

**НОВОСТИ
НАВИГАЦИИ**
№ 1, 2011 г.

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

Редакционная коллегия:

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

Редактор – Соловьев Ю. А.,
д.т.н., 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 ФГУП НТЦ
современных навигационных
технологий «Интернавигация»
при участии Российского
общественного института навигации.
Тел.: (495) 626-25-01,
Факс: (495) 626-28-83
109028, Россия, г. Москва,
Б. Трехсвятительский пер., дом 2
E-mail: internavigation@rgcc.ru
<http://www.internavigation.ru>
<http://internavigation.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

ОФИЦИАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ О ПРАЗДНОВАНИИ
50-ЛЕТИЯ ПОЛЕТА В КОСМОС Ю. А. ГАГАРИНА 3

В МЕЖГОСУДАРСТВЕННОМ СОВЕТЕ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

ЗАСЕДАНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКАЗЧИКОВ
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ
ГОСУДАРСТВ-УЧАСТНИКОВ СНГ НА ПЕРИОД ДО 2012 ГОДА
16-17 ФЕВРАЛЯ 2011 г., г. МИНСК 4

В ТЕХНИЧЕСКОМ КОМИТЕТЕ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ «РАДИОНАВИГАЦИЯ»

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

В РОССИЙСКОМ ОБЩЕСТВЕННОМ ИНСТИТУТЕ НАВИГАЦИИ

ЗАСЕДАНИЕ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО СЕМИНАРА
«ЛЕТНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ»
И СЕКЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОГО
ОБЩЕСТВЕННОГО ИНСТИТУТА НАВИГАЦИИ 7

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАТЬИ, ОБЗОРЫ, РЕФЕРАТЫ

СИГНАЛЫ ГНСС НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНОЙ
МОДУЛЯЦИИ 8
С. Б. Болонин, В. П. Ипатов, Б. В. Шебшаевич

МАЛОГАБАРИТНАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ
СИСТЕМА БИСНС-ИТМ: СТРУКТУРА, АЛГОРИТМЫ,
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ 14
К. К. Веремеенко, Д. А. Антонов, М. В. Жарков,
Р. Ю. Зимин, О. П. Белобородов, А. Ю. Чернодубов

ИНТЕГРИРОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ И БАРОМЕТРИЧЕСКИХ
МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОЛЁТА 22
О. А. Бабич

МОНИТОРИНГ НАВИГАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ГЛОНАСС/GPS
В ИАЦ ЦНИИМАШ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ 31
В. Д. Глотов, В. В. Митрикас, С. А. Платонов, А. А. Бермишев

ОПЕРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ 39

КОНФЕРЕНЦИИ, ВЫСТАВКИ, СОВЕЩАНИЯ 53

ИЗ ИСТОРИИ НАВИГАЦИИ

О ЗАРОЖДЕНИИ НАВИГАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ 55
Г. Ф. Молоканов

О СОЗДАНИИ КОСМИЧЕСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ
НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ СИСТЕМ 57
Ю. В. Медведков

НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ

ШТУРМАНСКОЙ СЛУЖБЕ ВВС 95 ЛЕТ 62

ГОСУДАРСТВЕННОМУ НАУЧНОМУ ЦЕНТРУ ФГУП

«ЛЕТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ им. М. М. ГРОМОВА» – 70 ЛЕТ 65

ГЕОРГИЮ ФЕДОСЕЕВИЧУ МОЛОКАНОВУ 90 ЛЕТ! 69

НОВЫЕ КНИГИ И ЖУРНАЛЫ 70

ПЛАНЫ И КАЛЕНДАРИ 74

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

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

Contents

OFFICIAL DOCUMENTS

DECREE OF THE PRESIDENT OF THE RUSSIAN FEDERATION
ON THE 50TH ANNIVERSARY OF YURI GAGARIN'S SPACE FLIGHT 3

IN THE RADIONAVIGATION INTERSTATE COUNCIL

SESSION OF STATE CUSTOMERS OF THE INTERSTATE
RADIONAVIGATION PROGRAM 4

IN THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE ON STANDARDISATION

SESSION OF THE RADIONAVIGATION TECHNICAL
COMMITTEE ON STANDARDISATION 6

IN THE RUSSIAN PUBLIC INSTITUTE OF NAVIGATION

WORKSHOP «AIRCRAFT FLIGHT OPERATIONS»
AND SESSION OF THE RPIN AIR TRANSPORT SECTION 7

SCIENTIFIC ARTICLES, REVIEWS, SYNOPSES

GNSS SIGNALS BASED ON SPECTRAL EFFICIENT MODULATION 8
S. B. Boloshin, V. P. Ipatov, B. V. Shebshaevich

BISNS-ITM SMALL SIZED INTEGRATED NAVIGATION SYSTEM:
DESIGN, ALGORITHMS AND TEST RESULTS 14
K. K. Veremeenko, D. A. Antonov, M. V. Zharkov, R. Yu. Zimin,
O. P. Beloborodov, A. Yu. Tchernodubov

GNSS/BARO INTEGRATED SYSTEMS FOR ALTITUDE ESTIMATION 22
O. A. Babich

GLONASS/GPS NAVIGATION FIELD MONITORING IN THE TSNIIMASH
INFORMATION ANALYSIS CENTER AND PROVISION OF USER INFORMATION 31
V. D. Glotov, V. V. Mitrikas, S. A. Platonov, A. A. Bermishev

OPERATING INFORMATION 39

CONFERENCES, EXHIBITIONS, MEETINGS 53

FROM THE HISTORY OF NAVIGATION

ON THE ESTABLISHMENT OF NAVIGATION TRAINING OF COSMONAUTS 55
G. F. Molokanov

ON THE DEVELOPMENT OF LOW-ORBIT SPACE NAVIGATION SYSTEMS 57
Yu. V. Medvedkov

OUR CONGRATULATIONS 62

NEW BOOKS AND MAGAZINES 70

PLANS AND CALENDARS 74



УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О праздновании 50-летия полета в космос Ю. А. Гагарина

DECREE

OF THE PRESIDENT OF THE RUSSIAN FEDERATION

On the 50th anniversary of Yuri Gagarin's space flight

В связи с исполняющимся в 2011 году 50-летием полета в космос Ю. А. Гагарина постановляю:

1. Принять предложение Правительства Российской Федерации о праздновании в 2011 году 50-летия полета в космос Ю. А. Гагарина.
2. Объявить 2011 год в Российской Федерации Годом российской космонавтики.
3. Правительству Российской Федерации в 6-месячный срок:
 - образовать организационный комитет по подготовке и проведению празднования 50-летия полета в космос Ю. А. Гагарина и утвердить его состав;
 - обеспечить разработку и утверждение плана основных мероприятий по подготовке и проведению празднования 50-летия полета в космос Ю. А. Гагарина.
4. Рекомендовать органам государственной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления муниципальных образований принять участие в подготовке и проведении празднования 50-летия полета в космос Ю. А. Гагарина.



Президент
Российской Федерации Д. Медведев

Москва, Кремль
31 июля 2008 года
№1157

ЗАСЕДАНИЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ЗАКАЗЧИКОВ МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВ- УЧАСТНИКОВ СНГ НА ПЕРИОД ДО 2012 ГОДА

Минск, 16 – 17 февраля 2011 г.

SESSION OF STATE CUSTOMERS OF THE INTERSTATE RADIONAVIGATION PROGRAM



16–17 февраля 2011 г. в г. Минск прошло заседание национальных государственных заказчиков Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников СНГ на период до 2012 г.

В соответствии с протоколом заседания национальных государственных заказчиков Межгосударственной радионавигационной программы государств – участников СНГ от 13–14 октября 2010 года очередное заседание национальных государственных заказчиков запланировали провести в феврале 2011 года в г. Минске. В рабочем порядке согласовали даты проведения заседания 16–17 февраля 2011 года.

На этом заседании обсуждены вопросы о выполнении работ по указанной Программе в 2010 году и о планах работ на 2011 год, а также годовой отчет с анализом материалов для представления его в правительства государств-участников Программы и в Исполком СНГ, как это предусмотрено Порядком разработки, реализации и финансирования межгосударственных целевых программ СНГ.

В заседании приняли участие:

– от Российской Федерации: представитель Минпромторга России, директор ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Царев В. М.; заместитель директора ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Редкозубов В. Н.; начальник отдела ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Ковынев С. Н.

– от Республики Беларусь: заместитель Председателя Государственного военно-ромышленного комитета Республики Беларусь Паферов О.С.; начальник управления по вопросам обеспечения обороны

и перспективного развития ВВСТ Госкомвоенпрома Быков И.М.; начальник отдела по вопросам военно-технической политики управления по вопросам обеспечения обороны и перспективного развития ВВСТ Госкомвоенпрома Малаховский М.А.; директор УП «СКБ «Камертон» Кобелев Г.П.; главный инженер УП «СКБ «Камертон» Синькевич В.Н.; начальник управления УП «СКБ «Камертон» Церкович И.А.

– от Республики Казахстан: представитель Национального космического агентства Республики Казахстан, вице-президент АО «НК «Казакстан Гарыш Сапары» Дюсенев С.Т.; директор Центра СВСН АО «НК «Казакстан Гарыш Сапары» Ашуров А.Е.

В ходе заседания были рассмотрены вопросы:

1. О выполнении протокола заседания национальных государственных заказчиков Межгосударственной радионавигационной программы государств-участников СНГ на период до 2012 года.
2. О результатах выполнения работ по реализации МРП в 2010 году.
3. Об отчете о ходе выполнения работ по реализации МРП в 2010 году.
4. О ходе работ по реализации МРП в 2011 году.
5. Об участии в проведении юбилейной выставки «20 лет СНГ: к новым горизонтам партнерства» 28 июня – 3 июля 2011 года.
6. Об участии в проведении в 2011 году в г. Москве научно-технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения».
7. О проведении очередного заседания национальных государственных заказчиков МРП.



По итогам обсуждения рассматриваемых вопросов приняты решения:

1. Обмен информацией между исполнителями работ проводится недостаточно оперативно, рекомендация заседания национальных государственных заказчиков от 13 – 14 октября 2010 года не всегда выполняется. Длительное время проходит процедура утверждения национальными государственными заказчиками протоколов заседаний.

Межгосударственный совет «Радионавигация» решением 35-го заседания счел возможным передать предприятиям-исполнителям работ по МРП по их запросам результаты работ, выполненных по предыдущим МРП.

В декабре 2010 года проведена рабочая встреча специалистов ФГУП «НТЦ «Интернавигация» и АО «НК «Казакстан Гарыш Сапары» по рассмотрению полученных результатов работ.

2. Организациями-исполнителями МРП были выполнены и приняты национальными государственными заказчиками этапы 6 работ в соответствии с планом 2010 года.

Определить, что итоговые отчеты по НИОКР, выполняемым в рамках МРП, должны согласовываться руководителями организаций-соисполнителей работ и утверждаться руководителями головных организаций-исполнителей работ.

Продолжить практику проведения консультаций и рабочих встреч специалистов для рассмотрения и согласования полученных результатов работ.

Головным организациям-исполнителям работ до 1 марта 2011 года организовать рабочие места для проведения видеоконференцсвязи.

3. Заказчику-координатору МРП до 27 февраля 2011 года направить национальным государственным заказчикам обращения о представлении отчетов о результатах выполнения МРП в 2010 году.

Для подготовки годового отчета о ходе выполнения МРП в 2010 году национальным государственным заказчикам представить до 1 марта 2011 года в адрес заказчика-координатора данные, предусмотренные в порядке разработки, реализации и финансирования межгосударственных целевых программ СНГ.

Заказчику-координатору до 25 марта 2011 года подготовить годовой отчет о ходе выполнения МРП в 2010 году и представить его в правительства государств-участников МРП, Исполком СНГ и Межгосударственный совет «Радионавигация».

4. Принять к сведению информацию представительных головных организаций-исполнителей работ МРП об организации работ по реализации МРП в 2011 году.

Головным организациям работ до 1 апреля 2011 года уточнить сроки представления соисполнителями работ отчетных материалов в 2010 году.

В целях организации качественного и своевременного выполнения МРП в 2011 году проводить в течение года дополнительные консультации и, при необходимости, рабочие встречи специалистов.

Головным исполнителям работ в срок до 30 марта 2011 года разработать и довести до соисполнителей согласованные план-графики выполнения работ в 2011 году.

Учитывая сложность и значительные объемы выполняемых в рамках МРП работ заказчику-координатору программы подготовить предложения по продлению срока действия программы на один год.

5. Принять к сведению информацию об участии Межгосударственного совета «Радионавигация» в юбилейной выставке «20 лет СНГ: к новым горизонтам партнерства» 28 июня – 3 июля 2011 года. Рекомендовать головным организациям-исполнителям работ МРП принять участие в выставке.

6. УП «СКБ «Камертон», АО «НК «Казакстан Гарыш Сапары» и ФГУП «НТЦ «Интернавигация» продолжить работу по привлечению к участию в работе Научно – технической конференции «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» (г. Москва, октябрь 2011 года) заинтересованных предприятий и организаций Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации.

7. Очередное заседание национальных государственных заказчиков по вопросам реализации МРП провести в августе 2011 года в Астане.



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

SESSION OF THE RADIONAVIGATION TECHNICAL COMMITTEE ON STANDARDISATION

17 марта 2011 г. в помещении ФГУП «НТЦ «Интернавигация» по адресу г. Москва, Б. Трехсвятительский пер., дом 2 состоялось очередное заседание Технического комитета по стандартизации «Радионавигация» (ТК 363).

В заседании приняли участие

От ФГУП «НТЦ «Интернавигация» Царёв В. М., директор, Волченков В. П., заместитель директора, Баздов А. К., Ковынёв С. Н.; Панферов В. В. (Федеральное космическое агентство); Бунин Г. П., Куркин Н. Н., Меламед М. М. (ФГУП «ВНИИИМАШ»); Власов В. М., Зиманов Л. Л. (МАДИ); Гладких В. М. (Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»); Кусков В. Д., Новикова Е. Л. (ФГУП «ЦНИИМАШ»); Лукоянов В. А. (ФГУП «Гос НИИ «Аэронавигация»); Маков С. В., Сазонов В. Е. (ООО «НПФ «Гейзер»); Натучи О. М. (ЗАО «КБ НАВИС»); Непоклонов В. Б. (ФГУ «27 ЦНИИ Минобороны России»); Нерябов Ю. И. (ФГУ «4 ЦНИИ Минобороны России»); Пасека И. В., Петряшев В. М. (ФГУП «ЗащитаИнфоТранс»); Полторацкий В. Е., Шатунов С. В. (ООО «М2М телематика»); Тамаркин В. М. (ОАО «НИИАС»); Тарасов Е. В. (Росжелдор); Юрасова Л. В. (ОАО «НИС»).

Повестка заседания:

1. Вступительное слово.

*Председатель ТК 363 Царев В. М.
(ФГУП «НТЦ «Интернавигация»).*

2. О состоянии разработки национальных стандартов по Программе национальной стандартизации 2010–2011 гг. и Плана-графика разработки нормативных правовых актов федерального, ведомственного и межведомственного уровня на период 2009–2011 гг., необходимых для развития и использования системы ГЛОНАСС. О необходимости ревизии стандарта ИЕС 61108-2.

*Ответственный секретарь ТК 363 Баздов А. К.
(ФГУП «НТЦ «Интернавигация»).*

3. О работе подкомитетов в 2010–2011 гг. и предложениях о включении в План-график разработки нормативных правовых актов федерального, ведомственного и межведомственного уровня на период 2012–2020 гг., необходимых для развития и использования системы ГЛОНАСС, и в Программу национальной стандартизации 2012 года разработки нормативных актов по направлению деятельности подкомитетов

Председатели подкомитетов:

- ПК – отв. секретарь ТК 363 Баздов А. К.
- ПК 2 – отв. секретарь ПК 2 Нерябов Ю. И.
- ПК 6 – председатель ПК 6 Власов В. М.
- ПК 7 – председатель ПК 7 Непоклонов В. Б.

4. Информация по включению в состав ТК 363 ФГУП «ЗащитаИнфоТранс», представитель – главный специалист, к. т. н. Пасека И. В.

Ответственный секретарь ТК 363 Баздов А. К.

5. Состояние разработки технического регламента «О безопасности применения навигационной аппаратуры гражданских потребителей ГНСС»

Ответственный секретарь ПК 2 Нерябов Ю. И.

6. Организация работы по сопровождению разработки стандартов по тематике комитета.

Председатель ТК 363 Царев В. М.

7. Разное

8. Заключительное слово.

Председатель ТК 363 Царев В. М.

Решение заседания ТК 363 после обсуждения будет опубликовано на сайте ФГУП «НТЦ «Интернавигация».



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

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

30 ноября 2010 г. в помещении ГосНИИ «Аэронавигация», по адресу 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 Левушкина Д. В. (АК «Волга-Днепр») «Применение программных средств при полетном диспетчерском управлении рейсами авиакомпании».

Доклад Бабича О. А. (МИЭА) «Сравнение спутниковых и барометрических методов измерения высоты».

Сообщение Ройзензона А. Л. (ФГУП ГосНИИ «Аэронавигация») «Основные результаты 19-го совещания рабочей группы ИКАО в октябре 2010 г. по менеджменту аэронавигационной информации».

Сообщение Соловьева Ю. А. (РОИН) «Презентация журнала «Новости навигации» № 3 2010 г.».

25 января 2011 г. в помещении ГосНИИ «Аэронавигация», по адресу г. Москва, Волоколамское шоссе, 26, состоялось совместное заседание научно-практического семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» и Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации с повесткой дня:

Доклад Михайленко О. А., Родионова В. В. (ЗАО «МВС Глобальные Телекоммуникации») «Новое поколение оборудования спутниковой связи ИНМАРСАТ для авиации».

Доклад Шаруна А. И. (а/к «ЮтЭЙР»). «Проблемы аэронавигационного обеспечения полетов вертолетов».

Сообщение Соловьева Ю. А. (РОИН). «Презентация журнала «Новости навигации» № 4 2010 г.».

УДК 621.391.26

СИГНАЛЫ ГНСС НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНОЙ МОДУЛЯЦИИ

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

Анализируются варианты модификации дальномерных сигналов ГНСС за счет перехода к модуляции с непрерывной фазой, существенно улучшающей показатели компактности спектра. Предлагается способ построения полного сигнала с непрерывной фазой, объединяющего подобно существующим компоненты с кратно различной шириной спектра.

Ключевые слова: ГНСС, сигнал, модуляция, спектр, BPSK, CPM, МЧМ, MSK

GNSS SIGNALS BASED ON SPECTRAL EFFICIENT MODULATION

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

Modifying the ranging GNSS signal by way of transfer to continuous phase modulation to gain in a spectral compactness is discussed. The overall CPM signal construction is proposed which, like the legacy signal, incorporates two components with an integer ratio of bandwidths

1. Введение

На ранних этапах развития радионавигации космического базирования компактность спектра излучаемых спутниками дальномерных сигналов не значилась среди основных приоритетов, и традиционные BPSK (ФМ) сигналы, весьма затратные в плане расходования частотного ресурса, были приняты как основа радиointерфейсов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) GPS и ГЛОНАСС. Между тем сценарии, в которых проникновение сигналов ГНСС в смежные участки спектра, отведенные другим системам, способны нарушить работу последних, реально существуют. Одним из примеров служит коллизия между сигналом диапазона L1 ГЛОНАСС и требованием Международного союза электросвязи (ITU) удержания чрезвычайно низкого уровня просачивающегося потока мощности в радиоастрономическом окне (1610.6–1613.8) МГц. Проблема в том, что полезная отдача мощного усилителя космического передатчика резко падает при наличии у сигнала амплитудной модуляции, что исключает возможность режекции запретных компонент в предварительном тракте. В настоящее время предпринимаются попытки полосовой режекции после усилителя, опять же сопровождающиеся ухудшением энергетических и массогабаритных характеристик передатчика.

Подобные вызовы имеют вероятность лишь множиться в будущем, тем более на фоне тенденции к продвижению ГНСС в новые диапазоны, в частности, в С-диапазон. Внимание к возможности такого развития событий было, к примеру, обращено в недавних публикациях [1, 2].

Радикальный путь организации навигационного сигнала с минимальным уровнем внеполосного излучения состоит в замене традиционной BPSK какой-либо разновидностью модуляции с непрерывной фазой (CPM) типа минимальной частотной модуляции (МЧМ, MSK) или ее многочисленных продвинутых аналогов. Плавное изменение комплексной амплитуды сигнала CPM имеет результатом высокую концентрацию его спектра в сочетании с отсутствием модуляции амплитуды. Благодаря этому нужда в применении фильтра после мощного усиления может вообще отпасть, или, по крайней мере, требования к подобному фильтру могут быть существенно смягчены.

Названной модификации модуляционного формата, однако, сопутствует проблема объединения в рамках полного сигнала двух составляющих, отличающихся шириной полосы. Речь идет о дальномерных сигналах общего и санкционированного доступа, имеющих разные длительности элементарного импульса (чипа). Подобная задача не связана с какими-либо трудностями в форматах BPSK или BOC, как это имеет место в GPS, Galileo, ГЛОНАСС и т.д., где каждый из компонентных сигналов модулирует свою квадратурную составляющую несущей. Так как при этом квадратурные компоненты не модулированы по амплитуде и сдвинуты по отношению друг к другу по фазе на $\pi/2$, результирующий сигнал также свободен от амплитудной модуляции. Замена BPSK на CPM означает, что элементы дальномерного сигнала — чипы — становятся непрямоугольными, а каждая из компонент — амплитудно-модулированной.

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

Сглаженные чипы квадратур, кратно отличающиеся по длительности, суммируясь, образовали бы полный сигнал с амплитудной модуляцией.

В работе предлагается способ объединения квадратурных CPM компонент с кратно различной шириной спектра, позволяющий сохранить свойственное BPSK и BOC постоянство амплитуды полного сигнала при существенном выигрыше в компактности спектра в сравнении с названными модуляционными форматами.

2. Возможная структура сигнала на основе MSK и экономия спектрального ресурса

Как хорошо известно [1, 2], MSK можно рассматривать как частный случай квадратурной ФМ со сдвигом OQPSK. В обычной OQPSK потоки прямоугольных символов (в нашем случае – чипов) в двух квадратурных ветвях сдвинуты по отношению друг к другу на половину символа. Чтобы преобразовать OQPSK в MSK, достаточно заменить прямоугольный чип чипом той же длительности, имеющим форму полуволны синуса (далее называемого синусоидальным или MSK чипом). Из-за взаимного временного сдвига изменение полярности чипов вследствие дальномерного кодирования в одной ветви происходит в момент, когда чип другой ветви проходит через точку максимума. Поэтому в силу гладкости синусоидального чипа полный сигнал, охватывающий обе ветви, не имеет скачков фазы. Кроме того, указанная форма чипа гарантирует постоянство амплитуды полного сигнала.

Для грубой оценки спектральной эффективности и уровня внеполосного излучения модуляционного формата можно привлечь понятие 99%-й полосы $W_{0,99}$, т.е. протяженности частотного отрезка, охватывающего 99% полной излучаемой мощности сигнала. Для BPSK с длительностью чипа $\Delta W_{0,99} \approx 20/\Delta$, что в десять раз превышает традиционное число $2/\Delta$, оценивающее занимаемую полосу интервалом между первыми спектральными нулями. В противоположность этому для MSK с той же длительностью чипа $W_{0,99} \approx 2,4/\Delta$, означая более чем восьмикратную экономию реально расходуемого частотного ресурса.

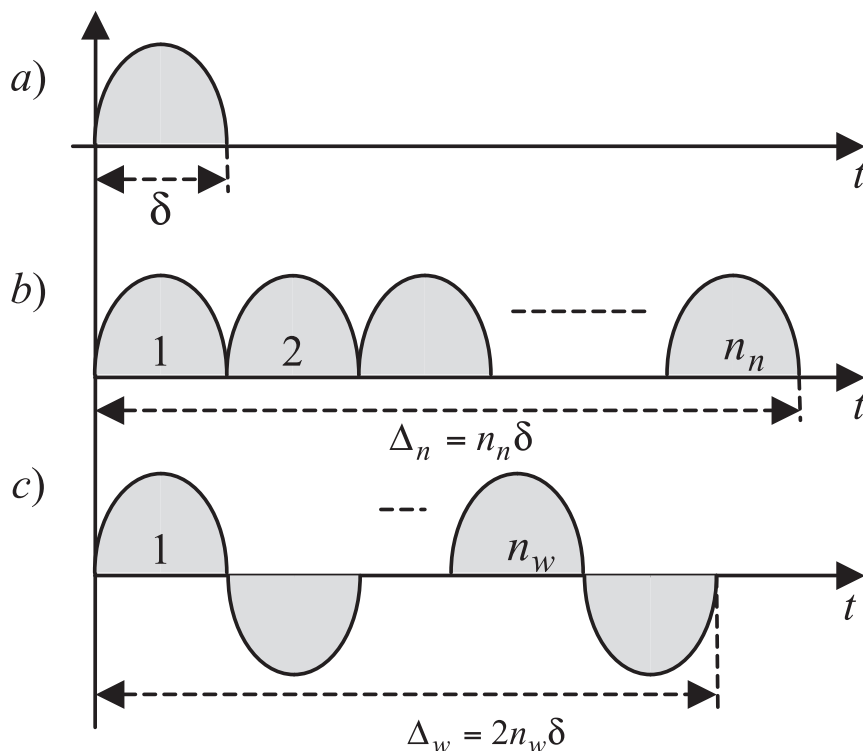


Рис. 1. Микрочип (а), чип узкополосного компонента (b) и чип широкополосного компонента в варианте BOC – MSK (c)

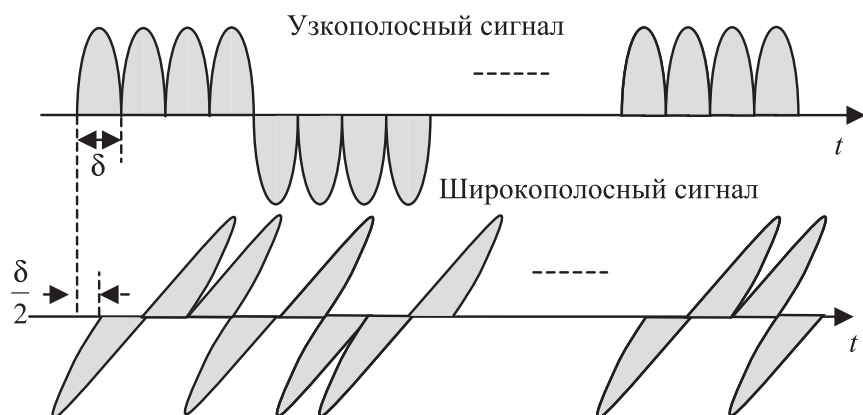


Рис. 2. Объединение компонентов в MSK сигнал

Будем полагать, что сигналы ГНСС будущего унаследуют от существующих двухкомпонентную структуру, т.е. будут содержать узкополосный («длинный» чип) и широкополосный («короткий» чип) компоненты. В то же время, как следует из сказанного ранее, чтобы прийти к суммарному сигналу MSK, чипы в обеих квадратурных ветвях должны быть полуволнами синуса одной и той же длительности. Для согласования этих требований предлагается строить и длинный, и короткий чипы из одних и тех же универсальных коротких элементов или микрочипов длительности δ (рис. 1 а). При этом чип узкополосного сигнала длительности $\Delta = \delta n_n$ есть последовательность n_n микрочипов одной и той же полярности (рис. 1 b), тогда как чип широкополосного сигнала длительности Δ_w может быть либо самим микрочипом ($\Delta_w = \delta$, рис. 1 а), либо цепочкой n_w пар микрочипов чередующегося знака ($\Delta_w = n_w$, рис. 1

с). Последняя опция соответствует реализации модуляции ВОС через MSK, полезной при необходимости частичного разнесения спектров объединяемых сигналов. Чтобы прийти к результирующему MSK сигналу, построенные названным способом компоненты следует использовать в квадратуре, т.е. модулируя ими соответственно I и Q составляющие несущей. При этом один из двух модулирующих сигналов должен запаздывать по отношению к другому на половину длительности микрочипа, как показано на рис. 2 для случая $n_n=4, n_w=1$.

В качестве важного замечания к предлагаемой конструкции узкополосного компонента подчеркнем, что в простом и дешевом приемнике нет необходимости в точном воспроизведении формы чипа рис. 1 б в опорном сигнале коррелятора. Вместо этого можно использовать обычный прямоугольный чип длительности Δ_n в обмен на энергетические потери $\gamma=\pi^2/8$, т.е. около 0,9 дБ. Другими словами, если бы в какой-то момент сигнал существующей ГНСС оказался переведенным в предлагаемый формат без изменения дальномерного кода, все эксплуатируемые коммерческие приемники сохранили бы работоспособность, не считая упомянутых небольших энергетических потерь.

3. Спектр мощности МЧМ сигнала

Классическая МЧМ, как известно [3–6], есть разновидность квадратурной ФМ со сдвигом, в которой вместо прямоугольной посылки используется косинусоидальная. Для перевода стандартных кодовых последовательностей в формат МЧМ удобно также представление МЧМ как бинарной ФМ перекрывающихся комплексных чипов с косинусоидальной действительной огибающей [7]. Таким образом, при переходе от бинарной ФМ в двух квадратурах к МЧМ прямоугольные посылки длительности δ заменяются косинусоидальными той же длительности

$$s_0(t) = \begin{cases} \sqrt{P} \cos \frac{\pi t}{\delta}, & |t| \leq \frac{\delta}{2}, \\ 0, & |t| > \frac{\delta}{2}, \end{cases} \quad (1)$$

где P – пиковая мощность сигнала.

При этом потоки чипов квадратурных компонентов смещены по отношению друг к другу на половину длительности чипа и манипулированы бинарными последовательностями $\{a_i\}, \{b_i\}, a_i, b_i = \pm 1, i = \dots, -1, 0, 1, \dots$, так что комплексная огибающая $\dot{S}(t)$ МЧМ сигнала

$$\dot{S}(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} [a_i s_0(t - i\delta) + j b_i s_0(t - i\delta - \delta/2)]. \quad (2)$$

При случайном или псевдослучайном характере последовательностей $\{a_i\}, \{b_i\}$ спектр мощности МЧМ сигнала повторяет спектр мощности чипа. Поскольку спектр последнего

$$\begin{aligned} \tilde{s}_0(f) &= \sqrt{P} \int_{-\frac{\delta}{2}}^{\frac{\delta}{2}} \cos \frac{\pi t}{\delta} \exp(-j2\pi f t) dt = \\ &= 2\sqrt{P} \int_0^{\frac{\delta}{2}} \cos \frac{\pi t}{\delta} \cos(2\pi f t) dt = \\ &= \sqrt{P} \int_0^{\frac{\delta}{2}} \cos \left[2\pi t \left(f - \frac{1}{2\delta} \right) \right] dt + \\ &+ \sqrt{P} \int_0^{\frac{\delta}{2}} \cos \left[2\pi t \left(f + \frac{1}{2\delta} \right) \right] dt = \\ &= \sqrt{P} \frac{\sin \left(\pi f \delta - \frac{\pi}{2} \right)}{2\pi f - \frac{\pi}{\delta}} + \sqrt{P} \frac{\sin \left(\pi f \delta + \frac{\pi}{2} \right)}{2\pi f + \frac{\pi}{\delta}} = \\ &= -\frac{2\pi\sqrt{P}}{\delta} \cdot \frac{\cos \pi f \delta}{(2\pi f)^2 - \left(\frac{\pi}{\delta} \right)^2} \end{aligned}$$

или

$$\tilde{s}_0(f) = \frac{2\sqrt{P}\delta}{\pi} \cdot \frac{\cos \pi f \delta}{1 - (2f\delta)^2}, \quad (3)$$

для спектра мощности МЧМ сигнала $\tilde{G}_0(f)$ получается

$$\tilde{G}_0(f) = \frac{|\tilde{s}_0(f)|^2}{\delta} = \frac{4P\delta}{\pi^2} \cdot \frac{\cos^2 \pi f \delta}{[1 - (2f\delta)^2]^2}. \quad (4)$$

На рис. 3 сплошной линией показана зависимость (в децибелах) нормированного спектра (4) $\tilde{G}_0(f)/P\delta$ от нормированной частоты $f\delta$.

Сравнение ее с аналогичной кривой для ФМ сигнала (прямоугольный чип той же длительности, пунктир), построенной согласно равенству

$$\tilde{G}_0(f) = P\delta \left(\frac{\sin \pi f \delta}{\pi f \delta} \right)^2,$$

демонстрирует убывание спектра мощности МЧМ сигнала с частотой в темпе 40 дБ на декаду, что (в логарифмической мере) вдвое выше скорости спада спектра ФМ сигнала. Физически это объясняется скругленностью фронтов МЧМ-чипа, исключающей разрывы комплексной огибающей (2). Как результат, фактическая полоса, занимаемая МЧМ сигналом, оказывается гораздо уже таковой для ФМ сигнала при той же длительности чипа. Если, как это часто делается, реальной полосой сигнала считать частотный интервал, содержащий 99% его полной мощности, полосы МЧМ (W_{msk}) и ФМ (W_{psk}) сигналов составят соответственно [6]

$$W_{msk} \approx \frac{2,4}{\delta}, \quad W_{psk} \approx \frac{20}{\delta}. \quad (5)$$

Тем самым МЧМ сигнал примерно на порядок превосходит ФМ сигнал в части компактности спектра.

4. Составные чипы на базе МЧМ и их спектры мощности

Формирование «узкополосного» или более протяженного чипа сигнала повторением нескольких (n_{mc}) элементарных чипов иллюстрируется рис. 4 а. Спектр $\tilde{s}_1(f)$ подобного составного чипа (назовем его знакопостоянным) можно найти как

$$\tilde{s}_1(f) = \tilde{s}_0(f) \sum_{i=0}^{n_{mc}-1} \exp(-j2\pi f i \delta),$$

откуда

$$|\tilde{s}_1(f)| = |\tilde{s}_0(f)| \left| \frac{\sin \pi f n_{mc} \delta}{\sin \pi f \delta} \right|.$$

Совместно с (3) это позволяет найти спектр мощности $\tilde{G}_0(f)$ сигнала, образованного манипуляцией составных чипов такого типа:

$$\begin{aligned} \tilde{G}_1(f) &= \frac{|\tilde{s}_1(f)|^2}{n_{mc} \delta} = \\ &= \frac{4P\delta}{\pi^2 n_{mc}} \left| \frac{\cos \pi f \delta}{1 - (2f\delta)^2} \right|^2 \left| \frac{\sin \pi f n_{mc} \delta}{\sin \pi f \delta} \right|^2 = \\ &= \frac{4P\delta}{\pi^2 n_{mc}} \left| \frac{\text{ctg} \pi f \delta}{1 - (2f\delta)^2} \right|^2 \sin^2(\pi f n_{mc} \delta). \end{aligned} \quad (6)$$

Другой вариант составных чипов из тех же микрочипов нужен для построения широкополосного сигнала (ШС) таким образом, чтобы спектрально разнести его с узкополосным сигналом (УС). Для создания спектральных провалов ШС, в которых можно было бы локализовать спектр УС, можно использовать конструкцию, подобную модуляции ВОС, но с заменой меандра отрезком гармонического колебания той же частоты, составленного из прежних МЧМ микрочипов (рис. 4 б). Согласно принятой символике [8–10] в записи ВОС (n_m, n_c) первое обозначение n_m соответствует кратности между частотой используемого меандра и базовой частотой чипов С/А кода GPS $f_c = 1,023$ МГц. Если частично заимствовать эту нотацию, то при использовании для предлагаемого формата модуляции записи MSK-ВОС (n_m, n_c) первый символ покажет частоту гармонического колебания в полученном составном чипе, отнесенную к частоте f_c , а второй – число составных чипов, укладываемых на длительности $1/f_c$ чипа С/А кода GPS. Назвав составной чип этого вида знакопеременным,

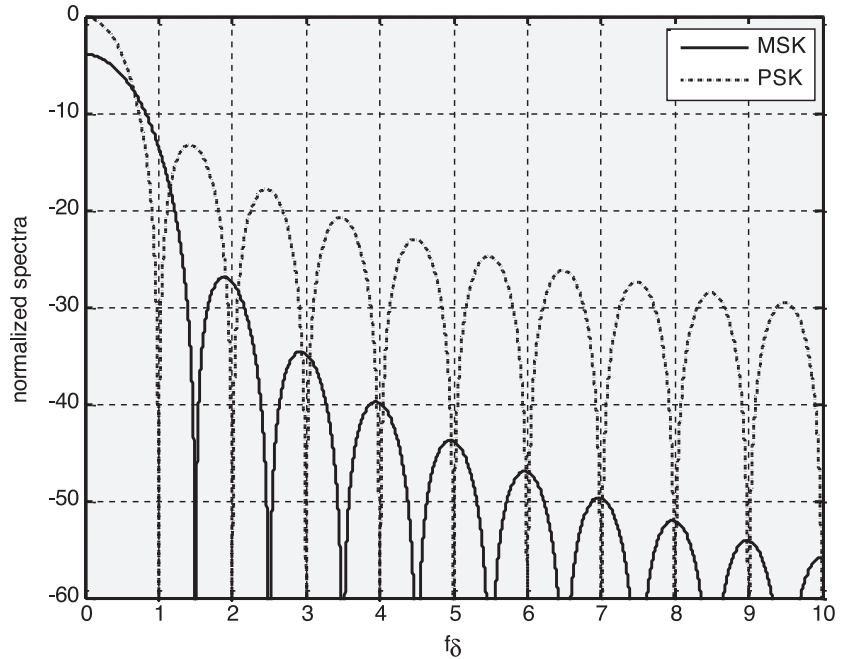


Рис. 3. Спектры мощности МЧМ и ФМ

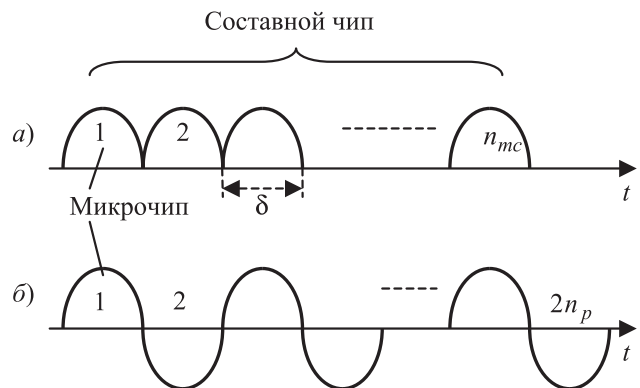


Рис. 4. К построению составных чипов из МЧМ микрочипов

учтем, что при числе периодов гармонического колебания в нем, равном $n_p = n_m / n_c$, число образующих его микрочипов составит $2n_p$ (см. рис. 4 б). Спектр $\tilde{s}_1(f)$ знакопеременного чипа

$$\begin{aligned} \tilde{s}_2(f) &= \tilde{s}_0(f) [1 - \exp(-j2\pi f \delta)] \times \\ &\times \sum_{i=0}^{n_p-1} \exp(-j2\pi f i 2\delta), \end{aligned}$$

так что

$$|\tilde{s}_2(f)| = 2|\tilde{s}_0(f)| \left| \sin \pi f \delta \frac{\sin 2\pi f n_p \delta}{\sin 2\pi f \delta} \right|,$$

и из (4) для спектра мощности $\tilde{G}_0(f)$ чипа следует

$$\tilde{G}_2(f) = \frac{|\tilde{s}_2(f)|^2}{2n_p \delta} = \frac{2P\delta}{\pi^2 n_p} \left| \frac{\sin 2\pi f n_p \delta}{1 - (2f\delta)^2} \right|^2. \quad (7)$$

Подчеркнем опять, что длительности микрочипов сигналов ОД и СД должны быть строго одинаковы,

а это значит, что при удержании общей длительности знакопостоянного чипа, равной длительности базового чипа $1/f_c$, число микрочипов в нем n_{mc} жестко связывается с параметром n_m модуляции MSK-BOC (n_m, n_c) (т.е. числом периодов гармонического колебания на базовый чип) как $n_{mc}=2n_m$. Ориентируясь именно на этот случай, будем далее обозначать формат модуляции с использованием знакопостоянных МЧМ чипов как MSK ($2n_m$), фиксируя этим тот факт, что число микрочипов на полной длительности знакопостоянного чипа $1/f_c$ строго определено выбором частоты гармонического колебания знакопеременного чипа.

Остановимся на деталях спектров (6), (7), существенных для последующего выбора параметров модуляционного формата сигналов КА. Во-первых, спектр (6) знакопостоянного чипа по мере роста длины в числе микрочипов n_{mc} отчетливо концентрируется вокруг частот $f=k/\delta$, $k=0, \pm 1, \dots$, причем ширина расположенных на этих частотах пиков равна примерно $2/(n_{mc}\delta)$. Как иллюстрация этому, на рис. 5 приведены кривые нормированного спектра мощности $\tilde{G}_0(f)/P\delta$ в децибелах в зависимости от нормированной частоты $f\delta$ для трех значений n_{mc} . Во-вторых, обратившись к рис. 6, на котором даны зависимости доли b_F полной мощности рассматриваемого чипа в интервале полуширины F , можно видеть, что реальной (99-процентной) полосой W_1 знакопостоянного чипа можно считать величину $W_1 \approx 2,2/\delta$, практически совпадающую с полосой одиночного МЧМ чипа (см. (5)).

В отличие от предыдущего случая спектр (7) знакопеременного чипа (рис. 7) имеет основной лепесток ширины $1/(n_p\delta)$ на частоте $f=1/2\delta$ и боковые лепестки ширины $1/(n_p\delta)$, первые из которых отстоят от главного на $\pm 3/(4n_p\delta)$, а остальные следуют с периодом $1/(2n_p\delta)$. Вместе с тем, как видно из рис. 8, реальная (99-процентная) полоса этого чипа может считаться равной $W_2 \approx 2/\delta$.

Как резюме по работе, можно сформулировать следующие выводы:

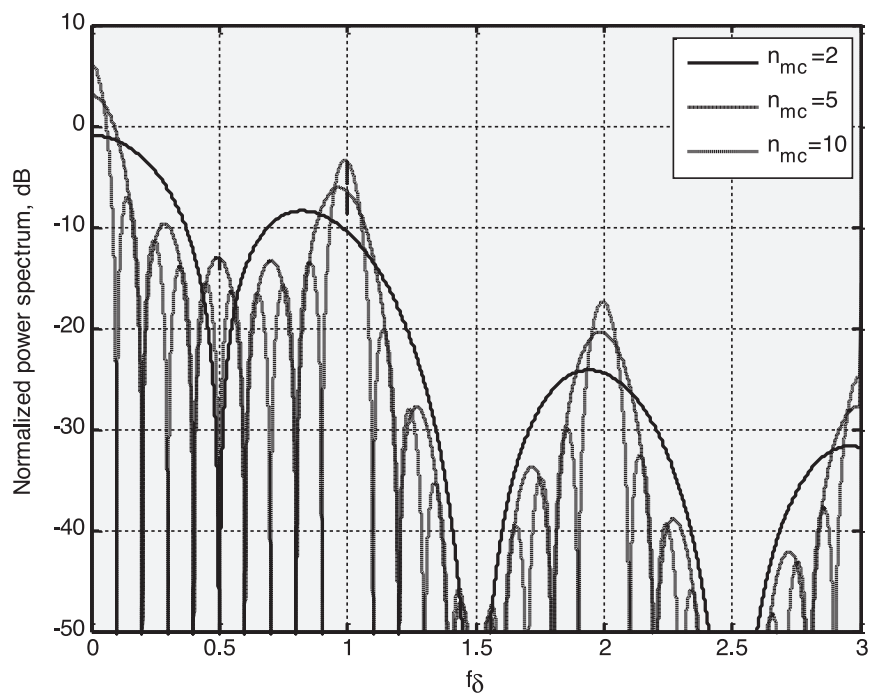


Рис. 5. Нормированные спектры мощности знакопостоянного чипа

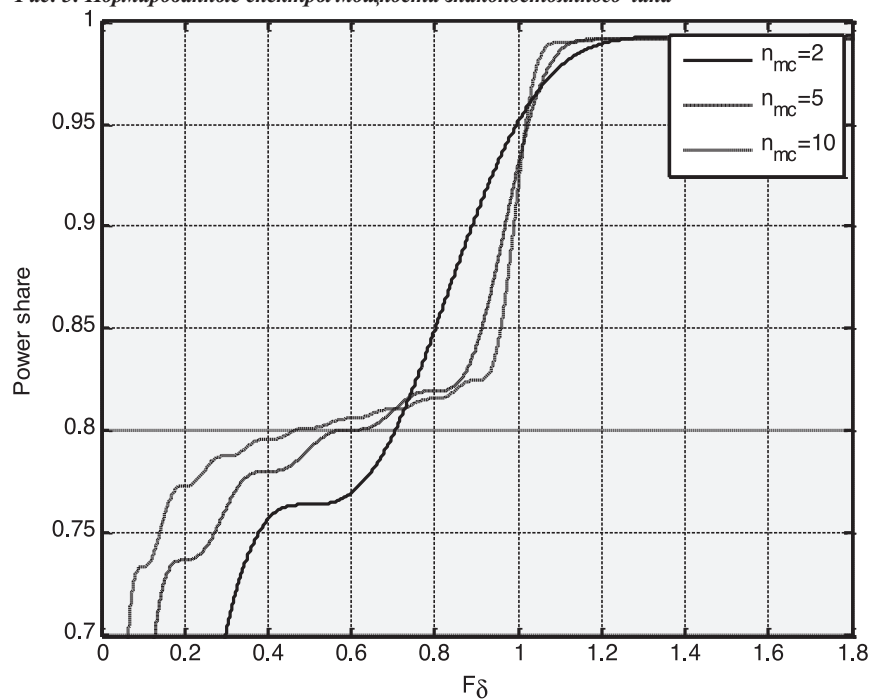


Рис. 6. Доля полной мощности в полосе полуширины F для спектра (6)

- Формирование чипов узкополосного (общедоступного) и широкополосного дальномерных компонентов в виде цепочек, содержащих разное число стандартных микрочипов, позволяет сконструировать полный навигационный сигнал, сочетающий компактность спектра с постоянством мгновенной амплитуды.
- Сигналы предлагаемой структуры позволяют сузить реально занимаемую полосу в сравнении с BPSK прототипом примерно на порядок.
- Полученные результаты относятся к простейшей версии CPM, а именно MSK. Переход к более продвинутым форматам модуляции с непрерывной

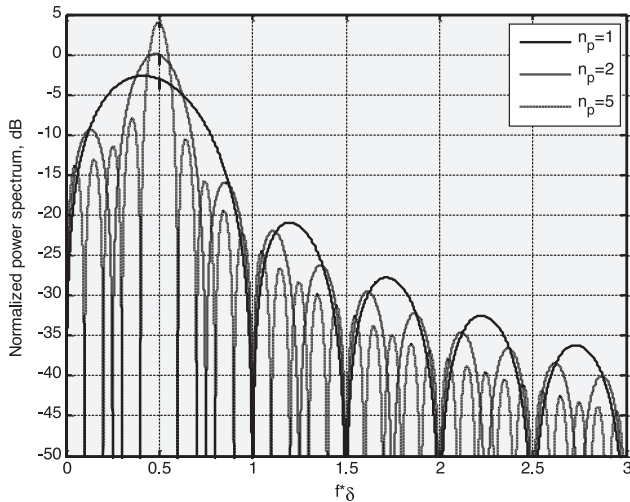


Рис. 7. Нормированные спектры мощности знакопеременного чипа

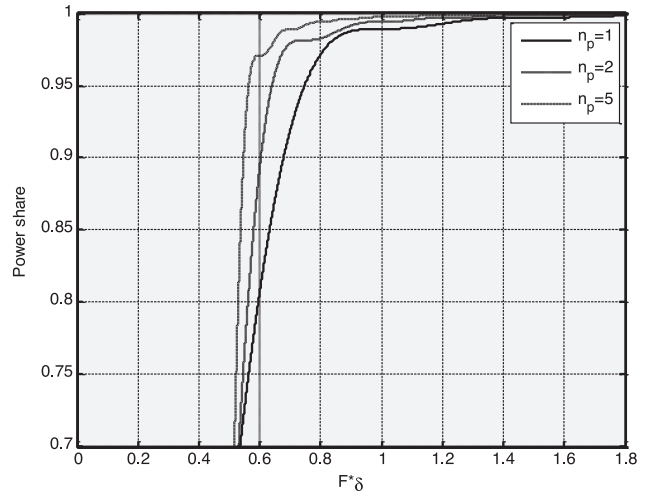


Рис. 8. Доля полной мощности в полосе полуширины F для спектра (7)

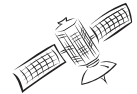
фазой потенциально увеличит выигрыш в компактности спектра.

— В недорогих коммерческих приемниках нет

необходимости в точности воспроизводить форму чипа общедоступного компонента, если использовать в опоре коррелятора прямоугольные чипы в обмен на энергетические потери в пределах 0,9 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Avila-Rodriguez J.-A. and Wallner S., Won J.-H., Eissfeller B., Shmitz-Peiffer A., Floch J.-J., Colzy E. and Gerner J.-L. Study on a Galileo Signal and Service Plan for C-band //Proc. of GNSS 2008, Toulouse, France, April 22 – 25, 2008.
2. Shmitz-Peiffer A. and Fernández A., Eissfeller B., Lankl B., Colzy E., Floch J.-J., Won J.-H., Avila-Rodriguez J.-A., Stopfkuchen F., Anghileri M., Balbach O., Jorgensen R., Wallner S. and Shüler T. Architecture for a Future C-band/L-band GNSS Mission. Part 2: Signal Considerations and Related User Terminal Aspects //Inside GNSS, v.4, №4, pp. 52 – 63, July/August 2009.
3. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер с англ.— М.: Радио и связь, 2000.
4. Складар Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Пер с англ.— М.: Вильямс, 2003.
5. Волков Л. Н., Немировский М. С., Шинаков Ю. С. Системы цифровой связи.— М.: Эко-Трендз, 2005.
6. Системы мобильной связи /В. П. Ипатов, В. К. Орлов, И. М. Самойлов, В. Н. Смирнов; Под ред. В. П. Ипато-ва.— М.: Горячая линия-Телеком, 2003.
7. Ипатов В. П., Корниевский В. И., Шутов В. К. Эквивалентность задач синтеза двоичных шумоподобных сигналов с фазовой и минимально частотной манипуляцией //Радиотехника и электроника, т. 34, 1989, № 7, с. 1402 – 1407.
8. Betz J. W., et. al. description of the L1C signal //ION GNSS 19th International Meeting of the Satellite division, 26 – 29 September 2006, Fort Worth, TX, pp. 2080 – 2091.
9. Interface Specification/Navstar GPS Space Segment/User Segment L1 Interfaces. draft IS-GPS-800, 19 April 2006.
10. Ярлыков М. С. Меандровые шумоподобные сигналы (ВОС-сигналы) в новых спутниковых радионавигационных системах //Радиотехника, 2007, № 8, с. 3 – 12.



Замечание рецензента проф. М. С. Ярлыкова

Конструкция составных чипов с использованием МЧМ микрочипов (рис. 4, б) соответствует известной модуляции LOC (linear offset carrier). См., например:

1. Betz J. W. The Offset Carrier Modulation for GPS Modernization.— Proceeding of the National Technical Meeting of the Institute of Navigation (ION – NTM'99), January 1999.
2. Rebeyrol E., Julien O., Macabiau Ch. et al. //Galileo Civil Signal Modulations.— GPS Solutions. 2007. V.11. № 3.
3. Shivaramaiah N. C., Dempster A. G. //The Galileo E5 AltBOC: Understanding the Signal Structure.— Proc. International Global Navigation Satellite System Society Symposium 2009 (IGNSS 2009), Queensland, Australia. 1–3 Dec. 2009. Queensland, Australia: IGNS, 2009. P. 70.



УДК 629.7

МАЛОГАБАРИТНАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА БИСНС-1ТМ: СТРУКТУРА, АЛГОРИТМЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ¹

*К. К. Веремеенко, Д. А. Антонов, М. В. Жарков, Р. Ю. Зимин², О. П. Белобородов,
А. Ю. Чернодубов³*

Беспилотные летательные аппараты (БЛА), в том числе отечественной разработки, все активнее начинают использоваться в различных народнохозяйственных, научных и других приложениях. Одним из основных вопросов при разработке образцов такой техники является создание бортового малогабаритного навигационного комплекса требуемой точности и надежности. В статье приводятся разработанные структура, алгоритмы и математические модели интегрированной навигационной системы БИСНС-1ТМ, предназначенной для установки на борт БЛА серии «Дозор» производства ЗАО «Транзас-Авиация», а также результаты ее летных испытаний.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, БЛА, бесплатформенная инерциальная навигационная система, БИНС, спутниковая навигационная система, интегрированная навигационная система, оптимальная обработка информации

BISNS-1TM SMALL SIZED INTEGRATED NAVIGATION SYSTEM: DESIGN, ALGORITHMS AND TEST RESULTS

*K. K. Veremeenko, D. A. Antonov, M. V. Zharkov, R. Yu. Zimin, O. P. Beloborodov,
A. Yu. Tchernodubov*

Unmanned Aerial Vehicles (UAV), including ones designed in Russia, are more and more actively used in various economic, scientific and other applications. When developing samples of such systems, one of the basic problems is creation of an onboard small-sized navigation complex of desired accuracy and reliability. The paper presents the structure, algorithms and mathematical model of integrated navigation system BISNS-1TM intended for installation onboard of «Dozor» UAVs manufactured by Joint-Stock Company «Tranzas-Aviation», and results of its flight tests also

1. Введение: общая характеристика проекта

ЗАО «Транзас-Авиация» в течение ряда лет ведет разработку комплексов беспилотных летательных аппаратов серии «Дозор» [1]. Комплексы предназначены для ведения воздушного наблюдения бортовыми средствами беспилотных летательных аппаратов (БЛА), сбора и передачи информации о заданных объектах и районах с последующей ее обработкой. При этом могут решаться различные народнохозяйственные задачи: мониторинг чрезвычайных ситуаций и их последствий; поиск пострадавших и доставка груза; дистанционный контроль теплотрасс, линий электропередач, нефте- и газопроводов, железных и автомобильных дорог, лесных массивов и сельскохозяйственных угодий; вскрытие ледовой обстановки; геологоразведка; проведение съемки для цифровой картографии; осуществление

производственно-экологического мониторинга; охрана объектов и районов; патрулирование сухопутных и морских границ и много других.

В таблице 1 приведены основные технические характеристики одного из относительно небольших аппаратов этой серии [1].

Аппарат может нести целевую нагрузку максимальным полезным весом до 8 кг. В стандартный комплект аппарата входят автоматическая цифровая камера высокого разрешения, видеокамера переднего обзора, видеокамера бокового обзора, тепловизор ближнего и дальнего действия. Помимо этого на аппарате могут размещаться сменные модули: газоанализаторы, магнитометры, счетчик Гейгера и др.

Для информационного обеспечения полета и работы целевой нагрузки БЛА оснащается пилотажно-навигационным комплексом (ПНК), который

¹ Статья подготовлена на основе доклада на конференции Межгосударственного Совета «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российского общественного института навигации и Московского автодорожного института «Тенденции и гармонизация развития радионавигационного обеспечения» 10.11.2010.

² К. К. Веремеенко – к.т.н., доцент, заместитель декана факультета, Д. А. Антонов – н.с., ст. преподаватель., М. В. Жарков – ст. преподаватель., Р. Ю. Зимин – н.с.; Московский авиационный институт (государственный технический университет).

³ О. П. Белобородов – заместитель генерального директора, А. Ю. Чернодубов – главный конструктор, ООО «Транзас-Телематика»

Таблица 1

Технические характеристики аппарата

| | |
|---------------------------------------|--|
| Максимальная взлетная масса | 38 кг |
| Длина | 2,6 м |
| Высота | 0,9 м |
| Размах крыла | 4,4 м |
| Тип двигателя | 3W 56, внутреннего сгорания, двухтактный |
| Мощность | 5,5 л.с. |
| Ресурс | 3000 ч |
| Высота полета | до 4000 м |
| Крейсерская скорость | 130...150 км/ч |
| Минимальная безопасная скорость | 80 км/ч |
| Максимальная продолжительность полета | 10 ч |
| Максимальная дальность полета | 1000 км |
| Способ старта | по-самолетному |
| Способ посадки | по-самолетному (аварийно – на парашюте) |
| Длина пробега | 60 м |

содержит: модуль автопилота, малогабаритную интегрированную навигационную систему, представляющую собой бесплатформенную инерциальную навигационную систему (БИНС) со встроенным ГЛОНАСС/GPS приемником, накопитель полетной информации, навигационный процессор с программным обеспечением комплекса. Облик ПНК, способного работать с требуемыми характеристиками на борту описанного аппарата, и исследование его особенностей являются предметом настоящей статьи.

2. Выбор варианта построения системы

С целью обоснованного выбора элементной базы и структуры ПНК БЛА был проведен анализ различных его конфигураций на основе имитационного моделирования. Результаты сведены в таблицу 2.

Рассматривались варианты грубой микро-электромеханической (МЭМС) БИНС с уровнем дрейфов гироскопов сотни градусов в час, точной микро-электромеханической БИНС с уровнем дрейфов гироскопов порядка 10 град/ч, БИНС на волоконно-оптических гироскопах (ВОГ) или на лазерных гироскопах (ЛГ) с уровнем дрейфа гироскопов порядка 0,05...0,1 град/ч. В качестве корректора в различных вариантах рассматривались глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) как в стандартном, так и в дифференциальном режимах, система воздушных сигналов (СВС), магнитный компас (МК) или магнитометр.

На рис. 1 приведены для примера ошибки определения параметров МЭМС БИНС в корректируемом от ГНСС режиме. На рис. 2 приведены погрешности

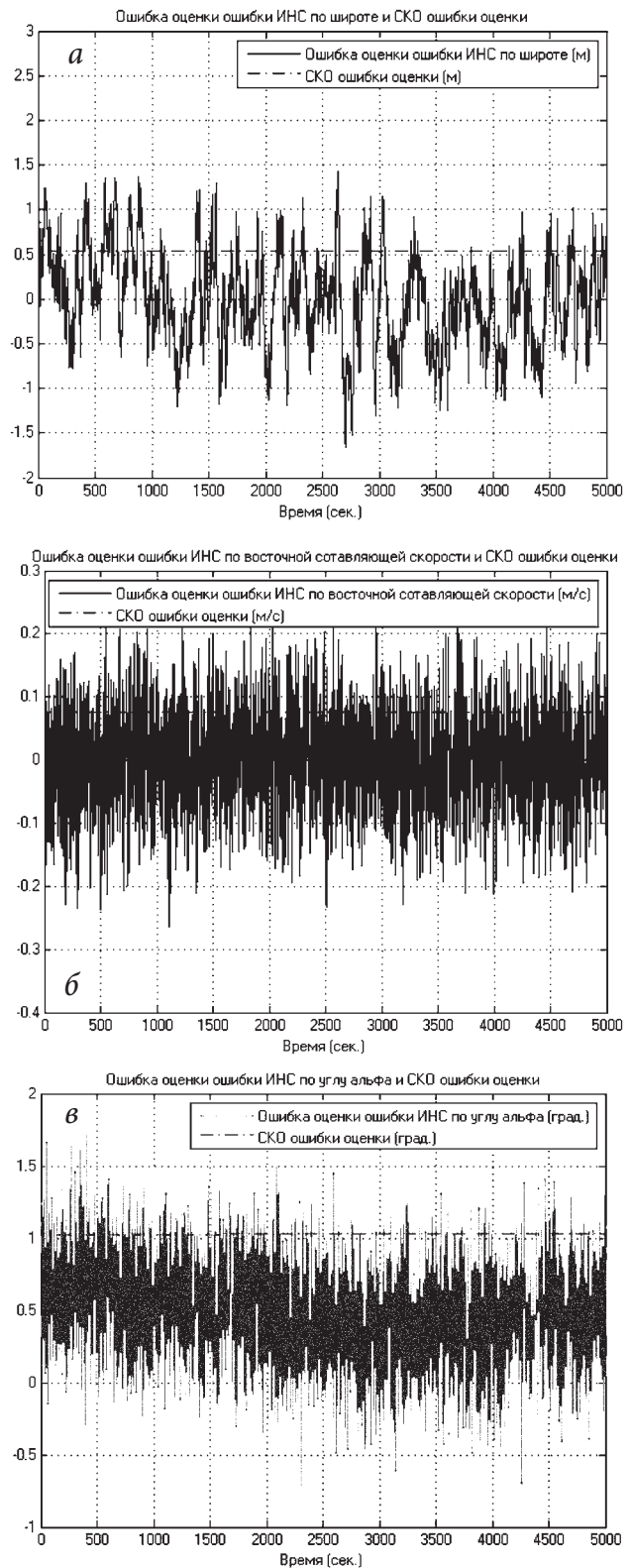


Рис. 1. Ошибки комплекса по координате (а), скорости (б), ориентации в горизонте (в)

азимутального автономного (а) и корректируемого от МК (б) канала этой БИНС.

По совокупности параметров, включающих точностные характеристики, массогабаритные и стоимостные показатели, был выбран вариант БИНС на точных микро-электромеханических гироскопах. Общая структура системы приведена на рис. 3.

Таблица 2

Варианты состава ПНК и их характеристики

| Вариант комплекса | Точность (СКО) | Координаты, м | Скорость, м/с | Тангаж/крен, градусы | Курс, градусы |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Грубая МЭМС БИНС/ГНСС/МК | | 0,6 | 0,08 | 1,1 | 0,8 (без МК: 30 за 30 сек) |
| Точная МЭМС БИНС/ГНСС/МК | | 0,5 (автоном.: 1000 м за 100с) | 0,01 (автоном.: 17 м/с за 100 с) | 0,0 (автоном.: 0,5° за 600 с) | 0,2 |
| Грубая МЭМС БИНС/RTK ГНСС/ МК | | 0,15 | 0,07 | 1 | 0,7 |
| Грубая МЭМС БИНС/Многоантенная ГНСС | | 0,5 | 0,07 | 0,3 | 0,5 |
| ВОГ (ЛГ) БИНС/ГНСС/МК | | 0,5 | 0,01 | 0,06 | 0,1 |
| Грубая МЭМС БИНС/СВС/МК | | 50 за 500 сек | 0,8 | 1,2 | 0,7 |
| Точная МЭМС БИНС/СВС/МК | | 40 за 500 сек | 0,1...0,3 | 0,07 | 0,1...0,2 |

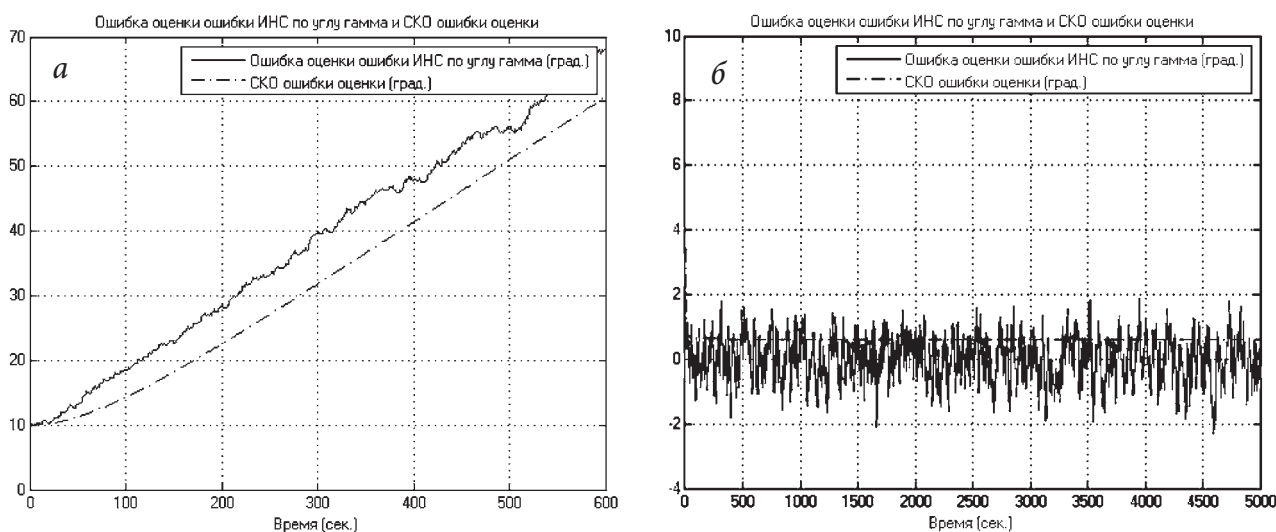


Рис. 2. Ошибки азимутального канала комплекса: автономного (а), корректируемого МК (б)

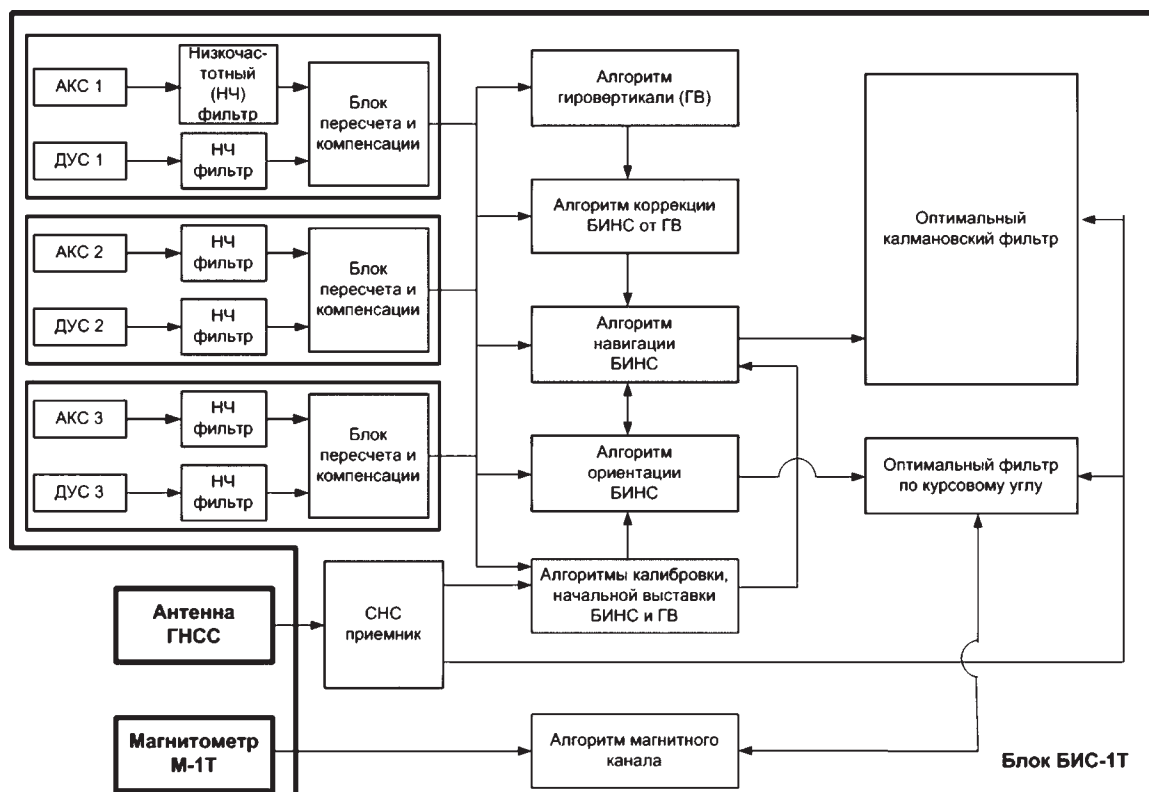


Рис. 3. Общая структура системы

3. Особенности структуры системы

Информационную основу инерциальной части системы составляют три однотипных одноосевых измерителя параметров движения, содержащего микро-электромеханические гироскоп и акселерометр с низкочастотными фильтрами и блоком пересчета и компенсации погрешностей. Конструктивно каждый измеритель представляет собой отдельную плату. Три таких платы, размещенные взаимно ортогонально, образуют инерциальный измерительный модуль,

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ (\Omega_y^2 + \Omega_z^2 - \omega_0^2) & (\dot{\Omega}_z - \Omega_x \cdot \Omega_y) & -(\dot{\Omega}_y + \Omega_x \cdot \Omega_z) & 0 & 2\Omega_z & -2\Omega_y \\ -(\dot{\Omega}_z + \Omega_x \cdot \Omega_y) & (\Omega_x^2 + \Omega_z^2 - \omega_0^2) & (\dot{\Omega}_x - \Omega_y \cdot \Omega_z) & -2\Omega_z & 0 & 2\Omega_x \\ (\dot{\Omega}_y - \Omega_x \cdot \Omega_z) & -(\dot{\Omega}_x + \Omega_y \cdot \Omega_z) & (\Omega_x^2 + \Omega_y^2 + 2\omega_0^2) & 2\Omega_y & -2\Omega_x & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & \delta & -\beta \\ -\delta & 0 & \alpha \\ \beta & -\alpha & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ \Delta n_x \\ \Delta n_y \\ \Delta n_z \end{pmatrix}; \quad (1)$$

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \Omega_z & -\Omega_y \\ -\Omega_z & 0 & \Omega_x \\ \Omega_y & -\Omega_x & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta \Omega_x \\ \Delta \Omega_y \\ \Delta \Omega_z \end{pmatrix}; \quad (2)$$

служащий источником информации для БИНС.

Информация с модуля используется в алгоритме БИНС, реализованном в основном процессоре комплекса. Помимо алгоритма БИНС в процессоре реализован алгоритм гировертикали (ГВ), использующийся в процессе автономной работы БИНС для ее коррекции при равномерном прямолинейном полете.

В состав комплекса включен OEM-приемник ГНСС с внешней антенной, использующийся как для выдачи показаний, так и для оптимальной коррекции БИНС, которая реализована на основе оптимального фильтра Калмана (ОФК). Алгоритм ОФК с вектором состояния размерности 13–15 реализован также в основном процессоре комплекса.

Для обеспечения работы курсового канала в комплексе предусмотрен внешний магнитный компас, что позволяет размещать его в месте, наименее подверженном электромагнитным помехам.

Основным режимом работы комплекса является режим БИНС, корректируемой от ГНСС. Кратковременно (до нескольких десятков секунд, настраивается отдельным параметром) предусмотрена автономная работа БИНС. В основном режиме комплекс выдает информацию о координатах, высоте, проекциях относительной скорости на оси сопровождающего геодезического трёхгранника, углы тангажа, крена, путевого угла, магнитного и истинного курса.

4. Математические модели и алгоритмы системы

Основным режимом работы создаваемого комплекса является инерциально-спутниковый режим, при котором ведется коррекция ошибок БИНС. В силу ограниченности объема статьи здесь не приводятся общие алгоритмы работы БИНС,

использованные в системе. В случае необходимости их можно найти, например, в монографии [2]. Приведем лишь уравнения ошибок БИНС, которые служат основой для разработки алгоритмов комплексной обработки информации, основанных на процедуре ОФК. В соответствии с [2] ошибки трехканальной БИНС (с вертикальным каналом) можно описать системой дифференциальных уравнений в векторно-матричном виде в географической системе координат (1,2):

где x_1, x_2, x_3 – погрешности БИНС в определении координат; x_4, x_5, x_6 – производные компонентов x_1, x_2, x_3 ; α, β, γ – угловые погрешности ориентации измерительного трёхгранника относительно вычисленного, компоненты вектора малого поворота $\bar{\Theta} = [\alpha, \beta, \gamma]$; $\Delta n_{x,y,z}, \Omega_{x,y,z}$ – погрешности акселерометров и гироскопов, приведённые к осям горизонтальной системы координат, в которой ведётся решение уравнений ошибок; ω_0 – собственная частота колебаний ошибок БИНС, частота Шулера ($\omega_0 = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$); $\Omega_{x,y,z}$ и $\dot{\Omega}_{x,y,z}$ – проекции вектора абсолютной угловой скорости вращения выбранного трёхгранника и их производные.

Приведение инструментальных ошибок гироскопов и акселерометров в системах (1) и (2) производится их проектированием из приборных осей в географические:

$$\begin{aligned} \Delta n_x &= C_{11} \cdot \Delta n_1 + C_{12} \cdot \Delta n_2 + C_{13} \cdot \Delta n_3 \\ \Delta n_y &= C_{21} \cdot \Delta n_1 + C_{22} \cdot \Delta n_2 + C_{23} \cdot \Delta n_3, \\ \Delta n_z &= C_{31} \cdot \Delta n_1 + C_{32} \cdot \Delta n_2 + C_{33} \cdot \Delta n_3 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \Delta \Omega_x &= C_{11} \cdot \Delta \Omega_1 + C_{12} \cdot \Delta \Omega_2 + C_{13} \cdot \Delta \Omega_3 \\ \Delta \Omega_y &= C_{21} \cdot \Delta \Omega_1 + C_{22} \cdot \Delta \Omega_2 + C_{23} \cdot \Delta \Omega_3, \\ \Delta \Omega_z &= C_{31} \cdot \Delta \Omega_1 + C_{32} \cdot \Delta \Omega_2 + C_{33} \cdot \Delta \Omega_3 \end{aligned} \quad (4)$$

где $\Delta n_1, \Delta n_2, \Delta n_3, \Delta \Omega_1, \Delta \Omega_2, \Delta \Omega_3$ – инструментальные ошибки акселерометров и гироскопов в проекциях на связанные оси, C_{ij} – элементы матрицы направляющих косинусов между приборными осями и выбранной вращающейся системой координат.

Совокупность уравнений (1) – (4) образует математическую модель ошибок БИНС. Для проведения анализа и настройки ОФК в этих уравнениях

надо задаться также моделью ошибок гироскопов $\Delta\Omega_1, \Delta\Omega_2, \Delta\Omega_3$ и акселерометров $\Delta n_1, \Delta n_2, \Delta n_3$. Погрешности акселерометров $\Delta n_1, \Delta n_2, \Delta n_3$ представляются в виде [2]:

$$\begin{aligned} \Delta n_1 &= \mu_{11} + \mu_{12} + n_1 \mu_{13} + n_2 \mu_{14} + n_3 \mu_{15} + n_1^2 \mu_{16} \\ \Delta n_2 &= \mu_{21} + \mu_{22} + n_1 \mu_{23} + n_2 \mu_{24} + n_3 \mu_{25} + n_2^2 \mu_{26}, \quad (5) \\ \Delta n_3 &= \mu_{31} + \mu_{32} + n_1 \mu_{33} + n_2 \mu_{34} + n_3 \mu_{35} + n_3^2 \mu_{36}, \end{aligned}$$

где $\mu_{i,1}$ ($i=1,2,3$) – постоянные смещения нуля акселерометров; $\mu_{i,2}$ ($i=1,2,3$) – измерительные шумы акселерометров; $\mu_{i,i+2}$ ($i=1,2,3$) – погрешности масштабных коэффициентов акселерометров; $\mu_{i,6}$ ($i=1,2,3$) – ошибки нелинейности акселерометров, $\mu_{14}, \mu_{15}, \mu_{23}, \mu_{25}, \mu_{33}, \mu_{34}, \mu_{14}$ – коэффициенты неортогональности и перекося осей чувствительности акселерометров.

Ошибки гироскопов $\Delta\Omega_1, \Delta\Omega_2, \Delta\Omega_3$ могут быть представлены в следующем виде [2]:

$$\begin{aligned} \Delta\Omega_1 &= \vartheta_{11} + \vartheta_{12} + \vartheta_{13} + n_1 \vartheta_{14} + n_2 \vartheta_{15} + n_3 \vartheta_{16} + \Omega_1 \vartheta_{17} + \\ &+ \Omega_2 \vartheta_{18} + \Omega_3 \vartheta_{19} + \Omega_2^2 \vartheta_{1,10} + \Omega_2^2 \vartheta_{1,11} + \Omega_2^2 \vartheta_{1,12} \\ \Delta\Omega_2 &= \vartheta_{21} + \vartheta_{22} + \vartheta_{23} + n_1 \vartheta_{24} + n_2 \vartheta_{25} + n_3 \vartheta_{26} + \Omega_1 \vartheta_{27} + \\ &+ \Omega_2 \vartheta_{28} + \Omega_3 \vartheta_{29} + \Omega_1 \vartheta_{2,10} + \Omega_2 \vartheta_{2,11} + \Omega_3 \vartheta_{2,12} \quad (6) \\ \Delta\Omega_3 &= \vartheta_{31} + \vartheta_{32} + \vartheta_{33} + n_1 \vartheta_{34} + n_2 \vartheta_{35} + n_3 \vartheta_{36} + \Omega_1 \vartheta_{37} + \\ &+ \Omega_2 \vartheta_{38} + \Omega_3 \vartheta_{39} + \Omega_1^2 \vartheta_{3,10} + \Omega_2^2 \vartheta_{3,11} + \Omega_3^2 \vartheta_{3,12}, \end{aligned}$$

где $\vartheta_{i1}, \vartheta_{i2}, \vartheta_{i3}$ ($i=1,2,3$) – постоянные дрейфы гироскопов, температурные дрейфы гироскопов и их случайные шумы; ϑ_{ij} ($i=1,2,3; j=4,5,6$) – удельные скорости дрейфа гироскопов, пропорциональные перегрузкам; $\vartheta_{17}, \vartheta_{28}, \vartheta_{39}$ – погрешности масштабных коэффициентов гироскопов; $\vartheta_{18}, \vartheta_{19}, \vartheta_{27}, \vartheta_{29}, \vartheta_{37}, \vartheta_{38}$ – дрейфы из-за неортогональности и перекося осей чувствительности гироскопов.

Шумовые составляющие ошибок акселерометров $\mu_{i,2}$ ($i=1,2,3$) и гироскопов $\mu_{i,3}$ ($i=1,2,3$) представляются либо белыми шумами, либо стационарными случайными процессами с нулевым математическим ожиданием и корреляционными функциями вида:

$$\begin{aligned} K_n &= \sigma_n^2 e^{-h_n |t|} \\ K_w &= \sigma_w^2 e^{-h_w |t|}, \end{aligned} \quad (7)$$

где σ_n, σ_w – среднеквадратические отклонения (СКО) переменных $\mu_{i,2}, \vartheta_{i3}$ от их средних значений; h_n, h_w – коэффициенты затухания корреляционных функций для случайных погрешностей акселерометров и гироскопов соответственно.

Как известно, дифференциальные уравнения формирующих фильтров для указанных случайных стационарных процессов с входными сигналами типа белого шума имеют вид:

$$\begin{aligned} \dot{\mu}_{i2} &= -h_n \mu_{i2} + \sqrt{2h_n} \sigma_n \varepsilon_{i1}, \\ \dot{\vartheta}_{i3} &= -h_w \vartheta_{i3} + \sqrt{2h_w} \sigma_w \varepsilon_{i2}, \end{aligned} \quad (8)$$

где ε_{ij} ($i=1, 2, 3; j=1, 2$) – белый шум единичной интенсивности.

В рассматриваемой версии математического обеспечения комплекса шумовой компонент инерциальных датчиков рассматривается как белый шум. Аналогично ошибки СНС представляются в структуре ОФК белыми шумами v_i .

С учетом введенных моделей вектор состояния системы будет иметь вид:

$$\bar{X}^T = [x_1 \ x_2 \ x_3 \ x_4 \ x_5 \ x_6 \ \alpha \ \beta \ \gamma \ \mu_{11} \ \mu_{12} \ \mu_{13} \ v_{11} \ v_{12} \ v_{13}]$$

Вектор шумов системы и измерений можно представить в форме:

$$\begin{aligned} \bar{w}^T &= [\mu_{12} \ \mu_{22} \ \mu_{32} \ v_{13} \ v_{23} \ v_{33}]; \\ \bar{v}^T &= [v_1 \ v_2 \ v_3 \ v_4 \ v_5 \ v_6]. \end{aligned}$$

Вектор измерений формируется как разность показаний БИНС и СНС по координатам и проекциям скорости:

$$\begin{aligned} z_1 &= x_2 / R_1 - \delta\varphi_{CHC} \\ z_2 &= x_1 / R_2 \cos\varphi - \delta\lambda_{CHC} \\ z_3 &= x_3 - \delta h_{CHC} \\ z_4 &= x_4 - \frac{\left(\frac{V_z}{R_2} + \Omega_x \times \sin\varphi \right)}{\cos\varphi} \times \\ &\times x_1 - \Omega_z \times x_2 + \Omega_y \times x_3 - \delta V_{N_CHC} \\ z_5 &= x_5 - \Omega_x \times x_3 - \frac{V_z \times x_2}{R_1} - \delta V_{E_CHC} \\ z_6 &= x_6 - \delta V_{z_CHC} \\ z_7 &= x_3 - \delta h_B \end{aligned} \quad (9)$$

Последнее измерение z_7 формируется с привлечением данных от внешнего высотомера, который подключается опционально (вход от баровысотомера предусмотрен и может быть задействован).

С учетом принятых моделей можно составить уравнение системы в пространстве состояний:

$$\begin{cases} \dot{\bar{x}} = F\bar{x} + B\bar{u} + G\bar{w} \\ \bar{z} = H\bar{x} + \bar{v}, \end{cases} \quad (10)$$

где \bar{x} – вектор состояния; \bar{u} – вектор управления; \bar{w} – вектор шумов системы; \bar{v} – вектор шумов измерений; F – матрица динамики системы; B – матрица управления; G – матрица шумов системы; H – матрица измерений; \bar{z} – измерения в виде разностей показаний ИНС и СНС по координатам и скорости.

В рассматриваемом случае управление отсутствует и система (10) несколько упрощается.

Матрица динамики системы F имеет вид:

$$F = \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & F_{13} \\ 0_{3 \times 6} & F_{22} & F_{23} \\ 0_{6 \times 6} & 0_{6 \times 3} & 0_{6 \times 6} \end{bmatrix}, \quad (11)$$

где

$$F_{11} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \Omega_y^2 + \Omega_z^2 - \omega_0^2 & \dot{\Omega}_z - \Omega_x \Omega_y & -(\dot{\Omega}_y + \Omega_x \Omega_z) & 0 & 2\Omega_z & -2\Omega_y \\ -(\dot{\Omega}_z + \Omega_x \Omega_y) & \Omega_x^2 + \Omega_z^2 - \omega_0^2 & \dot{\Omega}_x - \Omega_y \Omega_z & -2\Omega_z & 0 & 2\Omega_x \\ \dot{\Omega}_y - \Omega_x \Omega_z & -(\dot{\Omega}_x + \Omega_y \Omega_z) & \Omega_x^2 + \Omega_y^2 + 2\omega_0^2 & 2\Omega_y & -2\Omega_x & 0 \end{bmatrix},$$

$$F_{12} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & -n_z & n_y \\ n_z & 0 & -n_x \\ -n_y & n_x & 0 \end{bmatrix}, \quad F_{13} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_{11} & C_{12} & C_{13} & 0 & 0 & 0 \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & 0 & 0 & 0 \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$F_{22} = \begin{bmatrix} 0 & \Omega_z & -\Omega_y \\ -\Omega_z & 0 & \Omega_x \\ \Omega_y & -\Omega_x & 0 \end{bmatrix}, \quad F_{23} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ 0 & 0 & 0 & C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ 0 & 0 & 0 & C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{bmatrix}.$$

Матрица шумов системы G имеет вид:

$$G = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_{11} & C_{12} & C_{13} & 0 & 0 & 0 \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} & 0 & 0 & 0 \\ C_{13} & C_{32} & C_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ 0 & 0 & 0 & C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ 0 & 0 & 0 & C_{13} & C_{32} & C_{33} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

На основе измерений (9) строится матрица наблюдений H размерности 6x15:

$$H = \begin{bmatrix} 1/(R+h) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/(R+h) \cdot \cos \varphi & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{\dot{H}}{(R+h)} + \Omega_x \operatorname{tg} \varphi & -\Omega_z & \Omega_y & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{\dot{H}}{(R+h)} & -\Omega_x & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Матрицы интенсивностей шумов системы и измерений задаются в диагональном виде:

$$Q = \operatorname{diag}[q_{ii}]$$

$$R = \operatorname{diag}[r_{ii}]$$

В процессоре реализуется дискретный ОФК в форме Джозефа [2]. Аналоговому уравнению состояния (10) соответствует дискретная модель:

$$\begin{cases} \bar{x}_k = \Phi_{k-1} \cdot \bar{x}_{k-1} + \Gamma_{k-1} \cdot \bar{w}_{k-1}, \\ \bar{z}_k = H \bar{x}_k + \bar{v}_k \end{cases}$$

где матрицы Φ, Γ, H зависят от такта интегрирования (k - номер такта, T - шаг дискретизации), и могут быть найдены по формулам:

$$\Phi_{k-1} = E + F \cdot T$$

$$\Gamma_{k-1} = G \cdot T$$

При этом начальное значение матрицы ковариации апостериорных ошибок оценивания задается диагональной матрицей, на главной диагонали которой располагаются квадраты СКО величин вектора состояния на момент начала оценивания.

5. Контроль целостности системы

В основном процессоре системы реализован алгоритм автономного контроля целостности, работающий по показаниям БИНС, СНС и баровысотомера (БВ). На этапе проектирования комплекса было проведено моделирование, показавшее высокую эффективность.

Таблица 3.

Результаты имитационного моделирования алгоритмов контроля целостности

| Тип алгоритма | Обнаружено отказов (%) | Исключено отказов (%) |
|---------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Стандартный RAIM | 86,66667 | 81,50 |
| Стандартный RAIM с применением БВ | 89,91667 | 82,75 |
| ААИМ с применением показаний ИНС | 100,00 | 98,00 |
| ААИМ с применением показаний ИНС и БВ | 100,00 | 100,00 |

тивность предлагаемых алгоритмов применительно к скачкообразным отказам. В таблице 3 приведены сравнительные

данные по обнаружению отказов при различном составе используемой информации, включая чистый режим СНС (RAIM).

6. Конструкция системы

Проведенные исследования позволили сформировать облик комплекса и разработать его экспериментальный образец, внешний вид которого приведен на рис. 4. Комплекс состоит из основного блока, объединяющего модуль инерциальных датчиков, спутниковый навигационный приемник и центральный микропроцессор, и внешнего магнитного компаса, размещаемого в месте наименее подверженном электромагнитным помехам и удобном для проведения девиационных работ.

7. Результаты испытаний

Разработанный экспериментальный образец прошел испытания на вибростенде. Тестирование образца по заданному спектру частот (до 750 Гц), характерному для описанного выше типа БЛА с двигателем внутреннего сгорания, показало его устойчивую работу по всем каналам во всем диапазоне частот.

Успешные виброиспытания позволили перейти к натурным испытаниям на подвижном носителе. Образец прошел испытания на борту автомобиля, на мотоделтаплане и БЛА.

На рис. 5 приведен график режимов работы комплекса при его установке на мотоделтаплане.



Рис. 4. Внешний вид экспериментального образца

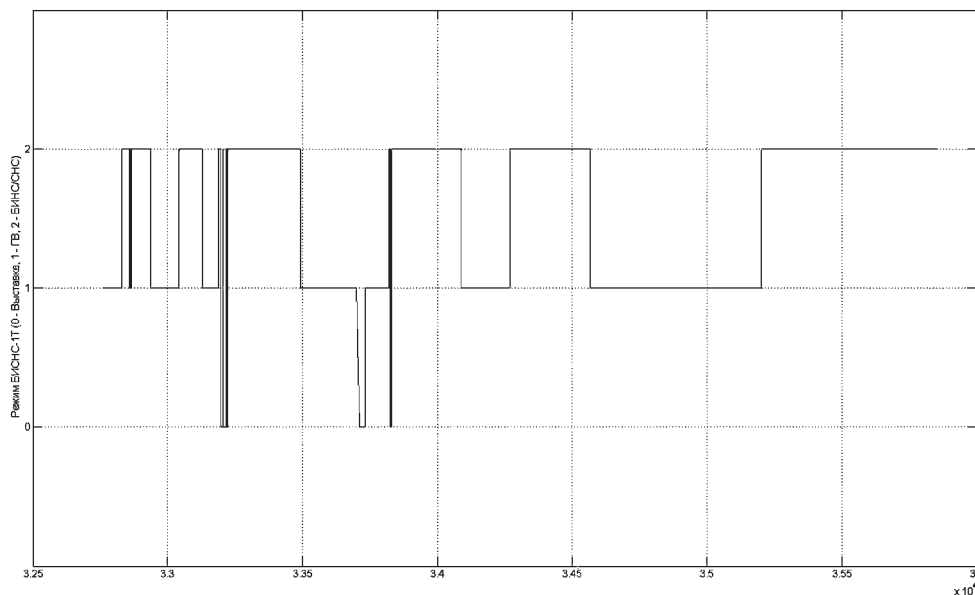


Рис. 5. График переключения режимов комплекса в полете

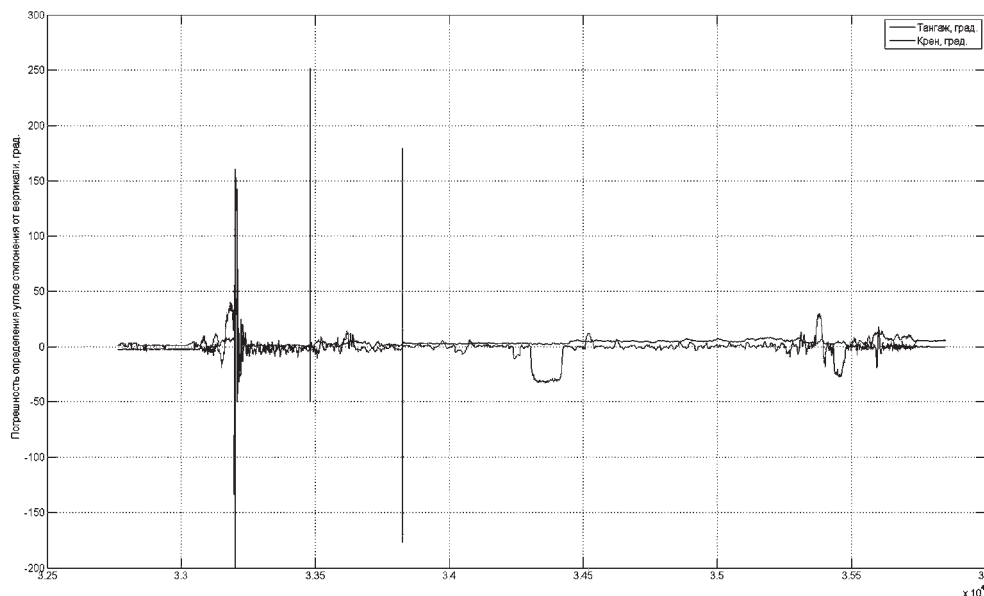


Рис. 6. Разница показаний образца и эталонной системы по углам тангажа и крена

Нижний уровень соответствует режиму выставки или отказу, средний – режиму ГВ, верхний – БИНС. На рис. 6 представлен график разностей показаний испытываемого образца и эталонной системы на всей траектории.

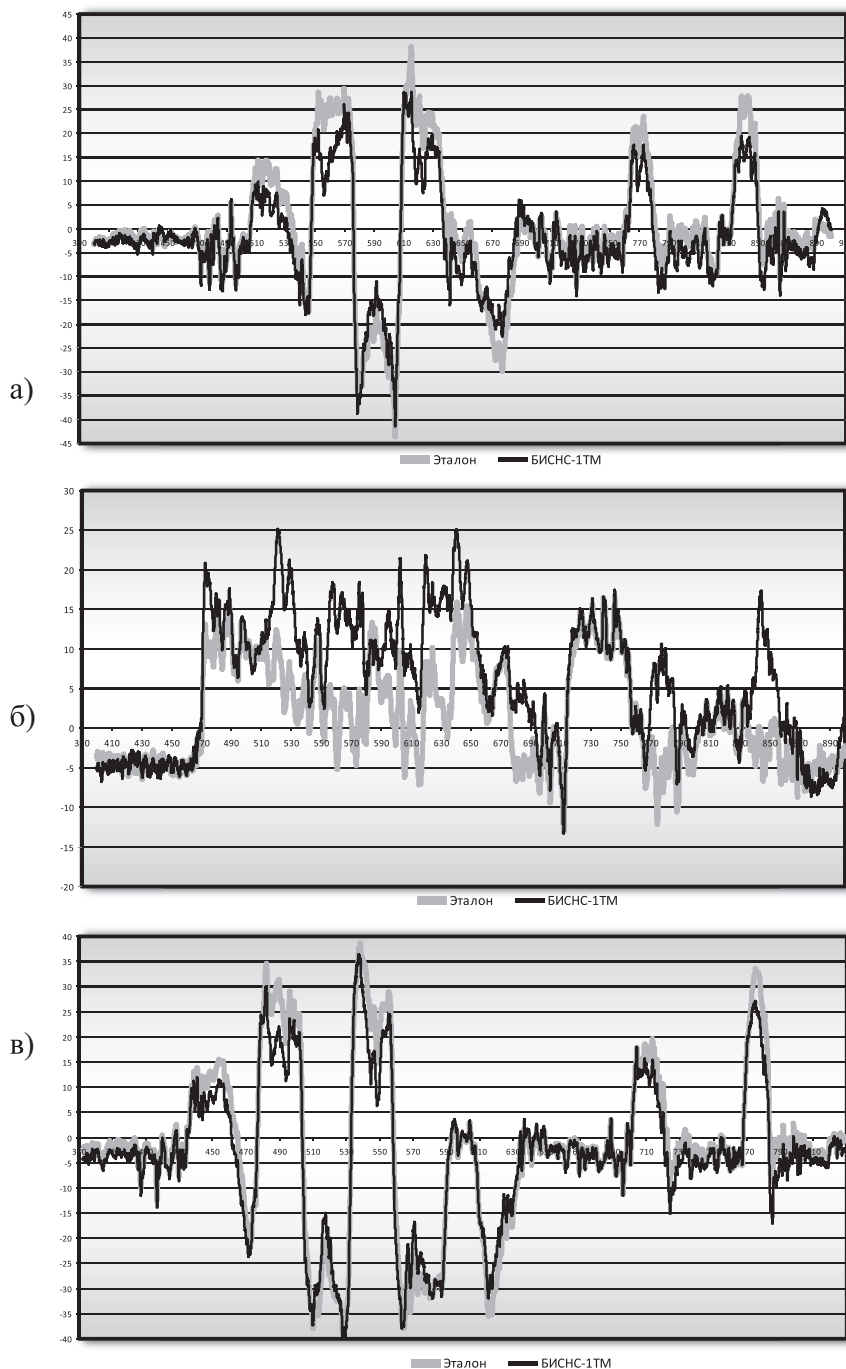


Рис. 7. Разности показаний испытываемого образца и эталонной системы

На рис. 7 а, б, в приведены графики разностей показаний испытываемого образца и эталонной системы в режиме ГВ (а – крен, б – тангаж) и режиме БИСНС (в – крен).

Проведенные полеты показали устойчивую работу образца на всех этапах полета и точность, близкую к требуемой по техническому заданию.

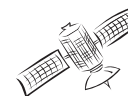
8. Заключение

Созданный экспериментальный образец комплекса показал свою работоспособность и высокую устойчивость в работе на динамических режимах. Ошибки системы на большей части траектории укладываются в заданные пределы (1...1,5°). На этапах интенсивных маневров отмечаются существенные погрешности в определении углов крена и тангажа, особенно проявляется это в режиме ГВ, что объясняется ее возмущаемостью ускорениями основания. Погрешности БИСНС на этих участках также возрастают, но в гораздо меньшей степени, и объясняются инструментальными факторами (зависимость ошибок микро-электромеханических гироскопов и акселерометров от ускорений) и вычислительными особенностями алгоритмов. На основании первых полученных результатов в систему вносятся необходимые изменения. Испытания образца будут продолжены.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://avia.transas.com/products/bpla/>
2. Веремеенко К. К., Козорез Д. А., Красильщиков М. Н. и др. Современные информационные технологии в зада-

чах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. /Под ред. М. Н. Красильщикова и Г. Г. Себрякова.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.



УДК 629.7.018.7

ИНТЕГРИРОВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ И БАРОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ ПОЛЁТА¹

О. А. Бабич²

Рассматриваются аналитические соотношения между определениями высоты, осуществляемыми с помощью спутниковых приемников и барометрических средств.

Ключевые слова: высота, нормальная высота, геодезическая высота, высотомер, давление, GNSS, GPS, ГЛОНАСС, Garmin

GNSS/BARO INTEGRATED SYSTEMS FOR ALTITUDE ESTIMATION

O. A. Babich

This paper provides an analysis of the relationship between GNSS measured geodetic height and the signals produced by baroaltimeter

Спутниковые навигационные приёмники глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS) GPS/ГЛОНАСС по принципу своего действия измеряют геометрическую высоту своего местоположения над Земным эллипсоидом, а барометрические высотомеры измеряют условную (баро-геопотенциальную) высоту над геоидом (средним уровнем моря). Это означает, что и метрические единицы для измерения расстояний (метры в приемнике и геопотенциальные единицы измерения высоты в баровысотомере), и начала отсчётов у этих систем измерения – разные. Совместная обработка достаточно разнородной информации от этих приборов при правильном подходе должна повысить точность, надёжность и непрерывность оценивания параметров движения в вертикальном канале, особенно при полётах в сложных условиях.

1. Виды высот в геодезической и авиационной практике

Существует несколько понятий высоты для точки M , лежащей на Земной поверхности или вознесённой над ней. Здесь мы подробно рассмотрим три вида высот, нашедших широкое применение в авиации: 1) геодезическую высоту, 2) нормальную (ортометрическую) высоту, которая наносится на карты, и 3) баро-геопотенциальную высоту, столь распространённую в авиационной практике и индицируемую на бортовых высотомерах.

Понятие высоты точки тесно связано, во-первых, с понятием вертикали – ведь высоты это некоторые «расстояния» именно вдоль вертикали – и, во-вторых, с понятием референцной (отсчётной, нулевой)

поверхности, от которой, собственно, и отсчитываются высоты.

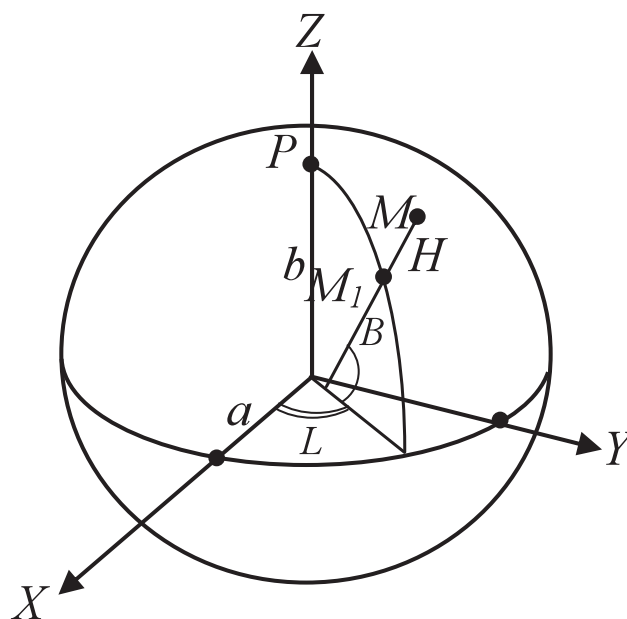


Рис. 1.1. К определению геоцентрических и геодезических координат

На рис.1.1 даётся геометрическое определение для геодезической вертикали MM_1 и геодезической высоты $H=|MM_1|$ как перпендикуляра, опущенного из точки M на поверхность Земного эллипсоида. Имеют место [1] формулы (1.1), связывающие прямоугольные координаты (X,Y,Z) точки M с её геодезическими координатами (B,L,H) в прямую и обратную стороны:

¹ Статья подготовлена на основе доклада автора на заседании научно-практического семинара «Летная эксплуатация воздушных судов» и Секции воздушного транспорта Российского общественного института навигации, проведенного 30.11.2010.

² Бабич Олег Александрович – главный научный сотрудник МИЭА и почётный профессор ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина; ol_babich@mail.ru

$$\xi = (1 - e^2 \sin^2 B)^{-1/2}, \quad e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2},$$

$$X = (a\xi + H) \cos B \cos L,$$

$$Y = (a\xi + H) \cos B \sin L,$$

$$Z = [a\xi(1 - e^2) + H] \sin B;$$

$$L = \text{Arctg} \left(\frac{Y}{X} \right), \quad \text{tg} B = Z(\sqrt{X^2 + Y^2} - \dots) - \dots$$

$$H = \sqrt{X^2 + Y^2} \cos B + (Z + a\xi e^2 \sin B) \sin B - a\xi.$$

$$(X, Y, Z) \triangleleft (a, b) \triangleright (B, L, H).$$

$$a = 6378136, 0 \text{ м}, \quad b = 6356751, 36 \text{ м},$$

где a и b – соответственно большая и малая полуоси Земного эллипсоида.

Заметим, что решение уравнения для $\text{tg} B$ в (1.1) носит итеративный характер. Спутниковые приёмники сначала вычисляют (X, Y, Z) и далее рассчитывают (B, L, H) по формулам (1.1) и ГОСТ Р 51794-2008. «Глобальные навигационные спутниковые системы. Методы преобразования координат определяемых точек».

Геодезическая вертикаль MM_1 и геодезическая высота H носят геометрический и в этом смысле несколько абстрактный математический характер. Физически же во всех видах человеческой деятельности за реальную вертикаль в данной точке обязательно принимают местную линию отвеса, а за начальную поверхность для отсчёта «нулевых» высот принимают эквипотенциальную поверхность, совпадающую в океанах с его средним уровнем моря.

За начальную точку на этой поверхности в нашей стране принят Кронштадский футшток, а в Европе – Антверпенский пост. Начальная (референсная) эквипотенциальная поверхность носит название MSL (Mean Sea Level) – «средний уровень моря» – или, что тоже самое, «геоид».

Перейдём теперь к определению нормальной H^N высоты. Этому определению, увы, должно предшествовать рассмотрение основных положений теории гравитационного поля Земли.

2. Гравитационные соотношения, связанные с нормальной и реальной Землёй

Здесь (см. рис. 2.1)

$$\vec{F}(\vec{\rho}) = -fM \frac{\vec{\rho}}{\rho^3} = -fM \frac{iX + jY + kZ}{(X^2 + Y^2 + Z^2)^{3/2}} = \vec{g}(\vec{\rho}) -$$

вектор удельной гравитационной силы в пространственной точке $\vec{\rho}(X, Y, Z)$ центрального поля, порождаемого точкой с массой M в соответствии с законом тяготения

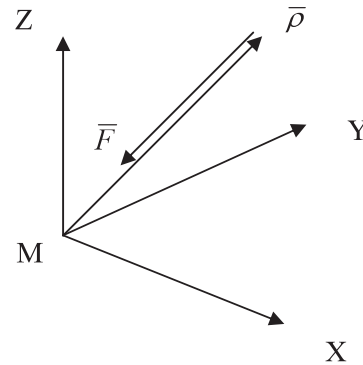


Рис. 2.1. К иллюстрации гравитационных соотношений

Ньютона, здесь f – универсальная гравитационная постоянная.

$$V(\vec{\rho}) = V(X, Y, Z) = \frac{fM}{\rho} = \frac{fM}{\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}} -$$

потенциал центрального гравитационного поля. Доказательство того, что $V(\rho) = fM/\rho$ является потенциалом центрального поля, следует из соотношений

$$F_x = \frac{\partial V}{\partial X} = -\frac{X}{(X^2 + Y^2 + Z^2)^{3/2}},$$

$$F_y = V_y, \quad F_z = V_z,$$

$$\vec{F} = \text{grad} V = iV_x + jV_y + kV_z.$$

Для Земли [2], когда она аппроксимируется шаром, величина $fM = 398600,4418 \text{ км}^3/\text{с}^2$.

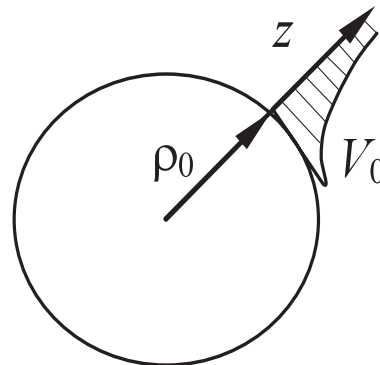


Рис. 2.2. Гравитационное поле однородного шара

Доказывается, что потенциал внешнего гравитационного поля однородного шара (рис. 2.2) представляется в виде $V = fM/\rho$ и совпадает с потенциалом точечного центрального поля. Для однородного шара с параметрами (ρ_0, fM) имеем выражение для модуля $g(z)$ (рис. 2.2):

$$g(z) = -\frac{\partial V}{\partial \rho} = -\frac{\partial}{\partial \rho} \left(\frac{fM}{\rho} \right) =$$

$$= \frac{fM}{\rho^2} = \frac{fM}{\rho_0^2} \frac{\rho_0^2}{(\rho_0 + z)^2} =$$

$$= g_0 \frac{\rho_0^2}{(\rho_0 + z)^2}, \quad g_0 = \frac{fM}{\rho_0^2}.$$

При использовании баровысотометров вводится понятие «геопотенциальной высоты» h^G по схеме

$$g_0 dh^\Gamma = g(z) dz \rightarrow$$

$$\rightarrow h^\Gamma = \frac{z}{1 + z/\rho_0};$$

$$z = \frac{h_\Gamma}{1 - h_\Gamma/\rho_0},$$

где z – линейное расстояние от поверхности шара (рис.2.2).

Значение потенциала на поверхности шара будет равно $V=fM/\rho_0$.

В тех случаях, когда Земля аппроксимируется шаром, величина ρ_0 берётся равной среднему радиусу Земли $\rho_0 = 6371110$ м.

Потенциал $V(\rho, \varphi)$ поля тяжести для «нормальной Земли» с параметрами (fM, a, b, ω) , т.е. для эллипсоида вращения с полуосями a и b с массой M , который вращается с угловой скоростью ω , в первом приближении имеет вид [2]

$$V(\rho, \varphi) = V_0(\rho, \varphi) + Q(\rho, \varphi) =$$

$$= \frac{fM}{\rho} - \frac{fMJ_2 a^2}{2\rho^3} (3 \sin 2\varphi - 1) +$$

$$+ \frac{1}{2} \omega^2 \rho^2 \cos^2 \varphi, \quad (2.1)$$

где J_2 – коэффициент второй зональной гармоники, C и A – осевые моменты инерции Земли. Здесь

$$f_1 = \frac{a-b}{a} = 1/298,257223560;$$

$$J_2 = \frac{C-A}{Ma^2}; \quad J_2 = \frac{2}{3} f_1 - \frac{a^3 \omega^2}{3fM};$$

$$J_2 = 1,081874 \cdot 10^{-3} \quad [2];$$

$$U_0 = U(\rho = a; \varphi = 0) = 62636861,4 \frac{M^2}{c^2} -$$

значение гравитационного потенциала на поверхности нормального эллипсоида, точность задания потенциала $0,1 \text{ м}^2/\text{с}^2 : 10 \text{ м}^2/\text{с}^2 = 0,01$ м соответствует точности по высоте 0,01 м.

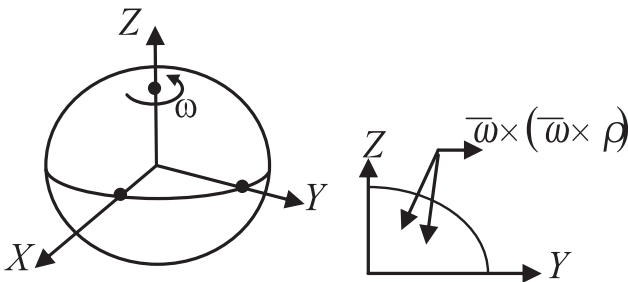


Рис. 2.3. К гипотезе «Жидкой капли»

Наиболее близкая к телу эллипсоида поверхность совпадает с самим эллипсоидом (гипотеза жидкой капли, рис. 2.3). Гравитационное поле Земли может быть охарактеризовано эквипотенциальными поверхностями (рис. 2.4). В силу того, что расстояние между двумя эквипотенциальными поверхностями (рис. 2.4) не является постоянным $h_1 \neq h_2$, простое нивелирование (leveling) будет зависеть от пути нивелирования. Для того чтобы исключить эту трудность,

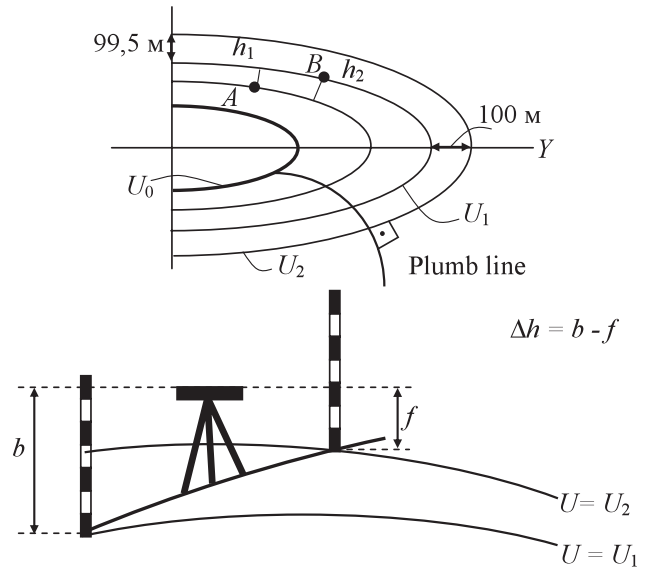


Рис. 2.4. Эквипотенциальные поверхности

в рассмотрение вводят разницу C потенциалов в рассматриваемой точке U и на поверхности геоида U_0 .

Пусть C – разница потенциалов (geopotential number C), где U_0 начальное значение потенциала на поверхности эллипсоида или геоида (полагают, что они совпадают по величине). Тогда имеет место соотношение:

$$C = U_0 - U_\rho = - \int_{\rho_0}^{\rho} dU = \int g dh. \quad (2.2)$$

Величина

$$C = \int g dh \approx \sum_k g_k \cdot \Delta h_k$$

определяется на практике с помощью «гравитационно-нивелирного хода» (рис. 2.4), когда на каждом пролёте измеряются g_k и Δh_k . Дадим теперь определения следующим понятиям:

$\gamma(\rho, \varphi)$ нормальное ускорение силы тяжести в точке (ρ, φ)

$$\gamma(\rho, \varphi) \equiv \frac{\partial V(\rho, \varphi)}{\partial \rho};$$

$\bar{g}(\rho, \varphi, \lambda)$ – реальное ускорение силы тяжести в точке (ρ, φ, λ) ,

$\Delta g(\rho, \varphi, \lambda) = \bar{g}(\rho, \varphi, \lambda) - \gamma(\rho, \varphi)$ аномалия силы тяжести в этой точке.

3. Система физических высот

Учитывая (2.2), дадим далее следующие определения:

- 1) $H^{dyn} = C/\gamma_0^{45}$ – динамическая (геопотенциальная) высота, не имеющая точной геометрической интерпретации, где γ_0^{45} – нормальное ускорение на широте 45° . $H^{dyn} = \text{const}$ при $C = \text{const}$, что свойственно поверхности озера, внутренних морей; желательна также постоянная высота для железных дорог и шоссе; $H_{\text{Мирового океана}}^{dyn} \equiv 0$.
- 2) $H^0 = C/g_{cp}$ – ортометрическая высота точки – величина, близкая к геометрической; здесь $g_{cp} = \frac{1}{H^0} \int_0^{H^0} g dH^0$; H^0 – высота над геоидом (MSL), g_{cp} и γ_{cp} здесь означают их средние значения по высоте на отрезке от геоида до рассматриваемой точки;

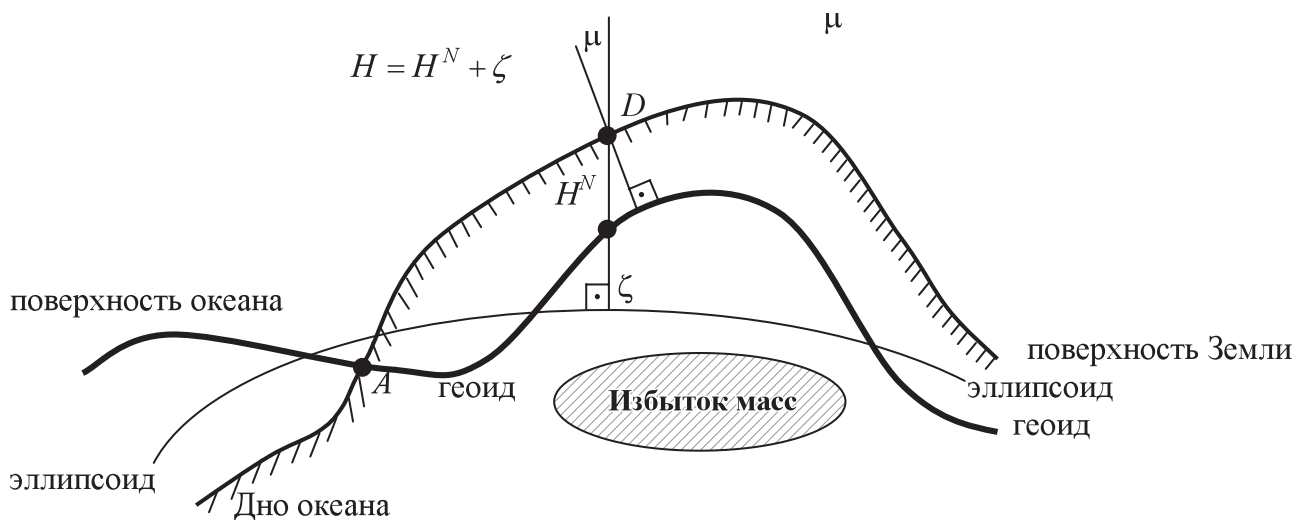


Рис. 4.1. К связи геодезической H и нормальной H^N высот

3) $H^N = \frac{C}{\gamma_{cp}(\varphi, H^N)}$ – нормальная высота (наносится на карты), здесь $\gamma_{cp} = \frac{1}{H^N} \int_0^{H^N} \gamma(\varphi, H^N) dH^N$. H^N – это высота точки над квазигеоидом (почти над геоидом – MSL, так как разница между ортометрическими и нормальными высотами невелика: $|H^0 - H^N| \leq 2 \div 3$ см).

4. Связь геодезической H и нормальной H^N высот

Связь геодезической H и нормальной H^N высот задается соотношением:

$$H = H^N + \zeta(\varphi, \lambda, \rho), \quad (4.1)$$

где $\zeta(\varphi, \lambda, \rho)$ – аномалия высоты, которая является высотой квазигеоида над принятым эллипсоидом в точке (φ, λ, ρ) . Величина ζ на поверхности всей Земли лежит в пределах $-90 \text{ м} < \zeta < +60 \text{ м}$. Связь геодезической H и нормальной H^N высот иллюстрируется рис.4.1.

На рис. 4.1 изображено: A – береговая точка, принимаемая за начало отсчета физических высот (устаревшее понятие); μ – угол отклонения отвесных линий;

$$W(\rho, \varphi, \lambda) = U(\rho, \varphi) + T(\rho, \varphi, \lambda), \quad (4.2)$$

$W(\rho, \varphi, \lambda)$ – потенциал реального поля силы тяжести Земли; $U(\rho, \varphi)$ – нормальный потенциал; $T(\rho, \varphi, \lambda)$ – потенциал аномального гравитационного поля Земли. Потенциал $T(\rho, \varphi, \lambda)$ представляется [2] в виде разложения в ряд по сферическим ортогонально-нормированным функциям

$$T(\rho, \varphi, \lambda) = \frac{fM}{\rho} \sum_{n=2}^N \left(\frac{a}{\rho} \right)^n \times \sum_{m=0}^n (\Delta \bar{C}_{nm} \cos m\lambda + \bar{S}_{nm} \sin m\lambda) P_{nm}(\sin \varphi), \quad (4.3)$$

$N = 360.$

Коэффициенты $\Delta \bar{C}_{nm}, \bar{S}_{nm}$ определяются геодезическими службами стран по космическим и планетарным наблюдениям и публикуются в официальных изданиях [2].

Число коэффициентов в (4.3) огромно $\Delta \bar{C}_{nm}, \bar{S}_{nm} \approx (360)^2 / 2 = 64800$. По известной – после численного оценивания коэффициентов в (4.3) – функции $T(\rho, \varphi, \lambda)$ в каждой точке Земли (с разрешением $\sim 1^\circ$) можно вычислить аномалию высоты ζ и уклонения ξ, η отвесных линий. Здесь имеют место формулы $\zeta(\rho, \varphi, \lambda) = \frac{T(\rho, \varphi, \lambda)}{\gamma(\rho, \varphi)}$ – аномалия высоты; $\xi(\rho, \varphi, \lambda) = \frac{1}{\gamma \rho} \frac{\partial T}{\partial \varphi}$, $\eta = -\frac{1}{\gamma \rho \cos \varphi} \frac{\partial T}{\partial \lambda}$ – углы уклонения отвесных линий. По приведенным формулам в вер-



Рис. 4.2. Сферическая трапеция

шинах сферических трапеций (рис. 4.2) определяются конкретные величины ζ, ξ, η . Далее методом линейной интерполяции они распространяются на всю поверхность Земли.

На рис. 4.3 приведена официальная (USA) карта [2] распределения аномалий высот ζ на поверхности всего Земного шара.

5. Система высот в авиации и геодезии (на примере $h^f \leq 11$ км, $T = T_c + \beta h^f$)

Приведем основные соотношения, лежащие в основе определения высот в авиации и геодезии. Уравнение статики атмосферы [3] с учетом соотношений для $g(\zeta)$ имеет вид

$$\begin{aligned} dP &= -\rho g(z, \varphi) dz; \\ \rho &= P/RT; \\ g &= g_c \frac{\rho_0^2}{(\rho_0 + z)^2}. \end{aligned} \quad (5.1)$$

где $\rho_0 = 6371110$ м – средний радиус Земли, P – атмосферное давление на высоте ζ (рис. 2.2), $R = 1005 \text{ м}^2 / (\text{с}^2 \text{К})$ – универсальная газовая постоянная, T температура на высоте ζ , $T = T_c + \beta h^f$ – стандартный закон

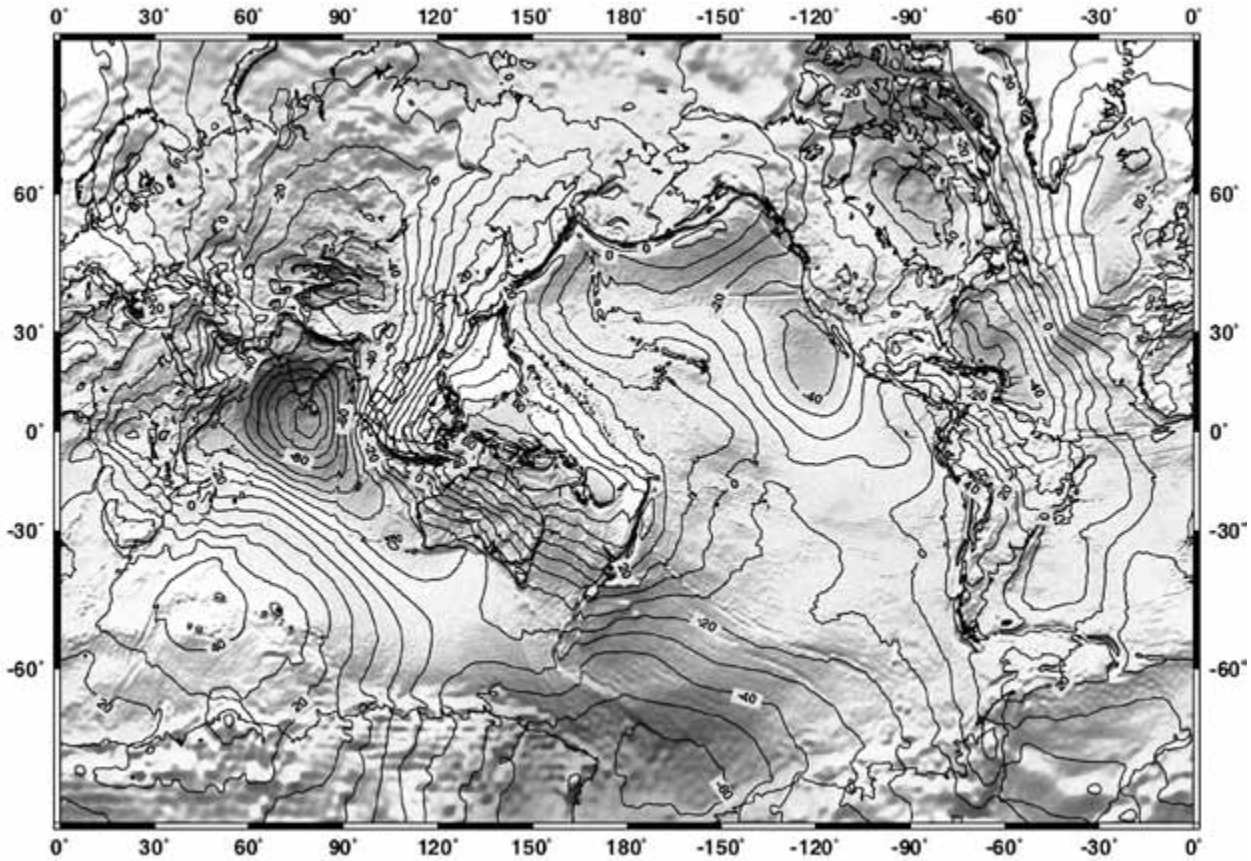


Рис. 4.3. Глобальные аномалии высот ζ(φ, λ, ρ)

изменения температуры с высотой, ζ – метрическое (погонное) расстояние от геоида (MSL) до определяющегося объекта; $g_c = 9,80665 \text{ м/с}^2$ – среднее значение g на поверхности геоида.

Тогда (см. рис. 5.1, 5.2) имеют место соотношения:

$$dP = -\frac{P}{RT} g_c \frac{\rho_0^2}{(\rho_0 + z)^2} dz; \quad \frac{\rho_0^2 dz}{(\rho_0 + z)^2} = dh^\Gamma;$$

$$h^\Gamma = \frac{z}{(1 + z/\rho_0)};$$

$$z = \frac{h^\Gamma}{(1 - h^\Gamma/\rho_0)} \Rightarrow \int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = -\frac{g_c}{R} \int_0^{h^\Gamma} \frac{dh^\Gamma}{T_c + \beta h^\Gamma};$$

$$P = P_0 \left(1 + \frac{\beta}{T_c} h^\Gamma\right)^{-\frac{g_c}{\beta R}}; \quad F(P, P_0, h^\Gamma) = 0;$$

$$h^\Gamma = \frac{T_c}{\beta} \left[\left(\frac{P}{P_0}\right)^{-\frac{\beta R}{g_c}} - 1 \right]; \quad \beta = -6,5 \cdot 10^3 \text{ К/м};$$

$$P_0 = \begin{cases} QNE - 760 \text{ мм рт. ст.} \\ QNH \end{cases}$$

$$T = T_c + \beta \cdot h^\Gamma, \quad T_c = 15^\circ \text{C} = 288,2 \text{K},$$

$$\beta = -6,5^\circ \text{C/км}.$$

Величины p , p_0 и h^Γ связаны гипсометрической формулой $F(P, P_0, h^\Gamma) = 0$; изменения β , T_c определяют изменениями погоды, времени дня.

Если любые две из трёх переменных известны, то третья переменная может быть вычислена по этой формуле. Например, текущее давление QNH вычисляется по формуле

$$P_0(t) = P_D(t) \left(1 + \frac{\beta}{T_c} h_D^\Gamma\right)^{-\frac{g_c}{\beta R}}, \quad (5.3)$$

где $P_D(t)$ – текущее давление на аэродроме, h_D^Γ – геопотенциальная высота аэродрома,

$$h_D^\Gamma = \frac{z_D}{1 + \frac{z_D}{\rho_0}} = \frac{H_D^\gamma}{1 + \frac{H_D^\gamma}{\rho_0}};$$

$$H^\gamma = H^N$$

где РФ USA – официальные обозначения нормальной высоты аэродрома, снимаемой с карт РФ или USA соответственно, и $H^N = H^g$. Взаимосвязь высот: геодезической, нормальной и барометрической – показана на рис. 5.2 и 5.3.

На рис.5.3 точки A, B, C, D, E соответствуют тем же точкам, что и на рис.5.2.

Существует три режима работы баровысотомера: QNE, QNH и QFE (рис. 5.3). Различие этих

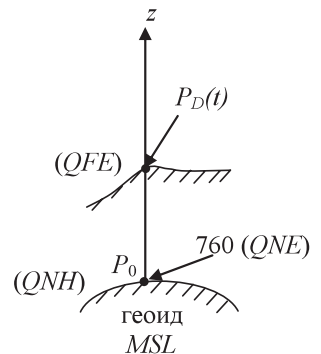


Рис. 5.1. К иллюстрации системы высот в авиации и геодезии

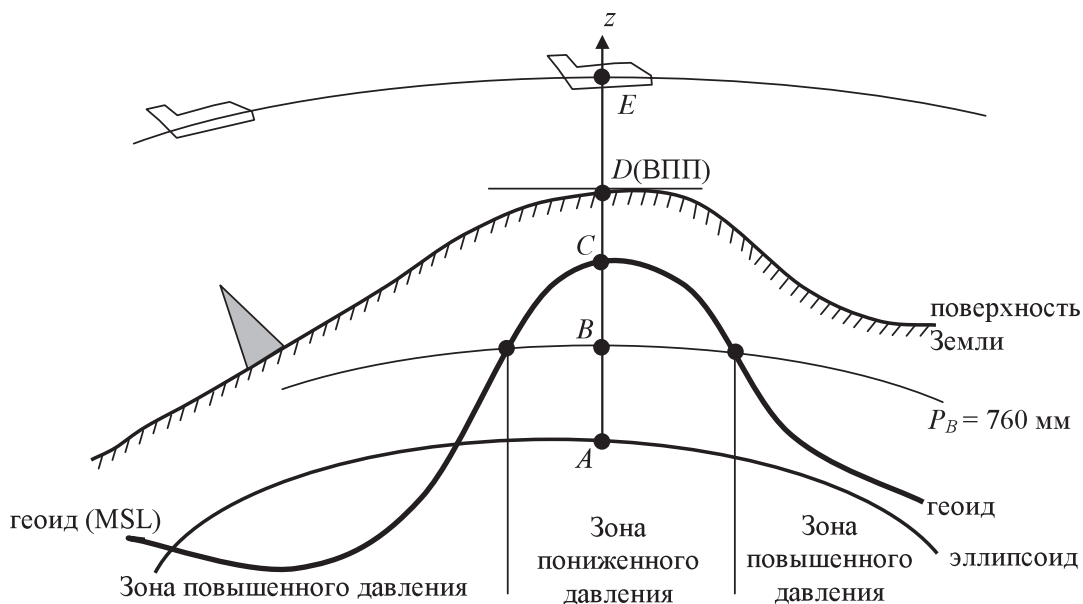


Рис. 5.2. К иллюстрации связи высот

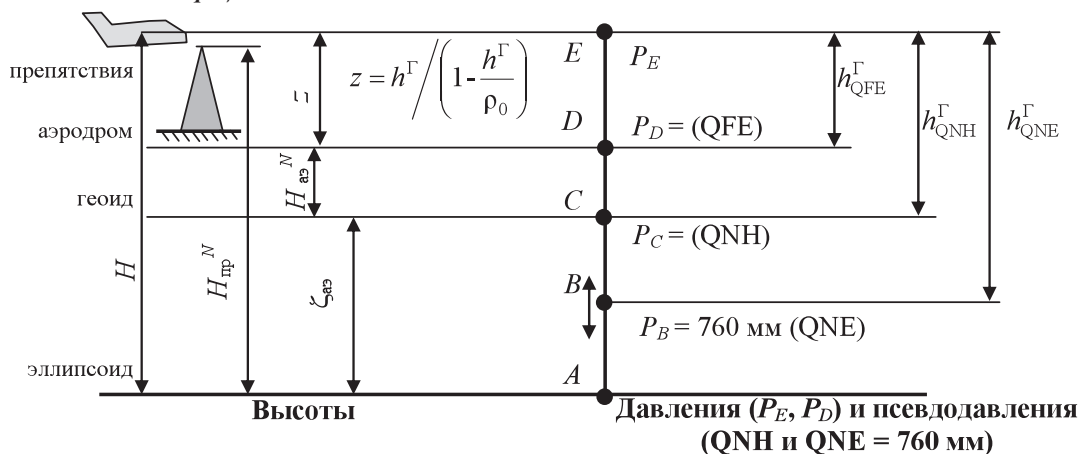


Рис. 5.3. К иллюстрации соотношений между высотами

режимов заключается в выставке опорного давления P_0 в окошке высотомера, выставка осуществляется экипажем в зависимости от этапа полёта.

1. QNE $\rightarrow P_0 = 760$ мм – при маршрутном полете по эшелонам высоты.
2. QNH («No height») $\rightarrow P_0 = P_D \left(1 + \frac{\beta}{T_c} h^\Gamma\right)^{\frac{g_c}{\beta R}}$ – при предпосадочном маневрировании, когда необходимо измерять и выдерживать надлежащую высоту с отсчётом от уровня моря (нормальную высоту). Здесь P_D – текущее давление на аэродроме, а h^Γ – геопотенциальная высота аэродрома (5.4) над MSL. В настоящее время величина P_0^{QNH} сообщается на борт диспетчерской службой. Основной смысл этого режима состоит в стремлении избежать столкновения со сложным рельефом или с препятствиями в районе аэродрома, высоты которых задаются на картах с начальным отсчётом от геоида, т.е. как нормальные $H_{преп}^N$.
3. QFE («Field Elevation») $\rightarrow P_0 = P_D$ – при движении по глиссаде, когда необходимо барометрическим способом измерять геометрическую высоту полёта относительно ВПП.

Величина $P_0^{QFE} = P_D$, т.е. величина давления на аэродроме, сообщается на борт диспетчерской службой.

6. Уравнения связи между измерениями баровысотомера и приемника GNSS

Предварительно напомним соотношения между соответствующими единицами при измерении давлений

- 1 бар = 10^5 ньют/м² = 10^5 кг×м/с² м² = 10 кг×м/с² см² = 9.81 (м/с²)×кг = $1,0132$ техн. атм;
- 1 Паскаль = н/м² \rightarrow 1 бар = 10^5 Паск = 10^3 гектопаск = 10^2 килопаск;
- 1 мбар = 1 гектопаск = 760 мм рт. ст./ $1013,2 \approx 0,75$ мм. рт. ст.;
- 1 мм рт. ст. = $11,2$ м; 1 мбар = $0,75 \times 11,2 = 8,5$ м;
- 0,1 мбар = $0,85$ м.

Международное сообщение об QNH и QFE имеет точность 0,1 мбар.

Примеры:

- 1013,2 мбар передается как «132»,
- 998,7 мбар передается как «987».

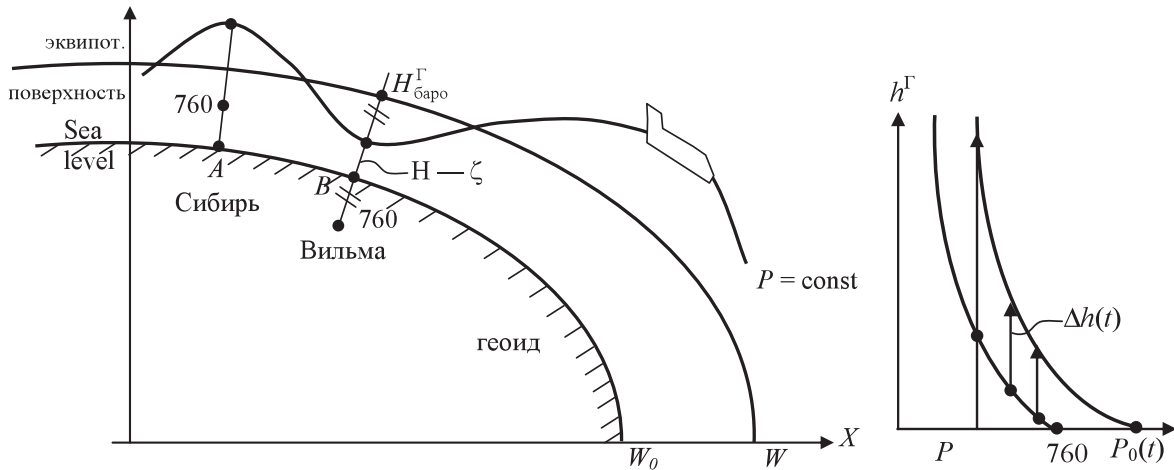


Рис. 6.1. Иллюстрация к полетам на этапах QNE, QNH и QFE с учетом погоды

Идеальные уравнения (стандартная погода) между измерениями высоты баровысотометров и приемников GNSS, которые могут использоваться при комплексной обработке информации [1], с учетом рис. 5.3 представляются следующими соотношениями:

а) режимы QNH и QNE

$$\begin{matrix} \text{GNSS} & \text{топокарта} \\ \downarrow & \downarrow \\ H(t) - \zeta(\varphi, \lambda) & = H_{MSL} = H^N, \end{matrix} \quad (6.1)$$

где $H_{MSL} = H^N$ – геометрическая высота полёта над MSL, равная $H_{MSL} = z = \frac{h_{QNH(QNE)}^\Gamma(t)}{1 - \rho_0^{-1} \cdot h_{QNH(QNE)}^\Gamma}$, получаемой от баровысотометра после указанного пересчёта;

б) Режим QFE

$$\begin{matrix} \text{топокарта} \\ \downarrow \\ H(t) - \zeta(\varphi, \lambda) - H_{АЭР}^N & = H_{ВПП}, \end{matrix} \quad (6.2)$$

где $H_{ВПП}$ – геометрическая высота полета над ВПП,

$$H_{ВПП} = z = \frac{h_{QFE}^\Gamma(t)}{1 - \rho_0^{-1} \cdot h_{QFE}^\Gamma}.$$

Рассмотрим уравнения связи между измерениями баровысотометров и приемников GNSS с учетом погоды (рис. 6.1). Этому предположим некоторые примеры.

Если нормальное давление QNH = 760 мм, 1013,25 мбар, тогда имеем:

1) Пример сверхвысокого давления – точка А на рис. 6.1 в «Сибири».

Давление на геоиде здесь составило: max QNH = 1087,0 мбар, $\Delta P = 74 \times 8,5 \text{ м/мбар} = +550 \text{ м}$, баровысотометр в режиме QNE при такой погоде «занижает» высоту на 550 м, т.е. при полёте QNE (когда в окошке выставлено $P_0 = 760 \text{ мм} = 1013,25 \text{ мбар}$) на высоте 1000 м прибор будет показывать 450 м.

2) Пример сверхнизкого давления – точка В на рис. 6.1 Харрикейн «Вильма».

Давление на геоиде здесь составило: min QNH = 882,2 мбар, $\Delta P = -131 \text{ мбар}$, $\Delta h = -1106 \text{ м}$, баровысотометр в режиме QNE «завышает» высоту на 1106 м, это очень опасное явление: так при полёте на нулевой высоте при этой погоде баровысотометр будет

сообщать нам, что мы летим на высоте 1106 м! В этой ситуации – при полёте на малых высотах в гористой местности, без надлежащей видимости и в погоду с низким давлением – комплексирование GNSS/Baro крайне желательно.

Перейдем непосредственно к рассмотрению уравнений связи.

1) **Полеты по QNE** (на постоянном эшелоне высоты $P = \text{const}$, $P_0 = 1013,25 \text{ мбар}$, $h_{QNE}^\Gamma = \text{const}$). Как это следует из рис. 6.1, они не являются полетами по эквипотенциальному уровню. На этом режиме показания баровысоты нецелесообразно (и категорически запрещено!) корректировать по данным GNSS GPS/ГЛОНАСС.

Возможна оценка приведенного давления P_{QNH} (погоды под собой) для местности, над которой мы летим,

$$\begin{aligned} H^N &= H - \zeta, \\ h^\Gamma &= H^N \left(1 + \rho_0^{-1} H^N\right)^{-1}, \\ P_{QNH} &= P \left(1 + \frac{\beta}{T_c} h^\Gamma\right)^{\frac{g_c}{\beta R}}. \end{aligned} \quad (6.3)$$

Отметим очень важное обстоятельство, следующее из (6.3). При одновременном измерении величин: $H^N(\text{GNSS})$ и $P(\text{Baro})$ мы впервые получаем возможность знать на борту приведенное значение давления P_{QNH} в зоне полёта без информации от наземных служб (!). Это обстоятельство может существенно повысить безопасность полётов.

Можно провести летные эксперименты, сравнивая P_{QNH}^* , вычисленные по (6.3), с P_{QNH} , известными из сообщений местной метеослужбы. Расчёты по формулам (6.3) могут представлять так же интерес при решении задач десантирования.

2) **Полет по QNH, когда значение $P_0 = P_{QNH}$ выставляется по сообщению службы УВД (АТС)**

Уравнение связи для режима QNH:

$$\begin{aligned} H(t) - \zeta(\varphi, \lambda) - H_{баро}^{QNH}(t) &= \Delta_1, \quad \Delta_1 \approx 0; \\ \Delta_1 &= F \left[H_{баро}^{QNH}, P(t), P_{QNH}, T_H, T_{АЭР}, \text{влажность} \right], \end{aligned} \quad (6.4)$$

Δ_1 — относительно малая величина, зависящая от величины β (скорости убывания температуры с высотой) и T_c — приведенной температуры на уровне MSL, а также влажности. Отклонения этих величин от стандартных определяются конкретной погодой дня.

Уточнение зависимости Δ_1 от различных (в основном, погодных) факторов может быть получено из недорогих летных экспериментов по записям идущих на посадку самолетов (для накопления статистических данных). При отсутствии статистики величину Δ_1 в (6.4) необходимо принять равной нулю.

3) Полет по QFE (движение по глиссаде)

Имеют место два дифференциальных режима с уравнением связи для режима QFE:

$$\Delta H(t) - \Delta H_{\text{баро}}^{\text{QFE}}(t) = \Delta_2, \quad \Delta_2 \approx 0,$$

$$\Delta_2 = F[H_{\text{баро}}^{\text{QNH}}, P(t), P_{\text{QNH}}, T_H, T_{\text{АЭР}}, \text{влажность}] \quad (6.5)$$

Здесь $\Delta H(t)$ — это превышение самолета над ВПП, полученное от приемника GNSS дифференциальными методами (они могут быть различными), $\Delta H_{\text{баро}}^{\text{QFE}}(t)$ — это превышение самолёта над ВПП, определяемое барорежимом QFE.

Для накопления погодной статистики по Δ_2 можно провести либо относительно дешевые летные эксперименты (записи), либо дорогой и неудобный наземный эксперимент (рис. 6.2). На обоих контроль-

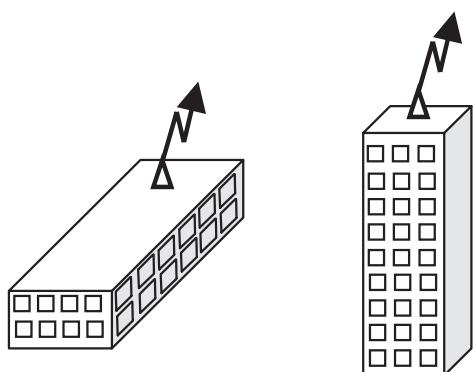


Рис. 6.2. Иллюстрация к возможному стационарному эксперименту

ных точках должны быть все необходимые приборы: GNSS-приёмники, бародатчики, термометры, измерители влажности, таймеры и т.д. Точки должны иметь сертифицированную геодезическую привязку.

В отсутствие статистики величину Δ_2 необходимо принять в (6.5) равной нулю.

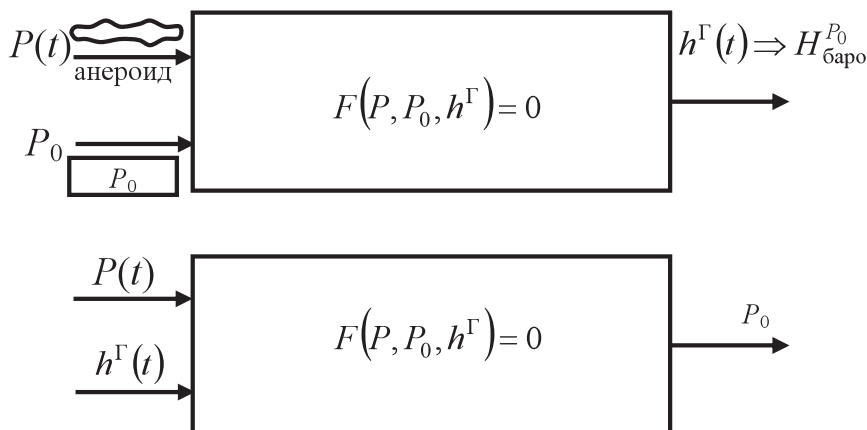


Рис. 7.1. Схемы определения высоты или приведенного давления при отсутствии комплексирования

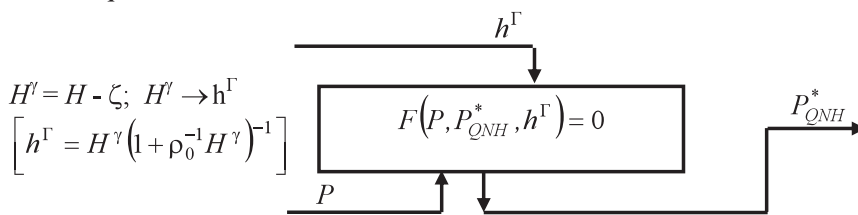


Рис. 7.2. QNH — непрерывное оценивание \hat{P}_{QNH} при работе GNSS

7. Схемы комплексирования баровысотомера и приемника GNSS

На рис. 7.1 представлены условные схемы вычислений в зависимости от того, какие сигналы считаются за входные, а какие — за выходные

Для трёх основных режимов полёта: QNE, QNH и QFE могут быть предложены следующие схемы комплексирования измерений баро- и GNSS-высотометров.

- а) QNE — схема для оценки приведенного давления $P_{\text{QNH}(t)}$ «под собой» (рис. 7.2) при полёте по маршруту;
- б) QNH- комплексная схема оценки высоты в режиме QNH

В случаях полётов над территориями, не контролируемые службами УВД, режим б) может очень полезен. Так, при полете над гористой местностью в плохую погоду, когда атмосферное давление низкое, баровысотометр при выставленном $P_0 = 760$ мм будет сильно завышать показания высоты. В режиме же б) происходит автоматическое определение величины P_{QNH} в зоне полёта, и столкновения с горой можно избежать. Кроме того, режим б) может быть очень полезен при посадке вертолёта в городских условиях, когда показания приёмника GNSS могут быть «мерцающими», а приведенное давление P_{QNH} в зоне посадки, получаемое из внешних источников, неизвестно.

- в) QFE — полет по глиссаде

Фирмой «Garmin» [4] разработан комплексный приёмник GPSMAP 765, т.е. традиционный GPS-приемник, объединённый с барометрическим высотометром. Здесь к GPS-приёмнику добавлен миниатюрный силиконовый микро-электромеханический

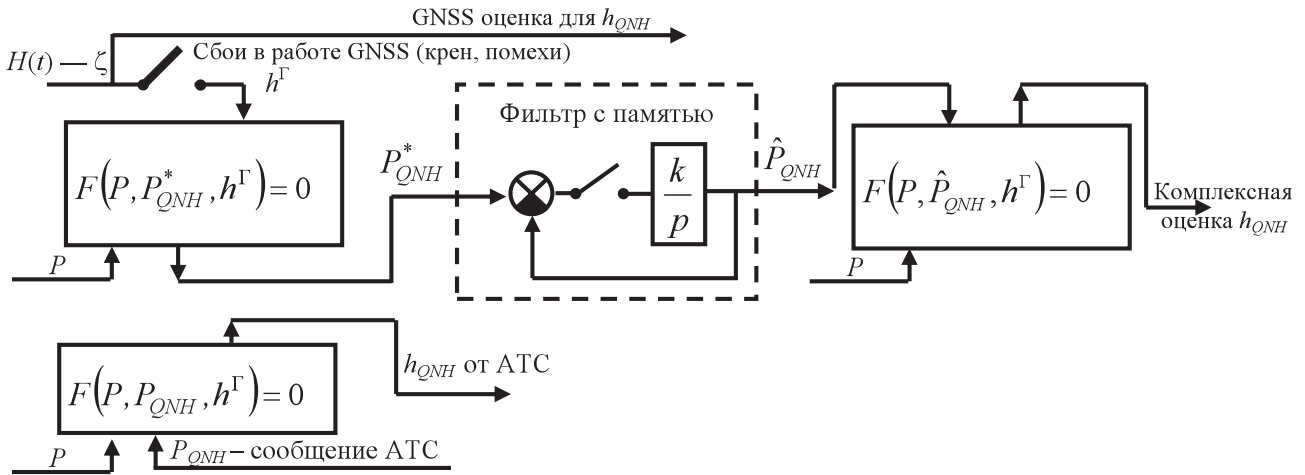


Рис. 7.3. Схема комплексной оценки h_{QNH}

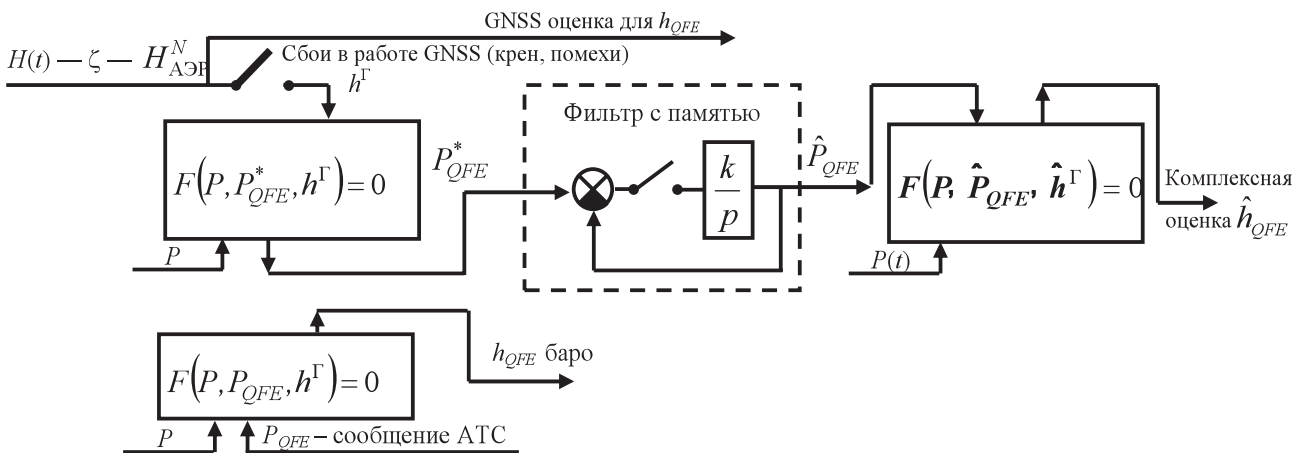


Рис. 7.4. Комплексная оценка h_{QFE}

(MEMS) датчик атмосферного давления. Прибор по паспортным данным может работать от уровня моря до высоты 30000 футов (~10000м) с субметровой точностью. В статье [4] не приводятся алгоритмы функционирования этого прибора. Возможные принципы функционирования приборов такого типа, основанные на фильтрации, были изложены выше.

Возможна и другая (упрощенная) схема работы для приборов типа «Garmin GPS/Baro», не использующая фильтрацию.

В момент времени t_0 выключения GPS запоминаются величины $h_{GPS}(t_0)$ и $P(t_0)$. После этого вычисления текущего значения $h(t)$ высоты осуществляются по формуле

$$h(t) = h_{GPS}(t_0) + \frac{T_c}{\beta} \left[\left(\frac{P(t)}{P(t_0)} \right)^{\frac{R\beta}{g_c}} - 1 \right], t \geq t_0.$$

Выводы по статье:

1. В паспортные данные аэродрома в будущем должны включаться гравитационные аномалии высоты $\zeta(\phi, \lambda, \rho)$ в зоне ВПП и в зоне предполётного маневрирования.
2. Для обеспечения маршрутных полётов желательно иметь и использовать глобальную карту гравитационных аномалий высоты в цифровом виде, удобном для навигационного применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабич О.А. Обработка информации в навигационных комплексах.— М.: Машиностроение, 1991.— 512с.
 2. World Geodetic System 1984, National Imagery and Mapping Agency, USA, 2000.
 3. Помякаев И.И., Селезнев В.П., Дмитроченко Л.А. Навигацион-

ные приборы и системы.— М.: Машиностроение, 1983. 456 с., ил.
 4. Hopkins R. E., Barbour N. M., Gustavson D. E., Sherman P. Miniature Inertial and Augmentation Sensors for Integrated Inertial/GPS Based Navigation Applications, NATO RTO, 2010.



УДК 621.391.26

МОНИТОРИНГ НАВИГАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ГЛОНАСС/GPS В ИАЦ ЦНИИМАШ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В. Д. Глотов, В. В. Митрикас, С. А. Платонов, А. А. Бермишев¹

В статье излагаются цели и задачи системы внешнего мониторинга параметров радионавигационных полей (РНП) глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) на базе Информационно-аналитического центра (ИАЦ) координатно-временного обеспечения (КВНО) Центрального научно-исследовательского института машиностроения (ЦНИИМаш), вопросы организации в ИАЦ сбора технологических данных и измерительной информации, расчета высокоточной эфемеридно-временной информации космических аппаратов ГЛОНАСС и GPS, мониторинга навигационных полей ГНСС, информационного обеспечения потребителей и проведения работ по использованию мобильной измерительной диагностической лаборатории для мониторинга параметров РНП

Ключевые слова: Космический аппарат, ГНСС, ГЛОНАСС, GPS, ИАЦ, КВНО, мониторинг, информационное обеспечение потребителей

GLONASS/GPS NAVIGATION FIELD MONITORING IN THE TSNIIMASH INFORMATION ANALYSIS CENTER AND PROVISION OF USER INFORMATION

V. D. Glotov, V. V. Mitrikas, S. A. Platonov, A. A. Bermishev

The paper describes objects and goals of the external GNSS radio navigation field monitoring system in the PNT Information Analysis Center of the Central Research Institute of Machine Building, management of GLONASS and GPS measurement collection and processing, GNSS navigation field monitoring, broadcasting of user information and organization of a mobile measurement diagnostic laboratory for field RNP monitoring

1. Введение

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) все более прочно входят в состав основных стратегических ресурсов мировой информационной инфраструктуры, интерес к ним постоянно растет во всем мире. Расширяется использование технологий на базе ГНСС в различных областях деятельности, включая все виды транспорта (воздушный, водный и наземный транспорт), геодезические работы, активный отдых и туризм, диспетчерские и аварийные службы, исследования в области наук о Земле, сельское хозяйство, решение задач оборонного характера и т.д.

В настоящее время российская спутниковая навигационная система ГЛОНАСС находится на завершающем этапе построения космического сегмента; ввод в эксплуатацию орбитальной группировки из 24-х навигационных искусственных спутников позволит обеспечить устойчивую и высокоточную навигацию во всех районах Земли с помощью системы ГЛОНАСС. На данном этапе развития системы повышается актуальность задачи контроля состояния системы и предоставляемых ею навигационных услуг и информационной поддержки потребителей в обеспечении широкого использования системы различными классами потребителей.

Как известно [1], в рамках использования всех известных ГНСС предусматривается контроль их навигационных полей, который проводится в виде внутрисистемного мониторинга, автономного контроля на базе алгоритмов RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring), используемых в навигационной аппаратуре потребителей (НАП), а также систем внешнего мониторинга. Каждый указанный вид контроля имеет свою область применения и необходим для эффективного использования системы. В частности, внутрисистемный мониторинг используется для повышения эффективности ее работы путем контроля средствами самой системы параметров радионавигационного поля (РНП) и устранения ошибок функционирования различных ее служб. Сравнительно простые, но недостаточно надежные методы автономного контроля навигационных полей RAIM широко используются в НАП, но в основном, в массово выпускаемой аппаратуре, не связанной с применениями, ответственными для жизни людей.

Основное назначение систем внешнего мониторинга — это выполнение задач, не реализуемых с использованием внутрисистемного и автономного мониторингов, в частности, удовлетворение повышенных требований гражданских потребителей

¹ В.Д. Глотов, В.В. Митрикас, С.А. Платонов, А.А. Бермишев — сотрудники Информационно-аналитического центра ЦНИИМаш

по точности и надежности навигационных услуг, связанных с ответственными областями применения ГНСС (авиационный, водный и другие виды транспорта). На основе внешнего мониторинга обеспечивается решение других задач, важных для эффективного использования ГНСС:

- проведение контроля всех ГНСС и их функциональных дополнений, независимого от оператора системы;
- обеспечение информационной поддержки навигационных потребителей данными о статусе ГНСС и зафиксированных параметрах навигационных полей с последующим подтверждением (сертификацией) полученных характеристик на основе накопления статистических данных о функционировании системы.

2. Цели и задачи системы внешнего мониторинга параметров РНП ГНСС на базе ИАЦ КВНО

Основные цели системы внешнего мониторинга, функционирующей более 10 лет на базе Информационно-аналитического центра (ИАЦ) ФГУП «ЦНИИмаш»:

- Контроль соответствия характеристик ГНСС их заявленным значениям в нормативных документах (ТТТ, ИКД, ТЗ), проводимый в режиме регулярной службы в интересах Заказчиков системы ГЛОНАСС и всех категорий потребителей навигационных услуг.
- Круглосуточный контроль работоспособности навигационных космических аппаратов (КА) ГЛОНАСС и GPS и достоверности передаваемых ими навигационных данных, выявление перерывов в использовании КА по целевому назначению по результатам обработки данных глобальной сети станций и базового пункта слежения ИАЦ.
- Непрерывная информационная поддержка через Интернет и выделенные каналы связи потребителей навигационных услуг, включая Заказчиков системы и разработчиков НАП, достоверной и своевременной информацией о статусе РНП ГНСС (в настоящее время ГЛОНАСС и GPS).

Основные задачи, решаемые в ИАЦ в рамках функционирования системы внешнего мониторинга параметров РНП ГНСС:

- Сбор технологических данных и измерительной информации станций слежения международных сетей и отечественных сетей Ростехрегулирования, Геофизической службы РАН и Системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ).
- Расчет высокоточной эфемеридно-временной информации (ЭВИ) КА ГЛОНАСС и GPS с формированием и представлением полученных результатов в соответствии с международной технологией выдачи данных (Ultra Rapid, Rapid и Final).
- Оценка реальных характеристик систем ГЛОНАСС и GPS и их соответствия заявленным значениям в нормативных документах, в том числе, контроль

точности штатной бортовой ЭВИ для всех КА ГЛОНАСС и GPS, проводимый в режиме, близком к реальному времени и апостериорно.

- Непрерывный мониторинг пригодности к использованию КА ГЛОНАСС и GPS и текущих параметров навигационных полей ГНСС в режиме реального времени и апостериорный анализ параметров РНП ГНСС.
- Непрерывное обеспечение пользователей через Интернет и выделенные каналы связи информацией о состоянии орбитальных группировок ГЛОНАСС и GPS и характеристиках РНП, в том числе, о плановых изменениях функционирования ГНСС.
- Проведение работ по использованию мобильной измерительной диагностической лаборатории (МИДЛ).

Для решения указанных задач специалистами ИАЦ создан и введен в эксплуатацию комплекс программно-аппаратных средств сбора и обработки высокоточных измерений, определения и анализа ЭВИ, оперативного и апостериорного мониторинга параметров радионавигационных полей ГНСС. Достигнутые в ИАЦ точности решения задач оценки эфемерид и ухода бортовых шкал времени навигационных спутников сопоставимы с данными ведущих мировых центров обработки. Характеристики комплекса программно-аппаратных средств определения и анализа ЭВИ и мониторинга параметров РНП ГНСС подтверждены «Сертификатами об утверждении типа средств измерений» Ростехрегулирования и Министерства обороны Российской Федерации, ежегодными «Свидетельствами о поверке» средств измерений. При этом программно-аппаратные комплексы «АКВАПАС» и «КПАС АЭМ» внесены в Государственный реестр средств измерений, а МИДЛ запатентована в 2008 г. [2] и ежегодно проходит аттестационные испытания.

В последующих разделах статьи некоторые из представленных задач, решаемых в ИАЦ в рамках данного направления работ, будут рассмотрены более подробно.

3. Организация в ИАЦ сбора технологических данных и измерительной информации

Сбор технологических данных и измерительной информации проводится в ИАЦ круглосуточно в автоматизированном режиме с использованием двух независимых безлимитных 10 Мбит каналов Интернет, работа которых обеспечивается разными провайдерами на основе физически разных оптоволоконных каналов связи. При этом работы по сбору данных проводятся с использованием двух контуров программно-аппаратных средств системы приема и передачи данных, разработанных в ИАЦ и функционирующих под управлением разных операционных систем (ОС) Windows и Linux. Такая организация процедуры сбора данных обеспечивает повышение

надежности приема данных и способствует устойчивой работе ИАЦ в рамках решения его основных целевых задач по контролю реальных характеристик ГНСС и мониторингу состояния орбитальных группировок ГЛОНАСС и GPS.

Сбор измерительной информации и соответствующих навигационных данных, в частности, штатной бортовой ЭВИ, принятой на станциях слежения, проводится в трех режимах: в режиме реального времени (25–35 станций), режиме ежечасного приема файлов данных (около 40 станций) и режиме приема ежесуточных файлов (более 200 станций). Прием данных осуществляется в автоматизированном режиме с использованием запускаемых по графику скриптов, общее число которых только для одного контура приема данных под ОС Windows составляет порядка 100. При этом сбор только часовых файлов измерительных и технологических данных обеспечивается круглосуточным ежечасным запуском 10 скриптов.

С использованием указанных выше программно-аппаратных средств ИАЦ проводится сбор следующих технологических и измерительных данных:

- измерительной информации международной службы IGS GPS/ГЛОНАСС (около 200 станций), российских сетей станций слежения Ростехрегулирования, СДКМ и Геофизической службы РАН (всего более 30 станций);
- измерительной информации международной службы лазерной локации ILRS (38 станций);
- данных международной службы оценки параметров вращения и координат Земли IERS (параметры вращения Земли, система координат ITRF, бюллетени);
- данных международной службы мер и весов BIPM в части всемирного времени;
- данных об индексах солнечной и геомагнитной активности;
- оперативных сообщений различных почтовых систем (IGSMail, IERSMail, ILRSMail и др.);
- официальных данных о состоянии системы GPS из Навигационного центра (NAVCEN) Береговой охраны США и др.

Сбор технологических данных и измерительной информации в ИАЦ осуществляется из FTP архивов официальных российских центров сбора и хранения информации, расположенных в Обнинске (сеть Геофизической службы РАН), Менделеево (сеть Ростехрегулирования), ОАО «РКС» (сеть СДКМ) и международных центров, расположенных в США, Японии, Германии, Франции, Швейцарии, Нидерландах, Австралии. В частности, станции сети слежения Геофизической службы РАН расположены в городах Арти, Билибино, Магадан, Обнинск, Геленджик, Петропавловск, Якутск, Тикси, Владивосток, Светлогорск, Норильск. Станции сети слежения Ростехрегулирования расположены в городах Иркутск, Хабаровск, Менделеево,

Новосибирск. Станции СДКМ расположены в районах населенных пунктов Москва, С-Петербург, п. Светлое, Геленджик, Кисловодск, Норильск, Новосибирск, Иркутск, Тикси, Владивосток, Южно-Сахалинск, Петропавловск, Магадан, Билибино, с. Новолазаревская (Антарктида) и с. Беллинсгаузен (Антарктида).

Среднесуточный объем собираемой в ИАЦ измерительной и технологической информации без учета данных, поступающих в режиме реального времени, составляет в архивированном виде около 500 Мб в сутки.

4. Расчет высокоточной эфемеридно-временной информации КА ГЛОНАСС и GPS

Расчет высокоточной ЭВИ КА ГЛОНАСС и GPS проводится с помощью адаптируемого комплекса высокоточных автоматизированных программно-аппаратных средств (АКВАПАС, ГЮИД.466539.004), разработанного в ИАЦ и предназначенного для проведения комплексного прецизионного многофакторного анализа характеристик ГЛОНАСС с учетом расширения состава анализируемых параметров на этапах летных испытаний и последующей эксплуатации космических аппаратов ГЛОНАСС.

Обработка данных в ИАЦ проводится в нескольких независимо работающих контурах с вычислением ЭВИ и выдачей данных ULTRA Rapid, RAPID и FINAL в строгом соответствии с требованиями международной службы IGS: 17 часов – для RAPID и 3 часа для ULTRA. Для наиболее точных данных ЭВИ, вычисляемых в технологии FINAL, допускается задержка с выдачей данных в IGS в 10–14 суток.

Координатор IGS при получении из разных мировых центров обработки данных, в том числе и из ИАЦ, финальных и RAPID решений сводит их с помощью параметров согласования к единому обобщенному решению IGS с расчетом отклонений от него решений отдельных центров. Эти данные публикуются в приложении (описании) к каждому еженедельному решению, выпускаемому IGS. Погрешность RAPID данных ГЛОНАСС, вычисленных в ИАЦ, в соответствии с этими данными и анализом специалистов ИАЦ составляет 7...8 см (3d), для FINAL – меньше, а для ULTRA на участках измерений – чуть больше, что соответствует уровню точности ведущих мировых центров обработки данных.

В качестве исходных данных при решении задачи используются измерения базового пункта слежения ИАЦ, беззапросные кодовые и фазовые измерения станций сети IGS, дополнительная информация, получаемая в открытых архивах данных по каналам Интернет, измерения сети станций СДКМ, некоторое количество измерений ведомственных станций, дополняющих сеть СДКМ на российской территории.

Приведем описание наиболее полного технологического цикла уточнения апостериорной ЭВИ

в режиме FINAL, который включает последовательное выполнение нескольких пакетов заданий. К наиболее важным относятся:

- загрузка исходной информации: измерений, штатной ЭВИ, ПВЗ и др.;
- сглаживание штатной ЭВИ для обеспечения предварительной обработки;
- предварительная обработка навигационных измерений, включая отбраковку аномальных данных, поиск и коррекцию пропусков циклов фазовых измерений;
- подготовка исходных данных для решения краевых задачи с учетом наличия информации в прикладной базе данных (БД);
- формирование краевых задач произвольной размерности, определяемой в результате обработки данных;
- решение краевых задач по уточнению параметров моделей и орбит;
- постобработка и анализ полученных данных;
- формирование форматов выходных данных;
- определение систематических погрешностей кодовых измерений;
- удаление отработанной информации и реструктуризация таблиц прикладной БД.

Окончательное уточнение параметров моделей и орбит навигационных КА проводится в ИАЦ КВНО совместно для систем ГЛОНАСС и GPS с использованием прореженных фазовых измерений с шагом 5 минут. Интервал уточнения – 2 суток. Число используемых в обработке приемников – 70–80, из которых не менее 80% являются комбинированными.

Состав уточняемых параметров:

- начальные условия движения в системе J2000 по всем навигационным КА,
- параметры силы светового давления и эмпирические ускорения (6 для КА GPS, 7- для КА ГЛОНАСС),
- дополнительные импульсы КА GPS (по мере необходимости),
- координаты всех станций (свободное решение с использованием априорных данных в системе IGS2005 для нескольких станций),
- эксцессы мокрых зенитных тропосферных погрешностей (полиномы 3-й степени каждые 6 часов),
- оценки разности шкал GPS и ГЛОНАСС для каждого совмещенного приемника (композитная оценка с равновесными данными, начальные значения получаются на этапе предварительной обработки),
- неоднозначности сеансов фазовых измерений как вещественные величины,
- мгновенные поправки бортовых и наземных часов каждые 5 минут (часы одного из пунктов, выбираемого автоматически, фиксируются с учетом поправок, полученных в предварительной обработке при согласовании со шкалой GPS)

Типичная размерность единичного решения составляет 75–80 тысяч параметров. Интервал

повторения технологического цикла по уточнению ЭВИ составляет 1 сутки. Окончательная орбита и поправки часов получаются в результате объединения данных, полученных в каждом решении на отрезке центральных суток начала каждого интервала уточнения параметров.

5. Мониторинг навигационных полей ГНСС

В ИАЦ функционирует трёхуровневая система мониторинга навигационных полей:

- непрерывный мониторинг в режиме реального времени на основе данных базового пункта слежения ИАЦ и 25–35 станций мировой сети;
- мониторинг на основе часовых файлов измерений, принимаемых ежечасно в ИАЦ с 30–40 станций глобальной сети (штатный режим с выдачей результатов по КА ГЛОНАСС на Веб-сайт ИАЦ);
- апостериорный мониторинг на основе суточных файлов измерений для КА ГЛОНАСС и GPS, принимаемых в ИАЦ с более 200 станций мировой сети (штатный режим с выпуском и рассылкой бюллетеней и экспресс-отчетов).

Мониторинг РНП ГНСС состоит в непрерывном анализе двух групп контролируемых параметров. В первую группу контролируемых параметров входят параметры, описывающие состояние отдельно взятого спутника:

- наличие сигнала КА (наблюдаемость);
- наличие КА в альманахе системы;
- исправность цифровых данных в альманахе;
- признак исправности КА из альманаха;
- наличие оперативных бортовых эфемерид спутника;
- исправность цифровых данных в эфемеридах;
- признак исправности КА из эфемерид;
- наличие измерений;
- исправность измерений по трём категориям точности:
 - 1) попадание в диапазон допустимых значений;
 - 2) отбраковка грубых измерений (фильтрация невязок);
 - 3) оценка ошибки измерения кодовой псевдодальности UERE (User Equivalent Range Error) – интегральное значение по пунктам и по всем кодовым измерениям.

Основной задачей мониторинга в части контроля состояния КА является выявление сбоя и его причины. Спутник считается сбойным при выполнении следующих условий (причин сбоя):

- отсутствие сигнала (КА не наблюдается ни одним пунктом), и КА либо отсутствует в альманахе, либо имеет признак «непригоден» по альманаху;
- отсутствие сигнала (КА не наблюдается ни одним пунктом, в зоне видимости которых он есть): проявляется в отсутствии всех данных (измерений, эфемерид);
- нет эфемерид;
- неисправные данные в эфемеридах;

- признак «непригоден» в эфемеридах;
- отсутствие измерений;
- измерение вне диапазона допустимых значений
- измерение отбраковано по невязке;
- значение пользовательской эквивалентной ошибки дальности UERE больше некоторого порогового значения.

Перечисленные условия определения сбоя равнозначны, то есть КА считается сбойным при выполнении хотя бы одного из указанных условий. При этом предельно допустимое значение ошибки UERE может быть предметом выбора его величины для разных категорий потребителей (целесообразно установление нескольких значений предельных UERE с предоставлением соответствующих результатов).

При приеме измерительных данных может возникнуть ситуация, когда из-за сбоев в каналах связи в ИАЦ не поступили наблюдения некоторых спутников. В таком случае спутник определяется как сбойный при неисправности по альманаху (который не зависит от прямой видимости) или при неисправности по эфемеридам, которые могли быть приняты некоторыми пунктами ещё до попадания спутника в зону без станций. Если спутник находится вне зоны видимости пунктов, но по альманаху и эфемеридам он исправен, то он считается исправным.

Во вторую группу контролируемых параметров входят параметры, характеризующие радионавигационное поле всей системы. Эти параметры получены на основе решения координатно-временной задачи абсолютным методом:

- ошибки определения координат: разности координат, полученных из решения, и заранее известных координат станции слежения;
- точности (среднеквадратические ошибки – СКО) определения координат и времени;
- геометрические факторы изменения точности определения координат и времени;
- среднее число КА, участвующих в координатно-временных определениях.

Контролируемые параметры РНП ГНСС не имеют непосредственной задачи выявления сбоя. Есть только одно универсальное понятие сбоя РНП ГНСС – это отсутствие решения координатно-временной задачи. Выявление сбоя РНП по точности координатно-временных определений возможно, но оно должно носить частный характер в зависимости от сферы применения ГНСС (например, в задачах геодезии предельные СКО координат могут достигать нескольких сантиметров, а для обеспечения плавания судна в океане возможны предельные ошибки в сотни метров).

Необходимо отметить две особенности глобального сетевого мониторинга:

1. Полученные интегральные результаты дают наиболее объективные данные о точности работы ГНСС, так как не зависят от географического положения пункта наблюдения.

2. Получая данные по сети станций, можно делать выводы о качестве координатно-временного и навигационного обеспечения в разных районах Земли. Данные по конкретным районам могут использоваться пользователями из этих регионов.

Мониторинг РНП ГНСС на основе часовых и точных файлов измерений, собираемых в ИАЦ, носит апостериорный характер, достаточно хорошо отработан, введен в штатную эксплуатацию, и его результаты представлены на Веб-сайте ИАЦ (<http://www.glonass-iac.ru>).

Мониторинг в режиме реального времени для КА ГЛОНАСС и GPS с выдачей результатов на Веб-сайт выполняется с использованием измерений базового пункта слежения ИАЦ уже в течение более 10 лет. В настоящее время на базовом пункте слежения реализована схема интегрального приёмника: мониторинг выполняется по данным нескольких приёмников.

В 2010 года был разработан программный комплекс, позволяющий выполнять оперативный глобальный мониторинг системы ГЛОНАСС по данным глобальной сети станций, обеспечивающих стабильную и доступную для ИАЦ передачу данных в формате RTCM. В настоящее время успешно завершена его автономная отработка, проводится отладка программных средств взаимодействия данного комплекса со средствами визуализации результатов мониторинга на Веб-сайте ИАЦ.

Исходными данными для данного мониторинга являются наблюдения (навигационное сообщение и измерения), выполняемые на пунктах сетей СДКМ (14 станций) и IGS (20 станций). Данные передаются в формате RTCM в режиме реального времени. Задержка в получении данных в ИАЦ составляет несколько секунд (в среднем, 1...2 секунды), и она обусловлена только задержками канала Интернет. Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет выполнять непрерывный во времени мониторинг системы ГЛОНАСС.

Количество пунктов наблюдения и их географическое положение позволяют обеспечить глобальное покрытие Земли зонами видимости навигационных спутников, что дает возможность отслеживать одновременно состояние всех спутников и глобального РНП. Используемые пункты распределены следующим образом: 12 – территория России (полное покрытие), 5 – Австралия, 5 – Бразилия, 3 – Антарктида, 3 – Азия (Китай и Дальний Восток), 2 – Европа, 2 – Африка, 2 – США.

Для каждого пункта наблюдения в режиме реального времени вычисляются следующие контролируемые параметры:

- UERE – эквивалентная пользовательская ошибка измерения кодовых псевдодальностей;
- абсолютная ошибка определения местоположения;
- точность определения координат (среднеквадратические ошибки – СКО);

- точность определения времени пользователем – СКО определения поправки часов пользователя для привязки к UTC (SU);
- геометрические факторы изменения точности (GDOP, PDOP, TDOP).

Все указанные точностные характеристики вычисляются по всем кодовым измерениям (C1, P1, P2).

В общем комплексе мониторинга ИАЦ КВНО стоит отметить две подсистемы, связанные с глобальным сетевым мониторингом в режиме реального времени:

1. Интегральный приёмник – программный комплекс оперативного мониторинга по нескольким приёмникам на базовом пункте слежения ИАЦ, который позволяет в режиме реального времени получать альманах системы непосредственно из приёмников.
2. Глобальный мониторинг по часовым файлам RINEX, работающий в апостериорном режиме и позволяющий дополнять результаты оперативно-глобального мониторинга, в том числе, при недостаточном объеме измерений на отдельные моменты времени в процедуре сбора данных в режиме реального времени. При этом данные подсистемы взаимно дополняют друг друга, и планируется совместное отображение их результатов на сайте ИАЦ КВНО.

6. Информационное обеспечение потребителей

Для информационного обеспечения потребителей на базе ИАЦ функционируют Веб-сайт <http://www.glonass-iac.ru> (<http://www.glonass-iac.rsa.ru>) и FTP-сервер <ftp://ftp.glonass-iac.ru>, предоставляющие в круглосуточном режиме на русском и английском языках результаты контроля и анализа параметров РНП и качества бортовой ЭВИ ГНСС. Результаты публикуются также на FTP-сервере в виде экспресс-отчетов и бюллетеней и рассылаются на предприятия Роскосмоса и в другие ведомства. Для обеспечения надежного круглосуточного доступа потребителей к Веб-сайту и FTP-серверу ИАЦ используются два независимых безлимитных 10 Мбит канала Интернет, работа которых обеспечивается разными провайдерами на основе физически разных оптоволоконных каналов связи.

Веб-сайт ИАЦ предоставляет следующую информацию и услуги:

- данные о текущем состоянии орбитальных группировок систем ГЛОНАСС и GPS на основе результатов мониторинга РНП (в реальном времени);
- официальную информацию Центра управления системы ГЛОНАСС о функционировании КА ГЛОНАСС и планируемых операциях с КА орбитальной группировки;
- характеристики пространственно-временного распределения параметров навигационного поля (карты доступности навигации);

- результаты анализа навигационной информации, в том числе точные эфемеридно-временные данные для КА ГЛОНАСС и GPS;
- расчет зон видимости КА ГЛОНАСС для произвольной точки земной поверхности;
- измерительную и справочную информацию из международных систем сбора и хранения данных;
- уточнение координат потребителей на основе RINEX-файлов (экспериментальный режим).

Специалистами ИАЦ разработаны и введены в эксплуатацию специализированные Интернет-ресурсы (<http://stat.glonass-iac.ru>, <http://statgps.glonass-iac.ru>), доступ к которым предоставляется через предварительную регистрацию. На сайтах представлены оценки реальных характеристик систем ГЛОНАСС и GPS, в том числе, оценки текущих погрешностей штатных эфемерид и частотно-временных поправок (ЧВП) из навигационных сообщений открытых сигналов, которые рассчитываются относительно предварительной апостериорной ЭВИ ИАЦ, уточняемой по измерениям около 50 станций. При этом текущие штатные эфемериды формируются ежечасно в результате обобщения всех доступных данных.

Апостериорная ЭВИ уточняется по измерениям более 50 станций 4 раза в сутки с началом обработки в 0:30, 6:30, 12:30, 18:30 UTC. Среднеквадратическая погрешность (СКП) предварительных апостериорных орбит относительно финальных данных ИАЦ и данных IGS, как правило, не превосходит 15 см, СКП поправок часов обычно составляют не более 0,7 нс. При оценке ЭВИ учитывается привязка информации из навигационных кадров к фазовым центрам передающих антенн. Для исключения систематических погрешностей штатных и апостериорных поправок часов на предшествующих 24-суточных интервалах для каждого КА определяется систематическая погрешность, которая исключается в обработке.

В каждом из 4-х циклов обработки данных на суточном интервале формируется прогнозная ЭВИ ИАЦ, которая используется для оценки ЭВИ до выполнения нового уточнения. Интервал прогнозной ЭВИ составляет от 2 до 8 часов с учетом уточнения ЭВИ ИАЦ каждые 6 часов, а также 2 часов, необходимых для сбора и обработки всех исходных данных. Штатные эфемериды в период между уточнениями ЭВИ ИАЦ формируются каждые 15 минут по данным всех станций, работающих в режиме реального времени, а также по ежечасным данным. СКП прогноза эфемерид ИАЦ по всем КА на интервале до 8 часов, как правило, не превышает 30 см, в т.ч. 5 см в радиальном направлении. СКП прогноза поправок часов по всем КА обычно не превышает 2,5 нс, но существенно зависит от КА, поскольку определяется в первую очередь техническими характеристиками бортового синхронизирующего устройства (БСУ).

Таким образом, по результатам обработки получают 2 группы оценок:

- 1) Данные, которые формируются только на интервале уточнения предварительной ЭВИ ИАЦ 4 раза в сутки ориентировочно в 5:00, 11:00, 17:00, 23:00 ДМВ. Эти предварительные результаты оценки технических характеристик незначительно изменяются при формировании окончательных оценок после получения финальных апостериорных данных ИАЦ с задержкой до 7 суток. Данные включают для каждого КА ГЛОНАСС и GPS:
 - текущие погрешности ЭВИ. Шаг данных 10 минут на 5, 15, 25, 35, 45, 55 минут каждого часа. Интервал построения графиков ~ 3 суток;
 - оценки вариации Аллана БСУ, рассчитанные на предшествующем 20-суточном интервале. Интервал построения – 10 суток;
 - обобщенные на предыдущих суточных интервалах оценки медианы и 95% порогов погрешностей ЭВИ, отнесенные к концу каждого суточного интервала. Интервал построения графиков ~ 8 суток.
- 2) Данные, которые формируются каждые 5 минут. Они включают оценки штатной ЭВИ с шагом 5 минут на интервале последних 12 часов с окончанием на текущий момент по результатам относительно ЭВИ ИАЦ как на интервале уточнения, так и на интервале прогноза.

В настоящее время заканчивается отработка новой версии сайта ИАЦ (тестовый вариант представлен в сети Интернет по адресу <http://new.glonass-iac.ru/>). В новой версии сайта сохранены наиболее посещаемые разделы сайта, добавлены новые сервисы и информационные разделы, проведена перекомпоновка содержания сайта с целью улучшения доступа потребителей к имеющейся информации. Новая версия сайта должна обеспечить также доступ зарегистрированных потребителей к новым специализированным Интернет-ресурсам ИАЦ, содержащим текущие оценки технических характеристик систем ГЛОНАСС и GPS.

7. Проведение работ по использованию МИДЛ для мониторинга параметров РНП ГНСС

В ИАЦ ЦНИИмаш создана и используется по назначению для различных целей, в частности, и для контроля параметров радионавигационных полей ГЛОНАСС и GPS, мобильная измерительная диагностическая лаборатория (МИДЛ). Основные функции МИДЛ:

- Экспериментальная отработка технологий разработки и использования навигационно-информационных и телематических систем управления и контроля транспортных средств на основе космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и др.
- Экспериментальная отработка элементов систем функциональных дополнений космических навигационных систем ГЛОНАСС/GPS.
- Контроль РНП ГЛОНАСС и GPS в удаленных районах, в том числе и в динамическом режиме.

С использованием МИДЛ можно решать следующие задачи:

- Получение оценок точности позиционирования различных образцов навигационной потребительской аппаратуры, работающей по сигналам спутников ГЛОНАСС/GPS в мобильном режиме с целью выбора наиболее подходящей для оснащения ею транспортных средств.
- Построение эталонных траекторий движения транспортных средств на автомагистралях, включая районы с плотной городской застройкой, горные местности и туннели.
- Определение дефектов и несоответствий в картах местности.
- Проведение мобильного мониторинга радионавигационной обстановки, включая контроль радионавигационного сигнала.

В состав МИДЛ входят двухчастотный приемник геодезического класса, инерциальный блок, аналого-цифровой преобразователь, одометрический датчик, персональный компьютер, анализатор сигналов, аппаратно-программный комплекс мониторинга радионавигационных полей, блоки питания и устройства сопряжения [3,4]. Аппаратный состав МИДЛ является легко переносимым, что позволяет использовать в качестве базового транспортного средства любой автомобиль.

Заявленная точность построения эталонной траектории движения с использованием МИДЛ на открытых участках местности – 0,5 м (в плановых координатах), на участках с ограниченным количеством видимых навигационных спутников, вплоть до полного их отсутствия, например в туннелях, – 1 м. Реальные точности, полученные при последних аттестационных испытаниях, составили 0,12 м и 0,46 м соответственно. Использование МИДЛ позволяет одновременно получать оценки точности позиционирования нескольких различных образцов навигационной потребительской аппаратуры в одинаковых навигационных условиях.

МИДЛ использовалась при выборе навигационной потребительской аппаратуры для оснащения ею транспортных средств при совместных работах с организациями, занимающимися разработкой транспортных информационно-навигационных систем – НПП «Термотех», ОАО «НПК «РЕКОД». В августе 2010 г. МИДЛ использовалась в совместных работах с ОАО «НПК «РЕКОД» для высокоточной привязки Олимпийской трассы Адлер – Красная Поляна и объездной дороги вокруг г. Сочи, а также для привязки федеральной трассы М 7, проходящей по территории республики Татарстан. Аппаратные средства МИДЛ и разработанное программное обеспечение позволили построить траектории движения используемого транспортного средства в условиях полного отсутствия видимых навигационных спутников – в туннелях протяженностью до 2,5 км. Одновременно, в реальных условиях эксплуатации,

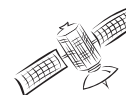
были получены оценки точности позиционирования четырех образцов автомобильных навигационных терминалов и навигационной потребительской аппаратуры, предназначенной для оснащения ими транспортных средств.

Программно-аппаратные средства МИДЛ использовались при проведении работ по контролю состояния радионавигационных полей ГЛОНАСС и GPS в рамках экспериментов, реализованных специалистами ИАЦ в г. Моздок (октябрь 2001 г.)

и при прохождении Северного морского пути на кораблях пограничной службы Морфлота (2006 г.). Результаты контроля параметров РНП ГЛОНАСС и GPS, полученные в ходе экспериментов, позволили на основе реальных данных подтвердить возможность использования технологий спутниковой навигации в указанных районах и оценить точностные характеристики определения пользователями своего местоположения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глотов В. Д., Кривоспицкий Л. А., Митрикас В. В., Ревнивых С. Г., Сердюков А. И.. О необходимости внешнего мониторинга космических навигационных систем для обеспечения их эффективного использования.— «Космонавтика и ракетостроение», ЦНИИмаш, 2002, вып. 4 (29), с.90 – 99.
2. Патент на полезную модель № 78338. Измерительно-диагностическая лаборатория для проведения испытаний навигационной аппаратуры потребителя в мобильном режиме, заявка № 2008124650, приоритет полезной модели 20.06.2008 г.
3. Аболь В. В., Бермишев А. А., Евтушенко Д. А., Итин П. Г. Комплекс программно-аппаратных средств для испытаний навигационной аппаратуры потребителя в мобильном режиме работы с использованием эталонной траектории движения транспортного средства //Труды XX Санкт-Петербургской конференции по интегрированным навигационным системам.— С.-Петербург: ЦНИИ «Электроприбор», 2004.— С. 67 – 74.
4. Аболь В. В., Бермишев А. А., Итин П. Г., Лапшин В. Л. Передвижная испытательно-диагностическая лаборатория для проведения испытаний навигационной аппаратуры потребителя.— «Гироскопия и навигация», СПб, 2006, № 1, с. 59 – 66.



СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ КА ГЛОНАСС НА 09.03.2011 г.

(по анализу альманаха от 17:00 09.03.11 (UTC) и текущих эфемеридных сообщений, принятых в ИАЦ)

| № пл. | № точки | № лит. | НКУ | Дата запуска | Дата ввода в систему | Дата вывода из системы | Факт. сущ. (мес.) | Пригодность КА по сообщениям | | Примечание |
|-------|---------|--------|----------|--------------|----------------------|------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| | | | | | | | | альманаха | эфемерид (UTC) | |
| I | 1 | 01 | 730 | 14.12.09 | 30.01.10 | | 14,8 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 2 | -4 | 728 | 25.12.08 | 20.01.09 | | 26,4 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 3 | | 727 | 25.12.08 | 17.01.09 | 08.09.10 | 26,4 | | | КА на исслед. Гл. конструктора |
| | 5 | 01 | 734 | 14.12.09 | 10.01.10 | | 14,8 | + | + 17:01 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 6 | -4 | 733 | 14.12.09 | 24.01.10 | | 14,8 | + | + 17:00 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 7 | 05 | 712 | 26.12.04 | 07.10.05 | | 74,4 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 8 | 06 | 729 | 25.12.08 | 12.02.09 | | 26,4 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | II | 9 | -2 | 736 | 02.09.10 | 04.10.10 | | 6,2 | + | + 15:59 09.03.11 |
| 10 | | -7 | 717 | 25.12.06 | 03.04.07 | | 50,5 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| 11 | | 00 | 723 | 25.12.07 | 22.01.08 | | 38,5 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| 12 | | -1 | 737 | 02.09.10 | 12.10.10 | | 6,2 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| 13 | | -2 | 721 | 25.12.07 | 08.02.08 | | 38,5 | + | + 17:00 09.03.11 | Используется по ЦН |
| 14 | | -7 | 722 | 25.12.07 | 25.01.08 | | 38,5 | + | + 17:00 09.03.11 | Используется по ЦН на частоте L1 |
| | | | 715 | 25.12.06 | 03.04.07 | 24.10.10 | 50,5 | | | КА на исслед. Гл. конструктора |
| 15 | | 00 | 716 | 25.12.06 | 12.10.07 | | 50,5 | + | + 17:00 09.03.11 | Используется по ЦН |
| 16 | -1 | 738 | 02.09.10 | 11.10.10 | | 6,2 | + | + 17:00 09.03.11 | Используется по ЦН | |
| III | 17 | 04 | 714 | 25.12.05 | 31.08.06 | | 62,5 | + | + 17:08 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | | | 718 | 26.10.07 | 04.12.07 | 29.11.10 | 40,4 | | | КА на исслед. Гл. конструктора |
| | 18 | -3 | 724 | 25.09.08 | 26.10.08 | | 29,4 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 19 | 03 | 720 | 26.10.07 | 25.11.07 | | 40,4 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 20 | 02 | 719 | 26.10.07 | 27.11.07 | | 40,4 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 21 | 04 | 725 | 25.09.08 | 05.11.08 | | 29,4 | + | + 15:59 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | 22 | -3 | 731 | 02.03.10 | 28.03.10 | | 12,2 | + | + 16:45 09.03.11 | Используется по ЦН |
| | | | 726 | 25.09.08 | 13.11.08 | 31.08.09 | 29,4 | | | КА на исслед. Гл. конструктора |
| 23 | 03 | 732 | 02.03.10 | 28.03.10 | | 12,2 | + | + 17:01 09.03.11 | Используется по ЦН | |
| 24 | 02 | 735 | 02.03.10 | 28.03.10 | | 12,2 | + | + 17:01 09.03.11 | Используется по ЦН | |

Всего в составе ОГ ГЛОНАСС 27 КА. Используются по целевому назначению (ЦН) 22 КА. На этапе ввода в систему 1 КА. Временно выведены на техобслуживание (находятся на исследованиях Главного конструктора) 4 КА.
<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=201:20:6334343590011585::NO>

СОСТОЯНИЕ ГРУППИРОВКИ GPS НА 09.03.11 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. сущ. (мес) | Примечания |
|-------|---------|-----|-------------|--------|--------------|----------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|
| А | 1 | 9 | 22700 | II-A | 26.06.93 | 20.07.93 | | 210,4 | |
| | 2 | 31 | 29486 | II-R-M | 25.09.06 | 13.10.06 | | 52,8 | |
| | 3 | 8 | 25030 | II-A | 06.11.97 | 18.12.97 | | 157,8 | |
| | 4 | 7 | 32711 | II-R-M | 15.03.08 | 24.03.08 | | 35,4 | |
| | 6 | 27 | 22108 | II-A | 09.09.92 | 30.09.92 | | 220,7 | |
| В | 1 | 16 | 27663 | II-R | 29.01.03 | 18.02.03 | | 96,4 | |
| | 2 | 25 | 36585 | II-F | 28.05.10 | 27.08.10 | | 6,4 | |
| | 3 | 28 | 26407 | II-R | 16.07.00 | 17.08.00 | | 126,8 | |
| | 4 | 12 | 29601 | II-R-M | 17.11.06 | 13.12.06 | | 50,7 | |
| | 5 | 30 | 24320 | II-A | 12.09.96 | 01.10.96 | | 172,3 | |
| | 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 | | 38,1 | |
| | 2 | 3 | 23833 | II-A | 28.03.96 | 09.04.96 | | 177,6 | |
| | 3 | 19 | 28190 | II-R | 20.03.04 | 05.04.04 | | 83,0 | |
| | 4 | 17 | 28874 | II-R-M | 26.09.05 | 13.11.05 | | 62,6 | |
| | 5 | 6 | 23027 | II-A | 10.03.94 | 28.03.94 | | 202,6 | |
| D | 1 | 2 | 28474 | II-R | 06.11.04 | 22.11.04 | | 75,4 | |
| | 2 | 11 | 25933 | II-R | 07.10.99 | 03.01.00 | | 134,2 | |
| | 3 | 21 | 27704 | II-R | 31.03.03 | 12.04.03 | | 94,8 | |
| | 4 | 4 | 22877 | II-A | 26.10.93 | 22.11.93 | | 207,5 | |
| | 5 | 24 | 21552 | II-A | 04.07.91 | 30.08.91 | | 230,8 | |
| E | 1 | 20 | 26360 | II-R | 11.05.00 | 01.06.00 | | 129,0 | |
| | 2 | 22 | 28129 | II-R | 21.12.03 | 12.01.04 | | 85,8 | |
| | 3 | 5 | 35752 | II-R-M | 17.08.09 | 27.08.09 | | 18,4 | |
| | 4 | 18 | 26690 | II-R | 30.01.01 | 15.02.01 | | 120,6 | |
| | 5 | 32 | 20959 | II-A | 26.11.90 | 10.12.90 | | 194,4 | |
| | 6 | 10 | 23953 | II-A | 16.07.96 | 15.08.96 | | 174,0 | |
| F | 1 | 14 | 26605 | II-R | 10.11.00 | 10.12.00 | | 122,9 | |
| | 2 | 15 | 32260 | II-R-M | 17.10.07 | 31.10.07 | | 40,3 | |
| | 3 | 13 | 24876 | II-R | 23.07.97 | 31.01.98 | | 157,1 | |
| | 4 | 23 | 28362 | II-R | 23.06.04 | 09.07.04 | | 79,9 | |
| | 5 | 26 | 22014 | II-A | 07.07.92 | 23.07.92 | | 223,3 | |

Всего в составе орбитальной группировки GPS 32 КА. Используется по целевому назначению 31 КА. На этапе ввода в эксплуатацию 1 КА.
<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=201:30:6334343590011585::NO>

Развитие Compass: запущен новый геосинхронный спутник

Вслед за первым геосинхронным космическим аппаратом (ГСКА) спутниковой навигационной системы Compass/Beidou-2, запущенным 31.10.2010 г., Китай 17.12.2010 г. запустил на орбиту второй ГСКА. Последний является пятым новым спутником, запущенным в 2010 году для этой быстро развивающейся системы. Спутник выведен на переходную орбиту. Согласно данным слежения NORAD на 18.12.2010 г. 05:04 UTC период обращения составлял 623,5 мин с высотами апогея и перигея соответственно 35406 и 192 км. Наклонение орбиты составляло 54,6°, а долгота восходящего узла 173° в.д. Эта орбита должна быть превращена в круговую в ближайшие несколько дней.

Планами предусматривается запуск не менее 7 КА в 2012 г., что позволит завершить создание 14-спутникового созвездия, включающего 5 геостационарных КА (ГКА), 5 ГСКА и 4 КА на средневысоких орбитах. Это созвездие предназначено для обеспечения региона Восточной Азии. В настоящее время Compass имеет один КА на средневысоких орбитах, 2 ГСКА и 4 ГКА. Один ГКА, Beidou G2, дрейфует на орбите и не может быть использован.

Перспективными планами предусматривается создание к 2020 г. созвездия глобальной системы в составе 27 КА.

<http://www.gpsworld.com/gnss-system/news/compass-rising-new-igso-launch-10866> 20.12.2010

Роскосмос запустил в Антарктиде новую станцию спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС

В Антарктиде специалисты Роскосмоса ввели в эксплуатацию новую станцию дифференциальной коррекции и мониторинга российской спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС. Об этом корреспонденту ИТАР-ТАСС сегодня сообщил руководитель Российской антарктической экспедиции - замдиректора Арктического и Антарктического научно-исследовательского института Росгидромета Валерий Лукин. Аппаратурный комплекс, смонтированный на антарктической станции Новолазаревская, получил высокую оценку приемочной комиссии, подчеркнул Лукин. Здесь был запущен и новый приемо-передающий спутниковый комплекс. Он позволяет не только передавать оперативную информацию для системы ГЛОНАСС, но также обеспечивает доступ российским полярникам в Интернет.

По словам руководителя экспедиции, в настоящее время на станции Новолазаревская коллеги также получили возможность принимать два канала российского телевидения на обычную УКВ-антенну. Прибывшие из Москвы в Антарктиду представители Роскосмоса обсудили программу развития станций дальней космической связи на самом южном материке. Так, например, в 2011-2012 годах запланировано установить аппаратурный комплекс на станции Мирный. После 2015 года аналогичный комплекс смонтируют на станции Русская в тихоокеанском секторе Антарктиды после ее расконсервации и восстановления в режиме круглогодичной антарктической станции. Это предусмотрено, в частности, принятой Правительством РФ «Стратегией развития российского присутствия в Антарктике», отметил представитель НИИ Росгидромета.

<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=201:11:1553990815935998::NO:::22.12.2010>

Индийская ракета со спутником взорвалась в воздухе

Вторая попытка Индии запустить ракету-носитель GSLV со спутником связи GSAT-5P прошла неудачно, передает Times of India. Спустя несколько секунд после старта ракета взорвалась в воздухе. Предварительной причиной аварии назвали некие технические неисправности. Ракета стартовала с космодрома на Шрихарикате (штат Андхра-Прадеш). Планировалось, что телекоммуникационный спутник GSAT-5P сменит на орбите спутник INSAT-2E, запущенный в 1999 году. GSAT-5P весит более двух тонн, его срок службы - 13 лет. Первая попытка запустить спутник, состоявшаяся в апреле 2010 года, также завершилась неудачей. Примечательно, что тогда Индийское космическое агентство решило использовать для вывода аппарата на орбиту ракету с криогенным двигателем собственного производства. После неудачи было решено до устранения технических неполадок

вновь использовать российские криогенные двигатели «12 КРБ».

<http://www.lenta.ru/news/2010/12/25/gslv/>

Примечание редакции: Учитывая, что спутник GSAT-5P, судя по сообщению, шел на смену геостационарному спутнику GSAT-4, потерянному в результате неудачного запуска 15.04.2010 г., одной из задач GSAT-5P могло бы быть обеспечение функционирования широкозонной дифференциальной подсистемы GAGAN.

Сергей Ревнивых: «Дополнительного финансирования ГЛОНАСС пока не требуется»

Заместитель генерального директора ЦНИИмаша (Центральный научно-исследовательский институт машиностроения) Сергей Ревнивых, курирующий создание системы ГЛОНАСС со стороны Роскосмоса, рассказал «Маркеру», как будет изменена Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» в связи с утратой трех космических аппаратов «Глонасс-М», затонувших в Тихом океане 5 декабря.

— После неудачи с запуском трех спутников ГЛОНАСС руководство Роскосмоса заявило, что Федеральная целевая программа по созданию орбитальной группировки ГЛОНАСС на 2011 г. нуждается в коррекции. Насколько она в результате подорожает?

— Дополнительного финансирования не требуется. В данном случае пересмотр ФЦП означает уточнение программы запусков. Потому что нами был предусмотрен резерв — два космических аппарата «Глонасс-М», которые сейчас в производстве и будут готовы в первом полугодии 2011 г. Также в резерве две ракеты-носителя «Союз» и разгонные блоки к ним. На ноябрь следующего года был запланирован запуск трех аппаратов «Глонасс-М». Теперь нам предстоит запустить эту тройку и еще два резервных.

— Но даже если в запасе есть аппараты и ракета, сам дополнительный запуск тоже стоит денег. Стоимость запуска изменит параметры ФЦП?

— Нет, в смете ФЦП создание резервных спутников, равно как и их вывод на орбиту, был предусмотрен, чтобы урегулировать ситуации с возможными нештатными запусками. Другое дело, что потом потребуются дополнительные деньги на восстановление резерва, который мы используем сейчас. Но это, скорее всего, уже будет производиться за счет следующей ФЦП по ГЛОНАСС, которая начнет действовать с 2012 г.

— В таком случае, когда система ГЛОНАСС будет полностью укомплектована?

— Система работоспособна и сейчас. У нас на орбите 22 спутника. А система работоспособна в глобальном масштабе, начиная с 18 космических аппаратов.

— Спутники периодически выходят из строя. Сколько космических аппаратов может «умереть» в следующем году?

— У нас есть спутники, которые летают давно, но конкретно предсказать, когда они выйдут из строя, невозможно. Отвечу так: с учетом программы

запусков 2011 г., когда на орбиту должны быть выведены пять аппаратов, мы гарантированно обеспечим работу 24 аппаратов по целевому назначению. То есть группировка будет укомплектована полностью.

— *Сколько стоят спутники «Глонасс-М», утонувшие в Тихом океане?*

— Около 800 млн руб. каждый. Цена несколько меняется год от года — в зависимости от комплектации, в результате инфляции.

— *Когда начнется серийное производство космических аппаратов нового поколения «Глонасс-К»?*

— После завершения летных испытаний опытного образца. Они начались осенью этого года. Обычно летные испытания длятся 2–3 года, но может быть и больше, в зависимости от результатов.

— *Сколько будет стоить аппарат нового поколения?*

— «Глонасс-К» изготовлен в рамках опытно-конструкторской работы и существует только в виде опытного образца. Поэтому стоимость аппарата отдельно сейчас определить трудно: в смету входят проектные работы, конструкторская документация и наземная экспериментальная отработка. После летных испытаний будут выпускаться серийные аппараты, и у них уже появится конкретная стоимость, которая будет утверждаться Федеральной службой по тарифам.

— *«Глонасс-К» будет значительно дороже используемых сейчас спутников «Глонасс-М»?*

— Не думаю. Он, скорее всего, будет дороже за счет естественного повышения стоимости в результате инфляционных процессов.

— *Две недели назад сообщалось, что Генпрокуратура РФ в рамках проверки расходования средств на реализацию ФЦП по созданию ГЛОНАСС изучает правомерность постройки нового здания центра контроля группировки ГЛОНАСС на территории ЦНИИМаши. Сколько стоит это здание?*

— Порядка 1 млрд. руб. Ни о каком нецелевом использовании средств речь идти не может. Постановлением правительства от 12 октября 2008 г. здание было включено в перечень объектов, реконструкция которых осуществляется за счет государственных капложений в рамках ФЦП «Глобальная навигационная система». Вся сметная документация утверждалась на правительственном уровне. А ранее фигурировавшая информация о том, что в новом корпусе разместится центр управления орбитальной группировкой, неверна. Управление по-прежнему будут осуществлять военные из центра в Краснознаменске. А в новом корпусе расположится центр оперативно-аналитического и информационного обеспечения ГЛОНАСС — это аналог зарубежных «Глобальных навигационных центров». В его состав будут входить резервный контур эфемеридно-временного обеспечения ГЛОНАСС, гражданский центр высокоточного эфемеридно-временного обеспечения потребителей, центр независимого мониторинга состояния систем и средств навигационных

систем — не только ГЛОНАСС, но также GPS, Galileo и других. В рамках международного сотрудничества будет обеспечено взаимодействие с зарубежными центрами контроля характеристик навигационных полей, международными организациями, имеющими отношение к спутниковой навигации, в том числе с Международным комитетом по глобальным навигационным спутниковым системам ООН. Предполагается, что в этом здании также разместятся службы, координирующие выполнение мероприятий новой Федеральной целевой программы ГЛОНАСС.

<http://www.federspace.ru/main.php?id=2&nid=14441>
25.12.2010

Единую ракету Lockheed Martin проверили на совместимость с Super Hornet

Американская компания Lockheed Martin провела серию квалификационных испытаний единой ракеты JAGM (Joint Air-to-Ground Missile) класса «воздух-поверхность», сообщает DefPro. В рамках испытаний было осуществлено шесть вылетов ракеты на борту истребителя Boeing F/A-18 Super Hornet, а общее время полета составило 11,2 часа. В ходе таких испытаний проверялись аэродинамические характеристики JAGM и ее влияние на управляемость самолетом. Полеты были выполнены на высоте от 1,5 до 10,6 тысячи метров на скоростях до одного числа Маха (1150 километров в час). В ходе испытаний проводилась и дозаправка вооруженного F/A-18 в воздухе. В полете использовались точные массо-габаритные макеты JAGM с установленными на них различными сенсорами, включая температурные датчики и акселерометры.

Как ожидается, новая ракета будет принята на вооружение в 2016 году. В общей сложности планируется выпустить 35 тысяч единиц боеприпаса. Совокупная стоимость программы разработки вооружения оценивается в семь миллиардов долларов. JAGM пополнит номенклатуру вооружений ударных вертолетов Boeing AH-64D Apache Longbow, Bell AH-1Z Viper и Sikorsky MH-60R Seahawk, а также истребителей F/A-18E/F Super Hornet.

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

ЦАХАЛ создал для навигации «волшебный коробок»

По своему действию он чем-то напоминает волшебный клубок Бабы-Яги из русских народных сказок, но размер этого устройства сопоставим со стандартным спичечным коробком. «Мы пришли к выводу, что навигационные системы, которые существуют сегодня — карта и GPS — не отвечают всем нашим требованиям, поэтому необходимо было разработать новую систему», — отмечает подполковник Залман Адар, слова которого цитирует портал Ynet. В итоге требуемую систему сумели создать в течение двух лет силами предприятия Elbit и Армии обороны Израиля. По данным армейских источников, для его

успешной работы не требуются спутники или аэрофотоснимки. «Прибор размером со спичечный коробок фиксирует любые шаги или движения», - поясняет Адар. После первого подключения системы она калибруется под конкретного военнослужащего, а затем ей задаются координаты места назначения. С момента выхода система начинает проводить расчет пройденного пути, при этом не играет роли, как именно передвигается солдат - шагом, бегом, ползком, скользит, карабкается или едет на машине и т.д. Это не имеет значения; если солдат высокий или низкий, то путь рассчитывается в соответствии с его шагами. Навигационное устройство также должно быть подключено к индивидуальному «мэйн-фрейму», оснащенный компьютерным экраном. По словам подполковника Адара, последние испытания показали: система эффективна, проста в эксплуатации и дешева. «Ею смогут пользоваться большое количество солдат», - добавил он. Есть у этого устройства и ряд других преимуществ. Например, новая система также позволит командирам лучше контролировать перемещения своих подчиненных и свести к минимуму случаи, когда под обстрел попадают свои войска.

http://www.mignews.com/news/technology/world/060111_154726_09085.html

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=2&nid=14589>
07.01.2011

Примечание редакции: Принципы действия подобной системы описаны, например, в книге Соловьева Ю.А. *Спутниковая навигация и ее приложения*. — М.: Эко-Трендз, 2003. Стр.217-219. Используемое при этом автономное счисление координат не исключает также применения в интересах коррекции таких средств местоопределения как приемник GPS и др.

Роскосмос готов обеспечить запуск в работу системы ГЛОНАСС в полном объеме до середины 2011 года

В первом полугодии 2011 года российская навигационная система ГЛОНАСС заработает в полном объеме. «В первом полугодии однозначно можем решить задачу», - сказал глава Роскосмоса Анатолий Перминов журналистам во вторник. Он напомнил, что сейчас на орбите работает 21 спутник ГЛОНАСС. «К 18 января в рабочее состояние будет приведен находящийся в космосе 22-ой аппарат, в феврале-марте будет осуществлен запуск спутника «Глонасс-К» ракетой «Союз» с космодрома Плесецк, который станет 23-им аппаратом», - сообщил А. Перминов. По его словам, пока не определена дата запуска 24-го спутника ГЛОНАСС. Глава Роскосмоса пояснил, что сейчас у его ведомства нет «лишней» ракеты, поэтому Роскосмос хотел бы «взять взаймы» в Минобороны носитель «Союз» для запуска спутника «Глонасс-М». Что касается возобновления «пакетных» (по три спутника) запусков аппаратов «Глонасс» на тяжелой ракете «Протон»

с Байконура, то А.Н. Перминов сказал, что такой старт предварительно планируется на август, но с другим разгонным блоком. 5 декабря запуск трех спутников «Глонасс» на «Протоне» завершился неудачей. Специалисты выяснили, что виноват в этом был разгонный блок. ИНТЕРФАКС-АВН

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=2&nid=14617>

11.01.2011

Michibiki обеспечивает трехсантиметровую точность

Согласно сообщению ежедневного органа японских деловых кругов Nikkei японские исследователи провели испытания, которые подтвердили возможность непрерывного определения местоположения автомобиля, движущегося со скоростью 20 км/ч, при использовании обычного приемника GPS, оборудованного средствами приема сигналов нового спутника системы QZSS Michibiki. Предполагается, что такая же точность может быть обеспечена и при движении автомобиля со скоростью 80 км/ч. Без поправок точность местоопределения находилась на уровне 10 м.

<http://www.gpsworld.com/gnss-system/augmentation-assistance/news/michibiki-produces-3-centimeter-accuracy-10915> 11.01.2011.

Новая программа развития ГЛОНАСС готова и в марте-апреле будет внесена в Правительство

Концепция программы развития российской навигационной системы ГЛОНАСС на 2011–2020 гг. готова и сейчас проходит последний этап согласования. В марте-апреле проект программы будет представлен Правительству. Об этом «Маркеру» сообщил заместитель генерального директора ЦНИИМаша Сергей Ревнивых, курирующий работы по ГЛОНАСС со стороны Роскосмоса. По его словам, реализация программы позволит полностью обновить спутниковый флот ГЛОНАСС к 2019 г. Концепция Федеральной целевой программы «Глобальная навигационная система» на период 2011–2020 гг. готова и сейчас проходит последние этапы согласования, рассказывает Сергей Ревнивых. О денежных параметрах, заложенных в концепции программы, Ревнивых говорить не стал, указав, что на этапе согласований и утверждения в правительстве цифры могут варьироваться: «Могу сказать, что сумма достаточна для того, чтобы удовлетворить перспективные требования потребителей и обеспечить паритет с другими навигационными системами; в период реализации программы, в 2012–2020 гг., ГЛОНАСС по своим параметрам не будет уступать системам GPS и Galileo с учетом планов развития этих систем». По словам Ревнивых, ориентировочно к 2019 г. спутниковый флот ГЛОНАСС будет полностью состоять из аппаратов нового поколения семейства «Глонасс-К». В дополнение к существующим сигналам они будут передавать сигналы в формате CDMA, гарантийный срок их службы будет увеличен до 10 лет притом, что

гарантийный срок службы находящихся сейчас на орбите аппаратов «Глонасс-М» составляет 7 лет.

<http://www.marker.ru/news/3259>

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=2&nid=14691>

15.01.2011

«М2М телематика» активно внедряет инновационные ГЛОНАСС-решения в Рязани

Авторизованный Сервисный центр «М2М телематики» начал работу в Рязани. С января 2011 г. квалифицированные специалисты регионального партнера Группы компаний - «М2М телематика Рязань» - будут самостоятельно осуществлять техническое обслуживание, а также гарантийный и текущий ремонт навигационно-связного оборудования. Открытие Сервисного центра состоялось в рамках масштабной программы М2М-РЕГИОН® Сервис, направленной на повышение качества сервисного обслуживания клиентов в российских регионах. Программа предполагает создание сети межрегиональных Сервисных центров на базе Региональных диспетчерских центров (РДЦ) ГК «М2М телематика» во всех крупных городах России. Инновационные ГЛОНАСС/GPS-решения активно внедряются в Рязани и Рязанской области, где на данный момент оснащено более тысячи единиц транспорта. В регионе внедрены элементы Интеллектуальных транспортных систем: система «Безопасный автобус» и «Умная остановка», информационные сервисы для пассажиров и многое другое. «Мы работаем с большим количеством транспорта: пассажирского (муниципального и коммерческого), каретами скорой помощи и «медицины катастроф», школьными автобусами, спецтехникой дорожно-эксплуатационных предприятий и пр. Все это накладывает очень серьезную ответственность на нашу компанию. Ведь информация о местонахождении и передвижении транспорта должна быть доступной круглосуточно при любых обстоятельствах. Никаких сбоев быть не должно, особенно это касается служб экстренного реагирования. Поэтому для нас особенно актуален вопрос оперативной технической поддержки ГЛОНАСС/GPS-оборудования», - отмечает генеральный директор компании «М2М телематика Рязань» Евгений Щелоков. По оценкам специалистов компании «М2М телематика», программа М2М-РЕГИОН® Сервис получит активное развитие в 2011 году и позволит упростить процесс внедрения навигационных технологий в российских городах. Сейчас в региональную сеть Группы компаний входит более 70 партнеров в РФ и странах СНГ.

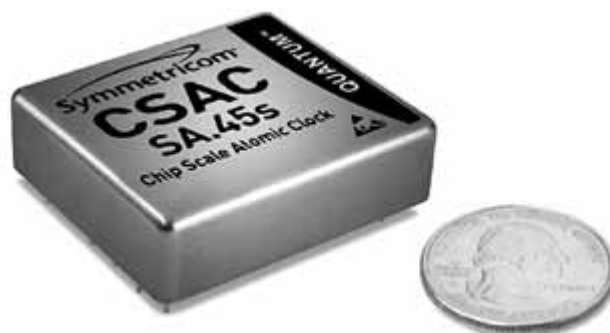
Пресс-служба ГК «М2М телематика»

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=3&nid=14670>

14.01.2011

Фирмой Symmetricom предложены коммерчески доступные атомные часы в виде чипа

Фирма Symmetricom объявила о доступности для потребителей миниатюрных мало энергоемких атомных



часов. По заявлению компании атомные часы в виде чипа (Chip Scale Atomic Clock, CSAC) SA.45s обеспечивают точность и стабильность времени с одновременными значительными улучшениями по размерам, весу и потребляемой энергии. Новейший представитель семейства атомных часов фирмы Symmetricom SA.45s приспособлен для использования в портативных устройствах, требующих прецизионной синхронизации и хранения времени в условиях подавления системы GPS.

Таковыми устройствами являются постановщики помех (IED jammers), беспилотные летательные аппараты, перспективные персональные радиостанции, геофизические датчики, военные персональные приемники GPS. Разработанный чип доступен в коммерческом и военном исполнении. SA.45s имеет объем 16 см³, габариты 4×3,5×1,13 см, вес 35 г и требует для своей работы 115 мВт мощности. Кратковременная стабильность (вариация Аллана) $2,0 \times 10^{-10}$ /за 1 с, долговременная стабильность $3,0 \times 10^{-10}$ / за месяц; уход частоты $5,0 \times 10^{-10}$ при изменении температуры от -10 до +70°C.

Чип принимает для собственной синхронизации и выдает потребителям последовательность односекундных импульсов 1 PPS, время дня (time-of-day) в стандарте RS232, выдает частоту 10 МГц, сигналы исправности. SA.45s в состоянии обеспечить точность определения времени, на два порядка более высокую, чем более энергоемкие кварцевые генераторы, требующие различного рода дополнительных устройств для обеспечения необходимой точности и стабильности.

При использовании в военных приемниках GPS чип SA.45s обеспечивает ускоренный режим восстановления слежения за кодом после перерывов в приеме сигналов.

Чип SA.45s доступен в двух вариантах:

001, работающем в диапазоне температур -10°C до +70°C для коммерческих применений;

002, работающем в диапазоне температур -40°C до +85°C для военных применений.

Ориентировочная стоимость 1500 долл. США для небольшой партии.

<http://www.gpsworld.com/defense/news/commercially-available-chip-scale-atomic-clock-offered-symmetricom-10951> 18.01.2011

<http://www.symmetricom.com/company/news-and-events/press-room/index.cfm?releaseID=544127>

Проект ОАО «ИСС» по созданию технологических платформ

ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» выступает инициатором и координатором технологической платформы «Национальная информационная спутниковая система» в рамках программы инновационного развития предприятия. Проект ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» направлен на внедрение новейших технологий по следующим направлениям: создание космических систем, космических аппаратов и приборов, оказание космических услуг.

Создание технологической платформы «Национальная информационная спутниковая система» позволит внести значительный вклад в модернизацию отечественной космической отрасли, повысить конкурентоспособность продукции предприятия на мировом рынке, внедрить новые технологии связи, навигации и мониторинга в экономику Российской Федерации, а также создать в стране информационное поле для обеспечения широкого доступа потребителей к космическим услугам. Проект направлен на активизацию усилий ОАО «ИСС» совместно с бизнесом и научным сообществом по созданию перспективных коммерческих спутниковых технологий, привлечению дополнительных ресурсов для проведения новых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, совершенствованию нормативно-правовой базы в области инновационного научно-технологического развития решетнёвской фирмы.

В настоящее время проект ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» находится на рассмотрении в Минэкономразвитии РФ. Планируется, что из 170 поданных заявок от ведущих предприятий и организаций страны будет отобрано 40 лучших технологических платформ, реализация которых будет поддерживаться на государственном уровне.

Для справки:

Технологическая платформа — это инструмент и коммуникационная площадка по внедрению инновационных проектов технологического развития страны. Она направлена на объединение усилий государства, науки и бизнеса в разработке и производстве уникальной продукции в рамках модернизации экономики России.

Пресс-служба ОАО «ИСС»

<http://www.federalspace.ru/main.php?id=2&nid=14810>

21.01.2011

Европа вложит в навигационную систему Galileo еще 1,9 млрд евро

Европа вложит в создаваемую навигационную систему Galileo еще 1,9 млрд евро, необходимых для ее завершения. Европейская комиссия заявляет, что деньги нужны на срок после 2014 года, чтобы увеличить число спутников на орбите до 30. Отметим, что заявление о дополнительном финансировании Galileo следуют

в довольно неудобный для Европы момент, так как только накануне Германия уволила главу компании OHV-Systems, заявившего американским дипломатам, что весь проект европейской навигационной системы является «глупой идеей», которая «обслуживает преимущественно интересы Франции». После того, как эти данные были опубликованы в рамках Wikileaks Cablegate, глава компании был уволен со своего поста. Тем не менее, сегодня вице-президент Еврокомиссии Антонио Таяни заявил, что на проект Galileo Европа уже выделила 3,4 млрд евро и эти средства уже работают на создание группировки спутников. «Мы намерены продвигаться вперед, так как верим в проект. Необходимо получить 30 спутников. Думаю, что не продолжать этот проект было бы большой ошибкой», - сказал Таяни сегодня в Брюсселе.

На сегодняшний день контракты уже заключены на создание и запуск 18 спутников, которые позволят к 2014 году начать системе работать в режиме минимальной функциональности. Для того чтобы Galileo заработала в полном объеме и со всеми сервисами, необходимы еще 12 спутников. Ожидается, что после запуска Galileo заработает параллельно с американской GPS и российской ГЛОНАСС. По словам специалистов, возможно создание устройств, которые будут принимать сигналы сразу от трех систем, и это позволит определять местоположение максимально точно. В Европе говорят, что Galileo будет иметь несколько преимуществ по сравнению с американской GPS. Европейская система будет быстрее находить опорные спутники, быстрее получать от них сигнал и определять местоположение с точностью до метра, против нескольких метров у GPS. Согласно изначальному плану, Galileo уже должна была бы начать функционировать, но из-за коммерческих и политических разногласий между европейскими странами, а также возражений со стороны США, проект затянулся. Более того, в 2007 году проект вообще оказался на грани распада, после того как европейская система государственно-коммерческого партнерства фактически рухнула.

Сейчас для сохранения Galileo европейским странам необходимо гарантировать финансирование системы полностью из госказны или различных публичных фондов. С учетом этого, суммарная стоимость системы превышает 5 млрд евро, а европейские налогоплательщики должны будут предоставить на проект еще 1,8 млрд евро. Согласно расчетам Европейского космического агентства, данные средства необходимы на развитие проекта в период с 2014 по 2020 годы. Кроме того европейцы подсчитали, что годовая эксплуатация Galileo обойдется еще как минимум в 800 млн евро. В немецкой компании OHV-System говорят, что они остаются приверженцами проекта Galileo, даже несмотря на отставку главы компании.

<http://www.cybersecurity.ru/space/112944.html>

<http://www.federalspace.ru/main.php?id=2&nid=14823>

22.01.2011

Саудовская Аравия купила у США комплекты самонаведения для авиабомб

Саудовская Аравия приобрела у американской компании Raytheon системы самонаведения Paveway для авиационных бомб, сообщает Defense Aerospace. Сумма сделки составила 475 миллионов долларов. Сроки и объем поставки систем самонаведения не уточняются. Raytheon также не уточнила, на какие именно бомбы будут установлены Paveway.



В настоящее время на вооружении Саудовской Аравии стоят 70 истребителей бомбардировщиков F-15S, 22 многоцелевых истребителя F-5E и 85 истребителей-бомбардировщиков Panavia Tornado IDS. Все эти самолеты могут быть вооружены либо бомбами Paveway производства Lockheed Martin, либо авиабомбами, с установленными системами Paveway производства Raytheon.

Raytheon и Lockheed Martin вели совместную работу над созданием корректируемых авиабомб калибра 227, 454 и 907 килограммов для ВВС США. В войска поставлялись бомбы Paveway версий I, II и III. Также создана бомба калибр 227 килограммов версии IV, предназначенная для экспорта. В частности, такие бомбы заказала Великобритания.

В настоящее время Raytheon использует торговую марку Paveway при продаже комплектов модернизации свободнопадающих авиационных бомб, в то время как Lockheed Martin обозначает этим термином собственные корректируемые авиабомбы. Система Paveway включает в себя комплект рулей, а также головку лазерного и GPS наведения для бомбы.

<http://www.lenta.ru/news/2011/01/24/paveway/>

Роскосмос оценил ущерб от потери спутников ГЛОНАСС

Ущерб от потери трех спутников навигационной системы ГЛОНАСС, которые упали в Тихий океан 5 декабря 2010 года, оценивается в 2,5 миллиарда рублей. Такую цифру назвал глава Роскосмоса Анатолий Перминов. Его слова цитирует «Интерфакс».

Руководитель Федерального космического агентства отметил, что речь в данном случае идет о прямых

потерях. Перминов добавил, что до июня 2011 года на орбиту должны быть выведены еще четыре аппарата ГЛОНАСС. В феврале в космос отправится спутник «Глонасс-К», а в мае-июне - три аппарата «Глонасс-М». «Мы сейчас вместе с Министерством обороны изыскиваем возможности по ускоренному созданию трех космических аппаратов «Глонасс-М», а также решаем вопрос о разгонном блоке и ракетеносителе», - уточнил Перминов. Глава Роскосмоса добавил, что запуск трех аппаратов «Глонасс-М» обойдется в 2,5...3 миллиарда рублей.

Также руководитель Федерального космического агентства рассказал, что космической отрасли планируется выделить 180 миллиардов рублей на создание нового семейства российских космических ракет и кораблей. В эту сумму также включены затраты на строительство наземного комплекса обеспечения полетов.

<http://www.lenta.ru/news/2011/01/25/glonass/>

В России может появиться новая профессия - «космический штурман»

Для дальних пилотируемых космических полетов, например на Луну или Марс, в состав экипажа космического корабля необходимо будет ввести космического штурмана, сказал начальник подмосковного Центра подготовки космонавтов Сергей Крикалев. «Целесообразно будет ввести специализацию штурмана для работы с навигационным оборудованием», - сказал он на открывшихся во вторник в МГТУ имени Баумана 35-х Королевских академических чтениях по космонавтике. По словам С. Крикалева, для подготовки специалистов потребуется ввести в программу курса подготовки космонавтов раздел «космическая навигация» и создать специализированные тренажеры.

ИНТЕРФАКС-АВН

<http://www.federspace.ru/main.php?id=2&nid=14911>
26.01.2011

НИС ГЛОНАСС подготовил предложения по созданию интеллектуальной транспортной системы Москвы

Федеральный сетевой оператор «НИС ГЛОНАСС» разработал и представил в Департамент транспорта Правительства Москвы Техническое задание (ТЗ) и технико-экономическое обоснование (ТЭО) на создание Единого диспетчерского центра по управлению пассажирским транспортом - ключевой и фундаментальной части интеллектуальной транспортной системы (ИТС Москвы). Ранее в рамках контракта с Правительством Москвы специалисты «НИС ГЛОНАСС» подготовили концепцию создания ИТС мегаполиса, которая позволит эффективно решать проблемы пробок в столице. В соответствии с планом работ Единый диспетчерский центр будет создан уже к концу 2011 года. Спутниковые навигационные системы - важнейшая часть построения структуры ИТС,

так как только они позволяют получать необходимые данные о местоположении сотен тысяч транспортных средств одновременно. Уникальность информации, добываемой и транспортируемой космическими системами, в доступности, масштабируемости, независимости и 100-процентной достоверности. Технологическая основа ИТС - навигационно-информационные системы на базе ГЛОНАСС. Федеральный оператор «НИС ГЛОНАСС» – лидер по внедрению подобных систем и решений на основе ГЛОНАСС в Москве и Московской области (уже оснащено 10,5 тыс. транспортных средств) и проводник государственной политики в сфере навигационной деятельности. «НИС ГЛОНАСС» обладает необходимым опытом и компетенциями для реализации крупных навигационно-информационных проектов и на сегодняшний день предлагает проверенные решения и лучший мировой опыт для создания ИТС.

ПРЕСС-СЛУЖБА «НИС ГЛОНАСС»

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=3&nid=14923>
26.01.2011

Во Владимирской области за автобусами проследит ГЛОНАСС

Во Владимирской области с помощью системы контроля начал осуществляться мониторинг движения автобусов на 30 пригородных межмуниципальных маршрутах. Бортовыми терминалами спутниковой навигации «ГЛОНАСС» и «ГЛОНАСС/GPS» оборудованы 76 автобусов, что существенно повышает уровень безопасности на транспорте, позволяет рассчитать расход топлива, контролировать скоростной режим, соблюдение водителем установленного маршрута и расписания. До 1 июля 2011 года в соответствии с программами информатизации Владимирской области на 2010-2012 гг. с помощью системы контроля планируется организовать мониторинг работы автобусов на тех межмуниципальных автобусных маршрутах, где организация транспортного обслуживания населения относится к полномочиям администрации Владимирской области. В дальнейшем при помощи Интернета и мобильного телефона любой житель региона сможет ознакомиться с расписанием движения автобусов, определить местоположение автобуса или ближайшей остановки по электронной карте. Перевозчикам внедрение такой системы при оснащении автобусов навигационным оборудованием даст возможность более точно контролировать движение их транспортных средств, а также снизить расходы на их эксплуатацию.

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=3&nid=14927>
27.01.2011

Власти Томской области планируют до конца 2011 года оборудовать все межмуниципальные маршруты системой ГЛОНАСС

Администрация Томской области планирует до конца 2011 года установить систему навигационного контроля ГЛОНАСС на все межмуниципальные

автобусы, рассказал агентству «Интерфакс-Сибирь» председатель комитета по транспорту администрации Томской области Сергей Световец, сообщает агентство. «Сейчас водители постоянно созваниваются друг с другом по сотовым телефонам. Обзванивают соседние машины, чтобы соблюдать график маршрута. Внедрение ГЛОНАСС позволит решить эту проблему и повысить безопасность перевозок», - пояснил С. Световец. Кроме того, по его словам, в ближайшем будущем администрация планирует оснастить все пригородные автобусы системой ГЛОНАСС. При этом С. Световец отметил, что для регулировки движения по всем межмуниципальным маршрутам достаточно одного человека.

«Перевозчикам не нужно будет держать много диспетчеров. Достаточно посадить одного человека, который будет регулировать движение. Он может запустить бегущую строку на мониторе водителя с сообщением, что тот отстает от графика или наоборот - спешит, и дать соответствующие указания», - отметил глава комитета. С. Световец подчеркнул, что в настоящее время перевозчики обслуживают порядка 30 маршрутов в пределах Томской области. В день выходит около 150 межмуниципальных и пригородных автобусов. Стоимость комплекта ГЛОНАСС составляет 20...25 тыс. рублей. «Обязанность перевозчика - установить комплект самостоятельно. А мы (региональная власть - ИФ) можем организовать единый диспетчерский пункт, который бы контролировал все маршруты и регулировал движение», - добавил он.

В свою очередь, как сообщил агентству «Интерфакс-Сибирь» начальник департамента городского хозяйства Томска Вячеслав Черноус, мэрия города в первом полугодии 2011 года планирует оснастить системой ГЛОНАСС весь муниципальный транспорт, а также машины «Спецавтохозяйства», станций «скорой помощи» и школьные автобусы. «Сейчас три разные фирмы предлагают свои варианты навигационной системы (которые тестируются на 15 муниципальных автобусах - ИФ). Мы посмотрим, как они себя покажут, и тогда примем решение», - пояснил он.

В 2009 году администрация Томска ввела сеть геодезических пунктов, принимающих сигналы группировки спутников GPS (США) и российской системы ГЛОНАСС. В 2010 году администрация Томска заказала ООО «Инком» (Томск) разработку единой навигационной системой для регулирования движения транспорта томского трамвайно-троллейбусного управления, спецавтохозяйства и станции «скорой» помощи.

<http://obzor.westsib.ru/news/339592>
<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=3&nid=14969>
29.01.2010

Российский спутник потерялся в космосе

Наземные службы не сумели установить связь с геодезическим спутником военного назначения «Гео-ИК-2», сообщает «Интерфакс» со ссылкой на источник в ракетно-космической отрасли РФ.

Потерявшийся аппарат был выведен на орбиту вечером 1 февраля при помощи ракеты-носителя «Рокот». Запуск был осуществлен с космодрома «Плесецк», расположенного в Архангельской области. Спутник «Гео-ИК-2» должен был проводить геодезические измерения высокой точности. На его борту был радиовысотомер SADKO, оптическая ретрорефлекторная антенна, аппаратура доплеровской системы и бортовое синхронизирующее устройство. Кроме того, на аппарат установлены ретрансляторы радиотехнической запросной системы, системы световой сигнализации и лазерные уголкового отражатели. Предполагалось, что этот аппарат станет первым шагом на пути возрождения космической геодезической программы после 25-летнего перерыва.

Что именно стало причиной потери связи со спутником, пока точно не известно. Однако, по предварительной информации, ракета-носитель сработала в штатном режиме, неполадки могли возникнуть в работе разгонного блока «Бриз-КМ» производства Центра имени Хруничева, уточняет РИА Новости.

<http://www.lenta.ru/news/2011/02/01/sputnik/>

Разработка системы «Гео-ИК» началась в СССР в 1982 году. Ее созданием занимался восточный филиал ОКБ-1 имени Королева (впоследствии - компания ИСС). Основной задачей новой системы являлось создание единой геодезической системы координат повышенной точности, в которой также было заинтересовано и военное ведомство, а также уточнение формы Земли и параметров ее гравитационного поля. Изначально спутники, выводившиеся в рамках программы на орбиту, носили название «Муссон», а после запуска в космос получали индекс «Космос». В рамках программы «Гео-ИК» было произведено 14 запусков, первый из которых состоялся 23 января 1981 года и был неудачным в результате сбоя в работе второй ступени ракеты-носителя «Циклон-3». Все запуски космических аппаратов производились с космодрома Плесецк. Последний аппарат с названием «Гео-ИК» был выведен на орбиту в ноябре 1994 года, после чего программу закрыли, однако сбор данных с орбитальной группировки продолжился.

По состоянию на 1996 год в рабочем состоянии находились десять аппаратов «Гео-ИК». В каком состоянии находится группировка в настоящее время, неизвестно. Работы над программой «Гео-ИК» были возобновлены в 2001 году. Предполагалось, что систему пополнят два спутника, которые будут определять параметры гравитационного поля, строить геодезическую сеть, зондировать Землю, следить за ледовой обстановкой и выполнять другие военные и гражданские задачи.

<http://www.lenta.ru/articles/2011/02/02/satellite/>

К подавлению приема сигналов GPS

Выявлена возможность подавления приема сигналов GPS при предполагаемом размещении 40000 одобренных Федеральной комиссией по связи (FCC)

США мощных передатчиков базовых станций LTE компании Lightsquared в диапазоне 1525-1559 МГц, примыкающем к диапазону 1559-1610 МГц, который выделен для работы GPS и других спутниковых радионавигационных систем. В частности, Промышленным комитетом США по GPS и двумя известными производителями аппаратуры – фирмами Garmin и Trimble - был представлен документ «Экспериментальное свидетельство широкого подавления GPS (Experimental Evidence of Wide Area GPS Jamming).

В этом документе применительно к автомобильным приемникам отмечается обнаружение воздействия помех, потери приема в каньонах городских улиц и в открытом пространстве на расстояниях соответственно ~5760, 2880 и 1060 м от передатчика.

Для сертифицированного Федеральной авиационной администрацией приемника GPS воздействие помех, потеря чувствительности приемника на 10 дБ и потеря возможности местоопределения отмечается соответственно на расстояниях ~22140, 15850 и 9020 м от передатчика.

www.gpsworld.com 03.02.2011

Примечание редакции GPS WORLD: Советы директоров компаний Nokia Siemens Networks и LightSquared одобрили 8-летнее соглашение на 7 миллиардов долларов, в соответствии с которым Nokia Siemens Networks будет осуществлять развертывание, установку, эксплуатацию и поддержку сети LightSquared стандарта 4G (LTE).

Начало предоставления услуг в США запланировано на 2011 год. Данное соглашение является крупнейшей сделкой такого рода в Соединенных Штатах и впервые о нем было объявлено при создании нового национального оператора LightSquared 20 июля 2010 года. До конца 2015 года сеть LightSquared должна охватить 92 процента населения США с использованием порядка 40000 базовых станций. LightSquared и Nokia Siemens Networks уже приступили к работе над созданием сети, включая приобретение площадок и адаптацию оборудования базовых станций стандарта LTE. Данная сеть станет первой сетью 4G (LTE) широкополосной мобильной и спутниковой связи в США, закупленной у одного производителя оборудования. Обслуживание клиентов LightSquared будет осуществляться с использованием быстро формирующейся обширной экосистемы устройств, поддерживающих работу в L-диапазоне частот LTE. Инфраструктура LTE, создаваемая Nokia Siemens Networks, будет строиться на основе наиболее компактных и энергоэффективных модульных базовых станций Flexi Multiradio.

<http://www.iks-media.ru/news/3469148.html>

Южная Корея испытала истребители F-16 с бомбами JDAM

Южная Корея создала программное обеспечение для истребителей F-16C/D, которое позволит им

использовать корректируемые бомбы JDAM, сообщает Flightglobal. К настоящему времени были произведены три испытательных сброса JDAM с модернизированного F-16 ВВС Южной Кореи. Во всех случаях боеприпас поразил предназначенную для него с высокой точностью. JDAM представляет собой комплект конвертации свободнопадающих авиационных бомб различных калибров в корректируемые высокоточные боеприпасы. Комплект представляет собой блок хвостовых рулей и блок крыльев, крепящихся в средней части бомбы. JDAM оснащен компьютером и оборудованием инерциальной и GPS-навигации. Южная Корея намерена конвертировать при помощи JDAM бомбы GBU-31 калибра 900 килограммов.

Программа модернизации южнокорейских истребителей началась в 2010 году. В рамках проекта Южная Корея намерена пополнить номенклатуру вооружений боевых самолетов не только бомбами JDAM, но также новыми ракетами класса «воздух-воздух». На самолеты также будут установлены новые компьютеры и средства обмена информацией. Стоимость программы оценивается в 250 миллионов долларов.

В настоящее время на вооружении Южной Кореи стоят 118 истребителей F-16C и 51 F-16D. Большинство из них - версии Block 52, однако есть и более старые модели версии Block 32.

<http://www.lenta.ru/news/2011/02/16/jdam/>

МТС начнет продажу смартфонов с ГЛОНАСС

Продажи первого в мире смартфона с поддержкой ГЛОНАСС начнутся в апреле. Аппарат, который основной владелец АФК «Система» Владимир Евтушенков на встрече с премьер-министром Владимиром Путиным сравнил с iPhone 4 от Apple, будет продаваться под брендом МТС Glonass 945, его стоимость составит около 11 тыс. руб.

На постоянной основе навигацией пользуется менее 1% абонентов, а для успешного продвижения смартфона необходима колоссальная маркетинговая поддержка, предупреждают эксперты. О том, что старт продаж смартфона МТС Glonass 945 с поддержкой двух навигационных систем - ГЛОНАСС и GPS запланирован на апрель этого года, «Ъ» рассказали в пресс-службе компании. Размер телефона - 109,1x55,9x14,1 мм, аппарат оснащен сенсорным экраном, камерой 2 мегапикселя, дисплеем с разрешением 320x400, он работает в сетях GSM:900/1800 и UMTS:2100 на операционной системе Android 2.2. Телефон работает 250 часов в режиме ожидания и 5 - в режиме разговора (у iPhone 4 время работы в режиме разговора до 14 часов в сети 2G, в режиме ожидания - до 300 часов). Планируемая цена - около 11 тыс. руб. Первая партия будет продаваться в рознице МТС (3,6 тыс. салонов), но оператор не исключает, что в дальнейшем смартфоны поступят и в другие дилерские сети.

В МТС утверждают, что основное преимущество аппарата в том, что благодаря одновременной поддержке двух систем навигации, обеспечивается более точное позиционирование абонента по сравнению с односистемной навигацией при использовании GPS. Сигналы со спутников ГЛОНАСС передаются в частотном диапазоне, отличном от частот GPS, поэтому приемники, поддерживающие работу в системе ГЛОНАСС, защищены от помех диапазона GPS - чип на весь телефон один, и обе технологии являются его составляющими, работают параллельно с одной антенной.

Тем не менее президент «Евросети» Александр Малис полагает, что с такой ценой перспективы у аппарата не радужные: «Мало кто соберется переплачивать только за опцию ГЛОНАСС, так как в половине телефонов есть GPS-навигатор. И дело вовсе не в разной точности позиционирования - это же не наведение боеголовки, с GPS люди ходят по улицам и не теряются». Господин Малис добавляет, что, чтобы телефон продавался, необходима просто колоссальная маркетинговая поддержка.

Но наличие GPS вскоре может стать не конкурентным преимуществом, а недостатком. Источник «Ъ» утверждает, что правительство РФ в 2011 году рассматривает возможность повышения пошлины на оборудование с поддержкой GPS до 25% (в том числе на телефоны). При этом по предварительным данным, смартфоны с поддержкой ГЛОНАСС/GPS будут ввозиться по текущей ставке 5%. Если пошлины вступят в силу, то их действие не будет распространяться на телефоны, возражает другой собеседник «Ъ».

В МТС рассчитывают, что на первом этапе после старта продаж (в течение квартала) смогут реализовать несколько тысяч штук.

<http://www.kommersant.ru/doc-y.aspx?DocsID=1586120>

<http://www.federal-space.ru/main.php?id=3&nid=15315>

16.02.2011

Примечание: Дополнительные технические характеристики МТС Glonass 945: Дисплей 3,2" TFT, 320x400, 262k цветов, touch; SMS, MMS, E-mail, брейзинг; FM-радио; Bluetooth, Wi-Fi. Навигация Glonass и GPS. Стандартные функции (калькулятор, будильник, календарь и др.). ОС Android 2.2. Чипсет Qualcomm MSM7230 800 МГц. Производство компании ZTE, Китай.

<http://www.gzt.ru/topnews/hitech/-proteishii-smartfon-iz-kitaya-budet-prodavatsya-/341872.html> 29.12.2010

Минобороны признало потерю спутника «Гео-ИК-2»

Спутник «Гео-ИК-2», запущенный 1 февраля на неверную орбиту, не будет использоваться по назначению, сообщает 24 февраля РИА Новости со ссылкой на заявление первого замминистра обороны РФ Владимира Поповкина. «Этот аппарат потерян для Минобороны. Он не будет использоваться по целевому назначению», - цитирует агентство слова замминистра. Поповкин добавил, что на спутнике

проведут «ограниченный комплекс проверок» того, как функционируют его системы управления.

Ранее представители Роскосмоса выступили с заявлением о том, что спутник сможет решить большую часть поставленных летных задач: 26 из 29 задач он сможет выполнить полностью, а остальные три - частично. Официальные причины, по которым «ГеоИК-2» вместо круговой орбиты был выведен на эллиптическую, пока не названы. Минобороны приводит две основных версии: неправильная ориентация разгонного блока, или нештатная работа двигательной установки. Ранее в СМИ появлялись сообщения о том, что двигательная установка работала в штатном режиме, и наиболее вероятной причиной вывода на нештатную орбиту стали неполадки электронной системы управления.

<http://www.lenta.ru/news/2011/02/24/geo/>

М2М телематика» внедряет технологии ГЛОНАСС в Чеченской Республике

В январе 2011 г. ГК «М2М телематика» открыла региональный диспетчерский центр (РДЦ) в г. Грозном. Новый партнер компании «М2М телематика» – «НПП ЮГ-ГЛОНАСС» - создан на базе крупнейшего оператора связи в Чеченской Республике и на Северном Кавказе, и Грозненского государственного нефтяного института (ГГНИ). Широкие технологические возможности и высокий уровень компетенций РДЦ «НПП ЮГ-ГЛОНАСС» призваны обеспечить максимально качественное внедрение технологий ГЛОНАСС на территории Республики. Системы мониторинга и управления транспортом на базе ГЛОНАСС имеют хорошие перспективы для развития в Чечне. На данный момент предприятия Республики, связанные, в первую очередь, со строительной и нефтяной отраслью, заинтересованы в повышении эффективности управления бизнес-процессами, снижении издержек на содержание транспортных средств, обеспечении дополнительной безопасности людей и техники и др.

Сейчас компания «НПП ЮГ-ГЛОНАСС» ориентирована на предоставление телематических услуг коммерческим заказчикам, однако по результатам принятия целевой программы Республики в июле 2011 г. планирует выйти также на государственный и муниципальный рынки. В рамках открытия РДЦ «НПП ЮГ-ГЛОНАСС» в Министерстве транспорта и связи Чеченской Республики состоялось рабочее совещание с участием представителей различных министерств и ведомств Чеченской Республики, коммерческих организаций и научного сообщества, где были рассмотрены перспективы развития ГЛОНАСС, в частности, обеспечение безопасности пассажирских и грузовых перевозок и повышение качества транспортного обслуживания населения.

По словам министра транспорта и связи Чеченской Республики Магомеда Черхигова, оснащение транспорта оборудованием ГЛОНАСС позволит обеспечить

дополнительную эффективность управления и контроля движением в режиме реального времени. Региональная целевая программа предусматривает применение современных спутниковых навигационных технологий для контроля пассажирских перевозок. «Основная задача решений на базе ГЛОНАСС - мониторинг и диспетчеризация транспорта различного назначения в субъектах Федерации и муниципальных образованиях. Помимо контроля транспортных средств система позволяет решать множество вопросов, связанных со сложными ситуациями на дорогах. В тех или иных условиях чрезвычайной ситуации или ДТП, система позволяет сократить время поиска и реагирования, тем самым, спасти больше жизней» - отметил коммерческий директор ГК «М2М телематика» А. Платонов.

Минтранс Чеченской Республики имеет в своем распоряжении 685 автобусов. К 2012 году планирует приобрести дополнительно 59 автобусов, а в перспективе для обеспечения пассажирских перевозок по территории всей Республики требуется до 1550 единиц транспорта. Планируется, что в соответствии с целевой программой, весь пассажирский транспорт Республики будет оснащен оборудованием на базе ГЛОНАСС, а его перемещение будет контролировать навигационно-информационный центр, созданный при Министерстве транспорта Чеченской Республики.

На текущий момент в Чечне навигационно-связным оборудованием оснащен автопарк станции Республиканской скорой медицинской помощи города Грозный и автомобили Чеченского республиканского Управления инкассации. «Открытие РДЦ в г. Грозный – итоговая точка в деле построения региональной сети ГК «М2М телематика» на Северном и Южном Кавказе. Наши партнеры активно работают в этих регионах, они готовы выполнять задачи, связанные не только с оснащением коммерческого транспорта, но и с обеспечением диспетчеризации и безопасности пассажирских перевозок межрегионального уровня, что особенно актуально для Северного Кавказа», - отметил Андрей Платонов.

Пресс-служба ГК «М2М телематика»

<http://www.federspace.ru/main.php?id=3&nid=15437>

24.02.2011

В Тульской области при активной поддержке Роскосмоса будет развернута система спутникового позиционирования на основе ГЛОНАСС/GPS

24 февраля состоялось подписание соглашения между Федеральным космическим агентством (Роскосмос) и Администрацией Тульской области о взаимодействии в области использования результатов космической деятельности. Соглашение подписали Руководитель Роскосмоса Анатолий Перминов и Губернатор Тульской области Вячеслав Дудка. Как следует из текста соглашения, сотрудничество Роскосмоса и Администрации Тульской области позволит эффективно использовать результаты

космической деятельности в интересах ускорения социально-экономического и инновационного развития региона. Как заявил на презентации проекта Вячеслав Георгиевич Безбородов (генеральный директор ОАО «НПК» РЕКОД»), Центром космических услуг будет проводиться адаптация, развертывание и применение базовой региональной навигационно-информационной системы, которая обеспечивает комплексное решение задач социально-экономического и инновационного развития, повышение конкурентоспособности и обеспечение безопасной жизнедеятельности населения Тульской области с использованием результатов космической деятельности.

Региональная система высокоточного позиционирования, которая будет развернута в Тульской области, позволит эффективно использовать космические системы ГЛОНАСС/GPS с клиентскими приложениями, обеспечивать решение задач с необходимой точностью в интересах мониторинга различных объектов области и природных явлений, выполнять кадастровые, геодезические, строительные и другие работы, повышать эффективность функционирования служб регионального и муниципального хозяйства. Предстоит создание, развитие и использование геоинформационной системы Тульской области как региональной интегрированной инфраструктуры пространственных данных, а также базовых картографических комплектов регионального и муниципального значения, функционального комплекса территориального планирования развития Тульской области. В интересах региона будут развернуты региональные системы мониторинга и управления важнейшими видами деятельности Тульской области, в том числе: мониторинг транспорта и логистики, мониторинг критически важных и потенциально опасных объектов инфраструктуры; мониторинг и управление сельскохозяйственной, природоохранной, экологической деятельностью, землепользованием и земледелием; информационная система обеспечения градостроительной деятельности муниципальных образований Тульской области. Также в регионе будет осуществляться подготовка специалистов в области использования результатов космической деятельности.

Полномочным представителем Роскосмоса по подготовке и реализации совместных соглашений, программ, проектов в области использования результатов космической деятельности в интересах Тульской области, в том числе в части функций оператора работ и услуг в сфере использования результатов космической деятельности, является открытое акционерное общество «Научно-производственная корпорация «РЕКОД».

Внедрение современных информационно-коммуникационных технологий позволит региону стабильно и уверенно развиваться в социально-экономической сфере.

<http://www.federspace.ru/main.php?id=2&nid=15454>
24.02.2011

Спутник «Глонасс-К» успешно вышел на орбиту



26 февраля сего года в 6 часов 07 минут мск с космодрома Плесецк осуществлен запуск ракеты-носителя «Союз-2» с разгонным блоком «Фрегат» и космическим аппаратом «Глонасс-К». После штатного отделения от третьей ступени ракеты-носителя, в 6:16 мск, головной блок (разгонный блок «Фрегат» и космический аппарат «Глонасс-К») выведен на опорную орбиту. В 9 часов 41 мин. 03 сек. после успешного отделения КА «Глонасс-К» от разгонного блока космический аппарат был взят на управление Космическими войсками - средствами Главного испытательного центра испытаний и управления космическими средствами им. Г.С. Титова. Вывод спутника на орбиту прошел в штатном режиме, с аппаратом установлена телеметрическая связь, он функционирует нормально.

Запуск «Глонасс-К», навигационного спутника нового поколения, должен был состояться 24 февраля, однако откладывался дважды из-за неисправностей и нехватки времени на тестирование. Вывод аппарата на орбиту стал первым удачным запуском после декабря 2010 года, когда три спутника «Глонасс-М» упали в океан из-за технических просчетов.

В течение 2011 года с космодрома «Плесецк» на орбиту предполагается вывести еще два космических аппарата, которые пополнят группировку спутников «Глонасс» на орбите, передает «Интерфакс». Запуски состоятся в июле и октябре.

<http://www.federspace.ru/main.php?id=2&nid=15492>

<http://www.lenta.ru/news/2011/02/26/win/>

Три спутника «Глонасс-М» планируется вывести на орбиты в 2011 году

До конца 2011 года российскую навигационную группировку ГЛОНАСС планируется пополнить четырьмя новыми спутниками, заявил журналистам генеральный директор компании «Российские космические системы» и генеральный конструктор системы ГЛОНАСС Юрий Урличич. «В третьем квартале 2011 года запуском ракеты-носителя «Протон-М» для пополнения группировки планируется вывести тройку

спутников типа «Глонасс-М», - сказал Урличич. По его словам, до конца 2011 года планируется также запустить еще один навигационный спутник нового поколения «Глонасс-К». «На днях первый запуск спутника этой новой серии был осуществлен успешно. Сейчас проходят летные испытания этого космического аппарата, по итогам которых до конца этого года планируется запустить еще один космический аппарат «Глонасс-К», - заключил Юрий Урличич.

<http://www.federalsspace.ru/main.php?id=2&nid=15548>
01.03.2011

Raytheon создала бомбу для малых беспилотников

Американская компания Raytheon завершила создание малого тактического боеприпаса STM для малых беспилотных летательных аппаратов типа RQ-7 Shadow, сообщает Aviation Week со ссылкой на руководителя проекта Дода Ньюмена (Dod Newman). По его словам, планирующая бомба массой 5,9 килограмма уже полностью готова к производству и ожидает первых заказов. Разработкой нового вооружения Raytheon занималась самостоятельно.

На первом этапе стоимость боеприпаса будет относительно высокой. Ньюмен не уточнил, по какой цене Raytheon будет предлагать бомбу военным, но отметил, что по мере нарастания серийного производства стоимость будет снижаться. Высокие цены на STM обусловлены тем, что бомба оснащена

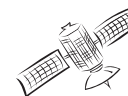
миниатюрной полуактивной головкой наведения, датчиками инерциальной и GPS-навигации.

По словам Ньюмена, новый боеприпас может представлять интерес и для тех военных подразделений, на вооружении которых стоят беспилотники RQ-1Predator или MQ-9 Reaper; на них вместо одной ракеты Hellfire можно подвесить до 6-8 бомб STM, способных поражать стационарные и движущиеся цели. Испытания STM, длина которой составляет 60 сантиметров, уже завершены.

Следует отметить, что в последние два года в США наметилась тенденция создания малых вооружений для небольших беспилотников. Так, компания Lockheed Martin занимается созданием ракеты EAPS для оснащения ею беспилотников Армии США. EAPS сможет уничтожать ракеты, артиллерийские и минометные боеприпасы противника на дальности не менее 2,5 километра. Новая ракета предназначена для поражения целей прямым попаданием. EAPS будет наводиться по данным РЛС. Разработку планируется завершить в 2012 году.

В ноябре 2009 года американский авиастроительный концерн Boeing также получил контракт ВВС США на создание миниатюрного вооружения для беспилотников. Сумма сделки оценивается в семь миллионов долларов.

<http://www.lenta.ru/news/2011/03/04/minibomb/>



ИТОГИ МЕЖДУНАРОДНОГО КОНГРЕССА «ЭРА-ГЛОНАСС» НАВИГАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КОМФОРТА НА ДОРОГАХ

INTERNATIONAL CONGRESS ERA-GLONASS

1 марта 2011 г. в Москве состоялся первый международный конгресс «ЭРА-ГЛОНАСС. Навигационно-информационные технологии для повышения безопасности и комфорта на дорогах», организатором которого выступил федеральный сетевой оператор в сфере навигационной деятельности ОАО «Навигационно-информационные системы».

Партнерами и спонсорами конгресса выступили: ЗАО «Цезарь Сателлит» («платиновый» партнер), Peiker, Alcatel-Lucent, IBM, Qualcomm, Компания Комплит.

Экспертные партнеры конгресса: НО «Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС Форум» и GPS Club.

Основной целью конференции стало информирование российской и зарубежной аудитории о статусе и планах развития системы экстренного реагирования при авариях «ЭРА-ГЛОНАСС», о технических требованиях к терминалам, программах испытаний, создании инфраструктуры системы, дополнительных услугах в рамках проекта «ЭРА-ГЛОНАСС» и зарубежном опыте по разработке и использованию подобных систем.

В первом международном конгрессе «ЭРА-ГЛОНАСС» приняли участие представители государственных организаций, ответственные за разработку и реализацию политики в области навигации и обеспечения безопасности на транспорте, российские и иностранные разработчики ПО и телекоммуникационного оборудования, автопроизводители, операторы фиксированной и мобильной связи.

Конгресс посетили 420 участников из четырнадцати стран мира, 40 представителей российских и зарубежных компаний выступили с докладами. Более 40 представителей российских СМИ освещали событие во время его проведения.

В начале работы международного конгресса были озвучены приветственные слова от имени С.Б. Иванова, заместителя председателя Правительства РФ, и С.К. Шойгу, министра РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, председателя Совета директоров ОАО «НИС».

На Пленарном заседании с докладами выступили:

- Урличич Ю. М. – генеральный директор – генеральный конструктор ОАО «Российские космические системы», генеральный конструктор системы ГЛОНАСС;

- Гурко А. О. – генеральный директор ОАО «НИС», Федеральный сетевой оператор;
- Юхани Яскелайнен – руководитель отдела ИКТ на транспорте, Европейская Комиссия (Генеральный директорат «Информационное общество и медиа»);
- Асафьев А. Э. – заместитель генерального директора – руководитель программы «ЭРА-ГЛОНАСС», ОАО «НИС», Федеральный сетевой оператор;
- Антонио Калмон – партнер Kaitech Consulting, Бразилия;
- Огарев Л. М. – президент ГК «Цезарь Сателлит»;
- Грегори Турецки – главный директор по маркетингу, CSR.

Для представителей СМИ в рамках международного конгресса была проведена пресс-конференция, в которой приняли участие: Юхани Яскелайнен, Огарев Л. М., Селенио Нунес (член Совета директоров Zatix), Гурко А. О. и Гюнтер Эм (директор по связям с клиентами, T-Systems CIS).

В ходе пресс-конференции представителями «НИС ГЛОНАСС» также были подписаны соглашения о сотрудничестве с немецкой компанией «T-Systems» и бразильскими компаниями «Zatix» и «Урауа».

Соглашение между «НИС ГЛОНАСС» и «T-Systems» предполагает стратегическое партнерство в сфере подготовки и внедрения решений на базе ГЛОНАСС для Интеллектуальных Транспортных Систем (ИТС) мегаполисов на территории Российской Федерации.

Основная цель соглашения «НИС ГЛОНАСС» и «Zatix» – исследование навигационного рынка Бразилии и других стран Латинской Америки с целью продвижения и внедрения систем на базе технологий ГЛОНАСС, а также обмен опытом в области практического применения навигационных технологий на транспорте. В рамках сотрудничества особое внимание будет уделено организации центра мониторинга и управления транспортом в городе Сочи в преддверии зимних Олимпийских игр – 2014.

Компания «Урауа» будет оказывать «НИС ГЛОНАСС» информационные и консультационные услуги, связанные с бразильской комплексной системой мониторинга транспортных средств «SIMRAV» (аналогична по назначению с системой «ЭРА-ГЛОНАСС»).

В рамках пресс-конференции ОАО «НИС» и ГК «Цезарь Сателлит» рассказали представителям СМИ о совместной работе и поделились планами на будущее: «Для того чтобы программа ЭРА-ГЛОНАСС действовала максимально эффективно на территории Российской Федерации, необходимо вовлекать отечественные компании, которые располагают необходимой инфраструктурой и соответствующими технологиями. Именно поэтому одним из партнеров проекта была выбрана ГК «Цезарь Сателлит» – лидер на рынке спутниковых систем безопасности и мониторинга, которые уже сегодня действуют по алгоритму ЭРА-ГЛОНАСС и европейского eCall, и могут быть успешно интегрированы в российский проект по обеспечению безопасности на дорогах России», – отмечает генеральный директор Федерального сетевого оператора ОАО «НИС» Александр Гурко.

ГК «Цезарь Сателлит» – крупнейший участник рынка спутниковых систем безопасности и мониторинга – вошла в число партнеров проекта, подписав рамочное соглашение с официальным исполнителем – федеральным сетевым оператором ОАО «НИС». Цель соглашения – объединение усилий для совместного участия в разработке, продвижении навигационно-информационных сервисов и продуктов на основе технологий ГЛОНАСС в области охранно-поисковых услуг и обеспечение государственной политики в области массового внедрения технологий ГЛОНАСС на автомобильном транспорте.

«Системы мониторинга и оперативного реагирования на основе спутниковых технологий – наша ключевая специализация, – говорит Леонид Огарев. – Участие «Цезарь Сателлит» в проекте «ЭРА-ГЛОНАСС» позволит применить уникальный опыт компании в решении важных для страны задач. Подписание соглашения – это не разовая инициатива, а важный стратегический шаг: мы намерены и в дальнейшем принимать самое активное участие в развитии услуг и технологий на основе ГЛОНАСС. Специалисты «Цезарь Сателлит» изучают возможности системы, тестируют различные образцы оборудования. Уже сегодня мы можем предложить автопроизводителям и всем заинтересованным сторонам ряд готовых решений».

Участникам конгресса был представлен макет автомобиля с прототипом устройства «ЭРА-ГЛОНАСС», на котором была проведена имитация ДТП и демонстрация взаимодействия терминала и инфраструктуры оператора системы, передача и дешифрация сигнала об аварии, обмен информацией о транспортном средстве и его местоположении, организация двусторонней голосовой связи с салоном автомобиля.

Система проектируется в соответствии с распоряжением Правительства РФ. «ЭРА-ГЛОНАСС» предназначена для профилактики ДТП и ускорения оповещения служб экстренного реагирования при авариях и других чрезвычайных ситуациях. Система будет включать навигационно-телекоммуникационные терминалы, которые начнут массово устанавливаться на транспортные средства начиная с 2013 года, и соответствующую инфраструктуру, охватывающую все субъекты РФ.

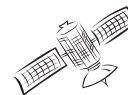
«Международный конгресс «ЭРА-ГЛОНАСС» дал уникальную возможность собрать в одном месте всех представителей иностранных и российских структур, участвующих в создании и внедрении системы: органы власти, разработчиков оборудования и ПО, автопроизводителей», – заявил генеральный директор «НИС ГЛОНАСС» Александр Гурко.

«Конгресс стал эффективной площадкой для обмена технической информацией, налаживания новых деловых связей среди производителей оборудования и ПО в сфере спутниковой навигации, дал возможность участникам получить практическое понимание алгоритма действия системы и ее инфраструктуры для разработки новых решений и продуктов», – продолжил Александр Гурко.

В рамках международного конгресса прошли три секционных заседания:

- Автомобильные терминалы вызова экстренных оперативных служб и их компоненты.
- Опыт и перспективы создания и использования систем экстренного реагирования.
- Создание инфраструктуры для навигационно – информационной системы ЭРА-ГЛОНАСС в РФ.

ФГУП «НТЦ «Интернавигация» совместно с компанией «Профессиональные конференции» выступило информационным партнером конгресса.



УДК 629.7.05

О ЗАРОЖДЕНИИ НАВИГАЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ

Г. Ф. Молоканов¹

В статье повествуется о зарождении навигационной подготовки первых космонавтов в стенах Военно-воздушной академии, впоследствии получившей имя Ю. А. Гагарина.

Ключевые слова: Навигационная подготовка, космонавт, академия, Ю. А. Гагарин

ON THE ESTABLISHMENT OF NAVIGATION TRAINING OF COSMANAUTS

G. F. Molokanov

The paper describes the establishment of a navigation training system of the first cosmonauts in the Military Air Academy later named after Yuri Gagarin



Мой учитель и научный руководитель — начальник кафедры самолетовождения и штурманской службы² и обаятельный человек Поляк В.Ю. - считал очень важным для ученых кафедры поддерживать тесные творческие связи с конструкторскими бюро и научно—исследовательскими институтами авиационной промышленности. В одну из таких поездок в 1953 г. в НИИ города Ленинграда, занимающегося разработкой навигационной техники, от одного из ведущих инженеров этого предприятия я услышал потрясшую меня фразу о возможности создания навигационной системы, с помощью которой можно определить, в каком углу вашего кабинета вы находитесь.

Тогда я только понимал, что речь может идти о какой-то радионавигационной системе, основанной на измерении дальностей. Дело в том, что в 1948 г. я в качестве штурмана-испытателя на самолете Ту-2 летал на Государственных испытаниях радиодальномерной системы РЫМ, позволявшей с точностью 15...20

метров определять свое местонахождение в полете и выполнять точное бомбометание по невидимым наземным целям, геодезические координаты которых известны. Положение наземной цели в биполярной системе координат геодезисты рассчитывали с точностью до 1 метра. Однако такие высокоточные определения были возможны только при условии нахождения самолета в сравнительно небольшой рабочей области радиодальномерной системы. Тогда только предполагалось, что новая высокоточная радионавигационная система может быть глобальной.

Впоследствии я узнал, что такая новая высокоточная радионавигационная система будет базироваться на использовании искусственных спутников Земли (ИСЗ). Как утверждал профессор Шебшаевич В.С., руководивший в Ленинградской военно-воздушной инженерной академии им. А.Ф. Можайского исследованиями возможностей радиоастрономических методов навигации, первое научно обоснованное

¹ Георгий Федосеевич Молоканов — 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».

² Кафедра самолетовождения и штурманской службы Краснознаменной военно-воздушной академии (прим. ред.)

предложение об использовании ИСЗ родилось в Ленинграде еще до запуска 4 октября 1957 г. первого в мире искусственного спутника Земли³.

Из истории науки известно, с каким трудом принципиально новые идеи внедряются в жизнь. В связи с этим не могу не вспомнить, как предложение о разработке спутниковой радионавигационной системы было встречено одним весьма уважаемым работником Научно-технического комитета ВВС. Он, делаясь со мной своими мыслями, с возмущением говорил: «Что за бредовая идея использовать спутники, несущиеся в космосе со скоростью около 8 км/с, тогда как на небе полно неподвижных звезд, веками успешно использующихся в морской, а позднее и в воздушной навигации!?!». Как тут не вспомнить пушкинские слова:

*«О, сколько нам открытий чудных
Готовит просвещенный дух.
И опыт — сын ошибок трудных,
И гений — парадоксов друг».*

Однако наступила эра быстрого развития космонавтики. В 1960 г. в нашей стране была начата подготовка первого отряда летчиков-космонавтов, в которую внесла свою долю и Краснознаменная военно-воздушная академия, получившая впоследствии имя первопроходца космоса - Юрия Алексеевича Гагарина. Вот как это было.

В декабре 1960 г. мне, работавшему на штурманском факультете начальником кафедры самолетовождения и штурманской службы, позвонил по телефону начальник Академии маршал авиации Степан Акимович Красовский, сказав: «Сейчас к вам придут два полковника — решите с ними все вопросы».

Через некоторое время ко мне в кабинет вошли два полковника медицинской службы Евгений Анатольевич Карпов — тогдашний начальник Центра подготовки космонавтов и Ковалев — начальник одного из отделов этого Центра.

«На последнем этапе подготовки к полету в космос первой группы космонавтов — сказал Карпов Е.А. — мы не предусмотрели их навигационную подготовку. Она необходима для того, чтобы в случае аварийной посадки можно было хотя бы приблизительно определить свое местонахождение. При этом никаких навигационных приборов типа «секстант» на борт взять не удастся, так как ограничения по весу предельно жесткие». Позднее мы узнали, что вывод на орбиту одного килограмма массы в то время стоил около трех с половиной килограммов золота.

Занятия с первой группой, состоявшей из шести космонавтов, в которой старшим был капитан Попович П.Р., начались в Монино в академической аудитории В-139 учебного корпуса «В» штурманского факультета. В ней по моей инициативе, поддержанной начальником Академии маршалом авиации Скомороховым Н.М., впоследствии была установлена соответствующая мемориальная доска.

В группу входили старший лейтенант Гагарин Юрий Алексеевич и еще 4 офицера ВВС из числа летчиков-истребителей.

Поскольку в военных училищах такого профиля авиационная астрономия, как один из разделов воздушной навигации, не изучалась, то было решено начать с изучения звездного неба и его «аэронавигационных» звезд. Для практического ознакомления со способами определения местонахождения наблюдателя космонавтам были выделены авиационные секстанты ИАС-1М. Были разработаны и упрощенные методы определения своего местонахождения, исключающие использование каких-либо приборов. В частности, проще, с погрешностью около 100 км, определялась географическая широта места наблюдателя по высоте Полярной звезды, примерно равной этой широте.

Занятия с группой космонавтов прикрывались легендой, что они штурманы военно-транспортной авиации, которым предстоит выполнять межконтинентальные полеты по всему Земному шару. Для соблюдения режима секретности привлекался и особый отдел.

Наиболее активно участвовал в подготовке космонавтов старший преподаватель кафедры кандидат технических наук полковник Воробьев Л.М. — крупный специалист в области авиационной астрономии, ставший позднее доктором и профессором. Необходимо отметить, что после запуска первого ИСЗ на кафедре уже начались исследования по основам космической навигации. Первые результаты этих исследований позволили в конце ноября 1960 г. подготовить и в 1961 г. издать в Академии конспект лекций под названием «Основы космической навигации» (автор Л.М. Воробьев). Так что для кафедры проведение занятий по навигационной подготовке первого отряда космонавтов не оказалось совершенно неожиданным.

Проходили занятия и по авиационной метеорологии, которые вел старший преподаватель кандидат географических наук полковник Иоффе М.М.

Насколько в те годы соблюдались режимные ограничения, можно судить по такому курьезному факту. После успешного первого в мире полета в космос 12 апреля 1961 г. Гагарина Ю.А. на общесоюзное телевидение были срочно приглашены второстепенные в деле этой подготовки преподаватели.

По мере расширения навигационной подготовки космонавтов и увеличения состава учебных групп занятия были переведены в Звездный городок.

В Военно-воздушной академии, получившей позднее имя первого в мире космонавта Ю.А. Гагарина, от кафедры самолетовождения и штурманской службы отпочковался коллектив, ставший самостоятельной кафедрой военной космонавтики.



³ Шебшаевич В. С. Развитие теоретических основ спутниковой радионавигации ленинградской радиокосмической школой // Радионавигация и время. РИРВ. 1992. № 1. Стр. 6–9

УДК 621.396.98

О СОЗДАНИИ КОСМИЧЕСКИХ НАВИГАЦИОННЫХ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ СИСТЕМ

К 50-летию полета в космос Ю. А. Гагарина и Дню космонавтики

Ю. В. Медведков¹

В статье представлены фрагменты истории создания отечественных низкоорбитальных спутниковых навигационных систем.

Ключевые слова: ИСЗ, доплеровский метод, спутниковая навигационная система, разработка, полигон

ON THE DEVELOPMENT OF LOW-ORBIT SPACE NAVIGATION SYSTEMS

50th Anniversary of the first Spacwflight

Yu. V. Medvedkov

The paper presents glimpses of the history of the development of the national low-orbit space navigation systems

После запусков в 1957–1958 годах на орбиту первых спутников появилась возможность использовать их в качестве ориентиров в пространстве с известными в любой момент времени координатами и скоростью. Определяющийся объект производит измерения навигационных параметров спутников, которые функционально связаны с искомыми координатами. При распространении радиоволн в космосе изменение частоты колебаний зависит только от скорости и направления движения искусственного спутника Земли (ИСЗ) и приемника определяющегося объекта относительно друг друга. При сближении ИСЗ и объекта частота принимаемых со спутника колебаний возрастает, а при удалении убывает. Этот доплеровский метод изменения частоты и был использован для навигации кораблей.

В начале и середине 60-х годов появились научно-исследовательские работы (НИР) по созданию космических навигационных систем в интересах ВМФ и ВВС. В работах 9 НИИ ВМФ, 30 ЦНИИ ВВС, 4 ЦНИИ МО, Военно-морской академии и Ленинградской Краснознаменной военно-воздушной инженерной академии им. А. Ф. Можайского была показана возможность повышения эффективности применения кораблей и летательных аппаратов при использовании спутников. При этом для вывода спутников на орбиты можно было использовать ракеты-носители, разработанные на основе существующих баллистических ракет, которые запускались с имеющихся полигонов.

Измеренная потребителем информация со спутника должна обрабатываться с помощью специальных алгоритмов, в результате чего получались

координаты наблюдателя. Для проведения навигационных расчетов потребителя в кадре принимаемого сигнала со спутника передавались эфемериды (прогнозируемое значение координат и скорости ИСЗ), «привязанные» к определенным моментам времени, что давало возможность потребителю определять свое местоположение.

В этих НИР отмечалось, что достоинством спутниковых доплеровских систем является их неограниченная пропускная способность и простота навигационной аппаратуры потребителя, так как не требуется иметь передатчик на определяющемся объекте. Отсутствие излучения с борта потребителя обеспечивало его скрытность. Исследования вопросов возможности и точности определения координат при применении доплеровского беззапросного метода выявили, что наиболее удобным для этой цели являлось использование спутников со средней высотой круговой орбиты около 1000 км. Спутники на такой высоте находятся в зоне видимости корабля около 15 минут, а сеанс наблюдения, необходимый для определения его местоположения, составляет около 5 мин.

Для точного определения местоположения морских судов в любой точке Мирового океана в любое время суток (и в любых погодных условиях) с необходимой дискретностью (частоты связи судна со спутником) достаточно на орбите иметь несколько спутников.

Эти проработки легли в основу предложений НИИ и КБ Государственного комитета по оборонной технике, которые в своих материалах подтвердили в 1963 году возможность реализации требуемых характеристик по точности навигации кораблей.

¹ Юрий Валерьянович Медведков – полковник в отставке, Лауреат Государственной премии СССР, Почетный академик Российской академии космонавтики им. К. Э. Циолковского; Ю. В. Медведков был начальником отдела Главного управления космических средств (ГУКОС) МО СССР (ранее ЦУКОС МО СССР), курировавшим создание системы ГЛОНАСС, затем главным специалистом РКА

Аналогичные исследования проводились и в США, где использовали сигналы первых советских спутников. Исследования по проекту «Авангард» также предусматривали создание спутника с доплеровской аппаратурой. Заказчиком спутника были ВМС США, а головным разработчиком была Лаборатория прикладной физики Университета Джонса Гопкинса. Руководителем работ Лаборатории был Р. Кершнер². Спутники «Транзит» запускались на орбиты высотой около 1000 км с наклоном до 90 градусов. Масса спутника составляла около 80 кг.

Советский Союз в 60-х годах уже мог выполнять обширные работы с использованием космоса в связи с тем, что обладал более мощными ракетами-носителями, чем США. Это позволило СССР развернуть широкую программу «Космос», в рамках которой велось изучение структуры ионосферы радиометодами, отработка связной, навигационной, метеорологической и геодезической аппаратуры, создание методов управления ИСЗ.

Разработка космических систем навигации требовала координации усилий большой кооперации организаций-исполнителей, существенных экономических затрат, разработки технических средств, никогда ранее не создававшихся, а также решения ряда научно-технических проблем, в том числе по выбору структуры радиосигналов, навигационного диапазона частот, обоснованию точности и стабильности генераторов частот для сигналов времени, быстродействия и объема закладываемой наземным комплексом управления (НКУ) на борт спутника и получаемой с него информации.

Все это потребовало на первом этапе создания экспериментальной системы космической навигации, которая получила шифр «Циклон». В разработке требований к этой системе принимали участие специалисты институтов ВМФ и Филиала 4 ЦНИИ МО. Техническое задание на разработку системы «Циклон» было выдано Центральным Управлением космических средств (ЦУКОС) Минобороны СССР и ВМФ СССР. В 1964 году Военно-промышленной комиссией Совета Министров СССР (ВПК СМ СССР) был утвержден план-график работ по созданию системы «Циклон». Предусматривался запуск 4-х спутников, создание наземного комплекса управления спутниками, навигационного комплекса и комплекса связи морских судов. Активное участие в разработке решения ВПК СМ СССР и выпуске плана-графика работ принимал специалист аппарата ВПК Лукьянюк Юрий Васильевич.

Решением ВПК СМ СССР были определены заказчики технических средств, головные исполнители работ, а также сроки выполнения основных этапов создания системы «Циклон». Головным исполнителем по созданию системы «Циклон» было определено

ОКБ-10 (с 1967 г.— Научно-производственное объединение прикладной механики, НПО ПМ), начальником которого был главный конструктор предприятия Решетнев Михаил Федорович. О Михаиле Федоровиче написана 300-страничная книга его сотрудниками и коллегами, знавшими его в годы совместной работы. Академик и Герой Социалистического труда, он был всегда доступен для руководителей подразделений ОКБ и смежных организаций. Во время разработки и испытаний элементов системы, будучи техническим руководителем-заместителем председателя Госкомиссии, Михаил Федорович лично участвовал в заседаниях и глубоко вникал в проблемы других организаций, участвовавших в создании технических средств системы. На ОКБ возлагалась разработка, изготовление и испытания ракеты-носителя «Космос», спутника «Циклон», координация работ по комплексным испытаниям всей бортовой аппаратуры спутника.

Общее руководство работами на предприятии осуществлял первый заместитель главного конструктора член-корреспондент АН СССР Чернявский Григорий Маркелович, который не выпускал даже на время выходных дней за пределы г. Красноярск-26, где размещалось ОКБ, командированных представителей предприятий-смежников до тех пор, пока шли комплексные испытания спутников или имелись по их результатам замечания.

Испытаниями ракеты-носителя «Космос» руководил заместитель главного конструктора Ушаков Анатолий Иванович. Он же осуществлял техническое руководство при проведении работ на полигоне. Ведущим конструктором по системе «Циклон» и по спутнику был Григорьев Евгений Николаевич, ставший Лауреатом Государственной премии СССР за участие в создании системы.

Разработку спутника в ОКБ возглавлял начальник отдела Черемисин Владимир Филиппович, хорошо разбирающийся в навигационной космической технике, обладавший красивым голосом, хорошо исполнявший в кругу друзей советские и народные песни. Впоследствии он стал Лауреатом Государственной премии за участие в создании спутниковой навигационной системы второго поколения ГЛОНАСС.

Работами по созданию АСУ системы руководил заместитель главного конструктора Князькин Юрий Михайлович, энергичный и доброжелательный человек, осуществлявший взаимодействие с коллективами командно-измерительного комплекса (КИК) Минобороны и разработчиками командно-измерительных станций (КИС) системы «Циклон».

Комплексами космической связи занимался заместитель главного конструктора Пчеляков Леонид Сергеевич, впоследствии перешедший работать в организацию «Морсвязьспутник» Министерства

² Navigation, Journal of the Institute of Navigation, 1978, N 2, p. 268

морского флота СССР. Производство первых спутников «Циклон» велось на Механическом заводе НПО ПМ, директором которого был Митрофанов Анатолий Ефимович. Позже производство спутников было передано Производственному объединению (ПО) «Полет», главным конструктором на котором был доктор технических наук Клинышков Александр Семенович. На этом же объединении в дальнейшем велось изготовление ракеты-носителя «Космос-3М». Разработка технических средств наземного и бортового комплексов управления спутниками и телеметрической системы была возложена на НИИ-885 (затем НПО «Радиоприбор», Российский НИИ космического приборостроения, РНИИ КП; в настоящее время входит в ОАО «Российские космические системы», ОАО «РКС»). Главным конструктором был Рязанский Михаил Сергеевич, член-корреспондент АН СССР, входивший в Совет главных конструкторов, который возглавлял С. П. Королев. Директором института был Герой Социалистического труда, Лауреат Ленинской и Государственной премий СССР Гусев Леонид Иванович. Заместителем главного конструктора предприятия был Борисенко Михаил Иванович, впоследствии руководивший Московским научно-исследовательским радиотехническим институтом Минпромсвязи СССР.

Главным конструктором направления, в котором велась непосредственная разработка технических средств бортовой аппаратуры управления и доплеровского метода навигации, был Лауреат Ленинской премии, доктор технических наук Иванов Николай Емельянович. Наземную аппаратуру НКУ разрабатывали специалисты отдела Карпова Анатолия Михайловича, обеспечивающие ее ввод на пунктах КИК.

Бортовым комплексом управления занимался отдел Шиловского Александра Петровича, никогда не унывавшего, несмотря на сложную, порой, ситуацию при разработке и испытаниях аппаратуры. Александр Петрович лично участвовал во всех комплексных испытаниях бортовой аппаратуры на предприятии, головном заводе – НПО ПМ, на полигоне и в полете.

Разработкой системы телеметрии и средств отображения руководил заместитель главного конструктора Чуркин Анатолий Васильевич. Тесную связь с заказчиками корабельной аппаратуры навигации и ее разработку обеспечивал начальник отдела, доктор технических наук Лауреат Ленинской премии Салишев Вадим Александрович, который преподавал также в Московском институте инженеров землеустройства, писал учебные пособия для студентов и окончил, будучи начальником отдела РНИИ КП, полный курс Сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. Разработка и изготовление технических средств системы единого времени и угломерно-дальномерной аппаратуры

велась в Ленинградском научно-исследовательском радиотехническом институте (ЛНИРТИ, позже Российский институт радионавигации и времени, РИРВ). Директором института был Лауреат Ленинской премии Дмитриев Павел Павлович, награжденный медалью Ушакова за боевые действия на Северном флоте во время Великой Отечественной войны. Высокоточные генераторы частоты системы единого времени разрабатывались в ЛНИРТИ под руководством Гужвы Юрия Григорьевича, который впоследствии стал директором этого института.

Координацию работ предприятий-разработчиков и изготовителей технических средств системы «Циклон» осуществляли промышленные министерства, образованные в 1965 году: Министерство общего машиностроения (министр Афанасьев Сергей Александрович) – по системе в целом, ракете-носителю, спутнику, системе управления и телеметрии, доплеровской аппаратуре; Министерство радиопромышленности (министр Плешаков Петр Сергеевич) – по системе единого времени, угломерно-дальномерной аппаратуре; Министерство промышленности средств связи (министр Первышин Эрлен Кирикович) – по системе связи; Министерство судостроительной промышленности (министр – Бутома Борис Евстафьевич) – по внедрению корабельных средств.

Координация работ по созданию системы со стороны Министерства обороны СССР была возложена на Центральное управление космических средств (ЦУКОС), образованное в начале 60-х годов, и ВМФ.

На предприятиях промышленности эта работа велась через специальные военные представительства. Начальником управления ЦУКОС, координировавшим ход работ, был полковник Кравцов Юрий Федорович (впоследствии генерал-лейтенант, лауреат Ленинской премии), участник Великой Отечественной войны. Юрий Федорович умело организовал работу между организациями Минобороны и промышленности, что позволило на протяжении всей разработки системы избежать многих неприятностей, несмотря на имевшие место отказы аппаратуры спутников в период испытаний. Начальником отдела, в котором были подчиненные ему офицеры – ведущие по системам навигации, состоял Поглазов Михаил Иванович. До работы в ЦУКОС он служил в Военно-морском флоте, был участником Великой Отечественной войны, награжден орденом Красной Звезды. По результатам работы стал Лауреатом Государственной премии.

Создание технических средств командно-измерительного комплекса и системы единого времени курировало управление ЦУКОС МО генерал-лейтенанта, Лауреата Государственной премии Панченко Евгений Ивановича. Начальником отдела по системам управления был полковник Андронов Дмитрий Григорьевич, а по системам времени – полковник

Кучеров Виктор Иванович, очень профессиональный специалист.

Создание ракеты-носителя «Космос» и изготовление её в ПО «Полет» курировал отдел полковника Заворотнюка Федора Васильевича, имевшего также тесное взаимодействие с полигоном.

В 7-ой пятилетке на предприятиях промышленности, разрабатывавших и изготовлявших космическую технику, были созданы специальные военные представительства, которые контролировали выполнение положений о порядке создания и серийного производства космических аппаратов и бортовой аппаратуры для них.

В НПО ПМ военным представительством руководил районный инженер, полковник Лысенко Виктор Кириллович — высококвалифицированный специалист. В НИИ-885 долгое время Военным представительством руководил районный инженер, полковник Соловьев Константин Николаевич, имевший тесные связи с руководством института.

Пожалуй, самым известным районным инженером кооперации системы «Циклон» был полковник Макаров Павел Михайлович, руководивший военным представительством в Московском НИИ радиосвязи (МНИИРС), работавший ранее в ЦУКОС начальником отдела.

Создание средств системы единого времени контролировал районный инженер полковник Мельников Геннадий Михайлович, тесно взаимодействовавший с руководством своего института. Возросшее значение стало придаваться работе военных представительств после выхода 16 февраля 1961 года постановления ЦК КПСС и СМ СССР «О мерах по улучшению качества военной техники». Поэтому вопросы повышения качества и надежности техники при разработке и изготовлении аппаратуры космических аппаратов (КА) были под постоянным вниманием ЦУКОС МО и его военных представительств.

В составе орбитальной группировки системы «Циклон» должно было одновременно функционировать до 6-ти космических аппаратов, поэтому вопросы повышения их сроков активного существования были постоянно в поле зрения разработчиков и участников испытаний системы.

Большое внимание этим вопросам уделялось в работе Государственной комиссии по летным испытаниям системы «Циклон», созданной по решению ВПК СМ СССР. Председателем Госкомиссии был назначен начальник связи ВМФ вице-адмирал Толстолуцкий Григорий Григорьевич, техническим руководителем-заместителем Председателя Госкомиссии был Решетнев Михаил Федорович. Заместителями Председателя Госкомиссии были контр-адмирал Максютя Юрий Иванович и Кравцов Юрий Федорович. Членом Госкомиссии от ЦУКОС МО был Поглазов Михаил Иванович.

В процессе работы технического руководства во время летных испытаний системы постоянно обсуждались вопросы повышения качества и надежности поставляемой аппаратуры.

Члены Госкомиссии выезжали в НПО ПМ, ПО «Полет», НПО «Радиоприбор», ЛНИРТИ, МНИИРС для рассмотрения вопросов надежности бортовой аппаратуры космических аппаратов и сроков поставок комплектующих приборов, и по их предложениям Госкомиссией принимались решения, направленные на ускорение сроков поставок технических средств системы и повышение сроков активного существования спутника «Циклон». К началу летных испытаний системы 4 наземных пункта КИК были укомплектованы КИС «База», средствами телеметрии и точного времени.

В центре управления системой была установлена аппаратура связи и отображения, на пункты передачи и приема информации была поставлена аппаратура связи «Цунами», на кораблях, участвовавших в испытаниях, была установлена навигационная и связная аппаратура. Было также образовано оперативно-техническое руководство во главе с полковником Краковским Юрием Евгеньевичем, начальником управления центра КИК, обеспечивающего взаимодействие элементов системы. Начальником отдела центра КИК, обеспечивающего управление космическими аппаратами, был полковник Кузьминский Анатолий Иванович. Баллистико-навигационным обеспечением занимался начальник отдела полковник Ястребов Владимир Дмитриевич, участник Великой Отечественной войны.

Подготовка космического аппарата «Циклон», ракеты-носителя «Космос-М» к запуску, запуск ракеты-носителя и вывод на орбиту КА проводились на полигоне «Плесецк». Начальником полигона в то время был генерал-лейтенант Герой Советского Союза, участник Великой Отечественной войны Алпаидзе Галактион Елисеевич. Работами в монтажно-исследовательском корпусе и стартовой позиции руководил начальник управления полигона полковник Зудин Борис Григорьевич.

Первый космический аппарат экспериментальной системы «Циклон» был выведен на орбиту 27 ноября 1967 года («Космос-192») с высотой 750 км и наклоном 74° ракетой-носителем «Космос-3М». За время летных испытаний экспериментальной системы «Циклон» и ее опытной эксплуатации не было ни одного аварийного запуска ракеты-носителя, что свидетельствовало о её высокой надежности и высочайшей квалификации личного состава полигона, участвовавшего в подготовке ракеты.

В отличие от американского спутника «Транзит» на борту отечественного космического аппарата было две комплекции навигационной аппаратуры с излучением на частотах 150 и 400 МГц. Кроме того, отечественный КА обеспечивал оперативную двухстороннюю связь с кораблями ВМФ. В 1970 году спутники стали выводиться на орбиту высотой 1000 км. Было запущено 3 КА, что позволило в 1971 году создать систему, обеспечивающую дискретность сеансов связи для определения координат с перерывами до 1,2 часа в зависимости от широты места

определяющегося объекта. В судовой аппаратуре имелись запоминающие устройства, позволяющие сохранить информацию, полученную с КА, до следующего сеанса связи и при необходимости вносить поправки для определения координат объекта.

В таком составе система была принята в опытную эксплуатацию под шифром «Залив». В 1972 году космические аппараты стали выводиться на орбиты с наклоном 83° и высотой 1000 км. В этот период было выведено на орбиты еще 7 КА, что позволило перейти к созданию системы с улучшенными тактико-техническими характеристиками.

В 1972 году вышло постановление ЦК КПСС и СМ СССР о создании системы «Циклон-Б» с теми же заказчиками и кооперацией исполнителей, что и в системе «Циклон». В 1974 году на орбиту был выведен КА «Циклон-Б» («Космос-700») с увеличенным сроком активного существования.

В период 1975–1976 годов было выведено на орбиты еще 5 спутников, и система была принята на вооружение под шифром «Парус». Создание этой системы практически ликвидировало разрыв между средствами боевого обеспечения Военно-морского флота СССР и ВМС США. Всего за период эксплуатации было выведено на орбиту 24 спутника. По результатам испытаний участники работ по созданию системы были отмечены Ленинской и Государственной премиями и высокими наградами.

В ходе испытаний низкоорбитальных навигационных систем «Циклон» и «Циклон-Б» было установлено, что большую погрешность в навигационные определения вносят эфемериды. Поэтому с помощью спутников, запущенных на навигационные орбиты по программе геодезических исследований «Космос-842» (21.07.76 г.) и «Космос-911» (25.05.77 г.), проводились измерения, позволившие уточнить коэффициенты согласующей модели геопотенциала, предназначенной для определения и прогнозирования параметров орбит спутников, а также были уточнены координаты наземных измерительных средств. В результате точность эфемерид была повышена в несколько раз, что позволило уменьшить ошибку определения местоположения потребителя. Для обеспечения необходимой точности прогноза положения спутников и расчета эфемерид траекторные измерения проводились несколько раз в сутки с разнесенных по территории Советского Союза пунктов от Ленинграда до Камчатки.

Для определения орбиты спутника с высокой точностью, необходимой для навигационной системы, в наземных станциях управления использовалось накопление данных доплеровских смещений

частоты радиосигналов со спутников с привязкой их к точной временной шкале. Для этого на спутнике и на наземных станциях устанавливались высокостабильные генераторы частоты. Так как на корабле используются простые менее стабильные генераторы частоты, то в системах производилась сверка и коррекция бортовых часов по наземным часам, а наземных — по государственной службе времени.

Квантовые генераторы позволили повысить точность системы единого времени, чувствительность приемников и стабильность частот передатчиков. Наземные генераторы частоты, использованные в системах, имели относительную нестабильность $10^{-13} \dots 10^{-14}$ за сутки.

Разработка беззапросной навигационной аппаратуры пользователя, использующей доплеровский метод навигации, и повышение точности определений создали предпосылки для построения космической навигационной системы, которая могла быть использована неограниченным числом различных потребителей. Для этих целей в 1972 году была начата разработка доплеровской космической навигационной системы «Цикада» военного и гражданского назначения. Для этой системы была сохранена кооперация разработчиков системы «Циклон». Председателем Госкомиссии по системе «Цикада» был назначен начальник Главного управления навигации и океанографии Минобороны адмирал Рассохо Анатолий Иванович, в состав Госкомиссии от Морфлота СССР введен руководитель организаций «Морсвязьспутник» Ацеров Юрий Сергеевич, а от Минобороны — начальник 50 ЦНИИ МО, генерал-лейтенант, Герой Социалистического Труда Мещеряков Иван Васильевич.

Запуск первого спутника системы «Цикада» состоялся 15 декабря 1976 года («Космос-883»), а уже в 1979 году на орбите было 4 спутника, имевших срок активного существования в два раза больший, чем этот показатель спутников «Циклон-Б». Судовые приемники «Шхуна» и «Чёлн» работали также и по сигналам спутников «Транзит». Эффективность навигационной аппаратуры «Шхуна» разработки РНИИ КП была продемонстрирована во время похода атомхода «Арктика» на Северный полюс.

Система «Цикада» была принята в эксплуатацию в 1979 году, а в 1981 году создание системы было отмечено Государственной премией СССР.

Разработанная техника, технологии и опыт построения и эксплуатации низкоорбитальных спутниковых навигационных систем затем были использованы и продолжают использоваться при создании и эксплуатации спутниковых навигационных систем последующих поколений (ГЛОНАСС и др.).

ПРИМЕЧАНИЕ РЕДАКЦИИ

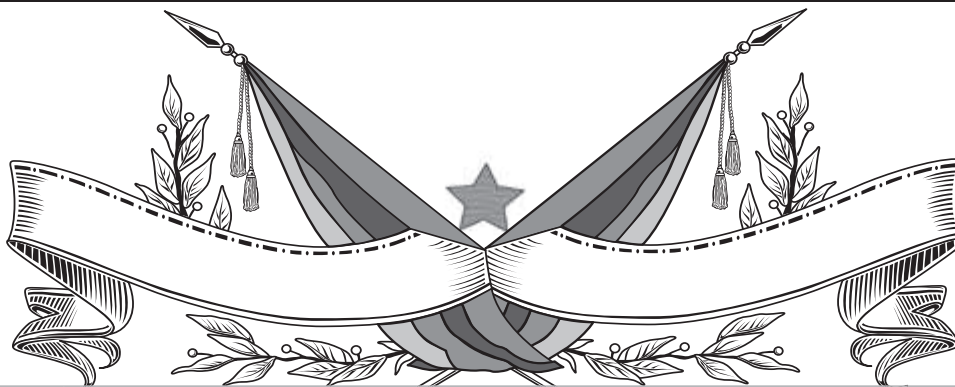
Рассмотренные в статье вопросы частично освещались в следующих источниках:

1. Владимир А. В полете — тройка «Ураганов». «Новости космонавтики», 1999, № 2.

2. www.novosti-kosmonavtiki.ru/content/numbers/193/index.shtml

3. Соловьёв Ю. А. Системы спутниковой навигации: — М.: Эко-Трендз, 2000.— 268 с.





ШТУРМАНСКОЙ СЛУЖБЕ ВВС 95 ЛЕТ¹

95th ANNIVERSARY OF AIRFORCE PILOT SERVICE

24 марта сего года Штурманская служба ВВС отметила свое 95-летие. Ее рождение было обусловлено быстро нарастающими темпами развития авиации накануне первой мировой войны. С 1910 г. в нашей стране начали достаточно широко практиковаться маршрутные полеты и перелеты. Поэтому в 1911 г. была признана необходимость формирования авиационной службы, положение о которой было утверждено военным советом. В 1912 г. был испытан первый прицел для бомбометания.

В 1914 г. впервые на кораблях «Илья Муромец» в состав экипажа был введен штурман. В этой связи первых штурманов самолетов «Илья Муромец» следует рассматривать как родоначальников одной из важнейших служб авиации. Подтверждением этого может служить и то, что уже в 1916 г. в Киевской школе летчиков-наблюдателей читались курсы бомбометания и аэронавигации, что свидетельствовало о расширении функциональных обязанностей летнаба. Для получения этого звания обучаемым необходимо было сдать экзамен по аэронавигации, радиотелеграфии и аэрофотографии, а также выполнить ряд полетов с ведением визуальной ориентировки, бомбометания, корректирования огня артиллерии и воздушной стрельбы.

В период первой мировой войны само развитие авиационной техники, средств аэронавигации и бомбометания требовало профессионального решения задач самолетовождения и боевого применения авиационных средств поражения. Приказом начальника штаба Верховного Главнокомандующего № 325 от 24 марта 1916 г. в авиации была создана Центральная аэронавигационная станция (ЦАНС). Эта дата приказом Главнокомандующего ВВС № 370 от 2 августа 2000 г. утверждена как дата создания Штурманской службы Военно-воздушных сил России.

Вслед за образованием ЦАНС в 1919 г. открылась школа летчиков-наблюдателей в Москве. В первом выпуске аэронавигаторов в 1921 г. было подготовлено

несколько талантливых специалистов. Среди них: С.А. Данилин, Г.С. Френкель, И.Ф. Мосцепан, А.В. Куниц, М.А. Бабинов, А.В. Беляков и др. Из последующих выпусков известными штурманами стали: Б.Г. Ратц, Г.М. Прокофьев, А.В. Бряндинский, В.В. Брант, Л.М. Попов, Д.К. Карпович.

В 1923 г. в ЦАНС начинается плодотворная деятельность Бориса Васильевича Стерлигова, в результате которой были разработаны многие методы и практические наставления по аэронавигации. К концу 1926 г. была на практике доказана возможность выполнения маршрутных полетов по компасу, а не по земным ориентирам. В последующем это стало применяться и в ночных полетах. Из штурманов в этих полетах были заняты Б.В. Стерлигов, И.Т. Спиринов и С.А. Данилин.

Летом 1927 г. А. Волоховым было произведено первое астрономическое определение места самолета. Продолжателем таких работ по авиационной астрономии стал Л.П. Сергеев, перу которого принадлежит первое Руководство по воздушной астрономии 1932 г. Л.П. Сергеев впоследствии стал широко известным ученым и практиком в области авиационной астрономии.

Следующим сложным этапом штурманского дела стало освоение самолетовождения в облаках и за облаками. В те далекие времена еще не было средств радионавигации, авиагоризонтов и даже вариометров, расчет был только на указатель поворота. В первых экспериментальных полетах в облаках принимали участие Б.В. Стерлигов, И.Т. Спиринов и С.А. Данилин.

Выдержавшие проверку предложенные ими способы самолетовождения отражались в ряде изданных официальных документов, в том числе в Руководстве по воздушной навигации (1930 г.), а заложенные руководителем авторского коллектива Б.В. Стерлиговым функциональные обязанности аэронавигаторов были закреплены в специальном Наставлении по аэронавигационной службе (НАНС-30).

¹ Подготовлено редакцией журнала «Новости навигации».

В 1932 г. в авиации были введены должности штурманов звена, отряда, эскадрильи, бригады, округа и ВВС. В профессиональном плане это были уже не летнабы, а штурманы-навигаторы-бомбардиры. На должность флаг-штурмана ВВС по решению начальника Военно-воздушных сил Я.И. Алксниса был назначен Б.В. Стерлигов. Так складывалась штурманская служба в современном ее понимании.

Дальнейшее развитие авиации потребовало большого числа хорошо подготовленных штурманов. В связи с этим в тридцатые годы было создано несколько больших школ штурманов, в том числе в Челябинске, Мелитополе, Харькове и Краснодаре.

Совершенствование авиационной техники и вооружения позволило в предвоенные пятилетки снять с вооружения все иностранные самолеты. В строевых частях ВВС были освоены отечественные самолеты, начиная с И-5, Р-5, ТБ-1 и заканчивая поступившими в начале 40-х годов Як-1, ЛаГГ-3, МиГ-3, Пе-2, Ил-2. В эти годы проводилась большая работа по совершенствованию навигационного и бомбардировочного оборудования самолетов. К основным достижениям в этой области, в первую очередь, следует отнести разработку первых отечественных указателей скорости, высотомеров и вариометров, магнитных компасов, наземных радиомаяков, радиолокационных станций, авиасекстантов и солнечных указателей курса, самолетных радиополукомпасов, аппаратуры «слепой» посадки.

В те годы был выполнен ряд героических перелетов. Экипаж В.П. Чкалова со штурманом А.В. Беляковым осуществил перелет на Дальний Восток, за что члены экипажа были удостоены звания Героев Советского Союза. В мае 1937 г. И.Т. Спирин был флаг-штурманом воздушной экспедиции, впервые в мире высадившейся на Северном полюсе. Он тоже стал Героем Советского Союза.

В июне-июле того же года экипажи В.П. Чкалова со штурманом А.В. Беляковым и М.М. Громова со штурманом С.А. Данилиным выполнили перелет из Москвы в США через Северный полюс. Были осуществлены и другие исторические перелеты, доказавшие высокий уровень развития авиационной техники в нашей стране, мастерство овладением наукой и практикой самолетовождения и подтвердившие важную роль штурмана в составе экипажа.

Начавшаяся война в Испании показала возросшую роль авиации, как средства вооруженной борьбы. Она предъявила повышенные требования к подготовке военных авиационных кадров. 9 сентября 1938 г. в Академии им. проф. Н.Е. Жуковского был создан штурманский факультет, первым начальником которого стал И.Т. Спирин. После войны с Финляндией 29 марта 1940 г. факультет вошел в состав Военной академии командного и штурманского состава ВВС КА, выделенной из Академии им. проф. Н.Е. Жуковского.

Во второй половине 1940 г. было положено начало организации службы земного обеспечения

самолетовождения (ЗОС). Организаторами службы ЗОС были Б.В. Стерлигов и П.А. Столяров.

Имя Б.В. Стерлигова справедливо связывают с историей зарождения Штурманской службы ВВС, ее становлением и развитием в годы Великой Отечественной войны. Пожалуй, не было другого руководителя штурманской службы, который пользовался бы таким авторитетом у штурманов благодаря глубокой профессиональной подготовке, природному такту и высокой культуре.

Вероломное нападение фашистской Германии не позволило перевооружить наши ВВС на новую авиационную технику, что поставило их в очень тяжелое положение, которое привело к резкому снижению эффективности боевых действий авиации. Резко снизилась надежность самолетовождения и выходов на цели, точность бомбометания, возросло число случаев потери ориентировки. Установив причины этих недостатков, проявившихся в тяжелейших боевых условиях, в том числе и за счет пренебрежения выработанными правилами подготовки и выполнения полетов, штурманская служба проделала огромную работу по их устранению. Принятыми мерами к марту 1942 г. положение дел удалось вернуть к довоенному уровню.

За годы войны, а также в предшествующих ей боевых действиях 243 штурманам были присвоены звания Героев Советского Союза, а Василий Васильевич Сенько этой высшей награды Родины удостоен дважды.

После окончания Великой Отечественной войны перед Штурманской службой ВВС помимо задач анализа и обобщения боевого опыта важным делом стало освоение новой авиационной техники и вооружения. Самолеты первого послевоенного поколения имели принципиально новое навигационное оборудование. Его основу составляли автоматические радио- и индукционные компаса, автоматические счислители пути, радиовысотомеры, бортовые панорамные радиолокационные станции, оптические прицелы и др. Это позволило перейти к отработке в сложных метеорологических условиях и ночью индивидуального бомбометания с использованием радиолокационных прицелов и дальномерной бомбардировочной системы.

После войны в Корею начался новый этап в развитии авиации и штурманского дела. Именно в этот период совершенно отчетливо обозначилась тенденция к широкому оснащению авиации ядерным оружием и массовый переход к реактивной авиации. Это требовало особой штурманской подготовки экипажей. Задачи, обусловленные применением ядерного оружия, на многие годы определили характер работы Штурманской службы ВВС. В этот период началось переучивание летного состава Дальней авиации на самолет Ту-16, чуть позже на самолеты Ту-95 и ЗМ.

К этому же периоду относится начало освоения полетов в Арктике с широким применением астро- и гиropолукомпасов, а также на дозаправку топливом в полете.

В различное время Штурманскую службу ВВС возглавляли опытные и известные штурманы: генералы Стерлигов Б. В., Спиринов И. Т., Прокофьев Г. М., Беляков А. В., Соколов В. И., Лавский В. М., Буланов В. П., Шабунин А. И., Борисихин Н. А., Нудин С. К. В настоящее время Службой успешно руководит полковник Звягин М. И.

В 1957 г. к руководству Штурманской службой ВВС пришел В. М. Лавский, участник войны в Испании. Его приход к руководству Штурманской службой ВВС по существу совпал с освоением самолетов второго поколения, оснащенных авиационными ракетными и прицельно-навигационными системами различного назначения.

В начале 70-х годов произошла подлинная революция в оборудовании боевых самолетов. На вооружение ВВС стали поступать самолеты третьего поколения, оснащенные прицельно-навигационными комплексами, построенными на базе цифровых вычислительных машин, новым вооружением и авиационными средствами поражения; все это существенно изменило содержание работы Штурманской службы ВВС.

В 1971 г. Штурманскую службу возглавил генерал-лейтенант В. П. Буланов. Этот период времени характерен широким внедрением ЭВМ, позволивших значительно расширить круг расчётных штурманских задач, сократить время на их решение. Последнее особенно важно, так как на программирование полёта с бортовыми навигационными комплексами уходило значительное время, что снижало боеготовность авиационных частей, требования к которой существенно возросли.

В 1979 г. главным штурманом стал генерал-лейтенант А. И. Шабунин, по инициативе которого были повышены штатные категории штурманов, испытывающих в полете на современном самолёте интеллектуальную нагрузку, близкую к предельным возможностям человека. Много было сделано для повышения уровня бомбардировочной и ракетной подготовки экипажей, включая Дальнюю авиацию. Это было особенно важно из-за начавшихся боевых действий в Афганистане.

Традиции дальних полетов и перелетов, заложенные в далекие тридцатые годы, были приумножены и в эру реактивной авиации. Примером этого является уникальный полет военно-транспортного

самолета вокруг Земного шара. В 1990 г. командир экипажа Л. В. Козлов, старший штурман А. Г. Смирнов на самолете АН-124 выполнили с тремя дозаправками топливом на земле рекордный полет по замкнутому маршруту вокруг Земли за 72 ч 19 мин. Маршрут был выбран через «замечательные» точки: Южный магнитный полюс, Южный географический полюс, точка пересечения экватора с нулевым меридианом, Северный географический полюс, точка пересечения экватора с 180-градусным меридианом.

В истории Штурманской службы ВВС особое место занимали и занимают вопросы взаимодействия с КБ, НИУ, предприятиями промышленности и другими организациями. Большую работу проводят штурманские службы в авиации других ведомств (ВМФ, РВСН, ФСБ, МВД, МЧС), активно взаимодействуя со Штурманской службой ВВС.

Большое место в деятельности Штурманской службы ВВС занимает взаимодействие: с главными штурманами Дальней авиации, которыми в разные годы были Петухов И. И., Ушаков С. Ф., Таранов В. Т., Быхал В. А., Яловой Ф. С., Кецец А. Д., Егоров В. Е., Демаков А. В., Мельситов В. Н.; с главными штурманами Военно-транспортной авиации, которыми были Сбытов Г. А., Чернышов В. И., Удальцов В. К., Медовиков А. В., Горбунов Ю. П., Щипунов В. Н., Валуй А. М., Егоров С. А., Мороз В. В.; с главным штурманом армейской авиации Ковалевским О. Н.; с высшей школой и авиационной наукой.

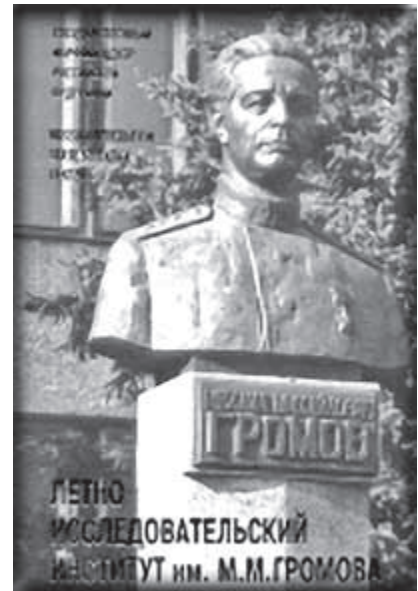
За 95 лет Штурманская служба ВВС накопила огромный и уникальной опыт работы по повышению безопасности полётов и эффективности деятельности авиации в различных условиях. Современная спутниковая навигация, высокоточное оружие, новые информационные технологии и инновационные проекты обеспечивают решение многих коренных штурманских проблем и дальнейшее совершенствование штурманского дела.

Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российский общественный институт навигации и редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют Штурманскую службу ВВС с 95-летием и желают успехов в деле совершенствования штурманского и навигационно-временного обеспечения отечественной авиации.



ГОСУДАРСТВЕННОМУ НАУЧНОМУ ЦЕНТРУ ФГУП «ЛЕТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ им. М. М. ГРОМОВА» — 70 ЛЕТ

70th ANNIVERSARY OF THE M. M. GROMOV FLIGHT
RESEARCH INSTITUTE



В 30-е годы 20-го столетия вместе с общей индустриализацией страны происходит энергичный рост авиационной промышленности и опытного самолетостроения. Центральный аэродром, расположенный на бывшем Ходынском поле, и на котором в основном до этого времени проводились испытания авиационной техники, становится непригодным для летных испытаний. Начинается строительство под Москвой (вблизи платформы «Отдых» Московско-Казанской железной дороги) специального испытательного аэродрома авиационной промышленности, который вступает в строй в конце 30-х — начале 40-х годов и получает наименование «Раменское».

Широко развивающимся летным исследованиям становится тесно в старых организационных формах ЦАГИ. Поэтому 8 марта 1941 г. в соответствии с постановлением Совнаркома СССР и ЦК ВКП (б) на базе ряда подразделений ЦАГИ создается Летно-исследовательский институт (ЛИИ).

Начальником созданного Института был назначен шеф-пилот ЦАГИ Герой Советского Союза М.М. Громов, его заместителем по летной части — Герой Советского Союза А.Б. Юмашев. Заместителем начальника ЛИИ по науке был назначен профессор А. В. Чесалов.

Основные научные направления возглавили М.А. Тайц, В.С. Ведров, Б.Н. Егоров, Г.С. Калачев, Н.С. Строев, А.С. Повицкий.

Перед вновь созданным Институтом были поставлены следующие задачи:

- проведение опережающих и поисковых летных исследований;
- создание научно обоснованных методов летных испытаний летательных аппаратов, двигателей, оборудования и вооружения для обеспечения конструкторских и государственных испытаний опытной авиационной техники;
- участие в испытаниях и доводке опытных самолетов;
- изучение на летающих лабораториях опытных двигателей и систем оборудования для быстрейшей их доводки и повышения безопасности полета при последующем использовании на новых опытных самолетах;
- изучение новых физических явлений и особенностей полета, не встречавшихся ранее и препятствующих дальнейшему увеличению скорости полета, высоты, дальности и улучшению маневренности самолетов и вертолетов, а также изучение вредного влияния полетов на окружающую среду;
- изучение в натуральных условиях на серийных или модифицированных самолетах, летающих лабораториях или моделях (неуправляемых и управляемых) новых аэродинамических компоновок самолета, динамики полета, прочности, особенно ЛА новых схем;
- изучение вопросов сходимости результатов натуральных исследований с результатами исследований, проводимых в аэродинамических трубах и на наземных стендах, а также проверка в условиях полета результатов теоретических работ по всем разделам авиационной науки и техники.

Великая Отечественная война, начавшаяся вскоре после создания ЛИИ, в корне изменила характер его работы. В течение июля — ноября 1941 г. Институт был перебазирован в Казань и Новосибирск. В этих городах в трудных условиях эвакуации были продолжены летно-экспериментальные работы, теоретические и экспериментальные исследования по методике летных испытаний на перелетевших туда самолетах, принадлежавших ЛИИ.

В трудных условиях военного времени в стране широко развернулись научные и испытательные работы, направленные на поддержание на достигнутом уровне крупносерийного производства самолетов, на совершенствование их летных и боевых качеств, на внедрение в производство и эксплуатацию новых улучшенных образцов самолетов, двигателей и оборудования.

Для оперативного участия в этих работах по решению Государственного комитета обороны в феврале 1942 г. в поселке Стаханове (г. Жуковский) создается Филиал ЛИИ, который проводит вначале ежемесячные, а затем ежеквартальные выборочные контрольные летные испытания одного из самолетов каждого серийного завода, из числа принятых «по бою» и установленных на «линейку готовности» к отправке.

Наряду с работами по сохранению и улучшению летно-технических характеристик серийно выпускаемых самолетов в течение всей войны велась интенсивная работа по испытаниям новых боевых самолетов. В результате летных исследований, систематически проводившихся ЛИИ, характеристики самолетов непрерывно улучшались. На этих самолетах советские летчики завоевали превосходство в воздухе над летчиками противника.

После окончания Великой Отечественной войны важнейшей задачей всей авиационной промышленности стало создание реактивной авиации. Применение реактивных двигателей создавало практические возможности для полета со скоростями, превышающими скорость звука. Но для этого требовалось решение задач преодоления «звукового барьера», а также многих проблем сверхзвуковой аэродинамики, прочности, жизнеобеспечения и многих других.

Летные испытания первых отечественных реактивных истребителей, созданных в конце 40-х – начале 50-х годов в ОКБ А. И. Микояна, С. А. Лавочкина и А. С. Яковлева, проводились на летно-испытательных станциях в тесном взаимодействии с учеными, инженерами и летчиками ЛИИ. Потребовалось по-новому решать ряд методических вопросов, уточнять, а в некоторых случаях и изменять методы анализа результатов измерений. В связи с этим большое внимание было уделено подготовке научных кадров.

В 1946 г. был создан диссертационный совет для защиты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата технических наук по специальностям:

- 05.07.07 – «Контроль и испытание летательных аппаратов и их систем» по техническим (авиационная и ракетно-космическая техника) наукам.
- 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» по техническим (авиационная и ракетно-космическая техника) наукам.

Прошли защиту более 500 кандидатов и 50 докторов технических наук.

В 1947 г. была создана аспирантура ЛИИ. За время существования аспирантуры прошли обучение свыше 600 аспирантов – сотрудников ЛИИ, ОКБ Туполева, Ильюшина, Сухого, Микояна, НИИАО и др. Из числа окончивших аспирантуру подготовлено: кандидатов технических наук – 312, докторов технических наук – 37. Специалисты высшей квалификации, прошедшие подготовку в аспирантуре ЛИИ, создали научную школу летных испытаний авиационной техники ГА и МО, что позволило ЛИИ завоевать высокий авторитет в авиационном мире внутри страны и за рубежом.

В 1947 г. на базе ЛИИ была создана школа летчиков-испытателей, выпускники которой – летчики, штурманы, бортрадисты – работают в Институте, ОКБ и на заводах. Многие из них стали ведущими испытателями авиационной и космической техники. В школе регулярно проходит переподготовку большой круг специалистов, связанных с проведением

летных исследований и испытаний: ведущие инженеры, инженеры-экспериментаторы, руководители полетов, авиационные диспетчеры.

В 1949 г. на самолете МиГ-15 была превышена скорость звука ($M=1,01$). В 1950–1956 гг. в летных исследованиях на самолетах МиГ-15, МиГ-17, МиГ-19 были изучены многие ранее неизвестные особенности динамики и управляемости самолетов с углами стреловидности крыла до 55° , в диапазоне чисел M до 1,4, высот до 18,5 км, индикаторных скоростей полета до 1150 км/ч и при выполнении фигур сложного и высшего пилотажа.

С середины 50-х годов начинают интенсивно проводиться комплексные летные исследования динамики, управляемости, маневренных возможностей и пилотажных качеств нового поколения сверхзвуковых самолетов традиционной и новых схем.

Интенсивные работы по созданию отечественных пассажирских и транспортных самолетов начались сразу после окончания Великой Отечественной войны. Был создан первый пассажирский самолет с турбореактивными двигателями Ту-104. Создается ряд самолетов с более экономичными турбовинтовыми двигателями – Ил-18, Ан-10, Ан-24. За ними следует второе поколение пассажирских самолетов с турбореактивными двигателями – Ил-62, Ту-134, Ту-154, Як-40. Расширяется область применения пассажирских самолетов по высоте до 12...13 км и скорости до 950 км/ч, повышается их надежность. Их создание и доводка потребовали проведения большого объема летных исследований, при проведении которых особое внимание уделялось обеспечению безопасности полета. Было изучено в полете поведение пассажирского самолета на больших углах атаки вплоть до сваливания, уточнены ограничения по скоростному напору, флаттеру и др.

В Институте была создана развитая вычислительная база, линии передачи данных, с помощью которых вычислительные средства, сосредоточенные в корпусе обработки информации и распределенные в других корпусах Института, объединяются в сети. Была установлена информационная связь с вычислительными центрами других испытательных баз на расстояниях более тысячи километров.

Современная методология предусматривает автоматизированную обработку и анализ результатов летных испытаний с использованием распределенной вычислительной базы, локальных вычислительных сетей и автоматизированных рабочих мест исследователей. В ЛИИ разработаны алгоритмы и программы обработки и анализа материалов летных испытаний с применением методов теории оптимальной обработки информации, математической статистики, теории случайных процессов и др.

Опыт применения комплексной автоматизации летных испытаний при испытаниях таких объектов, как «Буря», пассажирских самолетов Ил-96–300, Ту-204, RRJ-100 и многих других показал, что комплексная автоматизация является эффективным методом существенного сокращения сроков испытаний, повышения их качества и уровня безопасности.

Являясь научно-методическим центром исследований, ЛИИ вместе с тем выполняет и функции ведущей организации по летным испытаниям опытных образцов авиационной техники. Возглавляемый ЛИИ методический совет объединяет наиболее опытных специалистов — экспертов по летным испытаниям Института и ОКБ, определяет готовность каждого нового опытного самолета (вертолета), его летного экипажа, методического и метрологического обеспечения к началу летных испытаний и выполнению первого полета.

Работы в области создания, совершенствования и летных испытаний систем и датчиков *пилотажно-навигационного оборудования (ПНО)* проводились промышленностью совместно с ЛИИ на всех этапах развития отечественной авиации.

С конца 40-х годов начались работы по переходу от разрозненных электромеханических приборов к многофункциональным, автоматизированным комплексам автономного и радиотехнического оборудования. Если раньше ЛИИ принимал участие в проведении летных исследований и испытаний приборов ПНО на опытных объектах, то в 50-х годах создаются летающие лаборатории для исследования режимов и задач управления и навигации, а также летных испытаний систем и комплексов ПНО.

С начала 60-х годов большое значение уделяется *задачам самолетовождения*, в том числе вопросам автоматизации режима посадки. ЛИИ вместе с генеральным разработчиком автоматизированных систем захода на посадку, самолетными и приборостроительными ОКБ были проведены всесторонние испытания и отработка на летающих лабораториях первой отечественной навигационно-пилотажной системы «Полет-1». Для ускорения внедрения системы «Полет-1» в ЛИИ совместно с ОКБ им. С.В. Ильюшина и им. О.К. Антонова были созданы две летающие лаборатории на базе самолетов Ил-18 и Ан-12, на которых компоновка кабин была максимально приближена к компоновке кабин опытных самолетов Ил-62 и Ан-22. Это позволило экипажу дать также эргономическую оценку компоновки кабин вновь создаваемых самолетов.

На этих летающих лабораториях была проведена опережающая отработка аппаратуры ПНО системы «Полет-1», отработка задач автоматизации процесса самолетовождения на основных этапах полета: от набора высоты до захода на посадку (до высоты 40...60 м). Система «Полет-1» была установлена на самолете Ил-62. В 1967 году на летающей лаборатории Ил-18 была отработана экспериментальная система автоматической посадки вплоть до касания взлетно-посадочной полосы (ВПП).

Рост интенсивности и регулярности воздушного движения, повышение требований к ПНО привели к созданию пилотажно-навигационных, пилотажных и навигационных комплексов ЛА ВВС и ГА, построенных на базе БЦВМ (с середины 60-х годов по настоящее время). К этому времени в ЛИИ (после перевода из НИИ СО в 1955 г. группы сотрудников) было создано подразделение (1955 г.— сектор, потом

лаборатория, 1965 г.— отделение), которое проводило работы по двум направлениям:

- определение совместно с промышленностью, МО и ГА облика и перспектив развития систем и комплексов ПНО;
 - летные исследования принципов построения ПНО, макетных и опытных образцов систем и комплексов ПНО, научно-методическое сопровождение летных испытаний ПНО опытных ЛА, определение параметров и установление метеоминимумов ЛА всех ведомств.
- В результате этих работ в ЛИИ была создана методология и технология летных исследований и испытаний систем и комплексов ПНО, которая предусматривает в едином технологическом цикле создание ПНО, исследования на летающих лабораториях как обязательный этап цикла. Нарушение такой технологии, особенно в современных условиях, когда датчики и системы ПНО представляют собой сложные электронные и электромеханические изделия, неизбежно приводит к увеличению сроков отработки и исследований комплексов, в составе которых применяются эти датчики и системы ПНО. Окончательные испытания проводятся на опытных ЛА в реальных условиях помех.

50—60-е годы характеризуются быстрым ростом объема пассажирских перевозок. Создание новых самолетов с широким диапазоном летных характеристик, пассажировместимости и условий эксплуатации повышает требования к обеспечению высокого уровня безопасности полетов. Создаются отечественные «Нормы летной годности гражданских самолетов СССР» (НЛГ СССР).

Их разработку возглавляют постоянно действующая Межведомственная комиссия по нормам летной годности (МВК НЛГ) и головной научно-исследовательский институт — ЛИИ. НЛГ являются государственными требованиями. Весь процесс создания гражданских самолетов (вертолетов) должен строиться таким образом, чтобы удовлетворить требованиям обеспечения безопасности. Если первые НЛГ (1967 г.) в основном соответствовали минимальным требованиям ИКАО, то уже НЛГС-2 (1974 г.) соответствовали тогдашнему уровню НЛГС США (FAR-25) и Великобритании (BCAR). Они сыграли важную роль в создании и внедрении в эксплуатацию самолетов Ил-86, Як-42, Ан-28 и Л-410.

В 1984 г. создаются новые нормы летной годности гражданских транспортных самолетов (НЛГС-3), которые находятся на уровне требований последних изданий FAR-25 и LAP (западноевропейские НЛГ). В соответствии с этими нормами проходят сертификацию самолеты Ил-96, Ил-114, Ту-204, Ан-74 и Л-610. Внедрение НЛГС в практику самолетостроения потребовало разработки «Методов определения соответствия нормам летной годности» (МОС) на всех этапах создания самолетов, которые были разработаны под руководством ЛИИ. В 1971 г. были разработаны и введены в действие «Нормы летной годности вертолетов» (НЛГВ).

Непрерывно совершенствуемые в ЛИИ методология и технология отработки и летных испытаний позволили на высоком уровне проводить работы в области

исследований, испытаний, сертификации и участия в проектировании систем и комплексов пилотажно-навигационного оборудования летательных аппаратов, интегрированных комплексов бортового оборудования, определения метеоминимумов взлета и посадки и эргономического оценивания систем «экипаж – ЛА – среда». ЛИИ принимал участие в отработке ПНО практически всех ЛА, созданных отечественными ОКБ.

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

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

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

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

1990–2000 годы – обеспечены сертификационные испытания самолетов Ил-96–300, Ту-204, ГСИ самолета Су-27К. 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 (СНС), инерциальных систем, сертификационные испытания ПНО и ЛА.

2000–2010 годы – в рамках создания научно-технического задела модернизирована уникальная

экспериментальная база, в том числе комплекс средств и систем обеспечения испытательных полетов аэроузла «Раменское» для исследований, испытаний и сертификации ЛА и их оборудования, а также элементов системы CNS/АТМ.

Обеспечена:

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

Выполнены летные испытания на летающих лабораториях Института отечественной аппаратуры инерциальных и спутниковых навигационных систем, локальных контрольно – корректирующих станций обеспечения дифференциального режима работы СНС, аппаратуры автоматического зависящего наблюдения (АЗН-В) системы CNS/АТМ и др.

Созданный в канун Великой Отечественной войны Летно-исследовательский институт внес весомый вклад в сохранение и совершенствование боевых качеств серийных самолетов, в создание, испытание и доводку модернизированных и новых самолетов с более высокими боевыми качествами.

За заслуги в решении задач по обеспечению высокого уровня советской авиации в годы Великой Отечественной войны в сентябре 1945 г. Летно-исследовательский институт был награжден орденом Красного Знамени, за заслуги в создании новой авиационной техники в 1981 г. – орденом Октябрьской Революции.

Глубокая теоретическая проработка проблем, проверка результатов теоретических изысканий и моделирования в полете и внедрение инженерных результатов в практику создания, летных испытаний и доводки опытной авиационной техники при постоянном творческом содружестве с опытно-конструкторскими бюро и другими институтами промышленности, с научно-исследовательскими и испытательными организациями МО РФ и гражданской авиации – такими видит свои задачи Летно-исследовательский институт, отметивший свое семидесятилетие.

Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП НТЦ «Интернавигация», Российский общественный институт навигации и редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют Летно-исследовательский институт им. М. М. Громова с юбилеем и желают ему успехов в деле дальнейшего совершенствования технологий летных испытаний и создания конкурентоспособных образцов отечественной авиационной техники.



ГЕОРГИЮ ФЕДОСЕЕВИЧУ МОЛОКАНОВУ 90 ЛЕТ!



21 января 2011 г. исполнилось 90 лет известному педагогу и ученому в области аэронавигации, Заслуженному деятелю науки и техники РСФСР, профессору, доктору технических наук, генерал-майору авиации Г. Ф. Молоканову.

Георгий Федосеевич Молоканов родился в г. Ашхабад. После окончания школы и Военного авиационного училища штурманов проходил службу в качестве штурмана звена самолетов ДБ-3. Окончив Военную академию командного и штурманского состава ВВС Красной Армии (ВВА им Ю. А. Гагарина), как штурман самолета-бомбардировщика «Бостон» принимал участие в боевых действиях 8-й воздушной армии (ВА) 4-го Украинского фронта. За освобождение Чехословакии получил звание «Заслуженный военный летчик ЧССР».

В качестве помощника и затем заместителя главного штурмана ВА по радионавигации занимался активным внедрением и освоением радионавигационных средств, а осенью 1946 г. поступил в адъюнктуру Военно-воздушной академии по кафедре самолетовождения и штурманской службы. Начальником

штурманского факультета в ту пору был опытный педагог Беляков А. В, известный штурман чкаловского экипажа, совершившего первый в мире полет через Северный полюс. В 1948 г. Ф. Молоканов принимал участие в испытаниях первой отечественной радиодальномерной системы «РЫМ» и на основе полученных результатов в 1949 г. защитил кандидатскую диссертацию.

Затем более 60 лет занимается педагогической и научной деятельностью. С 1954 по 1974 гг. — начальник кафедры. В 1961 г. в ЛВВИА им. А. Ф. Можайского защитил докторскую диссертацию. С 1974 по 1988 гг. начальник штурманского факультета ВВА им. Ю. А. Гагарина. С 1988 по 2007 гг. ведущий научный сотрудник 30 ЦНИИ МО РФ. В настоящее время профессор Военного учебно-научного центра «Военно-воздушная академия им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина». Награжден рядом орденов и медалей.

Под руководством Г. Ф. Молоканова защищено большое количество кандидатских диссертаций и подготовлено 5 докторских работ. Он автор более 200 научных трудов, в том числе 5 учебников и 9 монографий. Большинство последних работ Г. Ф. Молоканова посвящено исследованию вопросов управления полетом ЛА и истории аэронавигации. Более 10 статей опубликовано в «Известиях АН СССР (РАН)», серия «Техническая кибернетика» (сейчас «Теория и системы управления»). Г. Ф. Молоканов — автор также ряда статей в журнале «Новости навигации». Получили широкую известность его книги «Штурманским курсом» (2001 г.) и «История штурманской службы» (2004 г.). Г. Ф. Молоканов участвует в деятельности общественных научных советов и Российского общественного института навигации.

Межгосударственный совет «Радионавигация», ФГУП «НТЦ «Интернавигация», Исполком Российского общественного института навигации и редакция журнала «Новости навигации» от всей души поздравляют Георгия Федосеевича с 90-летним юбилеем и желают ему доброго здоровья и успехов в научной и педагогической деятельности.



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 – 2009)

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 «Электрон», 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

эфмерид 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., Сытало 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 «Электронприбор», 2009.— 496 с.

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

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

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

Книга подготовлена с учетом многолетнего опыта, накопленного автором при проектировании алгоритмов обработки для навигационных систем различного типа, а также опыта преподавания и чтения лекций для аудитории с разным уровнем подготовки, включая студентов, аспирантов и зарубежных специалистов. 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, специализирующимся в рассматриваемой области, а также инженерам и научным работникам, чьи интересы связаны с проблемами построения эффективных алгоритмов оценивания не только применительно к задачам обработки навигационной информации, но и в смежных областях, связанных с задачами обработки гидроакустической информации и траекторного слежения.

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

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

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

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

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

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

В книге на основе критического обзора выявлена противоречивость смыслового содержания, придаваемого в литературе по спутниковой навигации понятиям «псевдозадержки» («псевдодальности») и «псевдофазы». Проведено уточнение этих понятий, устраняющее выявленные противоречия. Изложены основы теории формирования измерений

псевдозадержек и псевдофаз в навигационных приемниках. Приведены основные положения теории линейного оценивания при неоднозначных измерениях. Рассмотрено решение нескольких важных прикладных задач обработки неоднозначных измерений псевдофаз при относительных определениях в спутниковых радионавигационных системах. Книга предназначена для разработчиков программного обеспечения измерений в каналах навигационного приемника, специалистов в области обработки неоднозначных измерений, а также аспирантов и студентов.

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).

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



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

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

АПРЕЛЬ 6 2011

Навигационно-информационные технологии на пассажирском транспорте

Конференция «Навигационно-информационные технологии на пассажирском транспорте» в рамках «Международного форума по спутниковой навигации» и деловой программы 5-ой российской специализированной выставки по электронике и информационным технологиям для транспорта и транспортных коммуникаций «Электроника-Транспорт 2011».

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

APRIL 6 – 9 2011

RIN 11 – Birds, Humans and Other Animals Conference 7th International Animal Navigation Conference

Whiteknights Campus, University of Reading, UK

www.rin.org.uk

MAY 1 – 5 2011

2011 Joint IEEE International Frequency Control Symposium (IFCS) and European Frequency and Time Forum (EFTF)

San Francisco, California USA

www.insidegnss.com

MAY 17 – 19 2011

IES2011

International Ionospheric Effects Symposium

Alexandria, Virginia, USA

www.insidegnss.com

МАЙ 18 – 20 2011

НГО-2011

VII Российская научно-техническая конференция «Навигация, гидрография и океанография: приоритеты развития и инновации морской деятельности»

Россия, Санкт-Петербург, 199106, Государственный научно-исследовательский навигационно-гидрографический институт (ОАО «ГНИНГИ»). Кожевническая линия, д. 41. Тел. +7 (812) 327–9980 факс +7 (812) 322–0566

<http://www.gningi.ru/ngo-2011> mail@gningi.ru

MAY 23 – 26 2011

RIN: GNSS Vulnerabilities and Solutions 2011

Baška, Krk Island, Croatia

www.rin.org.uk

МАЙ 30 – ИЮНЬ 01 2011

XVIII Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам.

Санкт-Петербург, «Концерн ЦНИИ «Электроприбор».

Координаты для связи: 197046, С-Петербург, 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 для участников размещается на сайте конференции.

<http://www.elektropribor.spb.ru/cnf/icins2010/rufrset.html>

ИЮНЬ 1 – 2 2011

V Международный форум по спутниковой навигации

V Международный форум по спутниковой навигации в рамках Международной выставки «Навитех-Экспо 2011»

www.glonass-forum.ru

ИЮНЬ 1 – 3 2011

Навитех-Экспо-2011

Международная выставка «Навитех-Экспо-2011». Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»,

123100, Москва, Краснопресненская наб., 14. ЦВК «Экспоцентр» Станция метро «Выставочная» (ранее – «Деловой центр»). Тел.: (499) 795-37-99, 795-39-46

Экспозиция выставки представит ведущих российских и зарубежных разработчиков и производителей навигационного оборудования и программного обеспечения, включая картографические приложения, отразит преимущества использования навигационных технологий и услуг в различных сферах экономики и бизнеса.

www.glonass-forum.ru

JUNE 13 – 16 2011

7th International Symposium on Mobile Mapping Technology

Sheraton Hotel, Cracow, Poland

The Seventh International Symposium on Mobile Mapping Technology will be held June 13–16 in the Sheraton Hotel, Cracow, Poland.

www.insidegnss.com

JUNE 15 – 16 2011

Navigation Strategies Europe 2011

Berlin, Germany

Now in its sixth year, Navigation Strategies Europe 2011 is the one place that brings together the entire industry for two days of concentrated, focused analysis and debate on current topics and challenges. This will be the best opportunity you have this year to meet the market leaders and learn how to solve the critical challenges you face today, organizers say.

www.insidegnss.com

JUNE 15 – 17 2011

TRANSNAV 2011

9th International Navigational Symposium on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation

The Symposium is addressed to scientists and professionals in order to share their expert knowledge, experience and research results concerning all aspects of

navigation, safety of navigation and sea transportation. The goal of the TransNav is to bring together experts from the field of navigation, transport, ocean engineering and maritime technology to discuss on the state-of-the-art and to present new research findings and perspectives of future developments with respect to the conference themes.

<http://transnav.am.gdynia.pl/>

JUNE 27 – 30 2011

JSDE/ION 2011

Joint Navigation Conference.

The 2011 Joint Navigation Conference – Military Navigation Technology: The Foundation for Military Ops Colorado Springs, Colorado, USA.

www.ion.org

АВГУСТ 16 – 21 2011

МАКС 2011

Международный авиационно-космический салон. Электронная выставка, Жуковский, ЛИИ им. М. М. Громова.

<http://www.airshow.ru/>

AUGUST 31 – SEPTEMBER 2 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

ОКТАБРЬ 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.ptcentre.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 1 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

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,
ФГУП «НТЦ СНТ «Интернавигация».

Контактный телефон: (495) 626-25-01, факс: (495) 626-28-83

E-mail: internavigation@rgcc.ru

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

РАСЦЕНКИ НА ПУБЛИКАЦИЮ РЕКЛАМЫ:

| | | |
|--|---------------------------------|------------|
| 2, 3 стр. обложки и вкладки (формат А4): | цветная реклама (4 цвета) | 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 Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр современных навигационных технологий «Интернавигация» (ФГУП НТЦ «Интернавигация»)

Банковские реквизиты:

ИНН/КПП 7736022670/770901001

Р/с № 40502810838120100165; к/с № 30101810400000000225; БИК 044525225

Сбербанк России ОАО г. Москвы

Платежное поручение № _____ от « _____ » _____ 200 ____ г.

(Следует приложить к заказу копию платежного поручения).

Заказ направить по адресу:

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

город, улица, дом _____

Кому _____

(полное название организации или ФИО заказчика)