовые искажения могут приводить к уменьшению максимума выходного сигнала, расширению главного лепестка диаграммы направленности антенны при формировании синтезированного раскрыва, а также к относительному увеличению мощности боковых лепестков.

Цель исследований [3] заключалась в определении статистических характеристик при больших значениях фазовых ошибок, когда аналитические методы оказываются непригодными. При этом статистические характеристики каждого вида искажений диаграмм направленности определялись экспериментально из рассмотрения большого числа диаграмм направленности, формируемых на ЭВМ в условиях случайных фазовых ошибок, генерируемых в соответствии с заданными параметрами законов распределения.

Расчетные диаграммы направленности РСА формировались в виде суммы множества составляющих со сдвинутыми относительно друг друга фазами [3]. Ниже приведены результаты моделирования, полученные в работах [1–3] в обобщенном виде. Так, были проведены исследования влияния квадратичного набега фазы. На рис. 6 для случая, когда фаза по траектории меняется по квадратичному закону, показаны различные виды искажений. В зависимости от величины среднеквадратического значения паразитного набега фазы на краю интервала синтезирования приведены результаты измерений следующих искажений:

$P_{max}^2(\varphi)$ – величина относительного уменьшения максимума выходного сигнала (сплошная линия);

$\Delta_{разр}^2(\varphi)$ – степень ухудшения разрешения – величина относительного расширения главного лепестка диаграммы направленности антенны при формировании синтезированного раскрыва (штриховая линия);

$P_{бок}^2(\varphi)$ – величина относительного увеличения мощности первых боковых лепестков (пунктирная линия).

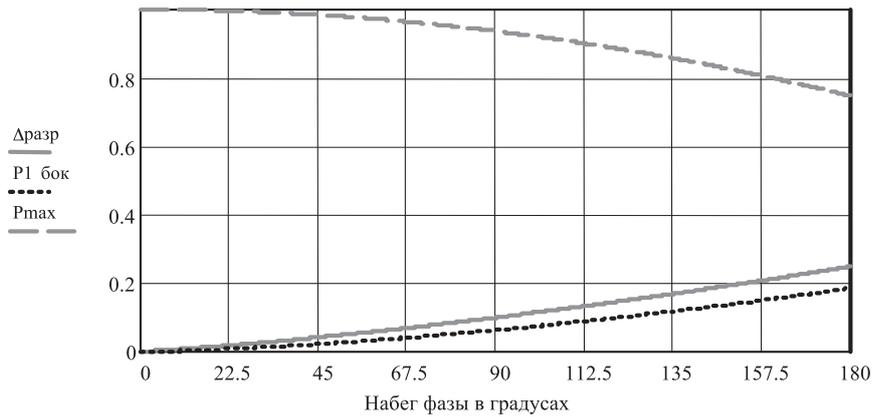


Рис. 6. Влияние паразитного квадратичного набега фазы

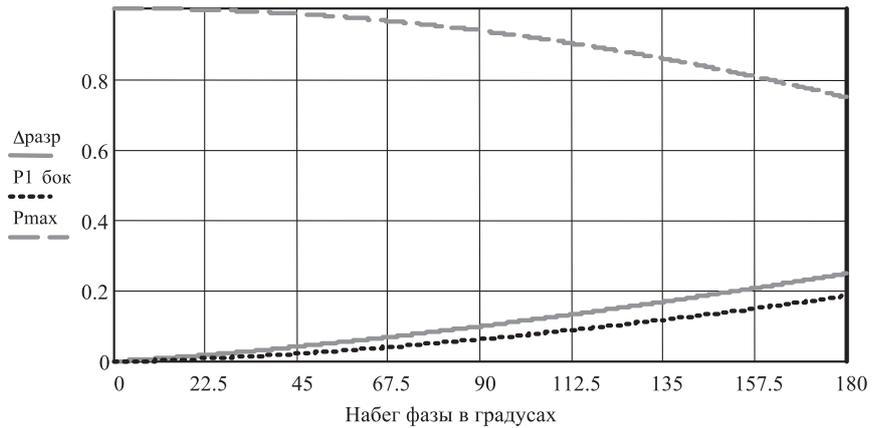


Рис. 7. Влияние паразитного кубического набега фазы

Аналогично представлены результаты исследования влияния кубического набега фазы. На рис. 7 показаны зависимости для случая, когда фаза по траектории меняется по кубическому закону [3]. В зависимости от величины среднеквадратического значения паразитного набега фазы на краю интервала синтезирования приведены результаты измерений тех же параметров:

$P_{max}^3(\varphi)$ – величина относительного уменьшения максимума выходного сигнала (сплошная линия);

$\Delta_{разр}^3(\varphi)$ – степень ухудшения разрешения – величина относительного расширения главного лепестка диаграммы направленности антенны при формировании синтезированного раскрыва (штриховая линия);

$P_{бок}^3(\varphi)$ – величина относительного увеличения мощности первых боковых лепестков (пунктирная линия).

Аппроксимируя эти зависимости несложными выражениями, получим:

– для квадратичной составляющей паразитного фазового набега:

$$\Delta_{разр}^2(\varphi) = \left(\frac{\pi \cdot \phi}{720}\right)^6 + 0,0005\phi,$$

$$P_{бок}^2(\varphi) = tg^2\left(\frac{\pi \cdot \phi}{6 \cdot 180}\right),$$

$$P_{max}^2(\varphi) = 1 - \left(\frac{0,24 \cdot \pi \cdot \phi}{180}\right)^2; \tag{14}$$

– для кубической составляющей паразитного фазового набега:

$$\Delta_{\text{разр}} 3(\phi) = \text{tg}^{1.5} \left(\frac{\pi \cdot \phi}{1980} \right) + 0,0005\phi,$$

$$P1_{\text{бок}} 3(\phi) = \text{tg}^{1.5} \left(\frac{\pi \cdot \phi}{10 \cdot 180} \right), \quad (15)$$

$$P_{\text{max}} 3(\phi) = 1 - \left(\frac{0,16 \cdot \pi \cdot \phi}{180} \right)^2.$$

Учитываем, что составляющая паразитного фазового набега, изменяющаяся по квадратичному закону, определяется ошибкой измерения ускорения фазового центра антенны в направлении на цель, которая может быть найдена из выражения [2]

$$\phi_{\text{п.кв}} = C_2 \frac{Xc^2}{4W^2}, \quad (16)$$

где C_2 – величина ускорения в направлении на цель. C_2 может быть представлена зависящей от горизонтальной и вертикальной составляющих ay и ah :

$$C_2 = \sqrt{(ah \cdot Kh)^2 + (ay \cdot Ky)^2}.$$

Величины составляющих навигационных ошибок ускорения в поперечном и вертикальном направлениях могут быть получены с использованием коэффициентов Ky и Kh – для поперечного ускорения по оси U и вертикального – по оси H :

$$Ky = \frac{D_{\text{ц}}}{\sqrt{D_{\text{ц}}^2 + H^2}}, \quad Kh = \frac{H}{\sqrt{D_{\text{ц}}^2 + H^2}}. \quad (17)$$

В результате подстановки получаем расчетные формулы, позволяющие выполнять учет ошибок каждой составляющей. Так, для расчета относительного снижения максимума выходного сигнала в зависимости от величины ошибки измерения поперечного (ay) и вертикального (ah) ускорений имеют следующие соотношения:

$$Pm(ay) = 1 - 0,0036 \left(\frac{ay \cdot Ky \cdot Xc^2}{Wx^2} \right), \quad (18)$$

$$Pm(ah) = 1 - 0,0036 \left(\frac{ah \cdot Kh \cdot Xc^2}{Wx^2} \right).$$

На рис. 8 показано влияние величины среднеквадратического отклонения (СКО) поперечного ускорения на относительное снижение яркости отметки от цели (цифрами 1, 2 и 3 отмечены варианты расчета для различных значений линейного разрешения 2; 2,5 и 3 м).

Влияние СКО вертикального ускорения на снижение яркости отметки от цели зависит от соотношения высоты полета и дальности до цели, и на больших удалениях (дальность до цели 100 км) практически не заметно (рис. 9).

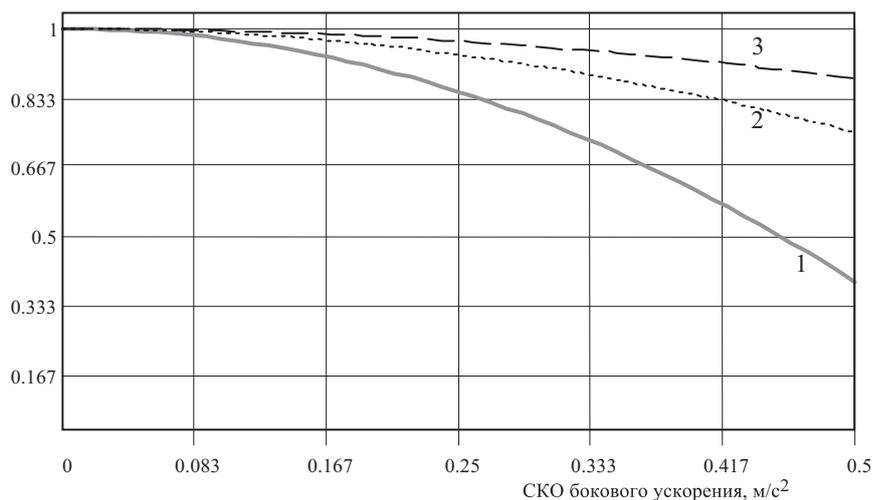


Рис. 8. Влияние погрешности определения поперечного ускорения

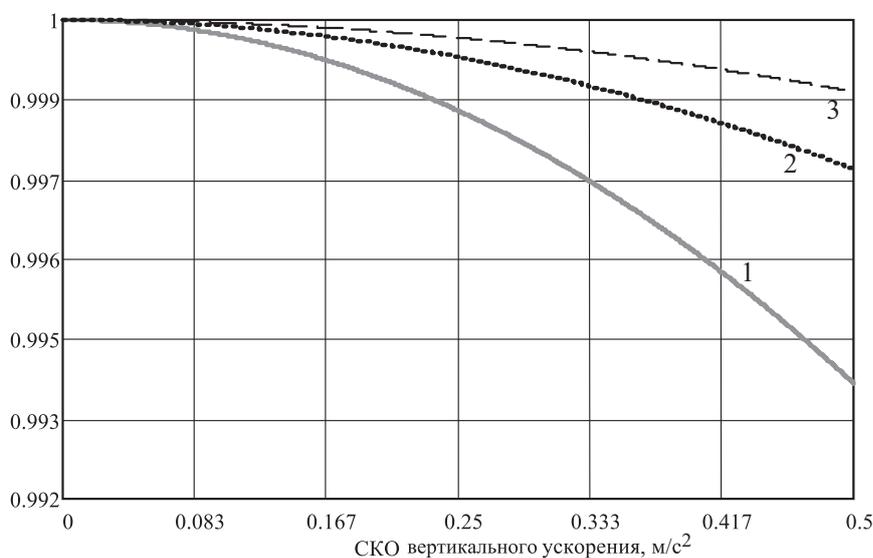


Рис. 9. Влияние погрешности определения вертикального ускорения

Для оценки ожидаемого увеличения уровня первых боковых лепестков в зависимости от величины ошибок (СКО) поперечного и вертикального ускорений получены посредством аппроксимации приведенных выше экспериментальных зависимостей [1–3] следующие соотношения:

$$P1\sigma(ay) = \text{tg}^2 \left(\frac{ay \cdot Ky \cdot Xc^2}{24 \cdot Wx^2} \right), \quad (19)$$

$$P1\sigma(ah) = \text{tg}^2 \left(\frac{ah \cdot Kh \cdot Xc^2}{24 \cdot Wx^2} \right).$$

Влияние этих ошибок на относительную величину первого бокового лепестка диаграммы направленности антенны РЛС показано на рис.10а и 10б. На рисунках сплошная линия, мелкий пунктир и пунктир соответствуют уровням разрешающей способности РЛС 2; 2,5 и 3 м.

Величины ожидаемого относительного снижения разрешающей способности (относительное расширение главного лепестка) от величин СКО поперечного и вертикального ускорений (рис. 11) аппроксимируются соотношениями:

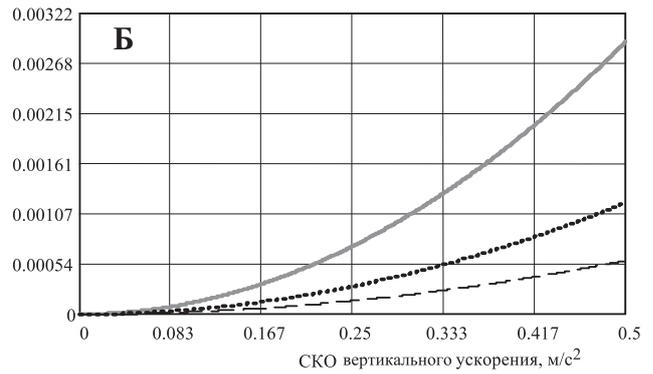
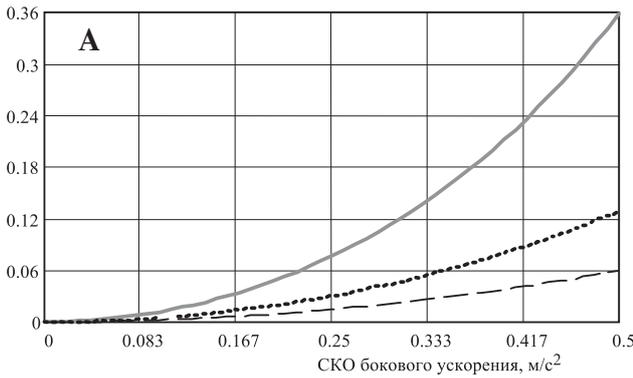


Рис. 10. Ожидаемое относительное увеличение первых боковых лепестков

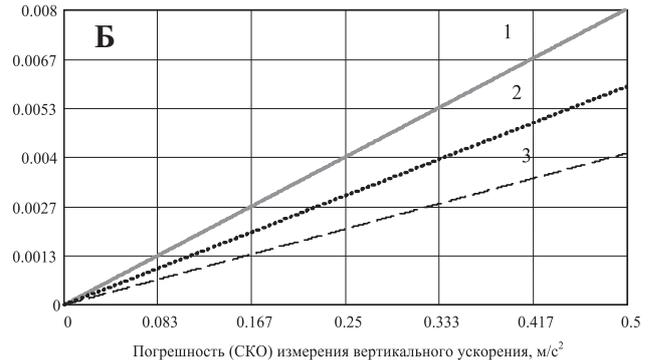
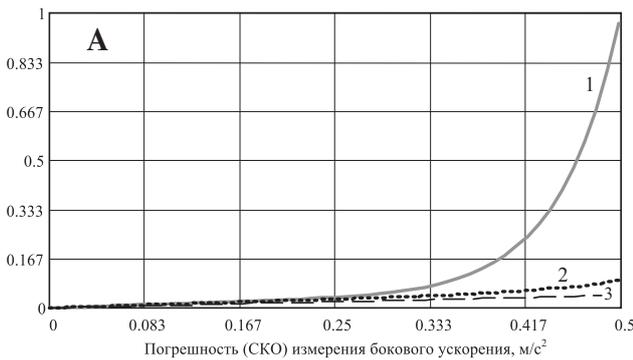


Рис. 11. Влияние погрешности измерения бокового и вертикального ускорений на снижение разрешающей способности РЛС

$$\Delta l_{разр}(hy) = tg^6 \left(\frac{ah \cdot Kh \cdot Xc^2}{16 \cdot Wx^2} \right) + \frac{0,0225 \cdot ah \cdot Kh \cdot Xc^2}{\pi \cdot Wx^2} \quad (20)$$

Аналогичные зависимости могут быть найдены для кубической составляющей фазового набега. Учитываем, что составляющая паразитного фазового набега, изменяющаяся по кубическому закону, определяется СКО ускорения фазового центра антенны в направлении на цель, которая может быть найдена из выражения:

$$\phi_{п.кв} = C_3 \frac{Xc^3}{8W^3}, \quad (21)$$

где C_3 – величина первой производной ускорения в направлении на цель. Полагая, что влияние этого параметра незначительно, ограничимся расчетом влияния только одной составляющей – горизонтальным изменением ускорения в направлении поперек полета. Эта составляющая практически совпадает по величине с C_3 :

$$C_3 \approx ay' \quad (22)$$

Аналогично, путем аппроксимации приведенных выше зависимостей, полученных экспериментальным путем [1–3], получаем выражения для расчета относительного снижения максимума выходного сигнала в зависимости от величины СКО производной поперечного (ay') ускорения:

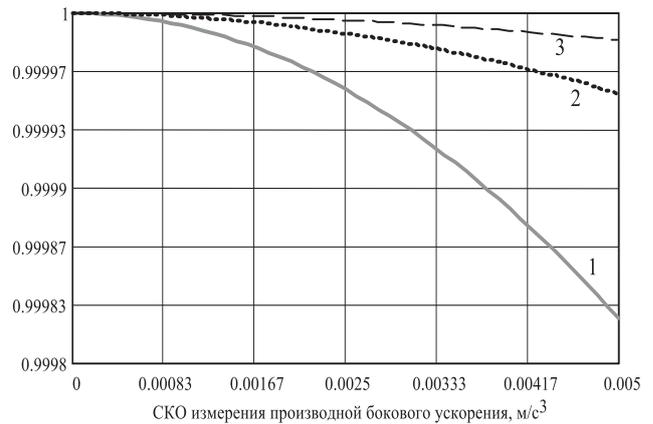


Рис. 12. Снижение яркости отметки цели в зависимости от величины ошибки измерения производной поперечного ускорения

$$Pm(ay') = \left(\frac{0,22 \cdot ay' \cdot Xc^3}{Wx^3} \right)^2 \quad (23)$$

Результаты расчета снижения яркости отметки цели в зависимости от величины ay' приведены на рис. 12.

Для оценки ожидаемого увеличения уровня первых боковых лепестков в зависимости от величины СКО ay' получено соотношение:

$$P1\delta(ay') = tg^{1,5} \left(\frac{ay' \cdot Xc^3}{80 \cdot Wc^3} \right) \quad (24)$$

Влияние этой ошибки на изменение соотношения главного и первого бокового лепестка показано на рис. 13.

Величина ожидаемого относительного снижения разрешающей способности (расширение главного лепестка) от величины СКО изменения поперечного ускорения определяется выражением:

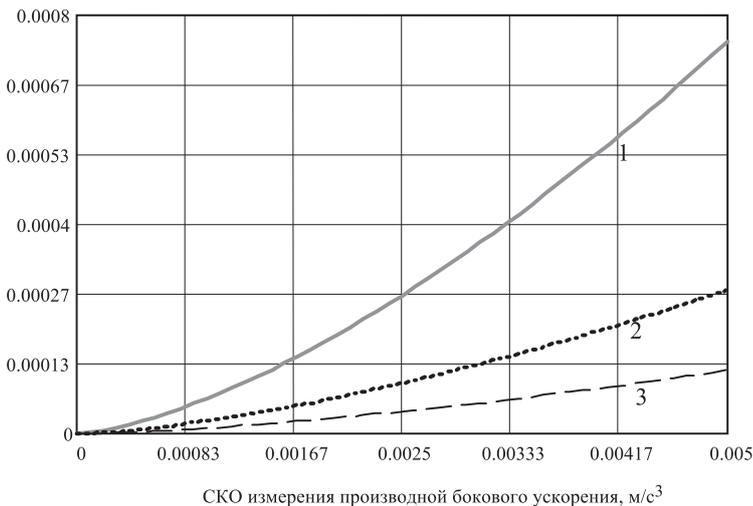


Рис. 13. Относительное увеличение первых боковых лепестков в зависимости от СКО производной поперечного ускорения

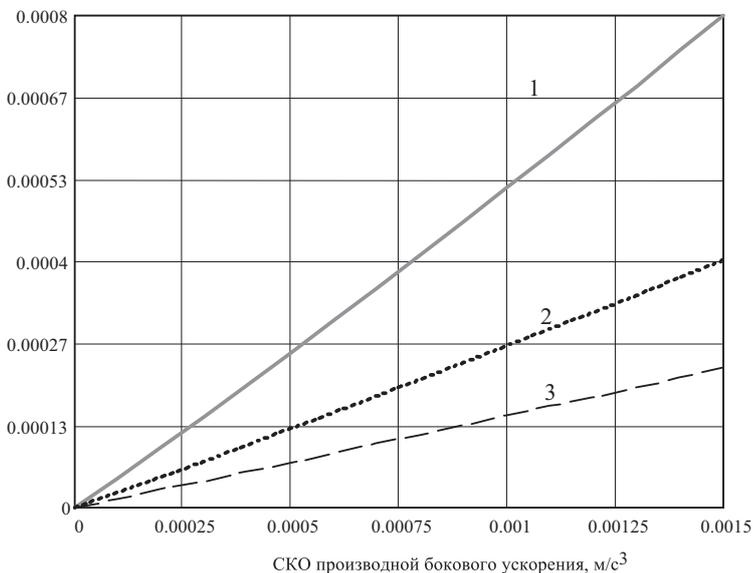


Рис. 14. Относительное снижение разрешающей способности РЛС в зависимости от СКО производной поперечного ускорения

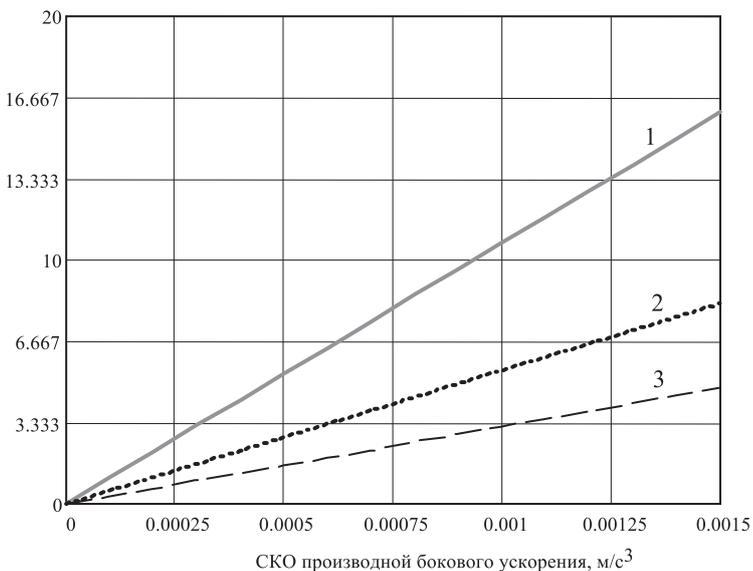


Рис. 15. Смещение центра отметки цели относительно истинного ее положения в результате кубического набег фазы

$$\Delta_{\text{разр}}(ay') = \text{tg}^{1.5}\left(\frac{ay' \cdot Xc^3}{88 \cdot Wc^3}\right) + 0,011 \cdot \frac{ay' \cdot Xc^3}{\pi \cdot Wc^3} \quad (25)$$

Результаты расчета с использованием этого выражения приведены на рис. 14.

Кубический паразитный набег фазы вызывает также смещение центра отметки цели относительно истинного ее положения (рис. 15). Величина ожидаемого смещения в зависимости от СКО изменения поперечного ускорения определяется нами выражением:

$$\Delta_{\text{см}}(ay') = 0,6 \cdot \frac{ay' \cdot \lambda \cdot Xc^3 \cdot D_{\text{ц}}}{8\pi \cdot Wc^3} \quad (26)$$

Заключение

В работе путем аппроксимации известных результатов экспериментальных данных получены аналитические выражения, позволяющие количественно оценить ухудшение разрешения и возможные геометрические искажения радиолокационного изображения в зависимости от точности определения навигационных параметров полета летательного аппарата. Это позволяет рассчитывать и детально исследовать отдельные ситуации, которые могут возникать в реальном полете и приводить к нежелательным искажениям радиолокационного изображения, а также предъявлять более обоснованные требования к средствам определения параметров полета ЛА для формирования искусственной апертуры антенны РЛС бокового обзора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратенков Г. С., Потехин В. А., Реутов А. П., Феоктистов Ю. А. Радиолокационные станции обзора Земли /под ред. Г. С. Кондратенкова. – М.: Радио и связь, 1983.
2. Радиолокационные станции воздушной разведки /под ред. Г. С. Кондратенкова. – М.: Воениздат, 1983.
3. Грин К. А., Моллер Р. Т. Влияние нормально распределенных случайных фазовых ошибок на диаграммы направленности антенных решеток с синтезированным раскрывом, *Зарубежная радиоэлектроника*, 1963, № 2.



СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КА ГЛОНАСС

НА 09.06.2011 г.

(по анализу альманаха от 18:00 09.06.09 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ)

| № точки | № пл. | № лит. | НКУ | Дата за-пуска | Дата ввода в систему | Дата вывода из системы | Факт. сущ. (мес.) | Пригодность КА по сообщениям | | Примечание |
|---------|-------|--------|-----|---------------|----------------------|------------------------|-------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| | | | | | | | | альма-наха | эфемерид (UTC) | |
| 1 | 1 | 01 | 730 | 14.12.09 | 30.01.10 | | 17.8 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 2 | 1 | -4 | 728 | 25.12.08 | 20.01.09 | | 29.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 3 | 2 | -6 | 715 | 25.12.06 | 03.04.07 | | 53.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 4 | 3 | -5 | 701 | 26.02.11 | | | 3.4 | - | - 17:1409.06.11 | На этапе ЛИ |
| 5 | 1 | 01 | 734 | 14.12.09 | 10.01.10 | | 17.8 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 6 | 1 | -4 | 733 | 14.12.09 | 24.01.10 | | 17.8 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 7 | 1 | 05 | 712 | 26.12.04 | 07.10.05 | | 77.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 8 | 1 | 06 | 729 | 25.12.08 | 12.02.09 | | 29.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 9 | 2 | -2 | 736 | 02.09.10 | 04.10.10 | | 9.2 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 10 | 2 | -7 | 717 | 25.12.06 | 03.04.07 | | 53.5 | + | + 17:4409.06.11 | Используется по ЦН |
| 11 | 2 | 00 | 723 | 25.12.07 | 22.01.08 | | 41.5 | + | + 17:4409.06.11 | Используется по ЦН |
| 12 | 2 | -1 | 737 | 02.09.10 | 12.10.10 | | 9.2 | + | + 17:4409.06.11 | Используется по ЦН |
| 13 | 2 | -2 | 721 | 25.12.07 | 08.02.08 | | 41.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 14 | 2 | -7 | 722 | 25.12.07 | 25.01.08 | | 41.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН на частоте L1 |
| 15 | 2 | 00 | 716 | 25.12.06 | 12.10.07 | | 53.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 16 | 2 | -1 | 738 | 02.09.10 | 11.10.10 | | 9.2 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 17 | 3 | 04 | 714 | 25.12.05 | 31.08.06 | | 65.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 18 | 3 | -3 | 724 | 25.09.08 | 26.10.08 | | 32.4 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 19 | 3 | 03 | 720 | 26.10.07 | 25.11.07 | | 43.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 20 | 3 | 02 | 719 | 26.10.07 | 27.11.07 | | 43.5 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 21 | 3 | 04 | 725 | 25.09.08 | 05.11.08 | | 32.4 | + | + 17:1409.06.11 | Используется по ЦН |
| 22 | 3 | -3 | 731 | 02.03.10 | 28.03.10 | | 15.3 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 23 | 3 | 03 | 732 | 02.03.10 | 28.03.10 | | 15.3 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 24 | 3 | 02 | 735 | 02.03.10 | 28.03.10 | | 15.3 | + | + 18:1809.06.11 | Используется по ЦН |
| 3 | 1 | | 727 | 25.12.08 | 17.01.09 | 08.09.10 | 29.5 | | | КА на исслед. Гл. конструктора |
| 17 | 3 | | 718 | 26.10.07 | 04.12.07 | 29.11.10 | 43.5 | | | КА на исслед. Гл. конструктора |
| 22 | 3 | | 726 | 25.09.08 | 13.11.08 | 31.08.09 | 32.4 | | | КА на исслед. Гл. конструктора |

Всего в составе ОГ ГЛОНАСС 27 КА. Используются по целевому назначению 23 КА. На этапе ввода в систему 1 КА. Временно выведены на техобслуживание 3 КА.
<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/GLONASS/>

СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ GPS НА 09.06.11 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. суц. (мес) | Примечания |
|-------|---------|-----|-------------|--------|--------------|----------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|
| А | 1 | 9 | 22700 | II-A | 26.06.93 | 20.07.93 | | 213.4 | |
| | 2 | 31 | 29486 | II-R-M | 25.09.06 | 13.10.06 | | 55.8 | |
| | 3 | 8 | 25030 | II-A | 06.11.97 | 18.12.97 | | 160.8 | |
| | 4 | 7 | 32711 | II-R-M | 15.03.08 | 24.03.08 | | 38.5 | |
| | 6 | 27 | 22108 | II-A | 09.09.92 | 30.09.92 | | 223.7 | |
| В | 1 | 16 | 27663 | II-R | 29.01.03 | 18.02.03 | | 99.5 | |
| | 2 | 25 | 36585 | II-F | 28.05.10 | 27.08.10 | | 9.4 | |
| | 3 | 28 | 26407 | II-R | 16.07.00 | 17.08.00 | | 129.8 | |
| | 4 | 12 | 29601 | II-R-M | 17.11.06 | 13.12.06 | | 53.7 | |
| | 5 | 30 | 24320 | II-A | 12.09.96 | 01.10.96 | 14.05.11 | 174.5 | Временно выведен |
| | 6 | 1 | 34661 | II-R-M | 24.03.09 | | | | На этапе ввода в эксплуатацию |
| С | 1 | 29 | 32384 | II-R-M | 20.12.07 | 02.01.08 | | 41.2 | |
| | 2 | 3 | 23833 | II-A | 28.03.96 | 09.04.96 | | 180.6 | |
| | 3 | 19 | 28190 | II-R | 20.03.04 | 05.04.04 | | 86.0 | |
| | 4 | 17 | 28874 | II-R-M | 26.09.05 | 13.11.05 | | 65.6 | |
| | 5 | 6 | 23027 | II-A | 10.03.94 | 28.03.94 | | 205.6 | |
| D | 1 | 2 | 28474 | II-R | 06.11.04 | 22.11.04 | | 78.4 | |
| | 2 | 11 | 25933 | II-R | 07.10.99 | 03.01.00 | | 137.2 | |
| | 3 | 21 | 27704 | II-R | 31.03.03 | 12.04.03 | | 97.8 | |
| | 4 | 4 | 22877 | II-A | 26.10.93 | 22.11.93 | | 210.5 | |
| | 5 | 24 | 21552 | II-A | 04.07.91 | 30.08.91 | | 233.9 | |
| E | 1 | 20 | 26360 | II-R | 11.05.00 | 01.06.00 | | 132.1 | |
| | 2 | 22 | 28129 | II-R | 21.12.03 | 12.01.04 | | 88.9 | |
| | 3 | 5 | 35752 | II-R-M | 17.08.09 | 27.08.09 | | 21.4 | |
| | 4 | 18 | 26690 | II-R | 30.01.01 | 15.02.01 | | 123.6 | |
| | 5 | 32 | 20959 | II-A | 26.11.90 | 10.12.90 | | 197.4 | |
| | 6 | 10 | 23953 | II-A | 16.07.96 | 15.08.96 | | 176.8 | |
| F | 1 | 14 | 26605 | II-R | 10.11.00 | 10.12.00 | | 125.9 | |
| | 2 | 15 | 32260 | II-R-M | 17.10.07 | 31.10.07 | | 43.3 | |
| | 3 | 13 | 24876 | II-R | 23.07.97 | 31.01.98 | | 160.1 | |
| | 4 | 23 | 28362 | II-R | 23.06.04 | 09.07.04 | | 82.9 | |
| | 5 | 26 | 22014 | II-A | 07.07.92 | 23.07.92 | | 226.3 | |

Всего в составе группировки GPS 31 КА. Используются по целевому назначению 29 КА. Временно выведен 1 КА. На этапе ввода в эксплуатацию – 1 КА.

Китайцы освоили массовое производство ГЛОНАСС-навигаторов

Китайская компания АIT разработала навигатор с поддержкой ГЛОНАСС и готова осуществлять его оптовые поставки в любые страны мира. Предложения о продажах навигаторов с ГЛОНАСС в интернете можно найти и от других китайских производителей. На зарубежных торговых онлайн-площадках можно найти предложения ГЛОНАСС/GPS-навигаторов и от других китайских производителей. Например, от DIMAS HK Corporation, также базирующейся в Гонконге. Минимальный объем партии, как и в случае АIT, составляет 500 штук. Компания пишет, что способна поставлять до 100 тыс. таких устройств в неделю. В

каталогах можно найти и двухсистемный навигатор от гонконгской Succeedin Summer Corporation. Компания готова поставлять устройства партиями от 100 штук. Как и АIT, эти два китайских производителя поставляют свою продукцию в разные страны мира.

Стоит отметить, что навигаторы с ГЛОНАСС отечественного производства в России уже можно купить. Как ранее писал СNews, с апреля в крупные розничные магазины ожидается поступление навигатора российской компании Explay. Производиться устройство будет в Китае, однако названия изготовителя Explay не раскрывает. Поддержка ГЛОНАСС в навигаторе обеспечивается чипсетом тайваньской MStar Semiconductor. Какой чипсет используется в

навигаторе АИТ, представители этой компании не называют, отмечая лишь, что это локальный китайский производитель.

<http://telecom.cnews.ru/12.03.2011>
<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=3&nid=15744>

Скорую помощь Ленобласти подключили к ГЛОНАСС

Внедрять систему ГЛОНАСС в сферу здравоохранения в Ленинградской области начали еще весной 2010 года. Первой оборудование отечественной системы спутникового наблюдения получила станция скорой медицинской помощи Выборга. Вслед за этим ГЛОНАСС-оборудованием были оснащены станции скорой медицинской помощи Волосовского, Волховского, Тихвинского, Выборгского, Ломоносовского, Кировского, Лужского, Сланцевского районов. А на днях современное навигационное оборудование установили и в 18 автомобилях скорой медицинской помощи Гатчинской центральной районной клинической больницы. Сейчас идет отладка системы и постепенное подключение остальных районов области.

- Внедрение спутниковых средств мониторинга транспорта в сферу здравоохранения, где счет идет на минуты, особенно в тех случаях, когда вызов является экстренным — насущная необходимость, - сообщили в департаменте здравоохранения Ленинградской области. - Теперь все транспортные средства станций скорой медицинской помощи, подключенные к системе ГЛОНАСС, будут находиться под контролем диспетчера, который сможет выбрать ближайший свободный автомобиль для переадресации вызова и проложить удобный маршрут движения, что в целом позволит максимально сократить скорость реагирования бригад на полученные вызовы.

Кстати, результат работы системы уже можно оценить. Так пробег автомобилей «03», оснащенных навигационным оборудованием, по сравнению с таким же периодом предыдущего года сократился на 81,5 тысячу км, а расход топлива - на 25,3 тысячи литров. Время ожидания бригад уменьшилось в среднем на 12%.

<http://spb.kp.ru/online/news/845759/>
<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=3&nid=15743> 12.03.2011

Международный транспортный форум ЮгТранс-2011

17-18 марта 2011 года в Геленджике при поддержке Федерального агентства морского и речного транспорта прошел 7-ой международный транспортный форум «ЮгТранс-2011». Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» выступила в качестве партнера мероприятия. В программных мероприятиях приняли участие более 150 делегатов из пяти стран. Было сделано более 30 докладов, затронувших практически все актуальные вопросы состояния транспортной отрасли, в том числе: законодательное обеспечение, инновационная и

международная составляющие транспортного бизнеса, развитие инфраструктурных проектов, логистика, инвестиции в регионе.

http://www.aggf.ru/arh/press.php?num_news=1870&table_news=n11 19.03.2011

Вертолет Ми-26Т2 проходит летные испытания

Навигационный комплекс включает систему GPS (А-737) с поддержкой NAVSTAR/ГЛОНАСС, инерциальную навигационную систему и доплеровский измеритель составляющих скорости. По словам разработчиков, этот комплекс обеспечивает работу вертолета в любой точке земного шара и позволяет выполнять полеты по приборам в соответствии с международными правилами выполнения приборных полетов.

<http://www.ato.ru/content/vertolet-mi-26t2-prokhorit-letnye-ispytaniya> 21.03.2011

Горнолыжная маска с GPS-навигатором подскажет, куда нести по склону

Фанатам зимнего экстрима хвастаться друг перед другом пройденными склонами станет проще - теперь любой фрирайдер может получить документально точную нитку своего маршрута с географической привязкой по координатам, с зафиксированными показателями вертикальной и горизонтальной скорости в каждой точке, времени прохождения и другими техническими параметрами.

<http://www.irk.kp.ru/daily/25654.5/818162/>
21.03.2011

О смещении оси вращения Земли

Российские специалисты не зафиксировали смещения оси вращения Земли, которое, согласно сообщениям ряда СМИ, произошло после катастрофического землетрясения в Японии 11 марта, сообщил РИА Новости исполняющий обязанности директора Главного метрологического центра Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГМЦ ГСВЧ) Михаил Балаханов.

Смещение земной оси после землетрясения в Японии оказалось недостаточно сильным для того, чтобы вносить коррективы в программное обеспечение российской навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС, сообщил «Интерфаксу-АВН» директор Института прикладной астрономии РАН Андрей Финкельштейн.

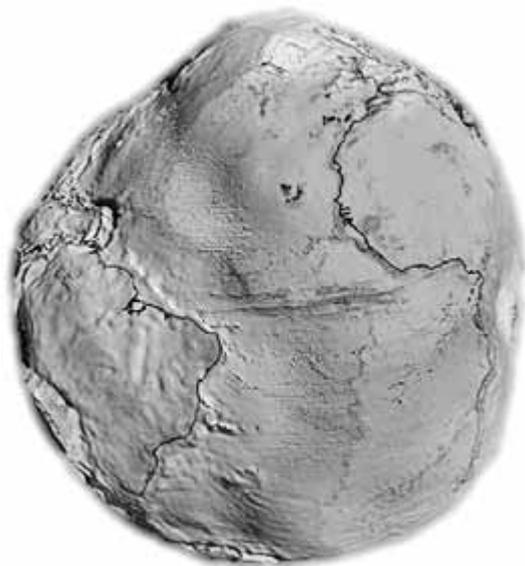
<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=201:1:3525066150659265> 21.03.2011

Европейское космическое агентство представило самую точную «математическую форму Земли»

Ученые из Европейского космического агентства (ЕКА) представили самую точную на сегодняшний момент модель геоида. Об этом сообщается на официальном сайте агентства. Для построения карты ученые

использовали данные, полученные аппаратом GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer - спутник для исследования гравитационного поля и постоянных океанических течений). На борту этого аппарата были установлены высокочувствительные акселерометры, которые и позволили аппарату получить данные о гравитационном поле Земли. На сбор данных у GOCE ушло около двух лет. На основании полученных данных исследователи составили трехмерную модель геоида, уменьшенную версию которой можно посмотреть на сайте ЕКА

(http://www.esa.int/esaCP/SEM1AK6UPLG_index_1.html#subhead2).



Кроме этого, по словам ученых, новые данные помогут им, в частности, в составлении самых точных на сегодняшний день карт морских течений. Понятие геоида было впервые введено Гауссом в XIX веке как «математическая форма Земли». Фигура представляет собой эквипотенциальную поверхность земного гравитационного поля. Такую бы форму имела поверхность планеты, если бы в мировом океане отсутствовали течения (то есть вода была бы неподвижна относительно поверхности), приливы, а поверхность материков была бы покрыта сетью глубоких узких каналов, которые соединяли бы разные океаны и позволяли бы определить «уровень моря» в данной точке континента. При этом реальная форма Земли, вообще говоря, заметно отличается от геоида.

Аппарат GOCE был запущен 17 марта 2009 года российской ракетой-носителем «Рокот» с космодрома Плесецк. Примечательно, что зонд снабжен ионным двигателем: собирая ксенон из окружающего пространства, он ионизирует его при помощи электрических разрядов (электричество, в свою очередь, производят солнечные батареи), чтобы потом использовать в качестве рабочего тела.

<http://www.lenta.ru/news/2011/04/01/goce/>

Смартфон с поддержкой системы ГЛОНАСС поступил в продажу

В России начались продажи первого смартфона с поддержкой системы спутниковой навигации ГЛОНАСС. Модель МТС 945 можно заказать в интернет-магазине крупнейшего российского сотового оператора, а также приобрести в фирменных салонах МТС. Стоимость модели, которая сочетает возможности систем ГЛОНАСС и GPS, составляет 10990 рублей без контракта. Если приобрести смартфон вместе с СИМ-картой оператора, то он обойдется дешевле на 500 рублей. Этот смартфон был впервые показан в декабре 2010 года на встрече главы АФК «Система» Владимира Евтушенкова с Владимиром Путиным. Первоначально ожидалось, что он появится на полках салонов связи в марте, однако впоследствии его выход перенесли на месяц. Причина срыва начала поставок не сообщалась.

МТС 945 работает на базе мобильной операционной системы Google Android 2.2. Он имеет сенсорный экран с диагональю 3,2 дюйма и разрешением 400 на 240 пикселей. Также МТС 945 оснащается двухмегапиксельной камерой и разъемом для карт памяти microSD. При презентации новинки Евтушенков утверждал, что она «соответствует iPhone 4». Однако по своим характеристикам и цене она позиционируется в среднем ценовом сегменте и скорее всего будет конкурировать с другими моделями в диапазоне до 12 тысяч рублей. Стоимость iPhone 4 в России составляет 34990 рублей.

<http://www.lenta.ru/news/2011/04/04/glonass/>

Фонд «Сколково» учредил премию за ГЛОНАСС

Фонд «Сколково» и ОАО «Навигационно-информационные системы» учредили первую международную премию, посвященную ГЛОНАСС, сообщает «Интерфакс» со ссылкой на пресс-службу акционерного общества. Наградить планируется людей и организации, преуспевших в разработке новых технологий на базе российской навигационной системы и их коммерциализации. Планируется, что премия «даст новый импульс активному внедрению ГЛОНАСС в России», а также поможет продвинуть отечественные инновационные технологии за рубежом. Премия будет вручаться в пяти номинациях: «За инновационную идею или оригинальное применение», «За значительный вклад в популяризацию», «За вывод на рынок нового продукта», «Персона года» и «Самое полезное социальное устройство с использованием навигации». Денежный эквивалент награды не называется.

Многие компании уже сейчас разрабатывают устройства на базе ГЛОНАСС. Так, в начале апреля 2010 года в продажу поступил телефон МТС 945 компании МТС, который поддерживает российскую навигационную систему. При этом аппарат способен работать и с GPS. Стоимость устройства составляет 10990 рублей.

В настоящее время по целевому назначению используется 22 космических аппарата. Для того чтобы система ГЛОНАСС позволяла обеспечивать навигацию по всему миру, необходимо, чтобы в нее входило 24 работающих спутника. До 2012 года в развитие ГЛОНАСС планируется вложить 48 миллиардов рублей.

<http://www.lenta.ru/news/2011/04/12/prize/>

Новый спутник «Глонасс-К» исправно функционирует на орбите

Специалисты ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» завершили проверку обеспечивающих систем навигационного космического аппарата «Глонасс-К», выведенного на орбиту 26 февраля 2011 года. Результаты проведенных испытаний показали, что все обеспечивающие системы спутника нового поколения, созданного в ОАО «ИСС», работают без замечаний. На сегодняшний день специалисты предприятия приступили к проверке целевой аппаратуры космического аппарата «Глонасс-К». Летные испытания системы ГЛОНАСС с новым космическим аппаратом будут продолжаться в течение двух лет. За это время планируется завершить все необходимые исследования спутника. Экспериментальное использование космического аппарата по целевому назначению для обеспечения потребителей навигационным сигналом может быть начато в мае текущего года, когда спутник будет готов к введению в состав орбитальной группировки ГЛОНАСС.

Для справки:

Навигационный спутник «Глонасс-К» разработан и изготовлен в ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» на базе негерметичной платформы. Расчетный срок активного существования космического аппарата - 10 лет. «Глонасс-К» относится к третьему поколению навигационных космических аппаратов системы ГЛОНАСС. Он позволит улучшить точностные характеристики системы, повысить ее многофункциональность и расширить области применения. На спутнике предусматривается излучение нового навигационного сигнала с кодовым разделением в частотном диапазоне L3, что позволит обеспечить возможность выбора оптимального варианта навигационного обеспечения для широкого круга потребителей. Кроме того, спутник оснащен новой аппаратурой международной космической системы поиска и спасания «КОСПАС-САРСАТ».

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=2&nid=16406> 14.04.2011

ГЛОНАСС получает признание в северной Европе

Российскую глобальную систему спутникового позиционирования ГЛОНАСС, которую и в нашей стране пока используют далеко не повсеместно, уже берут на вооружение за рубежом. «Первопроходцем»

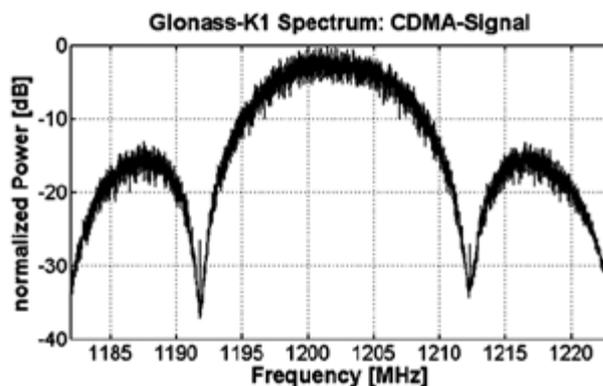
стала компания из Швеции. Как сообщает Reuters со ссылкой на представителей компании Swepos, ее специалисты обнаружили, что в северных широтах ГЛОНАСС обеспечивает более точное определение координат, чем используемая сейчас во всем мире американская система GPS. Для Swepos точность данных о позиционировании очень важна - компания предоставляет своим клиентам информацию об их местоположении с очень высокой точностью - до метра. Для этого используются несколько десятков станций, собирающих сведения о местоположении спутников в реальном времени. «ГЛОНАСС работает лучше в северных широтах, так как орбиты ее спутников проходят выше над горизонтом, и мы «видим» их лучше, чем спутники GPS», - отметил Бо Йонссон, замглавы подразделения геодезических исследований в Swepos. Поддержка шведской компании может стать козырем для ГЛОНАСС при выходе на международный рынок.

По материалам <http://www.vesti.ru/doc.html?id=444236>

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=3&nid=16413> 19.04.2011

Германское космическое агентство записало спектр нового сигнала ГЛОНАСС в диапазоне L3

Вид этого сигнала со спутника «Глонасс-К», запущенного 26.02.2011 г., представлен на приведенном ниже рисунке (общая нормализованная мощность всех компонентов сигнала):



Сигнал записан с использованием 25-метровой приемной антенны-«тарелки» космической станции (Raisting Satellite Earth Station) вблизи Мюнхена. Как следует из рисунка, полоса сигнала составляет примерно 40 МГц. Он использует диапазон L3 (~1200 МГц) и кодовое разделение (CDMA).

<http://www.gpsworld.com/gnss-system/news/german-space-agency-records-spectrum-new-glonass-l3-signal-11547> 21.04.2011

Водородные атомные часы GIOVE-B уже три года работают на орбите

Уже три года после запуска второго спутника ГАЛИЛЕО GIOVE-B на орбите продолжают работать атомные часы на основе пассивного водородного

мазера, являющиеся сердцем космического аппарата (КА) GIOVE-B. Первый спутник GIOVE-A был запущен 28 декабря 2005 года. Запуск GIOVE-B был осуществлен 27 апреля 2008 года с использованием ракеты-носителя «Союз» с космодрома Байконур.



Запуск КА имел целью подтвердить заявку Европейского космического агентства (ЕКА) в Международный союз электросвязи на характеристики излучаемых сигналов также как подтверждение принятых решений в части навигационной нагрузки.

GIOVE-B стал первым КА, который несет на борту пассивный водородный мазер (ПВМ) со стабильностью 1 с за три миллиона лет ($\sim 1 \cdot 10^{-14}$).

На борту GIOVE-A размещены рубидиевые часы, имеющие стабильность 3 с за один миллион лет ($\sim 1 \cdot 10^{-13}$). Отметим, что GIOVE-B имеет в качестве резервных также двое рубидиевых часов.

Резонансная частота ПВМ 1420405752 Гц. В КА GIOVE-B поддерживается постоянство условий, хотя перепад окружающей температуры составляет от $+100^\circ\text{C}$ до -150°C .

Запуск первых КА ГАЛИЛЕО для оценки характеристик системы намечен на этот год. Он будет проводиться с помощью ракеты-носителя «Союз» с космодрома Куру во Французской Гвиане.

http://www.esa.int/esaNA/SEM6YRYGRMG_index_0.html 27.04.2011
<http://www.gpsworld.com/>

Счетная палата проверила использование средств на реализацию ФЦП «Глобальная навигационная система»

В минувшую пятницу Коллегия Счетной палаты Российской Федерации под председательством Сергея Степашина рассмотрела результаты проверки использования финансовых ресурсов, выделенных на реализацию федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система». Проверка проводилась по поручению Президента России и в соответствии с Планом работы Счетной палаты на 2011 год. С сообщениями выступили аудиторы Сергей Рябухин, Михаил Бесхмельницын, Сергей Мовчан, Михаил Одинцов и Александр Пискунов.

На Коллегии отмечалось, что в Программу трижды вносились изменения (в 2006, 2008 и 2010 гг.), в результате чего общие плановые объемы ее финансирования выросли в 5,9 раза, в том числе за счет бюджетных средств - в 9,6 раза и за счет внебюджетных источников - в 2 раза. На реализацию программных мероприятий в 2002-2010 гг. было выделено из федерального бюджета 98,7 млрд. руб., или 101,2 процента предусмотренных Программой объемов, за счет внебюджетных источников привлечено 3,3 млрд. руб., или 20,6 процента.

Как следует из материалов проверки, существенный рост объемов финансирования расходов во многом обусловлен затратным механизмом формирования цены на космические аппараты и средства их выведения.

Проверка показала, что, несмотря на своевременное и полное финансирование из федерального бюджета расходов по Программе, к 2011 г. требуемые значения были достигнуты по 18 из 28 показателей эффективности реализации выполнения Программы. Уровень оснащения объектов транспортной инфраструктуры корпоративных пользователей средствами спутниковой навигации в рамках государственного сегмента на воздушном транспорте при плане 75 процентов составил 22,6 процента. Недостаточное внимание уделяется вопросам коммерческого использования системы ГЛОНАСС.

Коллегия решила направить информационные письма Президенту России и в Минэкономразвития, а также представления в Минобороны России, Роскосмос и Росреестр. Отчет о результатах проверки направляется в палаты Федерального Собрания.

Департамент информации Счетной палаты Российской Федерации

5 мая 2011 года <http://www.ach.gov.ru/ru/news/05052011/>

Сигнал на частоте L3 CDMA (ГЛОНАСС-К №701)

Запущенный 26.02.2011 спутник нового поколения ГЛОНАСС-К1 №701 7 апреля 2011 начал передавать радионавигационный сигнал на частотах L1, L2 и L3. Сигналы на частотах L1 и L2 принимаются станциями сети СДКМ и некоторыми станциями мировой глобальной сети IGS, полученные измерения обрабатываются штатными средствами ИАЦ КВНО. Сигнал на частоте L3 с кодовым разделением (CDMA) был принят несколькими приемниками в компаниях: Javad GNSS, Topcon Positioning Systems и Septentrio. На сайтах этих компаний можно ознакомиться с некоторыми характеристиками измерений на L3. Частотный спектр сигнала на частоте L3 и его мощность были получены в Институте Коммуникаций и Навигации Немецкого Аэрокосмического Центра (DLR). Подробную информацию о сигнале L3 можно найти в апрельском выпуске журнала GPS World, в котором опубликована статья о модернизации ГЛОНАСС.

http://www.glonass-ianc.rsa.ru/content/news/?ELEMENT_ID=108 5.05.2011

Индия успешно запустила спутник GAGAN



Индийская космическая исследовательская организация (The Indian Space Research Organisation,

ISRO) сообщила, что спутник GSAT-8 широкозонной дифференциальной подсистемы GAGAN (функциональное дополнение SBAS) был успешно запущен 21.05.2011 г. ракетой-носителем Ariane-V компании Arianespace с космодрома Куру во Французской Гвиане. Первоначально спутник был выведен на переходную геосинхронную орбиту с апогеем 35861 км и перигеем 258 км, плоскость которой наклонена к плоскости экватора на 2,503 градуса. Согласно заявлению из системы управления ISRO сигналы спутника принимались непосредственно после запуска. Начальные проверки показали, что аппаратура спутника работает нормально. Спутник готовится к дальнейшим операциям по переходу на геостационарную орбиту с точкой стояния 55° в.д.

<http://www.gpsworld.com/21.05.2011>



ХІІІ КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ «НАВИГАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ»

13th CONFERENCE OF YUONG SCIENTISTS «NAVIGATION AND MOTION CONTROL»

15–18 марта 2011 г в ЦНИИ «Электроприбор» состоялась тринадцатая конференция молодых ученых (КМУ) «Навигация и управление движением», которая проходит ежегодно, начиная с 1999 г. Конференция проводится при активном участии Национального исследовательского университета – Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Санкт-Петербургской группы Российского Национального комитета по автоматическому управлению и Российского фонда фундаментальных исследований. Последние пять лет конференция аккредитована по программе «Участник молодежного инновационного научного конкурса (УМНИК). Программа УМНИК занимает особое место в проведении конференции, поскольку направлена на поддержку именно молодежной составляющей в науке.

Традиционно конференция проводится в три этапа.

Первый этап проводился 15–18 марта 2011 в ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор». В работе конференции приняли участие 292 человека. Заслушано 138 докладов из 46 организаций 17 городов: Санкт-Петербурга, Москвы, г. Королева Московской обл., г Жуковского Московской обл., г. Раменского Московской обл., г. Серпухова Московской обл., Астрахани, Арзамаса, Нижнего Новгорода, Перми, Самары, Саратова, Снежинска, Рязани, Тулы, Челябинска, Чебоксар, Электростали.

Доклады были распределены по 10 секциям:

- Гирскопические системы
- Чувствительные элементы инерциальных навигационных систем
- Обработка информации в навигационных системах
- Информационные технологии на предприятиях навигационного приборостроения
- Электронные и электромеханические устройства систем навигации и управления
- Навигация и управление движением
- Микромеханические датчики, системы и технологии
- Интегрированные и спутниковые навигационные системы
- Теория и системы управления
- Конкурс «УМНИК».

Рефераты всех сделанных на первом этапе конференции докладов опубликованы в журнале «Гирскопия и навигация», № 2, 2011.

На конференции молодых ученых прошел первый этап отбора по программе «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («УМНИК»). Экспертным советом из 15 представленных было отобрано 8 докладов, из которых на финальном этапе 7 получили поддержку Фонда программы УМНИК.

На конференции впервые было объявлено об учреждении трех премий от ЦНИИ «Электроприбор» в память о выдающихся ученых, работавших в институте в разное время и внесших значительный вклад в теорию и практику создания современных навигационных систем. Это премия имени Сергея Федоровича Фармаковского; премия имени Анатолия Сергеевича Анфиногенова и премия имени Леонида Петровича Несенюка. Претендентами на получение этих премий были авторы докладов, удостоенных дипломов первой степени. Из трех премий по результатам подведения итогов были вручены две: работающему в ЦНИИ «Электроприбор» аспиранту СПбГУ ИТМО С. М. Аксарину (соавтор и руководитель В. Е. Стригалева) – премия имени А. С. Анфиногенова – за доклад «Метод инверсной подсветки оптического гироскопа для юстировки рабочих осей с использованием интерферометра Майкельсона» и аспирантке из ЛЭТИ А. Д. Стоцкой (руководитель Поляхов Н. Д.) – премия имени С. Ф. Фармаковского – за доклад «Разработка и исследование системы управления электромагнитным подвесом вращающегося жесткого ротора». Размер каждой премии составляет 20000 рублей.

Запланированы второй этап конференции в Интернете с июня по сентябрь и третий (сентябрь-ноябрь) – подведение итогов Интернет-форума и подготовка статей к публикации в сборнике материалов конференции.

*Председатель программного комитета
д.т.н. О. А. Степанов,*

председатель оргкомитета О. М. Яшикова



XVIII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИНТЕГРИРОВАННЫМ НАВИГАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ

18th ST PETERSBURG INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTEGRATED NAVIGATION SYSTEMS

С 30 мая по 1 июня 2011 г. в г. Санкт-Петербурге, в Государственном научном центре Российской Федерации ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Малая Посадская, 30, состоялась XVIII 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 более 297 ученых и специалистов в области навигации и управления движением. При этом были представлены доклады из 25 городов России, а также из 15 других стран, таких как Алжир, Белоруссия, Болгария, Бразилия, Китай, Чехия, Франция, Германия, Португалия, Украина, Финляндия и др.

Конференция проходила путем проведения тематических заседаний по направлениям:

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

«**Инерциальные системы и датчики**» под руководством проф. Д. П. Лукьянова, Россия, г-на Л. Камберлена, Франция, проф. А. В. Небылова, Россия, проф. И. М. Окона, Россия.

«**Спутниковые системы**» под руководством д.т.н. О. А. Степанова, Россия, Н. В. Михайлова, Россия.

Всего в ходе трехдневной работы было представлено 73 доклада, из них 28 пленарных докладов, остальные – стендовые. По инерциальной технике был

представлен 31 доклад, по интегрированным системам – 33 и по спутниковым системам – 9.

Среди представленных докладов вызвали наибольший интерес участников следующие:

И. К. Мешковский, В. Е. Стригалев, Г. Б. Дейнека (Санкт-Петербургский Государственный университет информационных технологий, механики и оптики (СПб ГУИТМО), Россия), **В. Г. Пешехонов, Д. В. Волинский, А. А. Унгилов** (ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», С.-Петербург, Россия)

Трехосный волоконно-оптический гироскоп. Результаты разработки и испытаний.

В. Э. Джашитов, В. М. Панкратов, А. В. Голиков (Институт проблем точной механики и управления Российской академии наук, г. Саратов, Россия), **А. Г. Губанов, М. В. Ефремов** (Научно-производственное предприятие «Антарес» г. Саратов, Россия)

Обеспечение термоинвариантности волоконно-оптического гироскопа.

Д. П. Лукьянов, Ю. В. Филатов, С. Ю. Шевченко, М. М. Шевелько, А. Н. Перегудов, А. С. Кукаев, Д. В. Сафронов (Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина), С.-Петербург, Россия)

Современное состояние и перспективы развития твердотельных микрогироскопов на ПАВ.

В. Раго, Ж. Ремиллье (Сажем Дефанс Секюрите, Париж, Франция)

Новый режим управления для существенного улучшения характеристик осесимметричных вибрационных гироскопов.

Г. И. Емельянец (Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, С.-Петербург, Россия), **Б. А. Блажнов, А. П. Степанов** (ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», Россия)

Особенности использования фазовых измерений в задаче ориентации интегрированной инерциально-спутниковой системы при мореходных испытаниях.

А. В. Черноваров (НПО «Мобильные информационные системы», Москва, Россия), **В. В. Билик, В. Н. Коврегин** (НИИ Радиоэлектронных комплексов, С. Петербург, Россия), **А. П. Патрикеев** (НПО «Мобильные информационные системы», Москва, Россия)

Пространственно-распределенная система микронавигации для радиолокатора с синтезированной апертурой.

Е. Г. Харин, И. А. Копылов, В. А. Копелович, М. И. Минеев, А. И. Костюк, А. В. Ясенюк (ФГУП «ЛИИ им. М. М. Громова», г. Жуковский, Московская обл., Россия)

Летные исследования алгоритмов комплексной обработки информации, обеспечивающих автоматизированное управление при заходе летательного аппарата на посадку.

Е. А. Микрин, М. В. Михайлов, С. Н. Рожков, А. С. Семенов (РКК «Энергия», г. Королев, Московская обл., Россия)

Результаты летного эксперимента, проведенного на МКС по исследованию влияния переотражений на решение задач навигации, ориентации и сближения по измерениям аппаратуры спутниковой навигации.

А. М. Алешечкин (Институт инженерной физики и радиоэлектроники ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия)

Алгоритм определения угловой ориентации объектов по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем.

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

Проведение очередной XIX Санкт-Петербургской международной конференции по интегрированным навигационным системам намечено на 28–30 мая 2012 г.



XXXI ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ АКАДЕМИИ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ

XXXI GENERAL ASSEMBLY OF THE NAVIGATION & MOTION CONTROL ACADEMY

1 июня 2011 г. состоялось XXXI общее собрание Международной общественной организации «Академия навигации и управления движением» с повесткой дня:

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

Научная сессия собрания включала следующие доклады:

М. М. Кофман (ОКБ «Электроавтоматика»)

Инновационный подход к проектированию управляемых технических объектов в 21 веке.

А. И. Соколов (ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

Применение метода многоальтернативной фильтрации в доплеровском измерителе скорости объекта.

Н. В. Михайлов (Представительство коммерческой компании «Уайт Дварф Лимитед» (Британские Виргинские острова))

Спутниковая радионавигация. Состояние и перспективы развития.

Отчет Президиума о работе Академии за период с 15.10.10 по 01.06.11 сделал главный ученый секретарь Академии профессор **А. В. Небылов**. На собрании были также рассмотрены организационные вопросы.

Закрыв общее собрание **В. Г. Пешехонов**.



V МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ПО СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

5th INTERNATIONAL SATELLITE NAVIGATION FORUM

1–2 июня 2011 года в Москве в ЦВК «Экспоцентр» прошел юбилейный V Международный Форум по спутниковой навигации. Открывая Форум, Вице-премьер правительства РФ Сергей Иванов заявил, что «сегодня Россия способна в полном объеме обеспечить свой навигационный суверенитет и гарантировать, что навигационный сигнал системы ГЛОНАСС

будет предоставляться бесплатно и на всей территории Земного шара». Он также подчеркнул необходимость «коммерциализации системы на основе государственно-частного партнерства со значительным преобладанием доли частного капитала».

Вслед за Вице-премьером участников Форума приветствовал Председатель Комитета Государственной

Думы по информационной политике, информационным технологиям и связи Сергей Железняк, зачитав приветственное слово от Председателя Государственной Думы Бориса Грызлова.

После выступлений Сергея Иванова и Сергея Железняка состоялось **пленарное заседание**, на котором выступили с докладами российские и зарубежные эксперты:

- **Шилов Анатолий Евгеньевич**, Заместитель руководителя, Федеральное космическое агентство;
- **Субботин Валерий Александрович**, Первый заместитель генерального директора-генерального конструктора ОАО «Российские космические системы»;
- **Гурко Александр Олегович**, Генеральный директор ОАО «НИС», Федеральный сетевой оператор;
- **Рэй Клор**, Старший советник по вопросам ГНСС, Государственный департамент США;
- **Бабаков Валерий Николаевич**, Главный конструктор навигационной аппаратуры потребителей ОАО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей»: «Проблемные вопросы внедрения отечественной навигационной аппаратуры»;
- **Эд Бастиансен**, iLOC Group;
- **Питер Де Смет**, Сотрудник по вопросам политики, Европейская комиссия;
- **Ванг Дзю**, Старший инженер, Эксперт, Китайская национальная администрация по ГНСС и приложениям;
- **Клифф Фокс**, Исполнительный Вице-президент NAVTEQ Map;
- **Винод Кумар**, Управляющий директор Trackon Telematics (Индия);
- **Климов Владимир Николаевич**, Исполнительный директор Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум».

Главной темой Форума и, в частности, пресс-конференции по итогам пленарного заседания стала коммерциализация ГЛОНАСС в России и за рубежом. По словам **Анатолия Шилова**, заместителя руководителя Федерального космического агентства, «реализация программы развития ГЛОНАСС идет по плану и является абсолютно прозрачной перед потребителем». Сейчас завершается разработка концепции программы на период до 2020 года, направленной на создание «массовой аппаратуры».

Говоря о динамике производства потребительских устройств ГЛОНАСС, Генеральный Директор Федерального сетевого оператора «Навигационные информационные системы» (ОАО «НИС») **Александр Гурко** заявил, что в 2011 году будет произведено 500 тыс. модулей ГЛОНАСС, что превысит объем выпуска 2010 года в 5 раз, а объем 2009 г. — более чем в 16 раз. Как заявил **Евгений Шмелев**, вице-президент по техническому развитию ОАО «АВТОВАЗ», завод уже начал серийное производство автомобилей «Лада-Калина» и «Лада-Приора» со встроенными ГЛОНАСС навигаторами.

При этом Главный конструктор навигационной аппаратуры потребителей ПВО «Алмаз-Антей» **Валерий Бабаков** считает необходимым создание «механизмов борьбы с демпингом и защиты отечественных производителей навигационной аппаратуры».

Относительно вопроса международного и регионального сотрудничества все выступившие отметили большие перспективы развития ГЛОНАСС как в регионах России, так и за рубежом. В частности, в рамках программы формирования сети региональных партнеров НИС-ГЛОНАСС, о которой ОАО «НИС» объявило в начале 2011 года, уже отобрано 30 из 150 поданных заявок на сотрудничество.

Что касается международного сотрудничества, то Александр Гурко назвал Индию, Латинскую Америку, Ближний Восток и страны СНГ «приоритетными рынками с точки зрения коммерциализации ГЛОНАСС». По его словам, некоторые мировые разработчики навигационного оборудования уже объявили о своих планах на разработку устройств, поддерживающих ГЛОНАСС.

Как сказал старший советник Госдепартамента США по вопросам глобальных навигационных спутниковых систем ГНСС **Рэй Клор**, США хотят развивать международное сотрудничество с Россией: «Америка поощряет всемирное использование системы GPS, а российская система ГЛОНАСС сейчас также активно развивается, и мы хотим продолжать нашу кооперацию».

По оценкам исполнительного вице-президента NAVTEQ Map **Клиффа Фокса**, «ГЛОНАСС имеет хорошие возможности развития за рубежом, особенно в Индии». В свою очередь Анатолий Шилов отметил, что 2 ключевыми направлениями работы с зарубежными партнерами является, во-первых, увеличение числа наземных станций ГЛОНАСС по всему миру в целях повышения точности сигнала, и, во-вторых, предоставление навигационных услуг странам, не имеющим собственных спутниковых систем.

После пленарного заседания состоялась **ежегодная церемония вручения премии Ассоциации «ГЛОНАСС/ГНСС Форум»** в области навигации по двум номинациям: «За вклад в создание и развитие системы ГЛОНАСС» и «За внедрение технологий на базе системы ГЛОНАСС».

Одновременно с Форумом проводилась *специализированная международная выставка «НАВИТЕХ — ЭКСПО-2011»*, на которой ведущие российские и зарубежные компании представили свои достижения в области разработки и производства навигационного оборудования и периферийных систем.

На открытии выставки Генеральный директор ОАО «НИС» Александр Гурко представил Вице-премьеру Сергею Иванову прототип нового ГЛОНАСС/GPS чипсета третьего поколения «ГЕОС-3», серийное производство которого запланировано на конец 2011 года. «ГЕОС-3» является самым компактным и доступным (15...20 долл.) двухсистемным чипсетом на мировом

рынке, при разработке которого особое внимание было уделено снижению энергопотребления и повышению точности позиционирования.

Еще одной новой разработкой, которую ОАО «НИС» представил на Форуме Вице-президенту РФ, стала система слежения за грузовым транспортом с массой выше 12 тонн, благодаря которой можно контролировать его проезд через населенные пункты и по федеральным трассам.

На форуме прошло 2 круглых стола, на которых обсуждалась государственная политика по продвижению ГЛОНАСС на российский и зарубежный рынок, а также перспективы социального ГЛОНАСС: «Стандартизация и сертификация в сфере навигационной деятельности как действенные механизмы защиты рынка ГЛОНАСС – технологий от некачественной продукции и недобросовестной конкуренции» и «Проект «Социальный ГЛОНАСС».

В течение двух дней форума (1–2 июня) прошла конференция, включившая 7 секций, в которых участвовало более 100 докладчиков и 1000 участников:

1. Система экстренного реагирования «ЭРА-ГЛОНАСС»
2. Спутниковые навигационные системы, информация и образование
3. Спутниковые навигационные технологии в интеллектуальных транспортных системах
4. Ведомственные, региональные и муниципальные информационно-навигационные системы. Мониторинг и управление транспортом в системах управления предприятиями
5. Спутниковые навигационные технологии в строительстве, землеустройстве и природопользовании
6. Спутниковые навигационные технологии в авиационном, железнодорожном и водном транспорте
7. Автомобильная и персональная навигация: оборудование и технологии

V Международный Форум по спутниковой навигации состоялся благодаря информационной и экспертной поддержке партнеров:

- *Стратегический партнер:* ОАО «Навигационно-информационные системы»
- *Генеральный партнер:* ОАО «Российские космические системы»
- *Серебряный спонсор:* NAVTEQ
- *Стратегический экспертный партнер:* ГК «М2М телематика»
- *Генеральный информационный партнер:* ВГТРК Информационный канал РОССИЯ 24
- *Генеральный радио-партнер:* Business FM
- *Генеральный интернет-партнер:* Деловой портал VFM.ru
- *Экспертные партнеры:* GPS Клуб, ГИС-Ассоциация, НП «ИТС-Россия».

В качестве информационных и экспертных партнеров выступали также ОАО «НТЦ «Интернавигация» и журнал «Новости навигации».

Международный форум по спутниковой навигации проводится с 2007 года и является центральным событием года в области коммерческого использования спутниковых навигационных технологий и, прежде всего, российской навигационной системы ГЛОНАСС.

В юбилейный форум стал самым насыщенным и интересным за все предыдущие годы, объединив наиболее актуальные вопросы: о состоянии и планах развития спутниковых навигационных систем, о государственной политике в области использования системы ГЛОНАСС в России, об инновационных технологиях и новейшей аппаратуре спутниковой навигации.

В рамках Форума выступило 115 докладчиков и приняло участие более 1000 отраслевых экспертов из 14 стран мира, представляющих интересы 400 компаний.

Сообщение подготовлено с использованием материалов сайта:

http://www.glonass-forum.ru/news_03062011.htm



УДК 621.396.98

НА ЗАРЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ НАВИГАЦИИ

Г. Ф. Молоканов¹

В статье описаны первые шаги при испытаниях и использовании в авиации радиодальномерной системы РЫМ.

Ключевые слова: Радиодальномер, система, РЫМ, испытания, точность, бомбометание

AT THE DAWN OF PRECISE NAVIGATION

G. F. Molokanov

The paper describes first steps in testing and applications of the range measurement system RYM in aviation

Естественная логика исторического развития науки и техники такова, что открытия и изобретения в независимых областях знаний оказываются впоследствии тесно связанными, способствуя быстрому прогрессу обеих областей. Ярким примером этого являются такие области, как радио, появившееся благодаря русскому ученому Попову А. С. в 1895 г., и авиация, зародившаяся восемью годами позже.

Настоятельная необходимость освободиться от зависимости авиации от метеоусловий была довольно быстро осознана с ясным пониманием того, что успех на этом пути может быть обеспечен только за счет использования радио, которое начинало интенсивно внедряться во все сферы жизни гражданской и военной авиации.

Автору этих строк особенно близки навигационные проблемы, которые касаются важнейших задач точного и безопасного выполнения полетов по заданным маршрутам (трассам) с прибытием в нужное место в строго заданное время. Без успешного решения этих проблем невозможно обеспечить высокоэффективную народнохозяйственную и боевую деятельность как морского флота, так и авиации.

Радиоаппаратура первых образцов была тяжелой по массе и громоздкой по габаритам. Поэтому вполне естественно, что разработка как средств связи, так



и радионавигации началась в интересах кораблевождения. Последние предназначались для определения местонахождения корабля с приемлемой точностью, требования к которой постоянно повышались.

В 30-е гг. академиком Л. И. Мандельштамом, Н. Д. Папалекси и профессором Е. Я. Щеголевым был предложен радиодальномер МПЩ, который успешно прошел испытания в гидрографической экспедиции 1934–1940 гг., показав отличные результаты. Радиодальномер определял по запаздыванию отраженных радиоволн расстояние между находящейся на корабле излучающей станцией и двумя береговыми радиостанциями. Местонахождение корабля с точностью 150...300 м

определялось в точке пересечения двух окружностей. В дальнейшем в гидрографических работах на Каспийском море 1940 г. удалось добиться точности 50 м. В этих экспедициях была также разработана методика расчета на земном эллипсоиде координат по пересечениям окружностей и способы применения карт для решения задач навигации с помощью дальномерных радиотехнических систем.

Не прошло и десяти лет, как импульсная радиодальномерная система РЫМ появилась в авиации. За ее создание конструкторам этой системы, работавшим в одном из ленинградских КБ, Обухову С. П.,

¹ Молоканов Георгий Федосеевич - Заслуженный деятель науки и техники РСФСР, профессор, доктор технических наук, генерал-майор авиации, профессор ВУНЦ «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина».

Виленкину Б. И., Печурину В. Ф. и Бельскому Ю. Ю. была присуждена Сталинская (Государственная) премия. Дальность от самолета до наземной станции определялась по времени запаздывания излученного самолетным передатчиком (РЫМ-С) и ретранслированного двумя наземными станциями (РЫМ-Б) импульсами метрового диапазона волн. Использование такого диапазона определяло максимальную дальность системы, которая при высоте полета, обеспечивающей прямую видимость радиосигнала, не превышала ~400 км. Указанный принцип действия ограничивал пропускную способность радиодальномерной системы.

Государственные испытания этой системы проводились летом 1948 г. в городах Краснодар (самолетный вариант РЫМ-С) и Керчь (корабельный вариант РЫМ-К) под руководством основателя штурманской службы ВВС, генерал – лейтенанта авиации Стерлигова Б. В. Ведущим инженером испытаний был работник ГКНИИ ВВС инженер-майор Я. Я. Сиробаба, ставший впоследствии доктором технических наук и профессором.

Автор этих строк принимал непосредственное участие в этих испытаниях в качестве штурмана-испытателя. В нашу группу входили радиоинженеры, геодезисты и два экипажа, летавших на самолетах Ил-12 (одна машина) и Ту-2 (два самолета). Операторами аппаратуры РЫМ-С, установленной на самолете Ту-2 в кабине радиста, летали военные инженеры Ю. Луковников и Б. Кастельцев.

Программой испытаний предусматривалось:

1. Определение точности измерения дальности от самолета до наземных станций.
2. Выполнение бомбометания с высот 2600, 5000 и 7600 м посредством 36 заходов на каждой высоте. На самолет Ту-2 в полет бралось по 6 авиабомб ФАБ-100, сбрасываемых одиночно.
3. Определение скорости распространения излучаемого сигнала в используемом диапазоне радиоволн.
4. Определение вида рабочей области наземных станций радиодальномерной системы.
5. Разработка основ методики ее боевого применения.

Началу испытаний системы предшествовали полеты для отработки техники пилотирования самолета Ил-12, а позднее и Ту-2 летчиками-испытателями Маншилиным А. И. и Горбачевым А. Д. для точного полета по орбите – окружности, состоящей из точек, равноудаленных от одной из наземных станций (станция сноса). Пилотирование осуществлялось с помощью курсоуказателя, вертикальная стрелка которого показывала отклонение самолета от орбиты, а горизонтальная – скорость его сближения с орбитой или удаления от нее.

1. Для определения точности измерения дальности от самолета до наземной станции выполнялось достаточно большое число полетов на указанных ранее высотах по перпендикуляру к середине базы – точно рассчитанному геодезистами отрезку между наземными станциями. При подходе к базе сидевший

в кабине радиста самолета Ту-2 оператор станции РЫМ-С измерял расстояния до наземных станций, минимум суммы которых с учетом высоты полета сравнивался с геодезической дальностью между ними. Для перехода от наклонной дальности к расстоянию вдоль земной поверхности была выведена довольно сложная формула поправки, зависящей от высоты полета, уровня местности в точке расположения наземной станции и высоты ее антенны. Вблизи базы были установлены кинотеодолиты, фотографирование экранов которых позволяло определять точное положение самолета в воздухе, его геодезические координаты, фактические расстояния до наземных станций и указанную выше поправку.

По результатам экспериментальных полетов среднеквадратическая ошибка измерения дальности оказалась равной около 15 м. При полете на высоте 7600 м она возрастала до 30 м.

2. Полеты на бомбометание выполнялись на Андреевском полигоне, хорошо мне знакомом, так как 8 лет назад закончил Краснодарское военное авиационное училище штурманов, и на этом полигоне мы, курсанты, выполняли учебные бомбометания. На полигоне также были установлены кинотеодолиты для указанных ранее целей и набора достаточных статистических данных, характеризующих точность радиодальномерной системы.

Выход на цель, геодезические координаты которой известны, выполнялся полетом по орбите станции сноса, а сбрасывание бомбы осуществлялось автоматически по дальности до второй наземной станции (станции скорости), рассчитанной с учетом высоты полета и баллистических характеристик авиабомбы.

Вначале полеты выполнялись в простых метеоусловиях при визуальном контроле положения самолета и наземной цели. Точки разрыва авиабомб с самолета фотографировались. Они, как правило, находились недалеко от цели (круг диаметром 100 м), а порой все шесть бомб не выходили за пределы круга. Такая точность бомбометания была выше традиционной, когда бомбы сбрасывались с самолета с помощью оптического прицела с неустойчивой в полете пузырьковой вертикалью.

В один из полетов экипажа Маншилина А. И. (штурман И. Т. Дульский, оператор Ю. Луковников) полигон оказался закрытым сплошной облачностью. Руководивший полетами Стерлигов Б. В. запросил по телефону Главнокомандующего ВВС, доложив, что экипаж и он уверены в благополучном исходе бомбометания. Санкция на сбрасывание авиабомбы по визуальной невидимой цели была получена, а в акт испытаний помещена фотография сброшенной с самолета бомбы, хорошо видимой на фоне сплошной облачности, закрывшей наземную цель.

Во время одного полета нашего экипажа, выполнявшего бомбометание с высоты 7600 м, летчик так увлекся пилотированием по двум стрелкам курсоуказателя, что потерял контроль за пространственным положением самолета. Когда я, случайно взглянув

на авиагоризонт, увидел на нем неестественное положение фигуры самолета и указал на это летчику, он быстро исправил ошибку пилотирования, потеряв при этом около 1500 м высоты.

3. Определение скорости распространения радиоволн метрового диапазона производилось в ряде полетов, в том числе и при полетах по маршрутам, перпендикулярных к середине базы. В процессе обработки обширных экспериментальных данных при точно известном расстоянии от самолета до наземной станции и времени прихода от нее ответного сигнала с учетом времени его задержки при прохождении по цепям радиоаппаратуры наземной станции вычислялась скорость распространения радиоволн.

4. Боковые границы диаграммы излучения каждой наземной станции определялись в полете строго на нее и от нее. На этих прямолинейных участках полета антенна наземной станции разворачивалась (на это требовалось 2...3 мин.) до пропадания на борту радиосигнала. По дальности и месту самолета в момент пропадания сигнала определялась структура боковой границы диаграммы излучения наземной станции. Она напоминала гриб, вписанный в прямой угол.

5. В ходе разработки основ боевого применения высокоточной радиодальномерной системы РЫМ, требующей знания геодезических координат наземной цели, были выполнены два специальных полета. Экипажу Маншилина А. И. была поставлена задача визуально точно пройти над целью (стоянка самолетов на полигоне). Оператор станции РЫМ-С в этот момент должен был определить расстояния до наземных станций, а штурман сфотографировать цель и с помощью оптического прицела засечь погрешность пролета над ней для внесения в случае неточного прохода самолета над целью поправок в измеренные дальности.

Эти поправки, определенные по фотоснимку и оптическому прицелу, оказались существенно различными, что привело к спору о том, какому способу их определения (фото или прицел) можно доверять. Поверили второму. Наш экипаж вылетел на бомбометание по этой стоянке самолетов, зафиксировав время, ушедшее на разведку координат цели, подготовку к полету и нанесение удара по ней. Фотоконтроль результатов бомбометания показал, что следовало бы отдать предпочтение поправкам, определенным по фотоснимку.

Что касается подготовки полетных карт масштаба 5 км в 1 см, то пришли к единодушному мнению о возможности нанесения на карту через каждые 5 км окружностей графически с помощью метрового реечного циркуля. Конечно, карта съедала высокую точность определения местонахождения самолета в полете, но для целей самолетовождения погрешность в 1...2 км была вполне приемлемой. Оцифровку орбит рекомендовали производить так, чтобы при любом сложном положении полетной карты цифры, соответствующие дальностям до наземных станций были

видны. Местонахождение самолета в полете определялось штурманом глазомерно в точке пересечения двух окружностей, радиусы которых, равные дальностям до наземных станций, сообщал оператор.

Возникли и новые навигационные проблемы: как в полете по орбите определять расстояние до цели и точное время выхода на нее, если непрерывно меняется путевая скорость и необходимо знать ее среднее гармоническое значение на этом криволинейном этапе полета при невозможности точного измерения ветра. Эти и ряд других задач в последующем стали предметом защищенной автором кандидатской диссертации.

Помимо высокоточной навигации и бомбометания по визуально невидимой цели, весьма ценным и в известной степени неожиданным было то, что полеты с высокоточной навигационной системой оказали существенное влияние на психологию экипажа и особенно штурмана. Поразительным было то ранее никогда не испытываемое чувство, что в полете в рабочей зоне этой системы невозможно потерять ориентировку! И это независимо от погоды и условий визуальной видимости земли и расположенных на ней ориентиров. Действующие в те годы наставления запрещали в полете произвольно изменять курс, чтобы не потерять ориентировку. А с системой РЫМ как хочешь, так и маневрируй, так как в любой момент можешь точно определить свое местонахождение. Это значительно обогащало тактические приемы боевых действий, позволяя свободно маневрировать как в зональной, так и в объектовой системе ПВО противника. Маневр исключался только на подходе к цели, когда надо было точно следовать на цель на сравнительно небольшом участке орбиты.

Новым было и то, что, если ранее знание своего местонахождения в полете всецело зависело от штурмана экипажа, то теперь его «хранителем» был оператор высокоточной аппаратуры. Забавно было слышать, как он уточнял местонахождение самолета. Я в полете периодически докладывал командиру экипажа, над какой станицей мы пролетаем. Во время такого доклада я, порой, слышал уточнение оператора: «Не над станицей, а над крайней избой ее восточной окраины». Буквально незабываемое и непривычное впечатление, порожденное высокоточной навигацией.

Вторым этапом испытаний системы было выполнение с ее помощью точного плавания судна в прибрежной зоне моря около города Керчь, которое проходило без участия нашей авиационной группы. Эти испытания проводили моряки.

Изложенное с полным основанием позволяет считать, что появление свыше 60 лет тому назад системы РЫМ, положило начало эре высокоточной навигации, открывавшей ее ранее невиданные возможности и способствовавшей повышению эффективности действий авиации и безопасности ее полетов.





К 60-летию АЛЕКСАНДРА ЕВГЕНЬЕВИЧА СУВОРОВА

60th Anniversary of Alexander Suvorov, Deputy Director of the Radioelectronics Department of Minpromtorg

Заместителю директора Департамента радиоэлектронной промышленности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации Суворову Александру Евгеньевичу — 60 лет!

Александр Евгеньевич Суворов родился 7 мая 1951 года в городе Москве.

После окончания Московского института электронного машиностроения он продолжительное время работал на ответственных должностях в министерствах оборонного комплекса страны и Военно-промышленной комиссии Совета Министров СССР.

Свои глубокие знания и опыт, профессионализм, творческую активность и самоотверженный труд Александр Евгеньевич многие годы отдавал делу повышения оборонной мощи государства.

Александру Евгеньевичу присущи ответственность и творческое отношение к решению поставленных задач, которые способствуют развитию научно-технического прогресса радиоэлектронной промышленности и укреплению обороноспособности нашей страны.

Его знания, высокий профессионализм и опыт практической работы позволяют успешно решать сложные научные и технические проблемы, стоящие перед радиоэлектронной промышленностью России.

Александр Евгеньевич принимает непосредственное участие в подготовке важных программных и директивных документов по развитию радиоэлектроники, разработке аппаратуры цифрового телерадиовещания, совершенствованию спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС.

Много внимания он уделяет развитию средств радионавигации в СНГ, являясь Председателем Межгосударственного совета «Радионавигация».

Александр Евгеньевич пользуется глубоким уважением у коллег по работе, которые отдают должное его порядочности, человеколюбию и личной скромности.

Межгосударственный совет «Радионавигация», коллектив Открытого акционерного общества «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация» и редакция журнала «Новости навигации» с чувством глубокого уважения и от всей души поздравляют Александра Евгеньевича с юбилеем — 60-летием со дня рождения и от всего сердца желают крепкого здоровья, многих лет активной деятельности, счастья, благополучия ему и его семье и больших творческих успехов. Наши искренние поздравления и самые теплые пожелания! Счастья Вам, Александр Евгеньевич, здоровья и удачи в делах!



К 60-летию ЮРИЯ ПАВЛОВИЧА БАЛЫКО

60th Anniversary of Yuri Balyko



25 апреля 2011 года исполнилось 60 лет известному организатору отечественной авиационной науки и ученому в области наведения и навигации пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов, оценки эффективности управляемых средств поражения, начальнику Научно-исследовательского центра авиационной техники и вооружения 4 Центрального научно-исследовательского института Минобороны России доктору технических наук, профессору, члену-корреспонденту Российской Академии ракетных и артиллерийских наук, действительному члену Российской Академии транспорта, Почетному радисту Российской Федерации Балыко Юрию Павловичу.

Юрий Павлович Балыко родился в с. Ковали Бобруйского района Белорусской ССР. По окончании школы поступает в Рижское высшее военное авиационное инженерное училище им. Я. Алксниса, которое заканчивает в 1973 году. Затем проходит службу в должностях техника, старшего техника и инженера ТЭЧ 929 ГЛИЦ им. В. П. Чкалова. В 1978 году поступает в адъюнктуру 30 Центрального научно-исследовательского института, после успешного завершения которой продолжает работать последовательно в должностях младшего и старшего научного сотрудника, заместителя начальника научно-исследовательского отдела, начальника отдела, заместителя начальника управления, начальника управления и начальника 30 ЦНИИ МО РФ. В 2010 году Институт в соответствии с реформированием Вооруженных Сил Российской Федерации был преобразован в Научно-исследовательский центр авиационной техники и вооружения 4 Центрального научно-исследовательского института Минобороны России.

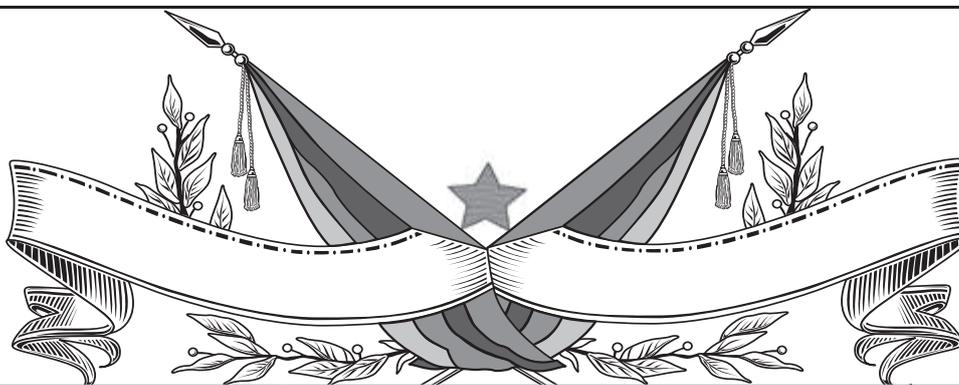
Юрий Павлович ведет многостороннюю научно-исследовательскую и педагогическую работу

в области исследования и обоснования основных направлений развития авиационной техники и вооружения. Он автор более 200 научных трудов, ряда монографий и большого количество публикаций в известных авторитетных изданиях. При его активном участии созданы фундаментальные научные труды, в том числе монографии «Авиация ВВС России и научно-технический прогресс» (2005 г.) и «Формирование рационального облика перспективных авиационных ракетных систем и комплексов» (2010 г.). Видное место при этом занимают исследования в области совершенствования систем навигации и наведения управляемого вооружения. Ю. П. Балыко был научным руководителем 12 успешно защитившихся соискателей ученой степени кандидата технических наук. В настоящее время продолжает обширную общественно-научную деятельность, возглавляет диссертационный совет при НИЦ АТ и В и Научный центр ВВС при Российской Академии ракетных и артиллерийских наук.

За заслуги в научно-производственной деятельности Балыко Ю. П. награжден орденом «За военные заслуги», орденом «Почета» и рядом медалей.

Научная общественность, члены диссертационного совета при НИЦ АТ и В 4 ЦНИИ МО РФ, руководство Межгосударственного совета «Радионавигация», ОАО «НТЦ «Интернавигация», Исполнительный комитет Российского общественного института навигации, редколлегия журнала «Новости навигации» поздравляют Юрия Павловича Балыко со знаменательным юбилеем и желают ему доброго здоровья, душевных и физических сил, счастья и успехов в труде на общее благо.





К 80-ЛЕТИЮ ШТУРМАНСКОЙ СЛУЖБЫ КОМАНДОВАНИЯ ВОЕННО-ТРАНСПОРТНОЙ АВИАЦИИ ВВС РОССИИ

80th ANNIVERSARY OF THE NAVIGATION SERVICE OF THE AIR FORCE
TRANSPORT COMMAND

Летом этого года отмечается 80-летие Штурманской службы Командования военно-транспортной авиации (ВТА) ВВС России, зарождение которой было связано с проведением десантирования в ходе маневров (учений) на территории Киевского военного округа в 1931 г. с применением транспортно-десантной авиации (ТДА).

В первые послевоенные годы штурманской службой ТДА проводилась кропотливая работа по обобщению и внедрению опыта штурманского обеспечения боевых действий в годы Великой Отечественной войны при проведении воздушно-десантных операций.

Организаторами этой работы были главные штурманы ТДА, участники войн в Испании, с Финляндией, Великой Отечественной войны генерал-майоры авиации Сбытов Г. А. (1946 – 1960 гг.), Чернышев В. И. (1960–1966 гг.).

Дальнейшее развитие самолетного парка, массированное использование транспортно-десантной авиации, впоследствии переименованной в Военно-транспортную авиацию, интенсивность ее применения в различных условиях, усложнение выполняемых задач повысили требования к подготовке штурманского состава в профессиональном отношении.

Главными штурманами Военно-транспортной авиации (ВТА) назначались выпускники штурманского факультета Военно-воздушной академии им. Ю. А. Гагарина генерал-майор авиации Удальцов В. К. (1966–1979 гг.), кандидат военных наук генерал-майор авиации Медовиков А. В. (1979–1990 гг.), полковники Горбунов Ю. П. (1990–1994 гг.), Шипунов В. Н. (1994–1999 гг.), Валуев А. М. (1999–2003 гг.), Егоров С. А. (2003–2004 гг.), Мороз В. В. (2004–2010 гг.), Ефимович В. С. (с 2010 г. – по настоящее время).

Значительный вклад в дело подготовки летного состава в штурманском отношении, в его обучение и воспитание внесли офицеры Штурманской службы Военно-транспортной авиации Ахметзянов Д. К., Белослудцев В. Н., Булатов В. И., Гончаренко Г. М.,

Джулай А. В., Казнин Н. М., Овечкин Л. В., Половой В. П., Прокофьев М. П., Ромайкин В. К., Романов В. С., Сажин Ф. П., Семейкин В. И., Сигарев И. Д., Смирнягин А. Е., Тарелкин В. Г., Чура М. Е., Юденко А. Н. и др.

На должностях старших штурманов соединений трудились полковники Бажутин В. И., Дмитриченко В. В., Ильин А. Б., Коробецкий В. А., Ларьянович А. П., Мартеллер А. Н., Заволодько С. Н., Михалев В. И., Мохов Л. Н., Сергеев В. М., Харчев Н. Г., Черецкий В. Г., Тихомиров А. В., Трофимов В. Д. и др.

В настоящее время неуклонно растет интенсивность применения военно-транспортной авиации, изменяются география регионов и условия выполнения задач, их значимость для страны, для государства. На современном этапе ключевую роль успеха в выполнении задач Военно-транспортной авиации по обеспечению воздушно-десантных операций, миротворческих действий как внутри государства, так и за его пределами, в выполнении народнохозяйственных задач и участии в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, а также в выполнении ряда специальных задач играет Штурманская служба ВТА. Начатые еще в далеких 30-х годах полеты транспортных самолетов в высоких северных широтах получили продолжение в нынешних двухтысячных. Экипажи на современных военно-транспортных самолетах с честью выполняют сложнейшую задачу по десантированию парашютистов, больших и штатных грузов в район Северного полюса в целях обеспечения научных экспедиций. В нынешнем году, в канун 80-летия образования Военно-транспортной авиации и зарождения ее Штурманской службы экипажи воздушных судов приступили к освоению принципиально новой, продиктованной нынешней действительностью, задачи по сливу огнегасящей жидкости в районы очагов пожаров.

При этом неперенным условием успешного выполнения поставленных государством задач является



высочайший профессионализм всего штурманского состава Военно-транспортной авиации.

В настоящее время в управлении Командования военно-транспортной авиации проходят службу: Главный штурман – полковник Ефимович В. С., заместитель главного штурмана – полковник Скорик С. Н., начальники групп – штурманы полковник Филиппов А. Ю., подполковник Мурашов Д. В., старшие штурманы-инспекторы – полковник Рамазанов Т. Д., полковник Сиротин Е. И., подполковник Войнов С. Н., подполковник Нужин Д. Г.

В соединениях и частях руководство штурманской службой осуществляют полковник Золотуев К. Н., подполковники Курохтин Н. С., Ашмаров Ю. В., Судас М. А., Евшин С. Р., Миронов В. А., Самарцев А. В., Седых В. В., Чернов Е. В., Шалимов О. В., майоры Васильев В. Ю., Ворона В. Н., Дубровин В. И., Закомолдин В. Ю., Кисельк А. С., Саложин Е. В., Пылаев С. А., Арефьев С. В., Баранник С. В., Бречко А. В., Верземниек А. А., Щербаков А. Г., Кононенко Н. Н., Посохин О. Л.

За заслуги в деле обучения и воспитания летных кадров и безаварийную летную работу присвоено почетное звание «Заслуженный военный штурман СССР» генерал-майорам авиации Удальцову В. К. и Медовикову А. В., полковникам Кильдееву Р. И., Трофимову В. В., Смирнягину А. Е., Гончаренко Г. М.,

Сажину А. Л., Половому В. П., Корнейчуку Н. П., Михалеву В. В., Харчеву Н. Г., Горбунову Ю. П., Тихомирову А. В., Мартеллеру А. Н., Черецкому В. Г., Щипунову В. Н., Тарелкину В. Г., Казнину Н. М., Дмитриченко В. В., Мохову Л. Н.

Почетное звание «Заслуженный военный штурман Российской Федерации» присвоено полковникам Коробецкому В. А., Ромайкину В. К., Булатову В. И., Сигареву И. Д., Валуй А. М., Егорову С. А., Ларьяновичу А. П., Кильдишеву В. В., Рыжову В. И., Ярошинскому П. М., Морозу В. В., Гончаренко М. Г.

Штурманская служба является одной из ведущих в составе Командования ВТА, обеспечивая теоретическую разработку, расчет и практическое решение задач десантирования и перевозки различных грузов в любую точку земного шара. За 80 лет она накопила огромный и уникальный опыт работы по повышению безопасности полетов и эффективности деятельности авиации в различных условиях.

Межгосударственный совет «Радионавигация», ОАО «НТЦ «Интернавигация», Российский общественный институт навигации и редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют Штурманскую службу Командования ВТА с 80-летием и желают ей успехов в деле совершенствования штурманского и навигационно-временного обеспечения отечественной авиации.



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 ФГУП НТЦ «Интернавигация» www.internavigation.ru

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

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

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

Книга знакомит читателей с современными информационными технологиями, используемыми на автомобильном транспорте. Рассмотрены особенности проектирования и использования прикладных автоматизированных систем обработки информации и управления, а также автоматизации учета транспортной работы и диспетчерского управления движением на базе навигационных систем. Описаны новые технологии автоматизированной идентификации в системах обработки информации на транспорте.

Для специалистов транспортной отрасли, связанных с разработкой и использованием информационных технологий. Книга может быть использована для подготовки специалистов в области внедрения информационных технологий на транспорте.

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

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

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

П. Пржибыл и М. Свитек «Телематика на транспорте». — Прага-Москва: Technika Literatura, 2004.

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

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

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

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

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

Систематически изложены необходимые сведения для изучения радиолокационных систем дистанционного зондирования Земли. Основное внимание уделено

принципам построения авиационных и космических радиолокационных систем с синтезированной апертурой антенны (РСА), предназначенных для детального наблюдения (радиовидения) земных объектов естественного и искусственного происхождения. Книга может быть использована в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Радиотехника», а также для подготовки специалистов по направлению «Исследование природных ресурсов аэрокосмическими средствами», а также для инженеров и научных работников, занимающихся проблемами радиовидения Земли.

<http://www.radiotec.ru>

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

Рассмотрены средства, методы и алгоритмы получения и обработки навигационной информации в комплексах ориентации и навигации (КОН) подвижных объектов. Информационным ядром в большинстве комплексов является бесплатформенная инерциальная навигационная система, корректируемая от спутниковой навигационной системы. Дано обобщенное представление о структуре и функциональном составе КОН и приведены примеры технических решений КОН подвижных объектов различных типов. Рассмотрены вопросы математического обеспечения обработки информации в комплексах. Обсуждаются особенности построения и реализации программно-математического обеспечения вычислительных систем КОН. Рассмотрены структуры, функциональные алгоритмы и погрешности характеристика инерциальных чувствительных элементов, в частности бесплатформенных инерциальных и спутниковых навигационных систем. Дана микромеханических, и изложены варианты построения нетрадиционных гравиметров для КОН. Представлены разработки алгоритмического обеспечения КОН ряда подвижных объектов, включая алгоритмы на основе нейронных сетевых технологий. Рассмотрены структурные алгоритмы систем обеспечения безопасности полета как элементов КОН авиационного применения. Книга представляет интерес для специалистов, работающих в области навигационных приборов, систем и комплексов, а также для аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

Веремеенко К. К., Головинский А. Н., Инсаров В. В., Красильщиков М. Н., Семенов С. С., Сыпало К. И., Харчев В. Н. Управление и наведение беспилотных маневренных летательных аппаратов на основе современных информационных технологий /Под ред. М. Н. Красильщикова и Г. Г. Себрякова. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 280 с. — ISBN 5-9221-0409-8.

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

В книге излагаются общие принципы и подходы, используемые при построении алгоритмов оценивания как в линейных, так и в нелинейных задачах. Значительное внимание уделяется обоснованию возможности синтеза наиболее распространенных стохастических алгоритмов оценивания на основе детерминированного подхода, не требующего привлечения понятий теории вероятностей. 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 комплексов, 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.

Книга подготовлена 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, 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 обработки гидроакустической информации и траекторного слежения.

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

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

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

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

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

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

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

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

**ION GNSS 2006 Proceedings, September 26–29, 2006, CD.
ION GNSS 2007 Proceedings, September 25–28, 2007, CD.
ION GNSS 2008 Proceedings, September 16–19, 2008, CD.
ION GNSS 2008 Proceedings, September 23–25, 2009, CD.**

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.

«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), англ.

По вопросам приобретения трудов конференции обращаться в ЦНИИ «Электроприбор»: 197046, С-Петербург, ул. М. Посадская, 30, ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор» начальнику ОНТИ М. В. Гришиной.

Тел.: (812) 499–8157; факс: (812) 232–3376;

e-mail: ICINS@eprib.ru



РЕДАКЦИЯ ПРЕДЛАГАЕТ ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ НОВУЮ РУБРИКУ, В КОТОРОЙ БУДУТ ПОМЕЩАТЬСЯ АННОТАЦИИ НАИБОЛЕЕ ИНТЕРЕСНЫХ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ДРУГИХ ЖУРНАЛАХ.

В этом номере представлены следующие аннотации:

Ярлыков М. С. Корреляционные функции одиночных символов меандровых сигналов в спутниковых радионавигационных системах нового поколения. РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, 2009, том 54, № 8, с. 960–973.

Представлены математические модели меандровых шумоподобных сигналов (ВОС-сигналов) спутниковых радионавигационных систем нового поколения, в частности, модернизированной GPS, Galileo и QZSS. Получено аналитическое выражение корреляционной функции (КФ) одиночных символов меандровых сигналов при произвольном значении коэффициента кратности. Выполнен анализ свойств КФ различных меандровых символов. Отражены особенности КФ при четном и нечетном значениях коэффициента кратности. Рассмотрены примеры и построены графики КФ одиночных символов практически используемых меандровых шумоподобных сигналов СРНС нового поколения.

Ярлыков М. С. Статистические характеристики навигационных косинусных меандровых шумоподобных сигналов (cosВОС-сигналов) РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, 2010, том 55, № 9, с. 1056–1071.

Рассмотрены свойства и статистические характеристики косинусных меандровых шумоподобных сигналов (cosВОС-сигналов) спутниковых радионавигационных систем нового поколения, в частности системы Galileo. Применительно к косинусным меандровым символам (МС) псевдослучайной последовательности дальномерного кода найдены аналитические

выражения для их корреляционных функций (КФ) при различных значениях коэффициента кратности меандровых импульсов. Путем преобразования Фурье от КФ получены энергетические спектры косинусных МС. Построены графики и выполнен анализ КФ и энергетических спектров косинусных МС в случаях следующих типов меандровой модуляции: cosВОС (1,1), cosВОС (15,10), cosВОС (10,5) и cosВОС (5,2).

Ярлыков М. С. Комплексные меандровые псевдослучайные последовательности и AltВОС-модуляция в спутниковых радионавигационных системах нового поколения. РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, 2011, том 56, № 2, с. 191–202.

Проанализированы свойства и характеристики комплексных меандровых псевдослучайных последовательностей (МПСП), являющихся основой для формирования AltВОС-сигналов (Alternative ВОС modulated signals) применительно к спутниковым радионавигационным системам нового поколения (в частности, Galileo и Compass). Получены аналитические выражения спектральных плотностей и энергетических спектров комплексных и комплексно-сопряженных меандровых символов (МС) МПСП дальномерного кода при различных значениях коэффициента кратности меандровых импульсов. Рассмотрена модулирующая функция простейшего AltВОС-сигнала. Построены графики и выполнен анализ энергетических спектров комплексных и комплексно-сопряженных МС при типовых значениях коэффициента кратности.



КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ В ОБЛАСТИ НАВИГАЦИИ И СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН НА 2011 – 2014 гг.

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

АВГУСТ 16–21 2011

МАКС 2011

Международный авиационно-космический салон

Офис ОАО «Авиасалон» г. Жуковский Россия, 140182, г. Жуковский, Московская область, ФГУП «ЛИИ им. М. М. Громова».

Тел. +7 (495) 787-66-51, факс: +7 (495) 787-66-52

Офис ОАО «Авиасалон» г. Москва Россия, 119048, г. Москва, ул. Ефремова, д.12, стр.2, бизнес-центр «Арбат».

Тел.: +7 (495) 989-26-65, факс: +7 (495) 989-26-67

E-mail: maks@viasalon.com www.aviasalon.com

AUGUST 31 – SEPTEMBER 02 2011

Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo

Program

Copenhagen, Denmark

www.gpsworld.com

SEPTEMBER 20 – 23 2011

ION GNSS 2011

Oregon Convention Center, Portland, Oregon, USA.

www.ion.org

СЕНТЯБРЬ 29 – ОКТЯБРЬ 22 2011

ИнфоТех-2011

Всероссийская выставка информационных технологий «ИнфоТех-2011»

Столица Удмуртии – город Ижевск – впервые станет площадкой для проведения Всероссийской выставки информационных технологий «ИнфоТех-2011». Организаторы мероприятия: Правительство Удмуртской Республики, Министерство информатизации и связи Удмуртской Республики, Администрация города Ижевска, Удмуртская торгово-промышленная палата, Клуб ИТ-директоров Удмуртской Республики, Выставочный центр «УДМУРТИЯ». Выставочная экспозиция будет представлена разделами: ИТ для государства, ИТ для бизнеса, ИТ для жизни; средства, системы и услуги связи. Тематики выставки: электронное правительство, универсальная электронная карта, электронный документооборот, технологии обработки данных, BPM, ERP и CRM системы, центры обработки данных, системы информационной безопасности, системы автоматизации финансового сектора, логистические решения, 3D, планшетные компьютеры, умный дом, мультимедиа, NI-End и Ni-Fi аппаратура, цифровое фото, социальные сети, игры, интернет и сеть для дома; средства, системы и услуги связи.

Одновременно с выставкой «ИнфоТех-2011» состоится III Всероссийская специализированная

выставка «Комплексная безопасность». Подробная информация на сайте www.it.vcudm.ru и по телефонам: (3412) 73-35-32, 73-35-87, 73-35-91.

ОКТЯБРЬ 10–14 2011

КВНО-2011

4-я Всероссийская конференция «Фундаментальное и прикладное координатно-временное и навигационное обеспечение»

Санкт-Петербург, Институт прикладной астрономии РАН.

Организаторы: Российская академия наук, Федеральное космическое агентство, Министерство обороны Российской Федерации, Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации, Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии, Научный совет РАН по проблеме «Координатно-временное и навигационное обеспечение».

191187 Санкт-Петербург, наб. Кутузова, 10, Институт прикладной астрономии РАН, Оргкомитет КВНО-2011; тел.: (812) 275-11-18; факс: (812) 275-11-19;

E-mail: kvno2011@ipa.nw.ru.

ОКТЯБРЬ 26 2011

Оборудование спутниковой навигации, модули и электронные компоненты Международная конференция «Оборудование спутниковой навигации, модули и электронные компоненты» в рамках «Международного форума по спутниковой навигации» и выставки «ChipEXPO-2011», Российской недели электроники.

Дарья Чунаева (495) 66-324-66 daria@profconf.ru

www.picentre.ru www.worldconf.ru

NOVEMBER 22–24 2011

ENC 2011

The European Navigation Conference.

St Paul's Cathedral, London, UK.

www.rin.org.uk

JANUARY 30 – FEBRUARY 01 2012

ION International Technical Meeting
Marriott Newport Beach Hotel & Spa, Newport Beach, California

www.uion.org

APRIL 24–26 2012

IEEE/ION PLANS 2012

(Tutorials: April 23)

Myrtle Beach Marriott Resort & Spa, Myrtle Beach,
South Carolina

www.ion.org

МАЙ 28–30 2012

XIX Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.

Санкт-Петербург, ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор». Координаты для связи: 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. Вся информация по подготовке и проведению конференции размещается на сайте конференции.

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

JUNE 12–14 2012

SDE/ION Joint Navigation Conference 2012

(Tutorials: June 11)

Tutorials and FOUO Sessions: Crowne Plaza Hotel,
Colorado Springs, Colorado

www.ion.org

SEPTEMBER 12–14 2012

VTs Symposium

Istanbul, Turkey.

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

SEPTEMBER 18–21 2012

ION GNSS 2012

(Tutorials: September 20–21)

Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee

www.ion.org

OCTOBER 1–3 2012

14th IAIN World Congress

International Association of Institutes of Navigation

Egypt, Cairo.

www.iainav.org

JANUARY 28–30 2013

ION International Technical Meeting

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California

www.ion.org

SEPTEMBER 17–20 2013

ION GNSS 2013

(Tutorials: September 16–17)

Nashville Convention Center, Nashville, Tennessee

www.ion.org

JANUARY 27–29 2014

ION International Technical Meeting

Catamaran Resort Hotel, San Diego, California

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». 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.